

TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE ZONA  
DEDICADA A INSTALACIÓN DE  
PROTOTIPOS DE EXPERIMENTACIÓN**

**Carlos Alfonso Castro Rodríguez**



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Tutoras: Isabel Martín Mateos y Beatriz Trujillo Martín

San Cristóbal de La Laguna, 2018



## **ABSTRACT**

This project is part of the development of the subject Trabajo Final de Grado, for the Degree of Industrial Mechanical Engineering. It consists in the design of an urbanization in an area owned by the University of La Laguna, for the installation of renewable energy prototypes and experimentation and research of them.

In this work, the land of the urbanization has been designed and conditioned, as well as the main building. In these spaces have been realized installations of electricity, supply and evacuation of waters and fire-proof system. In addition, a renewable energy installation has been included, specifically a solar thermal for the production of hot water.

This document provides the quantitative and qualitative descriptions to carry out the installations and elements described previously according to the current regulations, through the annexes, specifications sheets y plans. Finally it given the costs attached into the final budget that would imply executing this project.

## **RESUMEN**

Este proyecto es el resultado del desarrollo de la asignatura de Trabajo Final de Grado del Grado de Ingeniería Industrial Mecánica. En él se abarca el diseño de una Urbanización en una zona propiedad de La Universidad de La Laguna para la instalación de prototipos de energías renovables para la experimentación e investigación de los mismos.

En este trabajo se ha diseñado y acondicionado el terreno de la urbanización así como proyectado y calculado el edificio principal. En dichos espacios se han realizado las instalaciones de electricidad, suministro y evacuación de aguas e instalación contra incendios. Se han incluido además una instalación de aprovechamiento de energías renovables, concretamente una instalación solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria.

Este documento aporta las descripciones cuantitativas y cualitativas necesarias para llevar a cabo las instalaciones y elementos antes descritos según la normativa vigente, mediante los anexos, pliegos de condiciones y planos. Finalmente se aportan los costes desglosados en el presupuesto final que supondría llevar a cabo este proyecto.

# ÍNDICE GENERAL

ABSTRACT .....	2
RESUMEN.....	2
ÍNDICE MEMORIA.....	2
0. Hoja de Identificación.....	4
1. Objeto .....	5
2. Alcance .....	6
3. Antecedentes.....	6
4. Normas y referencias .....	7
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas .....	7
4.2 Bibliografía .....	7
4.3 Programas de Cálculo .....	8
5. Definiciones y Abreviaturas .....	8
6. Requisitos de diseño .....	8
7. Análisis de soluciones.....	9
8. Resultados finales .....	14
8.1 Emplazamiento y descripción de la parcela.....	14
8.2 Descripción de las obras constructivas .....	16
8.2.1 Acondicionamiento del terreno y distribución de la parcela.....	16
8.2.2 Orientación del edificio.....	16
8.2.3 Descripción y distribución del edificio .....	17
8.2.4 Cimentación .....	19

8.2.5 Características generales de la estructura del edificio .....	20
8.2.6 Cerramientos.....	20
8.2.7 Pavimentos .....	21
8.2.8 Revestimientos y pinturas.....	22
8.3 Instalación Eléctrica .....	22
8.4 Instalación de Suministro de Agua.....	25
8.5 Instalación de Evacuación de Aguas .....	26
8.6 Instalación de Protección Contra Incendios .....	27
8.7 Instalación Solar Térmica de Agua Caliente Sanitaria.....	28
8.8 Presupuesto.....	30
RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE PROYECTO.....	30
ANEXO I – DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURA.....	2
1. Normas consideradas.....	4
2. Acciones Consideradas.....	4
2.1 Gravitatorias .....	4
2.2 Viento .....	4
2.3 Sismo .....	5
2.4.- Hipótesis de carga .....	6
3. Estados Límite .....	6
4. Situaciones de proyecto.....	6
4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ ) .....	7
4.2 Combinaciones .....	8
5. Datos geométricos de grupos y plantas .....	10
6. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros.....	11

6.1 Pilares.....	11
7. Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de pandeo para cada planta .....	11
8. Materiales utilizados .....	11
8.1 Hormigones.....	11
8.2 Aceros por elemento y posición.....	12
8.2.1 Aceros en barras.....	12
8.2.2 Aceros en perfiles.....	12
9. Comprobación de estados límites últimos (E.L.U.) .....	12
9.1 Notación.....	12
9.2 Pilares.....	12
9.2.1 P1 .....	12
9.2.2 P2 .....	13
9.2.3 P3 .....	13
9.2.4 P4 .....	13
9.2.5 P5 .....	14
9.2.6 P6 .....	14
9.2.7 P7 .....	14
9.2.8 P8 .....	15
9.2.9 P9 .....	15
9.2.10 P10 .....	15
9.2.11 P11 .....	16
9.2.12 P12 .....	16
9.2.13.- P13 .....	16
9.3 Vigas .....	17

9.3.1 Nivel 2 .....	17
9.4 Flechas .....	19
ANEXO II – INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	20
1. Legislación aplicable .....	21
2. Descripción general de la instalación .....	21
3. Potencia total prevista de la instalación.....	21
4. Potencia total de cálculo de la instalación .....	22
5. Potencia de suministro de la instalación.....	24
6. Criterios para el dimensionado de las líneas de circuitos.....	24
6.1 Intensidad nominal .....	24
6.2 Sección del conductor en base a la caída de tensión .....	24
6.3 Corriente de cortocircuito .....	26
6.4 Intensidad admisible de los conductores .....	27
6.6 Canalizaciones .....	27
6.7 Protecciones.....	28
6.8 Cálculo de circuitos de la instalación .....	29
7. Caja general de protección y medida.....	33
8. Derivación individual .....	33
9. Toma de tierra.....	35
10. Resumen de elementos utilizados en la instalación eléctrica. ....	37
ANEXO III – INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA.....	38
1. Legislación aplicable .....	40

2. Descripción de la instalación .....	40
2.1 Descripción general.....	40
2.2.1 Características y propiedades de la instalación.....	41
2.2.2 Esquema General de la Instalación .....	41
2.2.2.1 Acometida .....	42
2.2.2.2 Preinstalación del contador .....	42
2.2.2.3 Tubo de alimentación.....	42
2.2.4 Instalaciones particulares .....	42
3.1 Bases de cálculo .....	43
3.1.1 Redes de distribución .....	43
3.1.1.1 Condiciones mínimas de suministro .....	43
3.1.1.2 Tramos .....	43
3.1.1.3 Dimensionado de diámetro de los tramos .....	44
3.1.1.4 Comprobación de la presión .....	46
3.1.2 Comprobación de derivaciones, ramales de enlace y tubo alimentación.....	48
3.1.3 Redes de agua caliente sanitaria (A.C.S.) .....	48
3.1.3.1 Termo eléctrico para producción de A.C.S.....	48
3.1.3.2 Redes de impulsión .....	49
3.1.3.3 Redes de retorno.....	50
3.1.3.3.- Aislamiento térmico.....	50
4 Equipos, elementos y dispositivos de la instalación .....	50
4.1 Contador.....	50
4.2 Arqueta de paso o de registro sin llaves.....	50
4.3 Termo eléctrico para producción de A.C.S.....	50
4.4 Tuberías.....	50

4.5 Aislantes .....	51
4.6 Aparatos Sanitarios.....	51
ANEXO IV – INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS .....	52
INDICE ANEXO IV .....	52
1. Legislación aplicable .....	53
2. Descripción de la instalación.....	53
2.1 Descripción general .....	53
2.2 Características y propiedades de la instalación .....	53
2.3 Esquema general de la instalación.....	53
2.3.1 Red de evacuación de aguas residuales .....	53
2.3.1.1 Tramos de tuberías para aguas residuales.....	53
2.3.1.2 Arqueta .....	54
2.3.1.3 Botes sifónicos.....	54
2.3.2 Red de evacuación de aguas pluviales.....	54
2.3.2.1 Canalón.....	54
2.3.2.2 Bajante vertical .....	55
2.3.2.3 Colectores aguas pluviales.....	55
2.3.2.4 Arqueta de paso .....	55
3. Cálculos y dimensionamiento.....	55
3.1 Bases de cálculo.....	55
3.1.1.- Red de aguas residuales.....	55
3.1.1.1 - Derivaciones individuales .....	55
3.1.2 Redes de aguas pluviales .....	59
ANEXO V – INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS .....	61

1. Legislación aplicable.....	63
2. Descripción de la instalación .....	63
2.1 Descripción general.....	63
3. Exigencias básicas del DB-SI-CTE de la instalación contra incendios .....	63
3.1 Exigencia Básica SI 1: Propagación Interior .....	63
3.1.1 Compartimentación en sectores de incendio.....	63
3.1.2 Locales de riesgo especial.....	64
3.1.3 Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.....	64
3.1.4 Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.....	64
3.2 Exigencia Básica SI 2: Propagación Exterior .....	65
3.2.1 Medianerías y fachadas .....	65
3.2.2 Cubiertas .....	66
3.3 Exigencia Básica SI 3: Evacuación de Ocupantes .....	66
3.3.1 Compatibilidad de los elementos de evacuación .....	66
3.3.2 Cálculo de ocupación, salidas y recorridos de evacuación .....	66
3.3.3 Señalización de los medios de evacuación .....	67
3.3.4 Control del humo de incendio .....	68
3.4 Exigencia Básica SI 4: Instalación de Protección Contra Incendios .....	68
3.4.1- Dotación de instalaciones de protección contra incendios .....	68
3.4.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios .....	69
3.5 Exigencia Básica SI 5: Intervención de los bomberos .....	70
3.5.1 Condiciones de aproximación, entorno y accesibilidad por fachada .....	70
3.6 Exigencia Básica SI 6: Resistencia al fuego de la estructura.....	70

3.6.1 Elementos estructurales principales.....	70
4. Mediciones y resumen de equipos.....	71
ANEXO VI – INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE A.C.S.....	72
1. Legislación aplicable .....	75
2. Descripción de la instalación.....	75
2.1 Descripción general y objeto del proyecto .....	75
2.2 Emplazamiento de la instalación .....	75
2.3 Características de la superficie donde se instalarán los captadores.....	75
2.4 Tipo de instalación .....	79
3. Captadores .....	79
3.1 Disposición de los captadores .....	79
3.2 Fluido caloportador .....	79
4. Depósito acumulador.....	80
4.1 Volumen de acumulación .....	80
4.2 Conjuntos de captación.....	80
5. Energía auxiliar.....	81
6. Circuito hidráulico.....	81
6.1 Bombas de circulación.....	81
6.2 Tuberías .....	82
6.3 Vaso de expansión .....	82
6.4 Purgadores .....	82
7. Sistema de control .....	82
8. Diseño y ejecución de la instalación.....	82

8.1 Montaje de los captadores.....	82
8.2 Tuberías.....	83
8.3 Válvulas .....	83
8.4 Vaso de expansión .....	83
8.5 Aislamientos.....	84
8.6 Purga de aire.....	84
8.7 Sistema de llenado .....	85
8.8 Sistema eléctrico y de control .....	85
8.9 Sistemas de protección.....	85
8.9.1 Protección contra sobrecalentamientos .....	85
8.9.2 Protección contra quemaduras .....	85
8.9.3 Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas .....	85
8.9.4 Resistencia a presión.....	86
8.9.5 Prevención de flujo inverso.....	86
9. Cálculo .....	86
9.1 Descripción del edificio .....	86
9.2 Circuito hidráulico .....	86
9.2.1 Condiciones climáticas .....	86
9.2.2.- Condiciones de uso.....	87
9.3 Determinación de la radiación .....	89
9.3.1 Dimensionamiento de la superficie de captación.....	89
9.3.2 Cálculo de la cobertura solar.....	91
9.4 Selección de la configuración básica .....	91
9.5 Selección del fluido caloportador .....	91
9.6 Diseño del sistema de captación .....	91

9.7 Diseño del sistema intercambiador-acumulador.....	91
9.8 Diseño del circuito hidráulico .....	92
9.8.1 Cálculo del diámetro de las tuberías.....	92
9.8.2 Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación.....	92
9.8.3 Bomba de circulación .....	93
9.8.4 Vaso de expansión.....	94
9.8.5 Purgadores y desaiaedores .....	94
9.8.6 Sistema de regulación y control.....	94
9.8.7 Aislamiento.....	94
10. Mediciones y resumen de los equipos .....	94
INDICE DE PLANOS .....	1
Plano de Emplazamiento .....	1
Plano de Replanteo del Terreno.....	2
Plano de Vistas 3D Sur.....	3
Plano de Vistas 3D Norte .....	4
Plano de Implantación del Edificio en Parcela.....	5
Plano de Sectorización Plataformas Eólica y Solar.....	6
Plano de Distribución y Despiece de Pilares .....	7
Plano de Distribución de Vigas, Paños y Pórticos .....	8
Plano de Despiece de Vigas y Pórticos – 1 .....	9
Plano de Despiece de Vigas y Pórticos – 2 .....	10
Plano de Fachadas Trasera y Sur .....	11

Plano de Fachadas Frontal y Norte .....	12
Plano de Planta .....	13
Plano de Instalación Eléctrica - Edificio .....	14
Plano de Instalación Eléctrica – Plataforma Solar .....	15
Plano de Instalación Eléctrica - Plataforma Eólica.....	16
Plano de Esquema Unifilar – Edificio Principal .....	17A
Plano de Esquema Unifilar – Plataformas Solar y Eólica.....	17B
Plano de Salubridad: Suministro de Agua .....	18
Plano de Salubridad: Suministro de Agua – Plataforma Solar .....	19
Plano de Salubridad: Suministro de Agua – Plataforma Eólica.....	20
Plano de Esquema de la Instalación de Suministro de Agua y Vista 3D .....	21
Plano de Instalación de Evacuación aguas residuales y vista 3D .....	22
Plano de Instalación de Evacuación aguas pluviales .....	22
Plano de Instalación de Protección Contra Incendios – Edificio Principal.....	23
Plano de Instalación de Protección Contra Incendios – Plataformas .....	24
Plano de Emplazamiento de la Instalación Solar Térmica .....	25
Plano de Esquema de la Instalación Solar Térmica y Vista 3D .....	26
INDICE DE PLIEGOS DE CONDICIONES .....	1
1. Pliego de Condiciones de la Ejecución y Construcción del Edificio Principal. ....	2
1.1 Condiciones Generales.....	4
1.1.1. Objeto.....	4
1.1.2. Calidad de los materiales .....	4

1.1.3. Pruebas y ensayos de materiales.....	4
1.1.4. Materiales no consignados en proyecto.....	4
1.1.5. Condiciones generales de ejecución.....	4
1.2. Condiciones que han de cumplir los materiales. Ejecución de las unidades de obra.....	5
1.2.1. Movimiento de tierras.....	5
1.2.1.1. Objeto.....	5
1.2.1.2. Excavación.....	5
1.2.1.3. Cimientos.....	6
1.2.1.4. Relleno.....	6
1.2.2. Hormigones.....	7
1.2.2.1. Objeto.....	7
1.2.2.2. Generalidades.....	7
1.2.2.3. Materiales.....	7
1.2.2.4. Encofrados.....	9
1.2.2.5. Colocación de armaduras.....	10
1.2.2.6. Colocación del hormigón.....	11
1.2.3. Estructura metálica.....	12
1.2.3.1. Objeto.....	12
1.2.3.2. Materiales.....	13
1.2.3.3. Montaje.....	13
1.2.3.4. Mano de obra de soldadura.....	14
1.2.3.5. Organización de los trabajos.....	14
1.2.3.6. Manipulación del material.....	14
1.2.3.7. Ejecución de uniones soldadas.....	14
1.2.3.8. Inspección de soldaduras.....	15

1.2.3.9. Pinturas.....	15
1.2.4. Albañilería.....	16
1.2.4.1. Objeto.....	16
1.2.4.2. Materiales.....	16
1.2.4.3. Morteros.....	17
1.2.4.4. Bloques de hormigón.....	17
1.2.5. Solados y alicatados.....	17
1.2.5.1 Objeto.....	17
1.2.5.2 Generalidades.....	17
1.2.5.3. Materiales.....	17
1.2.5.4. Instalación.....	18
1.2.5.5. Colocación de alicatados.....	19
2. Pliego de Condiciones de la Instalación Eléctrica.....	21
2.1.- Calidad de los materiales.....	22
2.1.1.- Generalidades.....	22
2.1.2.- Conductores y sistemas de canalización.....	22
2.1.2.1.- Línea general de alimentación.....	23
2.1.2.2.- Derivaciones individuales.....	24
2.1.2.3.- Instalación interior.....	24
2.2.- Normas de ejecución de las instalaciones.....	24
2.2.1.- Cajas Generales de Protección.....	24
2.2.2.- Sistemas de canalización.....	25
2.2.3.- Centralización de contadores.....	28
2.2.4.- Cajas de empalme y derivación.....	30
2.2.5.- Aparatos de mando y maniobra.....	30

2.2.6.- Aparatos de protección.....	30
2.2.8.- Instalación de puesta a tierra .....	35
2.2.10.- Alumbrado.....	36
2.3.- Pruebas reglamentarias.....	36
2.3.1.- Comprobación de la puesta a tierra .....	36
2.3.2.- Resistencia de aislamiento .....	37
2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad .....	37
2.5.- Certificados y documentación.....	37
2.6.- Libro de órdenes.....	37
3. Pliego de Condiciones de la Instalación de Suministro de Agua .....	38
3.1.- Ejecución.....	39
3.1.1.- Redes de tuberías.....	39
3.1.2.- Sistemas de medición del consumo. Contadores .....	43
3.1.3.- Sistemas de control de presión .....	43
3.1.4.- Montaje de los filtros.....	44
3.2.- Puesta en servicio .....	44
3.2.1.- Pruebas y ensayos de las instalaciones.....	44
3.3.- Productos de construcción.....	45
3.3.1.- Condiciones generales de los materiales .....	45
3.3.2.- Condiciones particulares de los materiales .....	46
3.3.3.- Incompatibilidades .....	47
3.4.- Mantenimiento y conservación .....	48
3.4.1.- Interrupción del servicio .....	48
3.4.2.- Nueva puesta en servicio.....	48
3.4.3.- Mantenimiento de las instalaciones .....	49

4. Pliego de Condiciones de la Instalación de Evacuación de Aguas .....	50
4.1.- Ejecución .....	51
4.1.1.- Puntos de captación .....	51
4.1.2.- Redes de pequeña evacuación .....	52
4.1.3.- Bajantes y ventilación.....	53
4.1.4.- Albañales y colectores .....	54
4.2.- Puesta en servicio .....	57
4.2.1.- Pruebas de las instalaciones.....	57
4.3.- Productos de construcción .....	59
4.3.1.- Características generales de los materiales.....	59
4.3.2.- Materiales utilizados en las canalizaciones .....	59
4.3.3.- Materiales utilizados en los puntos de captación.....	59
4.3.4.- Condiciones de los materiales utilizados para los accesorios.....	59
4.4.- Mantenimiento y conservación.....	60
5. Pliego de Condiciones de la Instalación Contra Incendios .....	61
INDICE .....	61
5.1.-Objeto .....	62
5.2.-Calidad de los materiales y equipos.....	62
5.2.1.-Condiciones generales. ....	62
5.2.2.-Extintores.....	63
5.3.-Normas de instalación.....	63
5.3.1.-Instaladores .....	63
5.3.2.-Mantenimiento.....	64
6. Pliego de Condiciones de la Instalación Solar Térmica productora de A.C.S.....	65

6.1.- Condiciones de montaje .....	66
6.1.1.- Generalidades .....	66
6.1.2.- Montaje de la estructura soporte y de los captadores .....	67
6.1.3.- Montaje del acumulador .....	67
6.1.4.- Montaje del intercambiador .....	67
6.1.5.- Montaje de la bomba de circulación .....	67
6.1.6.- Montaje de tuberías y accesorios .....	68
6.1.7.- Montaje del aislamiento .....	69
6.2.- Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento .....	69
6.2.1.- Generalidades .....	69
6.2.2.- Programa de mantenimiento.....	70
6.2.2.1.- Plan de vigilancia .....	70
6.2.2.2.- Plan de mantenimiento preventivo .....	71
6.2.2.3.- Mantenimiento correctivo .....	74
6.2.3.- Garantías .....	74
PRESUPUESTO.....	1
Presupuesto parcial nº 1 actuaciones previas - edificio .....	2
Presupuesto parcial nº 2 acondicionamiento del terreno - edificio.....	3
Presupuesto parcial nº 3 elementos de hormigón - edificio.....	4
Presupuesto parcial nº 4 fachadas y particiones- edificio.....	6
Presupuesto parcial nº 5 carpintería y cerrajería - edificio .....	7
Presupuesto parcial nº 6 revestimientos - edificio .....	8
Resumen presupuesto de edificio .....	9
Presupuesto parcial nº 1 instalación eléctrica.....	10
Presupuesto parcial suministro agua nº 1 remates y ayudas.....	17

Presupuesto parcial suministro agua n° 2 instalaciones .....	18
Presupuesto parcial suministro agua n° 3 aislamientos e impermeabilizaciones .....	21
Presupuesto parcial suministro de aguas n° 4 señalización y equipamiento .....	22
Presupuesto de ejecución material evacuación aguas .....	23
Presupuesto evacuación aguas n° 1 acondicionamiento del terreno .....	23
Presupuesto parcial evacuación aguas n° 2 instalaciones .....	26
Presupuesto parcial contraincendios n° 1 instalaciones .....	29
Presupuesto parcial solar termica n° 1 instalaciones .....	30
Resumen presupuesto total de proyecto .....	32
CONCLUSIONS.....	1

TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE ZONA  
DEDICADA A INSTALACIÓN DE  
PROTOTIPOS DE EXPERIMENTACIÓN  
MEMORIA**

**Carlos Alfonso Castro Rodríguez**



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Tutoras: Isabel Martín Mateos y Beatriz Trujillo Martín

San Cristóbal de La Laguna, 2018

## ÍNDICE MEMORIA

0.	Hoja de Identificación.....	4
1.	Objeto .....	5
2.	Alcance .....	6
3.	Antecedentes.....	6
4.	Normas y referencias .....	7
4.1	Disposiciones legales y normas aplicadas .....	7
4.2	Bibliografía .....	7
4.3	Programas de Cálculo .....	8
5.	Definiciones y Abreviaturas .....	8
6.	Requisitos de diseño .....	8
7.	Análisis de soluciones.....	9
8.	Resultados finales .....	14
8.1	Emplazamiento y descripción de la parcela.....	14
8.2	Descripción de las obras constructivas .....	16
8.2.1	Acondicionamiento del terreno y distribución de la parcela.....	16
8.2.2	Orientación del edificio.....	16
8.2.3	Descripción y distribución del edificio .....	17
8.2.4	Cimentación .....	19
8.2.5	Características generales de la estructura del edificio .....	20
8.2.6	Cerramientos .....	20
8.2.7	Pavimentos .....	21

8.2.8 Revestimientos y pinturas.....	22
8.3 Instalación Eléctrica .....	22
8.4 Instalación de Suministro de Agua.....	25
8.5 Instalación de Evacuación de Aguas .....	26
8.6 Instalación de Protección Contra Incendios .....	27
8.7 Instalación Solar Térmica de Agua Caliente Sanitaria.....	28
8.8 Presupuesto.....	30

## **0. Hoja de Identificación**

### **Título del proyecto**

Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación de energías renovables.

### **Emplazamiento del proyecto**

Avenida Calvo Sotelo, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife.

### **Solicitante o Peticionario**

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Universidad de La Laguna.

Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n

San Cristóbal de la Laguna, Tenerife.

Telf.: 922 84 50 59, correo: esit@ull.es

### **Proyectista o autor del proyecto**

Carlos Alfonso Castro Rodríguez

DNI 78855400S

Calle La Majada nº 1, Arafo, Tenerife

Telf.: 648 153 957, correo: alu0100408928@ull.edu.es

## 1. Objeto

En el objeto de este proyecto se ha llevado a cabo el diseño y equipamiento de un recinto situado en una parcela propiedad de la Universidad de La Laguna, con el fin de llevar a cabo labores de experimentación e investigación sobre prototipos de energías renovables dentro de dicha parcela.

En el presente proyecto se encuadran todas las competencias de la ingeniería técnica industrial que abarcan el diseño, cálculo y dimensionamiento de estructuras e instalaciones que conforman la urbanización dedicada a la instalación de dichos prototipos, verificando que se cumpla la normativa correspondiente a cada instalación y la funcionalidad del recinto para la actividad futura a desarrollar.

Por lo tanto es también objeto de este trabajo demostrar y exponer los conocimientos adquiridos durante del grado de ingeniería mecánica, para la obtención del título de dicho grado mediante la superación de la asignatura trabajo final de grado. En este proyecto se aplican competencias adquiridas en asignaturas impartidas durante el grado tales como oficina técnica, ingeniería eléctrica, expresión gráfica, ingeniería gráfica, estructuras II, instalaciones térmicas, etc.

## 2. Alcance

El diseño de la urbanización parte de la elección previa de las parcelas proporcionadas por La Universidad de la Laguna, y conlleva el acondicionamiento y zonificación de las mismas; se incluye además el diseño y cálculo del edificio principal sobre dichas parcelas y su distribución interna, orientación y accesos.

Forman parte de este proyecto el diseño de las instalaciones eléctrica de baja tensión y alumbrado, de suministro y evacuación de aguas y protección contra incendios. Se dota además al total del proyecto una instalación solar térmica para la producción de agua caliente.

Finalmente el alcance de este trabajo también incluye los pliegos de condiciones generales de la estructura del edificio principal y las instalaciones, y el presupuesto final.

No son competencias de este documento la ejecución de las obras ni la planificación de las mismas, así como tampoco el estudio de seguridad y salud en las obras del proyecto al no cumplirse las exigencias legales que dan obligatoriedad del mismo.

## 3. Antecedentes

Este proyecto se plantea como obra material de nueva construcción sobre un terreno previamente seleccionado y partirá de unos requisitos mínimos establecidos en la asignatura Trabajo Fin de Grado, del grado de Ingeniería Industrial Mecánica.

No existen antecedentes de instalaciones dedicadas exclusivamente a la investigación de prototipos de energías renovables en Universidad de la Laguna. Si bien en el ámbito local existe el Instituto Tecnológico y de Energía Renovables (ITER), no se ha usado como referencia para el desarrollo de este documento, debido a la gran envergadura de servicios, áreas e instalaciones que dicho instituto tecnológico posee en comparación con este proyecto.

En otras universidades y centros de investigación tecnológicos de ámbito nacional no se han hallado ejemplos de emplazamientos diseñados específicamente para el desarrollo de prototipos de energías renovables, por el contrario, se han encontrado recintos genéricos que se han adaptado o reacondicionado al estudio tecnológico en general, sin diseño previo del edificio a la actividad experimental a desarrollar.

## **4. Normas y referencias**

### **4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas**

- Norma UNE 157001: Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- Código Técnico de la Edificación. (CTE)
- Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (Sección HE 4)
- Documento Básico de Salubridad del Código Técnico de la Edificación. (secciones HS 4: suministro de agua y HS 5: evacuación de aguas)
- Documento Básico de Seguridad en Caso de Incendio (CTE DB-SI)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (REBT)

### **4.2 Bibliografía**

- 1. Cimentaciones por Losa. Disponible en:  
[http://www.construmatica.com/construpedia/Cimentaciones\\_por\\_Losa](http://www.construmatica.com/construpedia/Cimentaciones_por_Losa)
- 2. Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria según CTE DB-HE 4. Disponible: <http://konstruir.com/C.T.E/HE-4-Contribucion-solar-minima-de-agua-caliente-sanitaria/index.php>
- 3. Guía del Instalador de Agua Caliente Sanitaria, Junkers, Grupo Bosch.

### **4.3 Programas de Cálculo**

- AutoCAD 2016
- CYPECAD, CYPE 2018
- CYPECAD MEP, CYPE 2018
- Autodesk Revit 2016
- Microsoft Excel
- Arquímedes CYPE

## **5. Definiciones y Abreviaturas**

- A.C.S.: Agua caliente sanitaria
- CTE: Código Técnico de Edificación
- DB-HE: Documento Básico referente a la normativa de Ahorro de Energía
- DB-SI: Documento Básico referente a la normativa de Seguridad contra Incendios
- DB- HS: Documento Básico referente a la normativa de salubridad
- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- RITE: Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios

## **6. Requisitos de diseño**

Los requerimientos principales de este proyecto contemplan numerosos aspectos a tener en cuenta. Entre ellos destaca los requisitos exigidos por el cliente o peticionario, en este caso La Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, como son que el proyecto se encuentre emplazado en parcelas propias de La Universidad de La Laguna y su diseño sea adecuado para llevar a cabo la labor investigativa y de experimentación de prototipos.

Para llevar a cabo dicha actividad es imprescindible que se cumpla otra de las condiciones de diseño fundamentales para llevar a cabo este proyecto, como es una óptima

disposición de las instalaciones para el aprovechamiento al máximo de la radiación solar y el efecto del viento al que se someterán los prototipos a estudiar. Se ha tenido en cuenta todos los factores negativos en la explotación de los recursos solares y eólicos, como puede ser las sombras, orientación y horas de sol, etc. para el caso de los paneles solares o rugosidad del terreno, turbulencias, abrigo del viento, etc. para el caso del aprovechamiento de energía eólica.

Forma parte de los requerimientos de este proyecto cumplir con la normativa aplicable a las instalaciones que se ejecutarán en el mismo, como por ejemplo la relacionada a seguridad y salud, salubridad, seguridad contra incendios e instalaciones eléctricas de baja tensión, entre otras, listadas en el apartado 4.1 “Disposiciones legales y normas aplicadas”.

Finalmente un requisito para el diseño este proyecto ha sido tener en cuenta el posible impacto visual de la urbanización con el entorno, de manera que si éste sea el mínimo posible.

## **7. Análisis de soluciones**

De las distintas alternativas posibles para llevar a cabo la ejecución de este proyecto, se han tenido en cuenta los requisitos de diseño antes expuestos para llevar a cabo el correcto desarrollo de las actividades eólicas, solares fotovoltaicas y solares térmicas.

Se han trabajado múltiples propuestas de localizaciones para la selección de la parcela donde iría situada la urbanización de este proyecto. Las siguientes figuras corresponden a las localizaciones de la Universidad de La Laguna estudiadas en un primer momento para ser ubicada la urbanización:

La figura 1 corresponde a una parcela situada en Camino San Francisco de Paula, nº21, San Cristóbal de La Laguna. Tiene una superficie de 2743.5 m<sup>2</sup>. Fue descartada para ubicar este proyecto debido a la presencia de sombras y barreras ante el viento de los elevados edificios colindantes.



*Figura 1. Parcela Camino San Francisco de Paula*

La figura 2 corresponde a una parcela situada en Avenida Astrofísico Fco. Sánchez n° 18, San Cristóbal de La Laguna. Tiene una superficie de 2033,2 m<sup>2</sup>. Fue descartada para ubicar la urbanización debido a la presencia de sombras y barreras ante el viento de los elevados edificios colindantes.



*Figura 2. Parcela Avda Astrofísico Fco. Sánchez n° 18*

La figura 3 corresponde a una parcela situada en Avenida Astrofísico Fco. Sánchez n° 12, San Cristóbal de La Laguna. Tiene una superficie de 5285,2 m<sup>2</sup>. Fue descartada para ubicar la urbanización debido a la presencia de sombras de los edificios de la facultad de informática y las barreras ante el viento que ocasionarían estos edificios.



*Figura 3. Parcela Avda Astrofísico Fco. Sánchez n° 12*

La figura 4 corresponde a una parcela situada en Avenida Bartolomé Cairasco n° 7, San Cristóbal de La Laguna. Tiene una superficie de 2324,1 m<sup>2</sup>. Fue descartada para ubicar la urbanización debido a las barreras ante el viento que ocasionarían elementos cercanos, como la existencia de viviendas particulares anexas a dicha parcela.



*Figura 4. Avda. Bartolomé Cairasco n° 7*

Finalmente se ha optado por la parcela mostrada en la figura 5, que corresponde a un terreno situado en Calle Doctor Antonio González n°31, San Cristóbal de La Laguna. Tiene una superficie de 1128,6 m<sup>2</sup>. Se describe en mayor detalle en el siguiente apartado *Resultados finales* y en los planos 1 y 2 de la sección de planos.



*Figura 5. Parcela Calle Doctor Antonio González n° 31*

Sobre esta parcela, se han diseñado dos plataformas de construcción que albergarán la urbanización y los prototipos de energías renovables, como puede verse en el plano 2 *Planos de Replanteo del Terreno* de la sección de planos y en las imágenes siguientes.

Se propuso un primer diseño, formar la urbanización por tres pequeños recintos, uno para cada energía renovable, y situarlos en la plataforma central como puede verse en la figura 6 mostrando una perspectiva o simulación 3D, o en la figura 7 que muestra un plano de planta general en mayor detalle con cotas de distancia y distribución de los recintos, plataformas y dimensiones de la parcela, de un primer diseño.

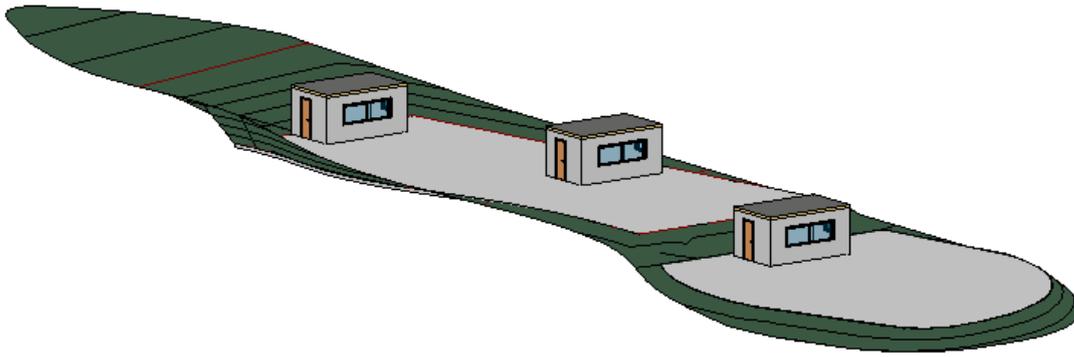


Figura 6. Perspectiva 3D del primer diseño

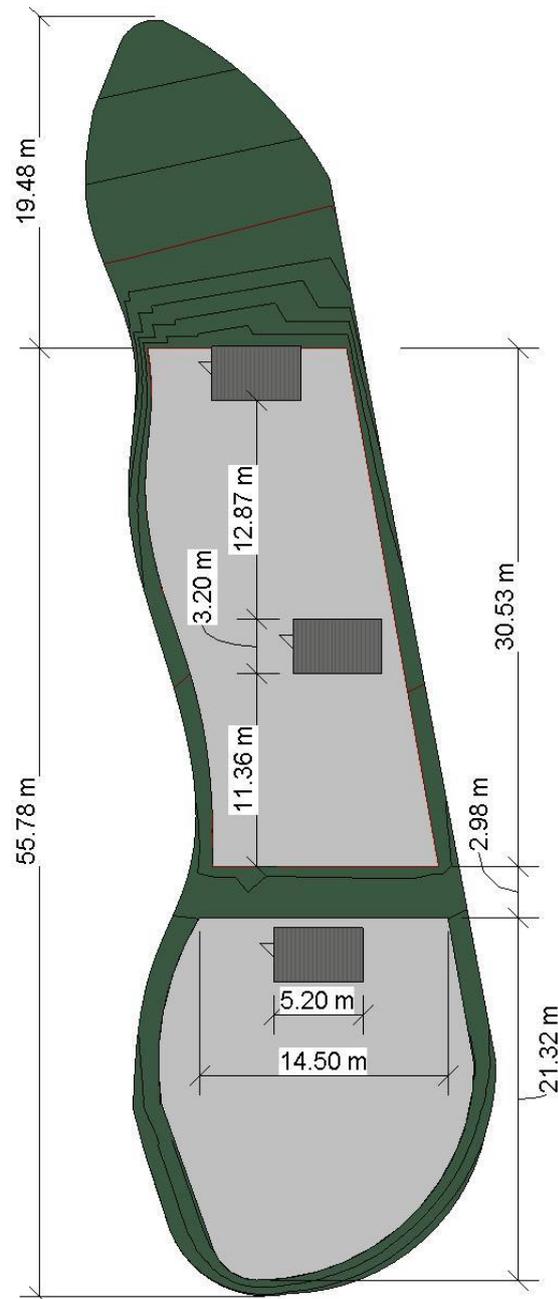


Figura 7. Plano general de planta del primer diseño

La descripción completa de la parcela final, así como la propuesta definitiva con los departamentos ubicados en un mismo recinto, se desarrolla en el siguiente apartado.

## **8. Resultados finales**

### **8.1 Emplazamiento y descripción de la parcela**

Este proyecto, siguiendo los requisitos de diseño antes expuestos, debe ser emplazado en parcelas propiedad de La Universidad de La Laguna. El departamento de Oficina Técnica de la universidad ha propuesto una serie de espacios correspondientes a los jardines de la sede central para llevar a cabo la urbanización. Dichos terrenos se encuentran en San Cristóbal de La Laguna, concretamente entre la Avenida Calvo Sotelo, la Avenida Ángel Guimerá Jorge y la calle Delgado Barreto. El área de la zona cuenta con unos 29000 m<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales unos 17000 m<sup>2</sup> corresponden a zona aprovechable al no formar parte de los actuales aparcamientos de la sede central de la universidad o espacio correspondiente a residencias universitarias.

En la sección de planos de este documento se adjunta un plano general de situación que ilustra la composición del espacio donde puede llevarse a cabo el diseño de las instalaciones de este proyecto.

Dentro de los espacios aprovechables y edificables de la zona anunciada anteriormente, se ha optado por el extremo toda la zona de césped anexa a la Avenida Calvo Sotelo. Esta elección ha venido impuesta por ser la región con menor valor medioambiental del terreno, al carecer de la flora endémica compuesta por los árboles que componen la zona ajardinada. Además supone una ventaja geográfica al no verse expuesta a sombras, tanto de árboles como de edificios de altura colindantes. Otro factor favorecedor es la poca presencia de barreras físicas en su cara contigua a la carretera para un mejor aprovechamiento del viento.

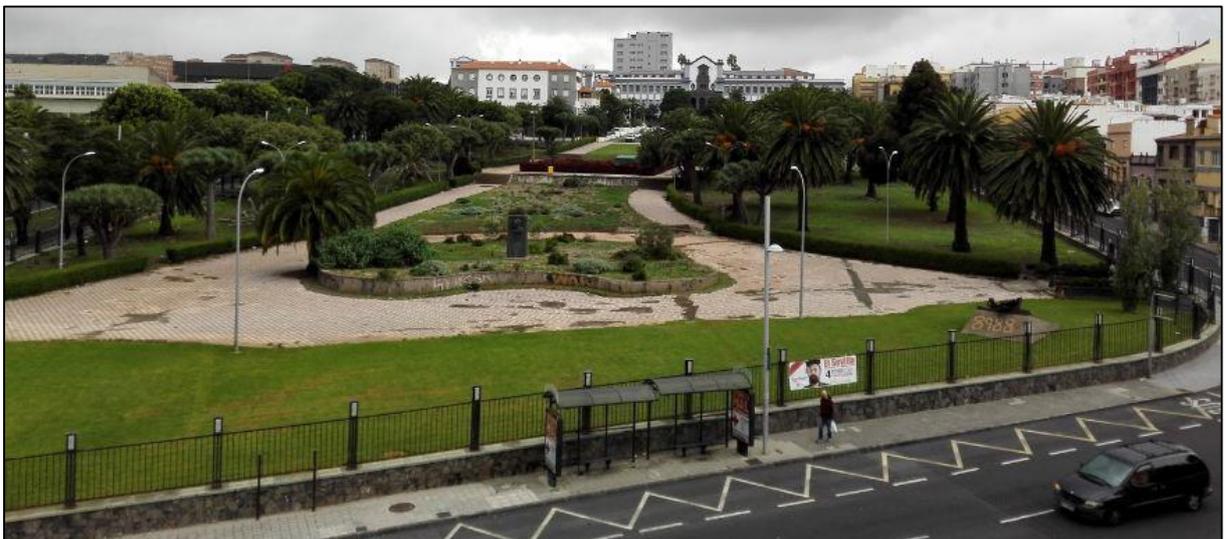
En la siguiente figura 8 del emplazamiento de parcela final puede verse la zona delimitada por la línea azul. Dicha zona comprende un área de 1128,6 m<sup>2</sup>. También puede contemplarse dicha parcela en el plano de replanteo perteneciente a la sección de planos de este documento.



*Figura 8. Emplazamiento de la parcela final*

Existe un desnivel a lo largo de toda la parcela de menos de dos metros, con un máximo de altura en la región derecha de la siguiente imagen (final de la calle Delgado Barreto) respecto a la región derecha (rotonda Cruz de Piedra). La cota media sobre el nivel del mar del área seleccionada es de 515 metros (516 metros en su extremo situado más al norte frente a una cota de 514 metros situadas en su extremo sur).

Actualmente esta parcela es una zona de césped de tránsito público que está rodeada de muros y aceras, junto con una parada de transporte público en la parte este lateral. En la parte oeste (interior de los jardines) se encuentra bordeada por una acera o paseo de suelo de baldosas (que continua a lo largo de los jardines) que une las calles Delgado Barreto y la Avenida Ángel Guimerá como puede verse en la figura 9 de la situación actual del terreno.



*Imagen 9. Situación actual del terreno.*

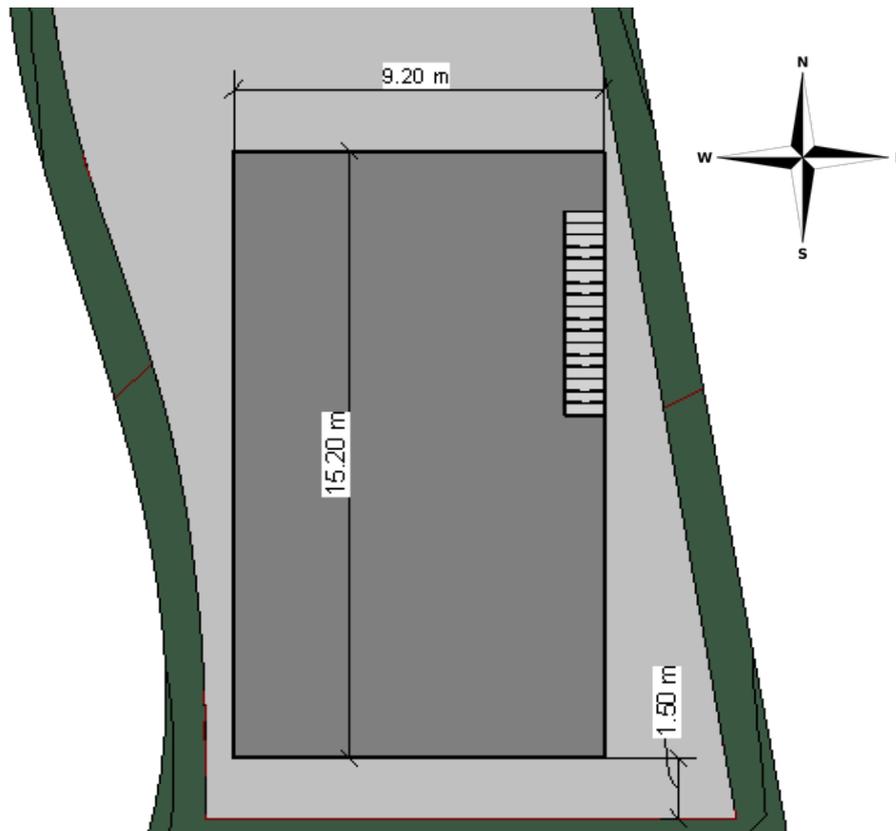
## **8.2 Descripción de las obras constructivas**

### **8.2.1 Acondicionamiento del terreno y distribución de la parcela**

Sobre la parcela se han diseñado dos plataformas de construcción sobre las que se asentarán en la central el edificio principal y zona de paneles solares, y sobre la inferior los aerogeneradores, como puede verse en el plano nº 2 de la sección de planos de este documento. Dichas plataformas están compuestas de hormigón tienen un grosor de 30 centímetros. En el caso de la plataforma central, está ubicada a una cota de 515 metros sobre el nivel del mar (altura media de la parcela). Se utilizará esta plataforma como cota 0 o nivel base o referencia para el resto del proyecto. Sobre la plataforma central se construirá la urbanización o edificio donde se albergarán las oficinas o cuartos de estudio de cada tecnología, un aseo, un almacén y una sala multiusos o recepción. Las placas solares fotovoltaicas y térmicas pueden asentarse sobre el techo de este edificio y sobre el resto de la plataforma. Esta plataforma tiene un perímetro de unos 87 metros aproximadamente y un área de 387 metros cuadrados. La plataforma inferior situada en el extremo sur de la parcela está situada a un metro por debajo de la plataforma central y separada 3 metros de ella. Tiene un perímetro de 67 metros y un área de 323.5 metros cuadrados. Esta plataforma se utilizará para las instalaciones de los aerogeneradores y demás equipos relacionados con el aprovechamiento de la energía eólica. En el apartado de planos de este proyecto se ilustra un plano de replanteo o de acondicionamiento del terreno con las dimensiones de dichos elementos.

### **8.2.2 Orientación del edificio**

La orientación del edificio está definida al ubicar la fachada con la entrada principal al oeste, de manera que la entrada al mismo provenga de los jardines, concretamente de la acera del paseo colindante a la parcela del proyecto. Esta elección viene determinada porque en dicha dirección están los aparcamientos de la sede central y se dispone de mayor espacio para la ubicación de la sala multiusos – recepción, que conecta con el resto de departamentos como se indica en los epígrafes siguientes, cosa que no ocurre en la cara este al disponer de poco espacio por la proximidad de los muros que limitan los jardines, o las caras nortes y sur que disponen de menor perímetro para ubicar una sala amplia que conecte con todas las oficinas. La figura 10 ilustra la orientación del edificio a la que hace referencia este texto.



*Figura 10. Orientación del edificio principal*

### **8.2.3 Descripción y distribución del edificio**

Se proyecta sobre la plataforma central el edificio principal del proyecto sobre una superficie de 95 metros cuadrados. En dicho edificio se realizarán las labores de experimentación e investigación, además de almacenaje y otras labores administrativas. Dicho edificio tiene una altura de 2.5 metros en su única planta. Mediante paredes interiores la distribución del edificio distingue 6 zonas, las cuales son la sala principal multiusos dedicada a reuniones y entrada del edificio, la salas de energía eólica, térmica y fotovoltaica, un pequeño cuarto almacén y un aseo. La siguiente tabla 1 muestra la relación de áreas entre todas las salas que componen el edificio:

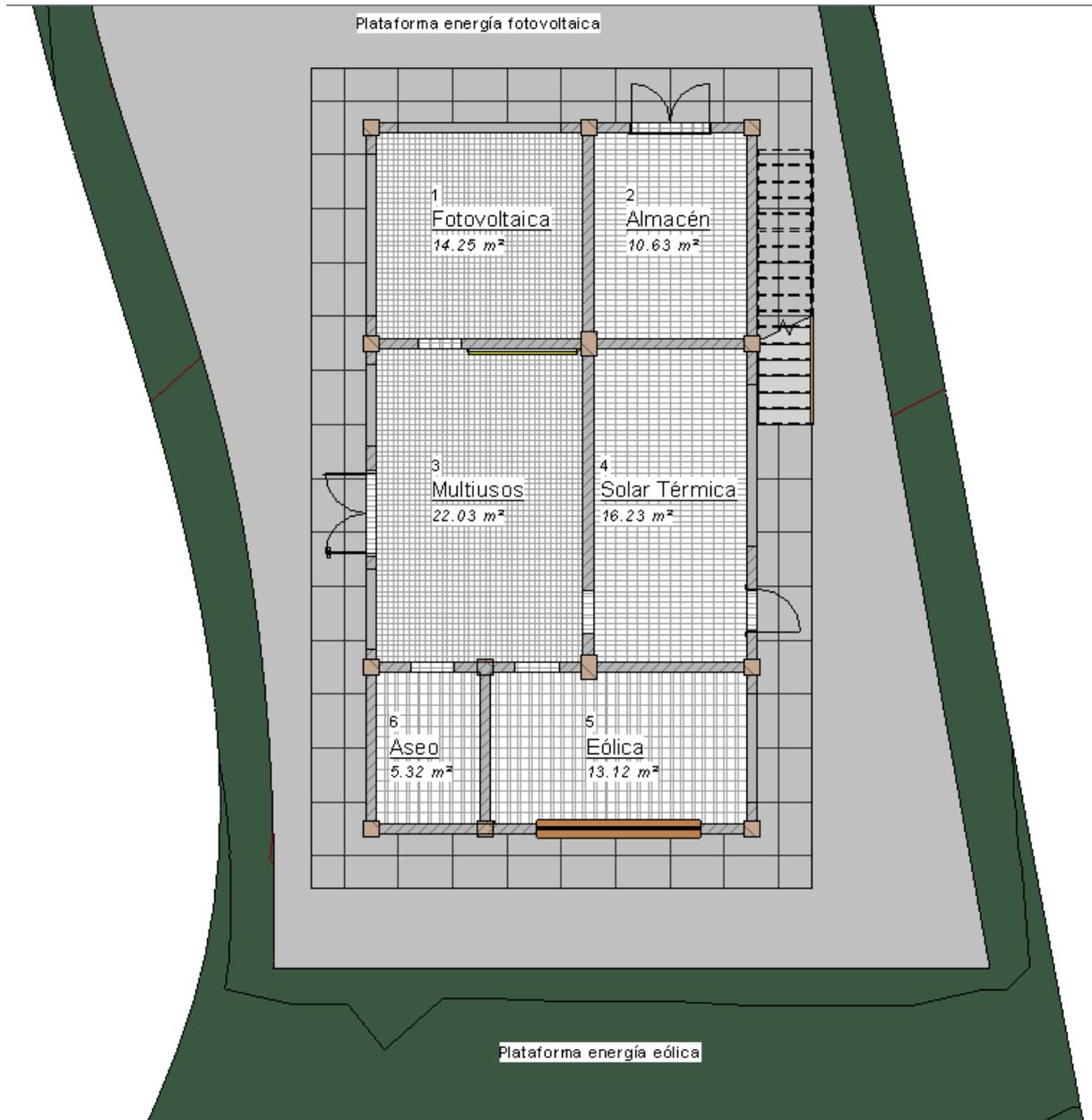
<b>Salas</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Multiusos – Entrada</b>	22.03
<b>Aseo</b>	5.32
<b>Almacén</b>	10.63
<b>Energía Eólica</b>	13.12
<b>Energía Fotovoltaica</b>	14.25
<b>Energía Térmica</b>	16.23

*Tabla 1. Áreas de las salas*

La entrada principal consiste en una puerta doble situada en la sala de reuniones, que conecta con todas las demás salas excepto el almacén (se accede mediante otra puerta doble desde el exterior) Todas las habitaciones tienen puertas de madera de una sola hoja a excepción de la sala de energía térmica que tiene otra puerta con acceso al exterior para acceder a la azotea. El techo del edificio está realizado mediante una losa y placa de 30 centímetros de hormigón y tiene una altura de 2.8 metros. Se accede a la misma por la parte opuesta a la entrada del edificio (cara este) mediante una escalera lineal de peldaños. La azotea es transitable y está cercada mediante un barandilla (al igual que un lateral de la escalera) pudiendo ésta soportar el peso de los operarios así como de los paneles solares. Alrededor del edificio sobre la plataforma de construcción se ha pavimentado una acera o solera de baldosas de piedra de 8 centímetros de grosor con una anchura de 1 metro respecto a los muros del edificio. Todas las salas cuentan con ventanas, concretamente ventanas de corredera y ventanales fijos con alféizar en el caso de la sala de eólica y fotovoltaica. En el aseo y almacén se disponen dos ventanas fijas simples en cada habitación. Los planos 10, 11 y 12 del apartado de planos de este documento reflejan gráficamente lo descrito en este párrafo.

La distribución de los sectores que componen el edificio principal se ha diseñado de la forma más funcional posible, de manera que dichos departamentos tienen vistas a las regiones donde se situarán los prototipos de experimentación. En la figura 11 de distribución de las salas, puede verse el sector de fotovoltaica tiene vistas a la zona libre de la plataforma de construcción dedicada a la colocación de paneles fotovoltaicos (plataforma energía fotovoltaica), la zona de solar térmica tiene salida al exterior y a la escalera que sube al techo, donde se colocarán paneles solares térmicos para la producción de agua caliente. Por último la sala de eólica tiene vistas a la plataforma de construcción inferior donde irán colocados los aerogeneradores (plataforma energía eólica). La sala multiusos y recepción conecta con todos los departamentos y con el aseo, por lo que puede accederse a los mismos sin adentrarse en

otros despachos o salas de experimentación. Finalmente el almacén comunica con el exterior, de manera que no es necesario acceder por ninguna sala en uso.



*Figura 11. Distribución de las salas principales.*

## 8.2.4 Cimentación

La cimentación del edificio se ha diseñado de forma que la estructura se asiente directamente sobre la plataforma de construcción central de 30 centímetros de hormigón, de manera que se prescinde de zapatas y vigas de atado o riostras. Este tipo de cimentación es conocido como cimentación por losa, por placa o platea de fundación [1], mediante la cual se transmiten todas las cargas del edificio al terreno transmitiéndose uniformemente. Se ha

optado por este sistema de cimentación porque es idónea para terrenos desiguales y con previsible asientos irregulares, además de presentar poca resistencia a la cimentación al estar formado por sedimentos de relleno. La ejecución de la placa y la armadura de la misma no son objetos del presente proyecto, al igual que los cálculos de armadura del resto de elementos de hormigón armado del proyecto.

### **8.2.5 Características generales de la estructura del edificio**

La estructura que define el edificio principal de este proyecto consta de 14 pilares estructurales de hormigón. Todos los pilares que conforman los perímetros exteriores del edificio y del aseo tienen una dimensión de 30 x 30 centímetros. Las 2 columnas centrales tienen una dimensión de 30 x 45 centímetros (longitud mayor paralela al eje longitudinal del edificio). Todos los pilares que conforman el edificio tienen una longitud de 2.5 metros de altura y sostienen la cubierta transitable plana de la obra.

Los pilares anteriores están conectados mediante vigas estructurales de 30 x 40 centímetros, orientando los 40 centímetros paralelos a los pilares y a la altura del edificio. Están compuestas de hormigón y la longitud de las mismas corresponde a la distancia entre pilares como puede verse en el apartado de planos de este documento.

En la cara este del edificio (cara opuesta a la entrada) se dispone de una escalera recta de 1 metro de ancho para acceder a la azotea de la obra para la colocación de los paneles solares. Dicha escalera consta de 17 escalones de 30 centímetros de huella y 17 centímetros de contrahuella.

### **8.2.6 Cerramientos**

Los cerramientos del edificio están compuestos por las paredes exteriores e interiores y la cubierta que da lugar al techo del edificio. Tanto los muros exteriores como las paredes interiores miden 20 centímetros de ancho y están ejecutados mediante bloques huecos de hormigón vibrado. La altura de todas las paredes es de 2.1 metros que abarcan desde la plataforma de construcción hasta las vigas estructura.

Sobre dichas paredes se han dispuesto ventanas y puertas para acceder entre los distintos habitáculos, facilitar la mayor entrada de luz natural y ventilación de aire. Todas las disposiciones cuentan con ventanas correderas de dos hojas a excepción del aseo y almacén que disponen de dos ventanas pequeñas fijas cada uno. Las salas de investigación de energía

eólica y fotovoltaica cuentan, además de una ventana de corredera, con una ventana fija con alféizar. Todas las ventanas tienen un metro de altura y su anchura varía dependiendo de la disponibilidad de espacio de cada habitación. Las ventanas del baño y almacén tienen medio metro de altura.

Las puertas interiores que conectan todas las salas con la sala de entrada y con el exterior en el caso de la sala de investigación solar térmica, lo hacen mediante una puerta de una hoja de anchura 0.8 metros por 2.1 metros de altura, construidas con marco y paneles de la hoja de madera. Las puertas de entrada y almacén son puertas practicables de dos hojas de 1.6 metros de ancho por 2.1 metros de alto, están fabricadas en acero los paneles que componen las hojas y los marcos de las mismas.

La cubierta del edificio corresponde a una placa plana transitable de 30 centímetros de espesor que pone su superficie más alta a una altura de 2.8 metros sobre el nivel de la plataforma de construcción sobre la que se asienta el edificio. Dicha placa tiene forma rectangular (a excepción de una abertura o hueco para el acceso de la escalera) y una superficie de 135 metros cuadrados. Esta cubierta está compuesta por una capa o núcleo principal de hormigón de 20 centímetros, solapado superiormente con una capa de substrato de hormigón y arena de 8 centímetros que funciona como aislante térmico. En la ejecución de este cerramiento, sobre dicha capa se debe aplicar un desnivel de poco más del 1% para la evacuación del agua de lluvia. Finalmente la cubierta termina en una capa de aproximadamente 2 centímetros de lámina de poliolefinas para evitar filtraciones de agua en las capas inferiores y en el edificio.

### **8.2.7 Pavimentos**

El suelo interior del edificio se colocará sobre la plataforma de construcción que asienta al mismo y estará compuesto por azulejos de cerámica de color blanco de 1.5 centímetros de espesor. La superficie de azulejos necesario para alicatar el suelo de todas las pertenencias es de 82 metros cuadrados.

Adyacente a las paredes exteriores del edificio se ha proyectado un suelo o acera colindante con el edificio compuesto de una solera de baldosas de piedra de 8 centímetros de grosor. Dicha solera tiene un metro de ancho y recorre todo el perímetro exterior del edificio.

### **8.2.8 Revestimientos y pinturas**

Los pilares y las vigas de hormigón que componen la armadura del edificio, están recubiertas de una capa de mampostería de piedra roja aplicada sobre el exterior de hormigón de los mismos. Las paredes interiores y caras interiores de los muros del recinto tienen una capa de yeso blanco aplicado sobre los bloques de hormigón que componen los muros básicos. Las paredes exteriores y el lateral de la placa que da lugar a la cubierta, tienen una capa externa sobre los bloques del muro de mortero beis, material diseñado específicamente como material de acabado, por lo que no se recomienda pintar sobre el mismo. La cara interior de la placa de cubierta que hace la función de techo de las salas de la urbanización, se ha recubierto de láminas de enlucido perforado blanco.

## **8.3 Instalación Eléctrica**

La instalación eléctrica que se ha planteado para este proyecto ha sido diseñada teniendo en cuenta el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión. Los planos 14, 15, 16, 17A y 17B de la sección de planos y el Anexo II de la sección de anexos detallan e ilustran el total de componentes que conforman la instalación eléctrica, así como sus respectivas ubicaciones, distribución, justificación teórica y cálculos necesarios para el dimensionado.

La instalación eléctrica de este proyecto dotará de suministro eléctrico a todas las zonas de la urbanización, tanto del exterior de la parcela como interiores del edificio principal, donde se prevea actividad futura investigativa y experimental. Se surtirá de varias tomas de corriente, tanto monofásicas como trifásicas, a todos los puntos en los que se ha considerado necesario su utilización. Esta instalación también proveerá de iluminación interior dentro del edificio, como exterior en las pacerlas solares y eólicas donde se instalarán los prototipos de energías renovables.

Esta instalación partirá del cuadro de protección y medida, en la fachada principal, desde donde se tomará suministro de la red eléctrica pública, para conectar mediante la derivación individual con el cuadro general, desde el que saldrán todos los circuitos.

Se dará suministro de tomas de fuerza monofásica a todas las habitaciones del edificio principal y plataformas eólica y solar. Se dotarán de tomas trifásicas a las salas de experimentación solar, eólica y térmica dentro del edificio; además de a las plataformas solar y eólica en el exterior. Los circuitos exteriores confluirán a un cuadro solar y eólica en sus respectivas plataformas, que a su vez conectarán con el cuadro general de la instalación eléctrica. El cableado de las tomas de iluminación y fuerza se hará mediante canalización empotrada.

Formarán parte de esta instalación la conexión e implementación de una toma de tierra, luminarias, mecanismos de los puntos de luz, tomas de fuerza, cuadros, apartamentas, cableado y canalizaciones. La distribución de todos estos elementos, así como la disposición de los circuitos, se ilustran en los planos 14, 15, 16, 17A y 17B de la sección de planos de este documento.

La siguiente tabla 2 contiene los elementos básicos que forman parte de instalación eléctrica:

<b>Equipos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Mediciones</b>
Caja protección y medida	Contador trifásico 80A	1 Ud.
Cable cobre 16 mm <sup>2</sup>	Unipolar RZ1-K (AS)	0,34 m.
Cable cobre 1.5 mm <sup>2</sup>	Unipolar RZ1-K (AS)	126,45 m
Cable cobre 4 mm <sup>2</sup>	Unipolar ES07Z1-K (AS)	120,3 m.
Cable cobre 2.5 mm <sup>2</sup>	Unipolar ES07Z1-K (AS)	120,24 m.
Cable cobre 1.5 mm <sup>2</sup>	Unipolar ES07Z1-K (AS)	649,95 m.
Cuadro general interior	Empotrable en pared.	1 Ud.
Cuadros para exterior	Superficiales estancos	2 Ud.
Conmutadores	Caja, marco y teclas	6 Ud.
Interruptores simples	Caja, marco y teclas	2 Ud.
Interruptores dobles	Caja, marco y teclas	2 Ud.
Toma de corriente empotrada	Simple monofásica interior	13 Ud.
Toma de corriente estanca	Simple monofásica exterior	16 Ud.
Toma de corriente empotrada	Simple trifásica interior	3 Ud.
Toma de corriente estanca	Simple trifásica exterior	8 Ud.
Canalización fija	Tubo corrugado PVC. D 32 mm.	0,32 m.
Canalización fija	Tubo corrugado PVC. D 20 mm.	40,1 m.
Canalización fija	Tubo corrugado PVC. D 16 mm.	335,51 m
Pica de tierra	Pica cobre desnudo 2 m.	1 Ud.
Luminarias interior	Downlight, 600x600 mm, 20 W	10 Ud.
Luminarias exterior	Foco estanco LED 200 W	7 Ud.
Interruptor automático	Magnetotérmico 6 A.	6 Ud.
Interruptor automático	Magnetotérmico 16 A.	2 Ud.
Interruptor automático	Magnetotérmico 20 A.	2 Ud.
Interruptor automático	Magnetotérmico 32 A.	2 Ud.
Interruptor automático	Diferencial 40 A 30 mA.	4 Ud.
I.A.R + Sobretensiones	Automático 80 A	1 Ud

*Tabla 2. Equipos de la instalación eléctrica.*

## 8.4 Instalación de Suministro de Agua

La instalación de suministro de agua del edificio está proyectada bajo la normativa relativa a salubridad del Código Técnico de la Edificación, concretamente el documento básico HS 5, para instalaciones de Suministro de agua. El diseño y dimensionado de esta instalación se desarrolla más ampliamente en el anexo III de la sección de anexos y se ilustra el resultado final en los planos 18, 19, 20 y 21 en la sección de planos

Se surtirá de agua potable desde la red de suministro de agua a varias tomas de agua de la urbanización, como el lavabo e inodoro en el aseo, un fregadero y grifo aislado en la sala de energía térmica, y dos grifos de exterior en las plataformas solar y eólica en el exterior.

La instalación de fontanería para el suministro partirá de la toma de llave de corte de acometida situada en la fachada trasera del edificio, que conecta con la red pública de agua. Mediante una tubería de polietileno reticulado de diámetro 20 mm. se conectará la acometida con la preinstalación del contador de agua, tras el mismo se situará la llave de abonado, para luego seguir a una pequeña arqueta de paso. De dicha arqueta partirán los tramos de tubería que alimentarán los grifos exteriores de las plataformas y el suministro interior del edificio.

En el interior del edificio discurrirán tramos de tubería de polietileno reticulado con diámetro 16 para conectar el termo eléctrico y resto de equipos para dar suministro según la disposición de los planos 18 y 21. En aseos y sala de solar térmica se ha colocado llaves de local húmedo como exige la normativa en este aspecto.

La siguiente tabla 3 agrupa los equipos que forman parte de la instalación de suministro de aguas, distribuidos según los planos 18, 19, 20 y 21 ubicados en el apartado de planos de este documento.

<b>Equipo</b>	<b>Zona</b>	<b>Cantidad</b>
Termo eléctrico	Sala solar térmica	1 unidad
Fregadero doméstico	Sala solar térmica	1 unidad
Lavabo mural o de pie	Baño	1 unidad
Taza de inodoro	Baño	1 unidad
Equipo contador	Exterior – plataforma solar	1 unidad
Arqueta de paso	Exterior – plataforma solar	1 unidad
Toma de agua libre	Exterior – plataforma eólica	1 unidad
Toma de agua libre	Exterior – plataforma solar	1 unidad
Toma de agua libre	Sala solar térmica	1 unidad
Tuberías (PE-X) D: 20mm.	Interior edificio y exterior	2,59 metros
Tuberías (PE-X) D: 16mm.	Interior edificio y exterior	71,18 metros
Aislante para tubería ACS	Interior	15,23 metros

*Tabla 3. Equipos de la instalación de suministro de agua.*

## **8.5 Instalación de Evacuación de Aguas**

La instalación de saneamiento o de evacuación de aguas viene regida por el reglamento de Salubridad, concretamente el documento HS 5 del código técnico de la edificación (CTE). En la instalación se contempla la recogida de aguas residuales generadas en el edificio por la actividad humana y las aguas pluviales. Se desalojará dichas aguas mediante gravedad hacia las redes públicas de saneamiento situadas en el exterior de la urbanización.

La instalación de evacuación se desarrolla más ampliamente en el anexo IV correspondiente a la instalación de evacuación de aguas y se ilustra en los planos 22 “Evacuación aguas residuales y vista 3D” y 23 “Evacuación de aguas pluviales” de la sección de planos de este documento.

La instalación de recogida de aguas residuales está compuesta por tuberías de PVC serie B para transportar el agua residual desde los aparatos sanitarios hacia la arqueta de paso común pasando en cada caso por botes sifónicos. Dichas tuberías varían en su diámetro dependiendo del caudal a evacuar como puede verse en el anexo de esta instalación.

La instalación de evacuación de aguas pluviales está compuesta por una canaleta semicircular, situada en el voladizo del techo de la fachada de entrada, que conecta con varios tramos de PVC hacia la arqueta de paso. Desde dicha arqueta se conecta mediante un último tramo de tubería con la red pública de pluviales.

La siguiente tabla 4 engloba los elementos utilizados en la instalación de evacuación de aguas, distribuidos según los planos 22 y 23 de este documento.

Equipos	Descripción	Unidades
Tubería PVC serie SN-4	Diámetro 100 mm.	3.22 m.
Tubería PVC serie B	Diámetro 100 mm.	5.42 m.
Tubería PVC serie B	Diámetro 90 mm.	10 m.
Tubería PVC serie B	Diámetro 75 mm.	2.9 m.
Tubería PVC serie B	Diámetro 50 mm.	8.52 m.
Tubería PVC serie B	Diámetro 40 mm.	2.69 m.
Tubería PVC serie B	Diámetro 32 mm.	3.89 m.
Bote sifónico	Diámetro 32 mm	1 Ud.
Bote sifónico	Diámetro 40 mm	1 Ud.
Arqueta de paso	Arqueta 50x50x50 cm	2 Ud.
Canalón semicircular PVC	Diámetro 150 mm.	12.25 m.

*Tabla 4. Equipos utilizados en la instalación de evacuación de aguas.*

## 8.6 Instalación de Protección Contra Incendios

La instalación contra incendios llevada a cabo en este proyecto se ha diseñado siguiendo la normativa correspondiente al documento básico de seguridad contra incendios (DB-SI) correspondiente al código técnico de la edificación (CTE).

No ha sido necesario proyectar o compartimentar varios sectores interiores para llevar a cabo la propagación interior del fuego como determina la exigencia básica de propagación interior del DB-SI al no superar el edificio principal los 500 m<sup>2</sup>. Tampoco se han tomado

medidas relacionadas con la exigencia de propagación exterior al no existir edificios colindantes a la urbanización de este proyecto.

Las vías de evacuación de los ocupantes, dispositivos de control y extinción de incendios, así como los elementos de señalización se encuentran ilustrados en los planos 24 y 25 de la sección de planos de este documento. En dichos planos pueden verse las principales vías de evacuación de los ocupantes por la entrada principal y la vía de evacuación para el personal que se encuentre en la sala de “energía térmica” por la puerta trasera, así como el recorrido a seguir desde cada habitación trazado por líneas discontinuas y flechas verdes.

En las puertas de salida de ambas vías de evacuación se encuentra la señalización correspondiente indicadoras de que dichas puertas son evacuadoras del edificio. En cada sala del edificio se encuentra señalización correspondiente indicando la salida más próxima para acceder a las vías de evacuación principales del edificio.

En las salas de energía térmica, eólica, fotovoltaica, la plataforma solar y la plataforma eólica se ha provisto de extintores portátiles de polvo químico ABC polivalente anti brasa y su correspondiente señalización foto luminiscente indicadora de la posición del extintor, como principales medidas de control y extinción del fuego en el edificio del proyecto al tratarse de las zonas con mayor actividad y riesgo en la actividad a llevar a cabo durante la experimentación con los prototipos.

La siguiente tabla 5 resumen los equipos utilizados la instalación de protección contra incendios:

<b>Equipos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>
Placa señalización equipos CI	210x210 mm foto luminiscente	6 Uds.
Placa señalización evacuación	210x210 mm foto luminiscente	5 Uds.
Extintor portátil	6 Kg polvo químico ABC	6 Uds.

*Tabla 5. Equipos de la instalación de protección contra incendios*

## **8.7 Instalación Solar Térmica de Agua Caliente Sanitaria**

La instalación de agua caliente sanitaria generada mediante energía solar térmica está proyectada mediante la normativa HE 4, Documento Básico de Ahorro de Energía correspondiente al código técnico de la edificación. El anexo VI del presente documento y los planos 19 y 20 de la sección de planos especifican detalladamente los cálculos, componentes y bases teóricas que se han llevado a cabo para proyectar esta instalación.

La instalación se compone de dos colectores o paneles solares de la marca Junkers modelos F2/300/FKT-2 conectados en paralelo, orientados al sur e inclinados 50 grados respecto a la horizontal de la cubierta. Dichos captadores tienen un volumen de captación de 293 litros y una superficie de captación de 4.85 metros cuadrados. Dichos colectores cuentan con un sistema incorporado de un sistema de control y regulación electrónico para evitar temperatura saltos del acumular, evitar heladas y activar la bomba hidráulica.

Mediante tuberías de cobre que acceden a la sala de energía solar térmica baja al agua una vez caliente al acumulador intercambiador situado sobre los fregaderos de la sala. En la instalación se emplea como energía auxiliar un termo eléctrico que conecta directamente con dicho intercambiador.

Tras el paso del fluido por el acumular sube nuevamente gracias al aporte de una bomba hidráulica con capacidad de 290 litros por hora y vuelve a acceder a los paneles solares. A lo largo de los tramos de tuberías se disponen de numerosas válvulas como indican los planos y anexos antes mencionados, como es el caso de la válvula anti retorno a la salida del termo eléctrico, válvulas de corte a la salida y entra de la bomba, etc.

Finalmente cabe destacar de la instalación la presencia de purgadores de aire para eliminar filtraciones de aire o generación de vapor en el circuito hidráulico, así como un vaso de expansión evitar dilataciones en la instalación por el aumento excesivo de temperaturas del fluido de trabajo.

La siguiente tabla 6 muestra los equipos que conforman la instalación de producción de agua caliente sanitaria.

<b>Equipos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Captador solar térmico completo	Modelo F2/300/FKT-2 "JUNKERS"	1 Ud.
Tubería circuito primario	Tuberías cobre 16 mm diámetro	11,33 m.
Bomba centrífuga	Bomba 0,071 KW. de potencia	1 Ud.

**Tabla 6. Equipos de la instalación de producción de agua caliente sanitaria.**

## 8.8 Presupuesto

En la sección presupuesto de este documento, se ha elaborado un desglose por instalaciones de las partidas del presupuesto utilizando en software *Arquímedes* y la base de datos *Generador de Precios*. La siguiente tabla resumen 7 extraída del apartado presupuesto de este documento resume las partidas genéricas de cada instalación así como el precio final de ejecución material total del proyecto.

<b>RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE PROYECTO</b>	
<b>Nº CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1 Edificio	<b>78702,07</b>
2 Instalación Eléctrica	<b>4652,18</b>
3 Instalación de Suministro de Agua	<b>2714,74</b>
4 Instalación de Evacuación de Agua	<b>1568,44</b>
5 Instalación Contraincendios	<b>350,57</b>
6 Instalación Solar de Agua Caliente	<b>4837,52</b>
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>92825,52</b>

*Tabla 7. Resumen del presupuesto total del proyecto.*

En Santa Cristóbal de la Laguna, Septiembre de 2018

Firmado: el ingeniero

Carlos Alfonzo Castro Rodríguez



TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE ZONA  
DEDICADA A INSTALACIÓN DE  
PROTOTIPOS DE EXPERIMENTACIÓN  
ANEXOS**

**Carlos Alfonso Castro Rodríguez**



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Tutoras: Isabel Martín Mateos y Beatriz Trujillo Martín

San Cristóbal de La Laguna, 2018

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO I - DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURA.....</b>	<b>2</b>
<b>ANEXO II - INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....</b>	<b>19</b>
<b>ANEXO III - INSTALACION DE SUMINISTRO DE AGUA.....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO IV - INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUA.....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO V - INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS.....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO VI - INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE A.C.S.....</b>	<b>71</b>

# ANEXO I – DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURA

## INDICE ANEXO I

1. Normas consideradas .....	4
2. Acciones Consideradas .....	4
2.1 Gravitatorias.....	4
2.2 Viento.....	4
2.3 Sismo .....	5
2.4.- Hipótesis de carga.....	6
3. Estados Límite .....	6
4. Situaciones de proyecto .....	6
4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ ).....	7
4.2 Combinaciones.....	8
5. Datos geométricos de grupos y plantas.....	10
6. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros .....	11
6.1 Pilares.....	11
7. Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de pandeo para cada planta.....	11
8. Materiales utilizados .....	11
8.1 Hormigones.....	11
8.2 Aceros por elemento y posición.....	12
8.2.1 Aceros en barras.....	12
8.2.2 Aceros en perfiles .....	12
9. Comprobación de estados límites últimos (E.L.U.).....	12

9.1 Notación .....	12
9.2 Pilares.....	12
9.2.1 P1 .....	12
9.2.2 P2 .....	13
9.2.3 P3 .....	13
9.2.4 P4 .....	13
9.2.5 P5 .....	14
9.2.6 P6 .....	14
9.2.7 P7 .....	14
9.2.8 P8 .....	15
9.2.9 P9 .....	15
9.2.10 P10 .....	15
9.2.11 P11 .....	16
9.2.12 P12 .....	16
9.2.13.- P13 .....	16
9.3 Vigas .....	17
9.3.1 Nivel 2.....	17
9.4 Flechas .....	19

## 1. Normas consideradas

Hormigón: EHE-08

Aceros conformados: CTE DB SE-A

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

Categoría de uso: A. Zonas residenciales

## 2. Acciones Consideradas

### 2.1 Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m <sup>2</sup> )	Cargas muertas (t/m <sup>2</sup> )
Nivel 2	0.20	0.20
Nivel 1	0.20	0.20

### 2.2 Viento

Código Técnico de la Edificación.

CTE DB SE-AE: Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación

Zona eólica: C

Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal

La acción del viento se calcula a partir de la presión estática  $q_e$  que actúa en la dirección perpendicular a la superficie expuesta. La presión se obtiene, conforme a los criterios del Código Técnico de la Edificación DB-SE AE, en función de la geometría del edificio, la zona eólica y grado de aspereza seleccionados, y la altura sobre el terreno del punto considerado:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

$q_b$  Es la presión dinámica del viento conforme al mapa eólico del Anejo D, este caso zona C

$c_e$  Es el coeficiente de exposición, determinado conforme a las especificaciones del Anejo D.2, en función del grado de aspereza del entorno y la altura sobre el terreno del punto considerado.

$c_p$  Es el coeficiente eólico o de presión, calculado según la tabla 3.5 del apartado 3.3.4, en función de la esbeltez del edificio en el plano paralelo al viento.

$q_b$ (t/m <sup>2</sup> )	Viento X			Viento Y		
	Esbeltez	$c_p$ (presión)	$c_p$ (succión)	esbeltez	$c_p$ (presión)	$c_p$ (succión)
0.053	0.37	0.70	-0.35	0.19	0.70	-0.30

<b>Presión estática</b>			
Planta	Ce (Coef. exposición)	Viento X (t/m <sup>2</sup> )	Viento Y (t/m <sup>2</sup> )
Nivel 2	1.34	0.074	0.071

<b>Anchos de banda</b>		
Plantas	Ancho de banda Y (m)	Ancho de banda X (m)
En todas las plantas	13.00	6.80

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Coefficientes de Cargas

+X: 1.00      -X:1.00

+Y: 1.00      -Y:1.00

<b>Cargas de viento</b>		
Planta	Viento X (t)	Viento Y (t)
Nivel 2	1.205	0.602

Conforme al artículo 3.3.2., apartado 2 del Documento Básico AE, se ha considerado que las fuerzas de viento por planta, en cada dirección del análisis, actúan con una excentricidad de  $\pm 5\%$  de la dimensión máxima del edificio.

## 2.3 Sismo

Sin acción de sismo

## 2.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas muertas Sobrecarga de uso Viento +X exc.+ Viento +X exc.- Viento -X exc.+ Viento -X exc.- Viento +Y exc.+ Viento +Y exc.- Viento -Y exc.+ Viento -Y exc.-
-------------	--

## 3. Estados Límite

E.L.U. de rotura. Hormigón	CTE
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

## 4. Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

#### 4.1 Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ ) y coeficientes de combinación ( $\psi$ )

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

##### E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08

Persistente o transitoria				
	Coef. parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600

##### E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600

##### Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinación ( $\psi$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\psi_p$ )	Acompañamiento ( $\psi_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

## 4.2 Combinaciones

### ■ Nombres de las hipótesis

PP	Peso propio
CM	Cargas muertas
Qa	Sobrecarga de uso
V(+X exc.+)	Viento +X exc.+
V(+X exc.-)	Viento +X exc.-
V(-X exc.+)	Viento -X exc.+
V(-X exc.-)	Viento -X exc.-
V(+Y exc.+)	Viento +Y exc.+
V(+Y exc.-)	Viento +Y exc.-
V(-Y exc.+)	Viento -Y exc.+
V(-Y exc.-)	Viento -Y exc.-

### ■ E.L.U. de rotura. Hormigón

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.350	1.350									
3	1.000	1.000	1.500								
4	1.350	1.350	1.500								
5	1.000	1.000		1.500							
6	1.350	1.350		1.500							
7	1.000	1.000	1.050	1.500							
8	1.350	1.350	1.050	1.500							
9	1.000	1.000	1.500	0.900							
10	1.350	1.350	1.500	0.900							
11	1.000	1.000			1.500						
12	1.350	1.350			1.500						
13	1.000	1.000	1.050		1.500						
14	1.350	1.350	1.050		1.500						
15	1.000	1.000	1.500		0.900						
16	1.350	1.350	1.500		0.900						
17	1.000	1.000				1.500					
18	1.350	1.350				1.500					
19	1.000	1.000	1.050			1.500					
20	1.350	1.350	1.050			1.500					
21	1.000	1.000	1.500			0.900					
22	1.350	1.350	1.500			0.900					
23	1.000	1.000					1.500				
24	1.350	1.350					1.500				
25	1.000	1.000	1.050				1.500				
26	1.350	1.350	1.050				1.500				
27	1.000	1.000	1.500				0.900				
28	1.350	1.350	1.500				0.900				
29	1.000	1.000						1.500			
30	1.350	1.350						1.500			
31	1.000	1.000	1.050					1.500			

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
32	1.350	1.350	1.050					1.500			
33	1.000	1.000	1.500					0.900			
34	1.350	1.350	1.500					0.900			
35	1.000	1.000							1.500		
36	1.350	1.350							1.500		
37	1.000	1.000	1.050						1.500		
38	1.350	1.350	1.050						1.500		
39	1.000	1.000	1.500						0.900		
40	1.350	1.350	1.500						0.900		
41	1.000	1.000								1.500	
42	1.350	1.350								1.500	
43	1.000	1.000	1.050							1.500	
44	1.350	1.350	1.050							1.500	
45	1.000	1.000	1.500							0.900	
46	1.350	1.350	1.500							0.900	
47	1.000	1.000									1.500
48	1.350	1.350									1.500
49	1.000	1.000	1.050								1.500
50	1.350	1.350	1.050								1.500
51	1.000	1.000	1.500								0.900
52	1.350	1.350	1.500								0.900

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.600	1.600									
3	1.000	1.000	1.600								
4	1.600	1.600	1.600								
5	1.000	1.000		1.600							
6	1.600	1.600		1.600							
7	1.000	1.000	1.120	1.600							
8	1.600	1.600	1.120	1.600							
9	1.000	1.000	1.600	0.960							
10	1.600	1.600	1.600	0.960							
11	1.000	1.000			1.600						
12	1.600	1.600			1.600						
13	1.000	1.000	1.120		1.600						
14	1.600	1.600	1.120		1.600						
15	1.000	1.000	1.600		0.960						
16	1.600	1.600	1.600		0.960						
17	1.000	1.000				1.600					
18	1.600	1.600				1.600					
19	1.000	1.000	1.120			1.600					
20	1.600	1.600	1.120			1.600					
21	1.000	1.000	1.600			0.960					
22	1.600	1.600	1.600			0.960					
23	1.000	1.000					1.600				
24	1.600	1.600					1.600				
25	1.000	1.000	1.120				1.600				
26	1.600	1.600	1.120				1.600				
27	1.000	1.000	1.600				0.960				
28	1.600	1.600	1.600				0.960				
29	1.000	1.000						1.600			
30	1.600	1.600						1.600			
31	1.000	1.000	1.120					1.600			
32	1.600	1.600	1.120					1.600			

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
33	1.000	1.000	1.600					0.960			
34	1.600	1.600	1.600					0.960			
35	1.000	1.000							1.600		
36	1.600	1.600							1.600		
37	1.000	1.000	1.120						1.600		
38	1.600	1.600	1.120						1.600		
39	1.000	1.000	1.600						0.960		
40	1.600	1.600	1.600						0.960		
41	1.000	1.000								1.600	
42	1.600	1.600								1.600	
43	1.000	1.000	1.120							1.600	
44	1.600	1.600	1.120							1.600	
45	1.000	1.000	1.600							0.960	
46	1.600	1.600	1.600							0.960	
47	1.000	1.000									1.600
48	1.600	1.600									1.600
49	1.000	1.000	1.120								1.600
50	1.600	1.600	1.120								1.600
51	1.000	1.000	1.600								0.960
52	1.600	1.600	1.600								0.960

### ■ Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa	V(+X exc.+)	V(+X exc.-)	V(-X exc.+)	V(-X exc.-)	V(+Y exc.+)	V(+Y exc.-)	V(-Y exc.+)	V(-Y exc.-)
1	1.000	1.000									
2	1.000	1.000	1.000								
3	1.000	1.000		1.000							
4	1.000	1.000	1.000	1.000							
5	1.000	1.000			1.000						
6	1.000	1.000	1.000		1.000						
7	1.000	1.000				1.000					
8	1.000	1.000	1.000			1.000					
9	1.000	1.000					1.000				
10	1.000	1.000	1.000				1.000				
11	1.000	1.000						1.000			
12	1.000	1.000	1.000					1.000			
13	1.000	1.000							1.000		
14	1.000	1.000	1.000						1.000		
15	1.000	1.000								1.000	
16	1.000	1.000	1.000							1.000	
17	1.000	1.000									1.000
18	1.000	1.000	1.000								1.000

## 5. Datos geométricos de grupos y plantas

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Nivel 2	1	Nivel 2	2.50	2.50
0	Nivel 1				0.00

## 6. Datos geométricos de pilares, pantallas y muros

### 6.1 Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo del pilar en grados sexagesimales

Datos de los pilares

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Canto de apoyo
P1	( -2.67, 4.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P2	( -0.57, -5.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P3	( 4.33, 4.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P4	( 4.33, 0.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P5	( -2.67, 0.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P6	( 4.33, -8.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P7	( -2.67, -8.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P8	( -2.67, -5.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P9	( 4.33, -5.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P10	( 1.33, -5.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P11	( 1.33, 0.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P12	( 1.33, 4.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00
P13	( -0.57, -8.50)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.00

## 7. Dimensiones, coeficientes de empotramiento y coeficientes de pandeo para cada planta

Pilar	Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axil
			Cabeza	Pie	X	Y	
P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P12, P13	1	30x30	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00
P10, P11	1	30x45	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00

## 8. Materiales utilizados

### 8.1 Hormigones

Elemento	Hormigón	$f_{ck}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$	Naturaleza	Árido	$E_c$ (kp/cm <sup>2</sup> )
					Tamaño máximo (mm)	
Todos	HA-25	255	1.50	Cuarcita	15	277920

## 8.2 Aceros por elemento y posición

### 8.2.1 Aceros en barras

Elemento	Acero	$f_{yk}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_s$
Todos	B 500 S	5097	1.15

### 8.2.2 Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (kp/cm <sup>2</sup> )
Acero conformado	S235	2396	2140673
Acero laminado	S275	2803	2140673

## 9. Comprobación de estados límites últimos (E.L.U.)

### 9.1 Notación

En las tablas de comprobación de pilares de acero no se muestran las comprobaciones con coeficiente de aprovechamiento inferior al 10%.

Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras

Arm.: Armadura mínima y máxima

Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante

N,M: Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales

### 9.2 Pilares

#### 9.2.1 P1

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos					Estado		
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)		Qx (kN)	Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	8.9	8.1	8.9	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	4.41	-0.27	0.43	-0.44	-0.24	Cumple
		1.6 m	Cumple	Cumple	8.9	8.1	8.9	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	4.41	-0.27	0.43	-0.44	-0.24	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	8.9	8.1	8.9	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	4.41	-0.27	0.43	-0.44	-0.24	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	8.7	8.4	8.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	5.04	0.24	-0.49	-0.44	-0.24	Cumple
Nivel 1	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.3	8.4	8.4	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	5.04	0.24	-0.49	-0.44	-0.24	Cumple

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Xexc.+)

### 9.2.2 P2

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	3.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	15.16	0.27	-0.03	0.02	0.25	Cumple
			Cumple	Cumple	3.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	16.06	0.27	-0.03	0.02	0.24	
		1.6 m	Cumple	Cumple	3.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	15.80	-0.27	0.02	0.02	0.25	Cumple
			Cumple	Cumple	3.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	16.73	-0.20	0.13	0.10	0.21	
		0.6 m	Cumple	Cumple	3.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	15.80	-0.27	0.02	0.02	0.25	Cumple
			Cumple	Cumple	3.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	16.73	-0.20	0.13	0.10	0.21	
		Pie	Cumple	Cumple	3.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	15.80	-0.27	0.02	0.02	0.25	Cumple
			Cumple	Cumple	3.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	16.73	-0.20	0.13	0.10	0.21	
Nivel 1	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	15.80	-0.27	0.02	0.02	0.25	Cumple
			N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.6	11.7	11.7	G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	16.73	-0.20	0.13	0.10	0.21	

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.-)  
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.-)  
<sup>(4)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)

### 9.2.3 P3

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	5.9	4.4	5.9	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	2.75	-0.16	-0.23	0.30	-0.13	Cumple
		1.6 m	Cumple	Cumple	5.8	6.0	6.0	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	3.39	0.11	0.39	0.30	-0.13	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	5.8	6.0	6.0	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	3.39	0.11	0.39	0.30	-0.13	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	5.8	6.0	6.0	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	3.39	0.11	0.39	0.30	-0.13	Cumple
Nivel 1	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.8	6.0	6.0	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	3.39	0.11	0.39	0.30	-0.13	Cumple

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Xexc.+)

### 9.2.4 P4

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN-m)	Myy (kN-m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	6.1	8.9	8.9	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	10.94	-0.21	-0.32	0.36	-0.17	Cumple
			Cumple	Cumple	6.1	8.9	8.9	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	11.51	-0.23	-0.30	0.31	-0.19	
		1.6 m	Cumple	Cumple	6.0	9.5	9.5	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	11.58	0.15	0.43	0.36	-0.17	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	6.0	9.5	9.5	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	11.58	0.15	0.43	0.36	-0.17	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	6.0	9.5	9.5	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	11.58	0.15	0.43	0.36	-0.17	Cumple
Nivel 1	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.0	9.5	9.5	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	11.58	0.15	0.43	0.36	-0.17	Cumple

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Xexc.+)  
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.+)

## 9.2.5 P5

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	9.4	14.0	14.0	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	15.83	-0.23	0.66	-0.64	-0.21	Cumple
			Cumple	Cumple	9.4	14.0	14.0	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	16.71	-0.25	0.66	-0.61	-0.23	
		1.6 m	Cumple	Cumple	9.3	14.1	14.1	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	16.47	0.21	-0.68	-0.64	-0.21	Cumple
			Cumple	Cumple	9.3	14.1	14.1	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	17.35	0.23	-0.63	-0.61	-0.23	
		0.6 m	Cumple	Cumple	9.3	14.1	14.1	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	16.47	0.21	-0.68	-0.64	-0.21	Cumple
			Cumple	Cumple	9.3	14.1	14.1	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	17.35	0.23	-0.63	-0.61	-0.23	
		Pie	Cumple	Cumple	9.3	14.1	14.1	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	16.47	0.21	-0.68	-0.64	-0.21	Cumple
			Cumple	Cumple	9.3	14.1	14.1	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	17.35	0.23	-0.63	-0.61	-0.23	
Nivel 1	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.7	14.1	14.1	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	16.47	0.21	-0.68	-0.64	-0.21	Cumple
			N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.7	14.1	14.1	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	17.35	0.23	-0.63	-0.61	-0.23	

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-Xexc.+)  
<sup>(3)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa+0.9·V(-Xexc.+)

## 9.2.6 P6

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	7.3	5.7	7.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	3.16	0.03	-0.40	0.40	0.03	Cumple
		1.6 m	Cumple	Cumple	7.3	5.7	7.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	3.16	0.03	-0.40	0.40	0.03	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	7.3	5.7	7.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	3.16	0.03	-0.40	0.40	0.03	Cumple
		Pie	Cumple	Cumple	7.2	6.3	7.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	3.80	-0.04	0.44	0.40	0.03	Cumple
Nivel 1	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.0	6.3	6.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	3.80	-0.04	0.44	0.40	0.03	Cumple

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(+Xexc.-)

## 9.2.7 P7

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	3.3	2.1	3.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	0.61	-0.04	0.11	-0.17	-0.05	Cumple
			Cumple	Cumple	3.3	2.1	3.3	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	0.49	-0.03	0.10	-0.16	-0.04	
		1.6 m	Cumple	Cumple	3.3	5.2	5.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	1.25	0.06	-0.24	-0.17	-0.05	Cumple
			Cumple	Cumple	3.3	5.2	5.2	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	0.96	0.05	-0.23	-0.16	-0.04	
		0.6 m	Cumple	Cumple	3.3	5.2	5.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	1.25	0.06	-0.24	-0.17	-0.05	Cumple
			Cumple	Cumple	3.3	5.2	5.2	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	0.96	0.05	-0.23	-0.16	-0.04	
		Pie	Cumple	Cumple	3.3	5.2	5.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	1.25	0.06	-0.24	-0.17	-0.05	Cumple
			Cumple	Cumple	3.3	5.2	5.2	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	0.96	0.05	-0.23	-0.16	-0.04	
Nivel 1	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.4	5.2	5.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	1.25	0.06	-0.24	-0.17	-0.05	Cumple
			N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.4	5.2	5.2	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	0.96	0.05	-0.23	-0.16	-0.04	

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35·PP+1.35·CM+1.05·Qa+1.5·V(-Xexc.-)  
<sup>(3)</sup> PP+CM+1.05·Qa+1.5·V(-Xexc.-)

### 9.2.8 P8

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M <sub>xx</sub> (kN·m)	M <sub>yy</sub> (kN·m)	Q <sub>x</sub> (kN)		Q <sub>y</sub> (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	5.9	8.0	8.0	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	9.17	0.31	0.22	-0.25	0.27	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	9.65	0.32	0.20	-0.22	0.28	
		1.6 m	Cumple	Cumple	5.9	8.3	8.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	9.81	-0.26	-0.31	-0.25	0.27	Cumple
								G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	9.83	-0.23	-0.34	-0.27	0.25	
		0.6 m	Cumple	Cumple	5.9	8.3	8.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	9.81	-0.26	-0.31	-0.25	0.27	Cumple
								G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	9.83	-0.23	-0.34	-0.27	0.25	
		Pie	Cumple	Cumple	5.9	8.3	8.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	9.81	-0.26	-0.31	-0.25	0.27	Cumple
								G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	9.83	-0.23	-0.34	-0.27	0.25	
Nivel 1	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.9	8.3	8.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	9.81	-0.26	-0.31	-0.25	0.27	Cumple
								G, Q, V <sup>(4)</sup>	N,M	9.83	-0.23	-0.34	-0.27	0.25	

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Xexc.+)   
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.+)   
<sup>(4)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Xexc.-)

### 9.2.9 P9

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M <sub>xx</sub> (kN·m)	M <sub>yy</sub> (kN·m)	Q <sub>x</sub> (kN)		Q <sub>y</sub> (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	7.1	9.9	9.9	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	11.36	0.29	-0.38	0.39	0.26	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	11.96	0.31	-0.36	0.35	0.28	
		1.6 m	Cumple	Cumple	7.0	10.2	10.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	12.00	-0.26	0.43	0.39	0.26	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	12.60	-0.28	0.37	0.35	0.28	
		0.6 m	Cumple	Cumple	7.0	10.2	10.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	12.00	-0.26	0.43	0.39	0.26	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	12.60	-0.28	0.37	0.35	0.28	
		Pie	Cumple	Cumple	7.0	10.2	10.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	12.00	-0.26	0.43	0.39	0.26	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	12.60	-0.28	0.37	0.35	0.28	
Nivel 1	30x30	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.2	10.2	10.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	12.00	-0.26	0.43	0.39	0.26	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	12.60	-0.28	0.37	0.35	0.28	

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Xexc.-)   
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Xexc.-)

### 9.2.10 P10

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos p <sub>s</sub> imos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	M <sub>xx</sub> (kN·m)	M <sub>yy</sub> (kN·m)	Q <sub>x</sub> (kN)		Q <sub>y</sub> (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x45	Cabeza	Cumple	Cumple	14.2	13.4	14.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	24.12	1.26	0.19	-0.18	1.18	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	25.52	1.29	0.20	-0.18	1.18	
		1.6 m	Cumple	Cumple	14.2	13.4	14.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	24.12	1.26	0.19	-0.18	1.18	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	25.52	1.29	0.20	-0.18	1.18	
		0.6 m	Cumple	Cumple	14.2	13.4	14.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	24.12	1.26	0.19	-0.18	1.18	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	25.52	1.29	0.20	-0.18	1.18	
		Pie	Cumple	Cumple	14.0	13.4	14.0	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	25.08	-1.22	-0.18	-0.18	1.18	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	26.48	-1.18	-0.19	-0.18	1.18	
Nivel 1	30x45	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	2.5	13.4	13.4	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	25.08	-1.22	-0.18	-0.18	1.18	Cumple
								G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	26.48	-1.18	-0.19	-0.18	1.18	

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Yexc.+)   
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Yexc.+)

## 9.2.11 P11

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x45	Cabeza	Cumple	Cumple	8.4	18.8	18.8	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	37.22	-0.81	-0.24	0.23	-0.80	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	19.3	19.3	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	39.40	-0.81	-0.26	0.24	-0.77	
		1.6 m	Cumple	Cumple	8.3	19.3	19.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	38.18	0.86	0.23	0.23	-0.80	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	19.3	19.3	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	40.36	0.80	0.25	0.24	-0.77	
		0.6 m	Cumple	Cumple	8.3	19.3	19.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	38.18	0.86	0.23	0.23	-0.80	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	19.3	19.3	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	40.36	0.80	0.25	0.24	-0.77	
		Pie	Cumple	Cumple	8.3	19.3	19.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	38.18	0.86	0.23	0.23	-0.80	Cumple
			Cumple	Cumple	8.3	19.3	19.3	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	40.36	0.80	0.25	0.24	-0.77	
Nivel 1	30x45	Arranque	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.6	19.3	19.3	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	38.18	0.86	0.23	0.23	-0.80	Cumple
			N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.6	19.3	19.3	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	40.36	0.80	0.25	0.24	-0.77	

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc.+)  
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)

## 9.2.12 P12

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	6.7	8.9	8.9	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	10.42	-0.33	-0.25	0.31	-0.30	Cumple
			Cumple	Cumple	6.6	9.7	9.7	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	11.02	-0.35	-0.21	0.25	-0.31	
		1.6 m	Cumple	Cumple	6.6	9.7	9.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	11.05	0.29	0.41	0.31	-0.30	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	6.6	9.7	9.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	11.05	0.29	0.41	0.31	-0.30	Cumple
Nivel 1	30x30	Arranque	Cumple	Cumple	6.6	9.7	9.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	11.05	0.29	0.41	0.31	-0.30	Cumple
			N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	1.1	9.7	9.7	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	11.05	0.29	0.41	0.31	-0.30	Cumple

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(+Yexc.+)  
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(+Yexc.+)

## 9.2.13.- P13

Sección de hormigón															
Tramo	Dimensión (cm)	Posición	Comprobaciones					Esfuerzos pésimos						Estado	
			Disp.	Arm.	Q (%)	N,M (%)	Aprov. (%)	Naturaleza	Comp.	N (kN)	Mxx (kN·m)	Myy (kN·m)	Qx (kN)		Qy (kN)
Nivel 2 (0 - 2.5 m)	30x30	Cabeza	Cumple	Cumple	4.8	5.1	5.1	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q	6.26	0.03	0.24	-0.29	0.02	Cumple
			Cumple	Cumple	4.8	5.1	5.1	G, Q, V <sup>(3)</sup>	N,M	6.64	0.03	0.21	-0.24	0.02	
		1.6 m	Cumple	Cumple	4.8	6.2	6.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	6.90	-0.01	-0.36	-0.29	0.02	Cumple
		0.6 m	Cumple	Cumple	4.8	6.2	6.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	6.90	-0.01	-0.36	-0.29	0.02	Cumple
Nivel 1	30x30	Arranque	Cumple	Cumple	4.8	6.2	6.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	6.90	-0.01	-0.36	-0.29	0.02	Cumple
			N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	0.7	6.2	6.2	G, Q, V <sup>(2)</sup>	Q,N,M	6.90	-0.01	-0.36	-0.29	0.02	Cumple

Notas:  
<sup>(1)</sup> La comprobación no procede  
<sup>(2)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.05-Qa+1.5-V(-Xexc.-)  
<sup>(3)</sup> 1.35-PP+1.35-CM+1.5-Qa+0.9-V(-Xexc.-)

### 9.3 Vigas

#### 9.3.1 Nivel 2

Vigas	COMPROBACIONES DE RESISTENCIA (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sd</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xS</sub>	TV <sub>yS</sub>	T.Geom.	T.Disp. <sub>st</sub>	T.Disp. <sub>sd</sub>	
P7 - P13	Cumple	0.000 m' Cumple	'1.442 m' η = 21.5	'P13' η = 23.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 23.3
P13 - P6	Cumple	0.000 m' Cumple	'0.358 m' η = 28.2	'P13' η = 22.9	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 28.2
P8 - P2	Cumple	0.000 m' Cumple	'1.442 m' η = 30.1	'1.442 m' η = 28.6	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 30.1
P2 - P10	Cumple	0.000 m' Cumple	'1.242 m' η = 33.4	'P10' η = 36.5	'1.500 m' η = 6.0	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	'1.600 m' η = 5.6	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 36.5
P10 - P9	Cumple	0.000 m' Cumple	'0.358 m' η = 45.7	'0.358 m' η = 43.6	'0.000 m' η = 6.9	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	'0.000 m' η = 7.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 45.7
P5 - P11	Cumple	Cumple	'3.342 m' η = 56.9	'P11' η = 55.1	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 56.9
P11 - P4	Cumple	0.000 m' Cumple	'0.358 m' η = 50.2	'P11' η = 54.8	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 54.8
P1 - P12	Cumple	0.000 m' Cumple	'3.342 m' η = 37.7	'P12' η = 31.2	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 37.7
P12 - P3	Cumple	0.000 m' Cumple	'0.358 m' η = 33.4	'P12' η = 31.1	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 33.4
P7 - P8	Cumple	0.000 m' Cumple	'2.342 m' η = 31.6	'P8' η = 43.4	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 43.4
P8 - P5	Cumple	0.000 m' Cumple	'5.342 m' η = 60.6	'P5' η = 59.6	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 60.6
P5 - P1	Cumple	0.000 m' Cumple	'0.358 m' η = 52.0	'P5' η = 57.4	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 57.4
P13 - P2	Cumple	0.000 m' Cumple	'2.342 m' η = 22.7	'2.475 m' η = 34.3	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 34.3
P10 - P11	Cumple	Cumple	'5.192 m' η = 77.8	'5.400 m' η = 75.6	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 77.8
P11 - P12	Cumple	0.000 m' Cumple	'0.358 m' η = 65.9	'P11' η = 75.1	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 75.1
P6 - P9	Cumple	0.050 m' Cumple	'2.342 m' η = 33.6	'P9' η = 43.2	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 43.2
P9 - P4	Cumple	0.000 m' Cumple	'0.358 m' η = 46.6	'P4' η = 47.0	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 47.0
P4 - P3	Cumple	0.000 m' Cumple	'0.358 m' η = 37.0	'P4' η = 45.2	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	CUMPLE η = 45.2

*Notación:*  
 Disp.: Disposiciones relativas a las armaduras  
 Arm.: Armadura mínima y máxima  
 Q: Estado límite de agotamiento frente a cortante (combinaciones no sísmicas)  
 N,M: Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales (combinaciones no sísmicas)  
 T: Estado límite de agotamiento por torsión. Compresión oblicua.  
 T<sub>c</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en el alma.  
 T<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Tracción en las armaduras longitudinales.  
 TNM<sub>x</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y esfuerzos normales. Flexión alrededor del eje X.  
 TV<sub>x</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Compresión oblicua  
 TV<sub>y</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Compresión oblicua  
 TV<sub>xS</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje X. Tracción en el alma.  
 TV<sub>yS</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Interacción entre torsión y cortante en el eje Y. Tracción en el alma.  
 T.Geom.: Estado límite de agotamiento por torsión. Relación entre las dimensiones de la sección.  
 T.Disp.<sub>st</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura longitudinal.  
 T.Disp.<sub>sd</sub>: Estado límite de agotamiento por torsión. Separación entre las barras de la armadura transversal.  
 x: Distancia al origen de la barra  
 □: Coeficiente de aprovechamiento (%)  
 N.P.: No procede

*Comprobaciones que no proceden (N.P.):*  
<sup>(1)</sup> La comprobación del estado límite de agotamiento por torsión no procede, ya que no hay momento torsor.  
<sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay interacción entre torsión y esfuerzos normales.  
<sup>(3)</sup> No hay interacción entre torsión y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	σ <sub>c</sub>	W <sub>k,C.sup.</sub>	W <sub>k,C.Lat.Der.</sub>	W <sub>k,C.inf.</sub>	W <sub>k,C.Lat.Izq.</sub>	σ <sub>sr</sub>	V <sub>fis</sub>	
P7 - P13	x: 1.8 m Cumple	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	N.P. <sup>(1)</sup>	Cumple	CUMPLE
P13 - P6	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	CUMPLE
P8 - P2	x: 0.85 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	CUMPLE
P2 - P10	x: 1.6 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	CUMPLE
P10 - P9	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	CUMPLE

Vigas	COMPROBACIONES DE FISURACIÓN (INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08)							Estado
	$\sigma_c$	$W_{k,C,sup.}$	$W_{k,C,Lat.Der.}$	$W_{k,C,inf.}$	$W_{k,C,Lat.Izq.}$	$\sigma_{sr}$	$V_{fis}$	
P5 - P11	x: 3.7 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P11 - P4	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P1 - P12	x: 3.7 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P12 - P3	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P7 - P8	x: 2.7 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P8 - P5	x: 5.7 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P5 - P1	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P13 - P2	x: 2.7 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P10 - P11	x: 5.55 m Cumple	x: 5.55 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	N.P. <sup>(2)</sup>	x: 5.537 m Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P11 - P12	x: 0 m Cumple	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	N.P. <sup>(3)</sup>	x: 0 m Cumple	Cumple	<b>CUMPLE</b>
P6 - P9	x: 2.7 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P9 - P4	x: 5.7 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
P4 - P3	x: 0 m Cumple	N.P. <sup>(2)</sup>	Cumple	<b>CUMPLE</b>				
<p><b>Notación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\square_c</math>: Fisuración por compresión</li> <li><math>W_{k,C,sup.}</math>: Fisuración por tracción: Cara superior</li> <li><math>W_{k,C,Lat.Der.}</math>: Fisuración por tracción: Cara lateral derecha</li> <li><math>W_{k,C,inf.}</math>: Fisuración por tracción: Cara inferior</li> <li><math>W_{k,C,Lat.Izq.}</math>: Fisuración por tracción: Cara lateral izquierda</li> <li><math>\square_{sr}</math>: Área mínima de armadura</li> <li><math>V_{fis}</math>: Fisuración por cortante</li> <li>x: Distancia al origen de la barra</li> <li><math>\square</math>: Coeficiente de aprovechamiento (%)</li> <li>N.P.: No procede</li> </ul>								
<p><b>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><sup>(1)</sup> No hay esfuerzos que produzcan tensiones normales para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</li> <li><sup>(2)</sup> La comprobación no procede, ya que la tensión de tracción máxima en el hormigón no supera la resistencia a tracción del mismo.</li> <li><sup>(3)</sup> La comprobación no procede, ya que no hay ninguna armadura traccionada.</li> </ul>								

## 9.4 Flechas

Comprobaciones de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	A plazo infinito (Cuasipermanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = \text{Mín.}(L/300, L/500+10.00)$	Activa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = L/400$	Estado
P7 - P13	$f_{i,Q}$ : 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.29 mm	$f_{T,max}$ : 0.24 mm $f_{T,lim}$ : 12.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.15 mm $f_{A,lim}$ : 9.00 mm	CUMPLE
P13 - P6	$f_{i,Q}$ : 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$ : 13.14 mm	$f_{T,max}$ : 0.52 mm $f_{T,lim}$ : 15.33 mm	$f_{A,max}$ : 0.33 mm $f_{A,lim}$ : 11.50 mm	CUMPLE
P8 - P2	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 5.14 mm	$f_{T,max}$ : 0.08 mm $f_{T,lim}$ : 6.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.05 mm $f_{A,lim}$ : 4.50 mm	CUMPLE
P2 - P10	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 4.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.01 mm $f_{T,lim}$ : 5.33 mm	$f_{A,max}$ : 0.00 mm $f_{A,lim}$ : 4.00 mm	CUMPLE
P10 - P9	$f_{i,Q}$ : 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$ : 7.71 mm	$f_{T,max}$ : 0.27 mm $f_{T,lim}$ : 9.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.17 mm $f_{A,lim}$ : 6.75 mm	CUMPLE
P5 - P11	$f_{i,Q}$ : 0.05 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.67 mm $f_{T,lim}$ : 12.33 mm	$f_{A,max}$ : 0.42 mm $f_{A,lim}$ : 9.25 mm	CUMPLE
P11 - P4	$f_{i,Q}$ : 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$ : 7.07 mm	$f_{T,max}$ : 0.16 mm $f_{T,lim}$ : 8.30 mm	$f_{A,max}$ : 0.10 mm $f_{A,lim}$ : 6.20 mm	CUMPLE
P1 - P12	$f_{i,Q}$ : 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.44 mm $f_{T,lim}$ : 12.33 mm	$f_{A,max}$ : 0.28 mm $f_{A,lim}$ : 9.25 mm	CUMPLE
P12 - P3	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 7.71 mm	$f_{T,max}$ : 0.08 mm $f_{T,lim}$ : 7.74 mm	$f_{A,max}$ : 0.05 mm $f_{A,lim}$ : 5.78 mm	CUMPLE
P7 - P8	$f_{i,Q}$ : 0.07 mm $f_{i,Q,lim}$ : 15.43 mm	$f_{T,max}$ : 0.93 mm $f_{T,lim}$ : 18.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.59 mm $f_{A,lim}$ : 13.50 mm	CUMPLE
P8 - P5	$f_{i,Q}$ : 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$ : 16.29 mm	$f_{T,max}$ : 1.38 mm $f_{T,lim}$ : 19.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.86 mm $f_{A,lim}$ : 14.25 mm	CUMPLE
P5 - P1	$f_{i,Q}$ : 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$ : 9.16 mm	$f_{T,max}$ : 0.27 mm $f_{T,lim}$ : 10.72 mm	$f_{A,max}$ : 0.17 mm $f_{A,lim}$ : 8.03 mm	CUMPLE
P13 - P2	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 7.71 mm	$f_{T,max}$ : 0.06 mm $f_{T,lim}$ : 5.72 mm	$f_{A,max}$ : 0.04 mm $f_{A,lim}$ : 4.31 mm	CUMPLE
P10 - P11	$f_{i,Q}$ : 0.17 mm $f_{i,Q,lim}$ : 15.86 mm	$f_{T,max}$ : 1.63 mm $f_{T,lim}$ : 18.50 mm	$f_{A,max}$ : 1.12 mm $f_{A,lim}$ : 13.88 mm	CUMPLE
P11 - P12	$f_{i,Q}$ : 0.04 mm $f_{i,Q,lim}$ : 9.65 mm	$f_{T,max}$ : 0.37 mm $f_{T,lim}$ : 11.26 mm	$f_{A,max}$ : 0.25 mm $f_{A,lim}$ : 8.43 mm	CUMPLE
P6 - P9	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 7.71 mm	$f_{T,max}$ : 0.06 mm $f_{T,lim}$ : 5.73 mm	$f_{A,max}$ : 0.04 mm $f_{A,lim}$ : 4.31 mm	CUMPLE
P9 - P4	$f_{i,Q}$ : 0.10 mm $f_{i,Q,lim}$ : 16.29 mm	$f_{T,max}$ : 1.28 mm $f_{T,lim}$ : 19.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.80 mm $f_{A,lim}$ : 14.25 mm	CUMPLE
P4 - P3	$f_{i,Q}$ : 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$ : 8.26 mm	$f_{T,max}$ : 0.17 mm $f_{T,lim}$ : 9.72 mm	$f_{A,max}$ : 0.11 mm $f_{A,lim}$ : 7.26 mm	CUMPLE

## ANEXO II – INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### INDICE ANEXO II

1. Legislación aplicable .....	21
2. Descripción general de la instalación .....	21
3. Potencia total prevista de la instalación .....	21
4. Potencia total de cálculo de la instalación .....	22
5. Potencia de suministro de la instalación .....	24
6. Criterios para el dimensionado de las líneas de circuitos. ....	24
6.1 Intensidad nominal.....	24
6.2 Sección del conductor en base a la caída de tensión.....	24
6.3 Corriente de cortocircuito .....	26
6.4 Intensidad admisible de los conductores .....	27
6.6 Canalizaciones .....	27
6.7 Protecciones .....	28
6.8 Cálculo de circuitos de la instalación .....	29
7. Caja general de protección y medida. ....	33
8. Derivación individual .....	33
9. Toma de tierra.....	35
10. Resumen de elementos utilizados en la instalación eléctrica. ....	37

## **1. Legislación aplicable**

En de aplicación en la instalación eléctrica de la urbanización el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).

## **2. Descripción general de la instalación**

La instalación eléctrica de este proyecto dotará de suministro eléctrico a todas las zonas de la urbanización, tanto del exterior de la parcela como interiores del edificio principal, donde se prevea actividad futura investigativa y experimental. Se surtirá de varias tomas de corriente, tanto monofásicas como trifásicas, a todos los puntos en los que se ha considerado necesario su utilización. Esta instalación también proveerá de iluminación interior dentro del edificio, como exterior en las pacerlas solares y eólicas donde se instalarán los prototipos de energías renovables.

Esta instalación partirá del cuadro de protección y medida, en la fachada principal, desde donde se tomará suministro de la red eléctrica pública, para conectar mediante la derivación individual con el cuadro general, desde el que saldrán todos los circuitos.

Se dará suministro de tomas de fuerza monofásica a todas las habitaciones del edificio principal y plataformas eólica y solar. Se dotarán de tomas trifásicas a las salas de experimentación solar, eólica y térmica dentro del edificio; además de a las plataformas solar y eólica en el exterior. Los circuitos exteriores confluirán a un cuadro solar y eólica en sus respectivas plataformas, que a su vez conectarán con el cuadro general de la instalación eléctrica. El cableado de las tomas de iluminación y fuerza se hará mediante canalización empotrada.

Formarán parte de esta instalación la conexión e implementación de una toma de tierra, luminarias, mecanismos de los puntos de luz, tomas de fuerza, cuadros, apartamenta, cableado y canalizaciones. La distribución de todos estos elementos, así como la disposición de los circuitos, se ilustran en los planos 14, 15, 16, 17A y 17B de la sección de planos de este documento.

## **3. Potencia total prevista de la instalación**

En la instalación eléctrica se ha realizado la previsión de potencia siguiendo el la ITC-BT-10 “Previsión de cargas para suministros en baja tensión”.

Se ha considerado el edificio principal como edificio dedicado a oficinas, al ser la descripción que mejor encaja con la actividad futura de la urbanización. Por tanto la potencia total prevista a considerar en el cálculo de las instalaciones de enlace será un mínimo de  $100 \text{ W/m}^2$  con un mínimo por local de  $3450 \text{ W}$  a  $230 \text{ V}$  y coeficiente de simultaneidad 1.

Al tener el edificio una superficie de  $95 \text{ m}^2$ , se estiman una potencia de  $9500 \text{ W}$ .

En las áreas de experimentación de las plataformas solar y eólica, se ha considerado también el mismo criterio, al no existir un uso o actividad investigativo u docente en el REBT, y siendo el uso de actividad industrial excesivo en relación a la actividad futura a realizar.

Se ha utilizado un coeficiente de simultaneidad 0.5 en lugar de 1 para los circuitos de fuerza en las plataformas, al no preverse un uso simultáneo pleno de los receptores en la actividad futura.

Por lo tanto, la potencia prevista por superficie en dichas plataformas será de  $10000 \text{ W}$  para la solar ( $100 \text{ m}^2$ ) y  $25000 \text{ W}$  para la eólica ( $250 \text{ m}^2$ ).

La potencia total prevista será la suma de las cargas previstas en el edificio y plataformas, en este caso  $44.5 \text{ kW}$ .

#### **4. Potencia total de cálculo de la instalación**

Para la potencia de cálculo se ha utilizado la ITC-BT-25 “Circuitos Interiores”, aplicando los factores o coeficientes de corrección a cada receptor y la potencia prevista de cada uno.

Para el caso de tomas de alumbrado exterior (circuitos E1 y S1) se ha utilizado un coeficiente de mayorización de 1.8, tal y como obliga la ITC-BT-09 “Instalaciones de alumbrado exterior”

Dicha potencia resultará la total las calculadas en el cuadro principal y subcuadros como indican las tablas 1, 2 y 3 siguientes, siendo:

Fs: factor de simultaneidad

Fu: factor de utilización

Fm: factor de mayorización

<b>Cuadro Principal</b>							
<b>Circuito</b>	<b>Toma</b>	<b>Potencia prevista por toma (W)</b>	<b>Nº de tomas</b>	<b>Fs</b>	<b>Fu</b>	<b>Fm</b>	<b>Potencia de cálculo (W)</b>
C1	Luminaria interior	20	10	1	0.5	1	100
C2	Toma uso general	3450	6	1	0.25	1	5175
C3	Toma uso general	3450	6	1	0.25	1	5175
C4	Toma de uso general	3450	3	1	0.25	1	2587.5
<b>TOTAL</b>							13037.5

<b>Subcuadro Solar</b>							
<b>Circuito</b>	<b>Toma</b>	<b>Potencia prevista por toma (W)</b>	<b>Nº de tomas</b>	<b>Fs</b>	<b>Fu</b>	<b>Fm</b>	<b>Potencia de cálculo (W)</b>
S1	Luminaria Exterior	200	4	1	0.5	1.8	720
S2	Toma uso general	3450	8	0.5	0.25	1	3450
S3	Toma uso general	3450	4	0.5	0.25	1	1725
<b>TOTAL</b>							5895

<b>Subcuadro Eólica</b>							
<b>Circuito</b>	<b>Toma</b>	<b>Potencia prevista por toma (W)</b>	<b>Nº de tomas</b>	<b>Fs</b>	<b>Fu</b>	<b>Fm</b>	<b>Potencia de cálculo (W)</b>
E1	Luminaria Exterior	200	3	1	0.5	1.8	540
E2	Toma uso general	3450	8	0.5	0.25	1	3450
E3	Toma uso general	3450	4	0.5	0.25	1	1725
<b>TOTAL</b>							5715

La potencia total del cálculo será la suma de las potencias de cada cuadro, siendo 24647,5 W en este caso.

## 5. Potencia de suministro de la instalación

La potencia de suministro con que se dotará a la instalación será el valor mayor entre de la potencia prevista y la potencia de cálculo realizadas en los apartados anteriores. En este caso es la red prevista con un valor de 43.5 kW.

## 6. Criterios para el dimensionado de las líneas de circuitos.

Para el dimensionado de circuitos que componen la instalación se ha tenido en cuenta los parámetros descritos en los siguientes apartados.

### 6.1 Intensidad nominal

La intensidad que circula por el conductor se calculará con las siguientes formulas:

$$\text{Para alimentación monofásica: } I_b = \frac{P}{(V \cdot \cos\phi)}$$

$$\text{Para alimentación trifásica: } I_b = \frac{P}{(\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi)}$$

donde:

P = potencia de cálculo de la línea (W)

V = tensión simple fase-neutro, 230 V alimentación monofásica y 400V alimentación trifásica

Cos  $\phi$  = factor de potencia, para este caso se usará el valor 0.8

### 6.2 Sección del conductor en base a la caída de tensión

Para el cálculo de la sección del conductor se utilizaran las siguientes fórmulas:

$$\text{Para línea monofásica: } S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C \cdot e \cdot U}$$

$$\text{Para línea trifásica: } S = \frac{L \cdot P}{C \cdot e \cdot U}$$

Siendo:

P = potencia de cálculo de la línea (W)

L = longitud del receptor más alejado (m)

C = conductividad del cable (m/ Ω· mm<sup>2</sup>)

e = caída de tensión máxima

U = tensión (V)

Para la conductividad del cable se tomará el valor de 44 m/ Ω· mm<sup>2</sup>. Dicha conductividad corresponde a la temperatura máxima de 90° C que alcanza el conductor en servicio permanente con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), tal y como indica la tabla 4 siguiente.

Material	C <sub>20</sub>	C <sub>40</sub>	C <sub>70</sub>	C <sub>90</sub>
Cobre	56	52	48	44
Temperatura	20°C	40°C	70°C	90°C

Tabla 4

Los límites de caída máxima de tensión para los circuitos que parten de los cuadros principales a las tomas, vienen determinados por la ITC-BT-19 que aparecen en la tabla 5.

Tipo	Para alimentar a	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro	ΔU <sub>III</sub>	ΔU <sub>I</sub>
Circuitos interiores	Circuitos interiores viviendas	3%	12V	6'9V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12V	6'9V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20V	11'5V

Tabla 5

Siendo:

ΔU<sub>III</sub>: Caída de tensión máxima admisible en líneas trifásicas. (V)

ΔU<sub>I</sub>: Caída de tensión máxima admisible en líneas monofásicas. (V)

Para comprobar que no se supera la caída de tensión de la tabla anterior, se podrá calcular dicho parámetro de cada circuito con las secciones estimadas mediante las siguientes expresiones:

$$\text{Para línea monofásica: } e(\%) = \frac{2 \cdot L \cdot P \cdot 100}{(C \cdot S \cdot V^2)}$$

$$\text{Para línea trifásica: } e(\%) = \frac{L \cdot P \cdot 100}{(C \cdot S \cdot V^2)}$$

Donde:

P = potencia de cálculo de la línea (W)

L = longitud del receptor más alejado (m)

C = conductividad del cable

e = caída de tensión máxima

V = tensión (V) entre fase y neutro.

### 6.3 Corriente de cortocircuito

Será la intensidad de cortocircuito máxima sobre el circuito se usará la expresión:

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{R}$$

Siendo:

I<sub>cc</sub> = Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado (A)

U = Tensión de alimentación fase-neutro. 230 V monofásica y 400 V trifásica

R = resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación (Ω)

Para el cálculo de R se considerara que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para obtener así el valor máximo posible de I<sub>cc</sub>. Para el cálculo de la resistencia se usará la siguiente expresión:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{S}$$

Siendo:

R = resistencia

ρ = resistividad del material del cable, para 20°C: 0,018 Ω·mm<sup>2</sup> / m

L = longitud (m)

S = sección del conductor (mm<sup>2</sup>)

## 6.4 Intensidad admisible de los conductores

La intensidad máxima admisible ( $I_z$ ) de los conductores se ha extraído de la tabla 1 del punto 2.2.3 “Intensidades máximas admisibles” del REBT, que determinan dichas intensidad en base a la temperatura de 40°C y el método de instalación , agrupación y tipo de cable a utilizar, según las secciones de los cables.

En este caso se tratarán de cables en montaje tipo B “Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra” y con aislante XLPE (polietileno reticulado). La siguiente tabla 6 muestra las secciones máximas admisibles por sección.

Sección (mm <sup>2</sup> )	Monofásico (A)	Trifásico (A)
1.5	18	21
2.5	25	29
4	34	38
6	44	49
10	60	68
16	80	91
25	106	116

*Tabla 6*

El aislante XLPE comercial elegido para la mayoría de los circuitos ha sido ES07Z1-K (AS), que presenta una tensión nominal de aislamiento de hasta 750V.

Es excepción los circuitos de alumbrado exterior (circuitos S1 y E1) y la derivación individual, en los que se ha utilizado el cable RZ1-K (AS) con tensión nominal de 0,6/1 kV, que exige el REBT según la ITC-BT-09 “Instalaciones de alumbrado exterior” y la ITC-BT-15 “Instalaciones de enlace: derivaciones individuales”.

## 6.6 Canalizaciones

La tabla 7 siguiente desglosa los diámetros exteriores mínimos de los tubos que albergarán los circuitos, en función del número y la sección de los conductores a conducir.

*Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir*

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	—
185	50	63	75	—	—
240	50	75	—	—	—

*Tabla 7*

## 6.7 Protecciones

Las protecciones de los circuitos estarán formadas por interruptores magnetotérmicos, interruptores diferenciales y protección contra sobretensiones.

### 6.7.1 Interruptores magnetotérmicos

Estos dispositivos se instala para proteger los circuitos ante los sobretensiones y los cortocircuitos. La intensidad nominal del dispositivo ( $I_n$ ) debe tener un valor situado entre los valores de la intensidad que pasa por el circuito ( $I_B$ ) y la intensidad máxima admisible en el conductor ( $I_Z$ ).

Además, su poder de corte ( $I_{CU}$ ) debe ser superior a la intensidad de cortocircuito ( $I_{CC}$ ). Según la ITC-BT17, el poder de corte del interruptor general automático tiene que tener un  $I_{CU}$  de 4500 A, en este caso tendrá un  $I_{CU}$  de 6000 A, al igual que el resto de magnetotérmicos.

### 6.7.2 Interruptores diferenciales

Estos dispositivos son protectores contra corrientes de defecto por contacto directo a tierra. Protegen así a las personas y los equipos. Para diseñar los interruptores diferenciales se ha tenido en cuenta que la intensidad nominal del diferencial ( $I_{ND}$ ) debe ser superior al valor de la intensidad que pasa por el circuito ( $I_B$ ).

En este caso se ha elegido diferenciales de 40 A y 30mA, al ser los más comunes en el mercado, estar por encima de las intensidades de cada circuito como se verá más adelante y trabajar con una sensibilidad de 30mA, menor a la intensidad que resulta peligrosa para el cuerpo humano.

## 6.8 Cálculo de circuitos de la instalación

Las siguientes tablas muestran los valores calculados en los apartados anteriores que determinarán las principales líneas que conectarán los principales equipos con los cuadros generales:

SUBCUADRO SOLAR	Alumbrado S1	T.C. S2	T.C. S3
<b>Nombre circuito</b>	S1	S2	S3
<b>Instalación</b>	Monofásica	Monofásica	Trifásica
<b>Tensión (V)</b>	230	230	400
<b>Longitud circuito (m)</b>	10.2	8.35	8.35
<b>Potencia (W)</b>	720	3450	1725
<b>Tipo montaje</b>	B1	B1	B1
<b>C.d.t. permitida (%)</b>	3	5	5
<b>C.d.t. permitida (V)</b>	6.9	11.5	20
<b>C.d.t. calculada (%)</b>	0.36	0.84	0.23
<b>C.d.t. (V)</b>	0.82	1.93	0.92
<b>Aislante</b>	XLPE	XLPE	XLPE
<b>Sección nominal (mm<sup>2</sup>)</b>	1.5	2.5	1.5
<b>Cable</b>	RZ1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)
<b>Diámetro tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Iz max (A)</b>	18	25	21
<b>In PIA (A)</b>	6	20	6
<b>Icu (A)</b>	6000	6000	6000
<b>Ib (A)</b>	3.91	18.75	3.11
<b>Icc (A)</b>	1537.43	3060.55	3193.61
<b>Condición Ib&lt;In&lt;Iz</b>	Cumple	Cumple	Cumple
<b>Condición Icc&lt;Icu</b>	Cumple	Cumple	Cumple
<b>Cos <math>\varphi</math></b>	0.8	0.8	0.8
<b><math>\rho</math>, 20°C (<math>\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}</math>)</b>	0.018	0.018	0.018
<b>R (<math>\Omega</math>)</b>	0.12	0.06	0.1
<b>C, 90°C (<math>\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2</math>)</b>	44	44	44

Tabla 8

<b>SUBCUADRO EÓLICO</b>	<b>Alumbrado E1</b>	<b>T.C. E2</b>	<b>T.C. E3</b>
<b>Nombre circuito</b>	E1	E2	E3
<b>Instalación</b>	Monofásica	Monofásica	Trifásica
<b>Tensión (V)</b>	230	230	400
<b>Longitud circuito (m)</b>	16	15.9	15.6
<b>Potencia (W)</b>	540	3450	1725
<b>Tipo montaje</b>	B1	B1	B1
<b>C.d.t. permitida (%)</b>	3	5	5
<b>C.d.t. permitida (V)</b>	6.9	11.5	20
<b>C.d.t. calculada (%)</b>	0.42	2.67	0.8
<b>C.d.t. (V)</b>	0.96	6.13	1.84
<b>Aislante</b>	XLPE	XLPE	XLPE
<b>Sección nominal (mm<sup>2</sup>)</b>	1.5	2.5	1.5
<b>Cable</b>	RZ1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)
<b>Diámetro tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Iz max (A)</b>	18	25	21
<b>In PIA (A)</b>	6	20	10
<b>Icu (A)</b>	6000	6000	6000
<b>Ib (A)</b>	2.93	18.75	9.38
<b>Icc (A)</b>	958.33	1602.23	982.91
<b>Condición Ib&lt;In&lt;Iz</b>	Cumple	Cumple	Cumple
<b>Condición Icc&lt;Icu</b>	Cumple	Cumple	Cumple
<b>Cos <math>\varphi</math></b>	0.8	0.8	0.8
<b><math>\rho</math>, 20°C (<math>\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}</math>)</b>	0.018	0.018	0.018
<b>R (<math>\Omega</math>)</b>	0.19	0.11	0.19
<b>C, 40°C (<math>\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2</math>)</b>	44	44	44

Tabla 8

<b>Cuadro General 1*</b>	<b>Iluminación</b>	<b>T.C. C2</b>	<b>T.C. C3</b>
<b>Nombre circuito</b>	C1	C2	C3
<b>Instalación</b>	Monofásica	Monofásica	Monofásica
<b>Tensión (V)</b>	230	230	230
<b>Longitud circuito (m)</b>	10.9	21.7	12.3
<b>Potencia (W)</b>	100	5175	5175
<b>Tipo montaje</b>	B1	B1	B1
<b>C.d.t. permitida (%)</b>	3	5	5
<b>C.d.t. permitida (V)</b>	6.9	11.5	11.5
<b>C.d.t. calculada (%)</b>	0.05	2.05	1.15
<b>C.d.t. (V)</b>	0.12	4.71	2.64
<b>Aislante</b>	XLPE	XLPE	XLPE
<b>Sección nominal (mm<sup>2</sup>)</b>	1.5	4	4
<b>Cable</b>	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)
<b>Diámetro tubo (mm)</b>	16	20	20
<b>Iz max (A)</b>	18	34	34
<b>In PIA (A)</b>	6	32	32
<b>Icu (A)</b>	6000	6000	6000
<b>Ib (A)</b>	0.54	28.13	28.13
<b>Icc (A)</b>	1406.73	1879.95	3351.55
<b>Condición Ib&lt;In&lt;Iz</b>	Cumple	Cumple	Cumple
<b>Condición Icc&lt;Icu</b>	Cumple	Cumple	Cumple
<b>Cos <math>\varphi</math></b>	0.8	0.8	0.8
<b><math>\rho</math>, 20°C (<math>\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}</math>)</b>	0.018	0.018	0.018
<b>R (<math>\Omega</math>)</b>	0.13	0.1	0.05
<b>C, 40°C (<math>\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2</math>)</b>	44	44	44

Tabla 9

1\*: Esta tabla corresponde a la primera parte de los circuitos que alberga el cuadro general.

<b>Cuadro General 2*</b>	<b>T.C. C4</b>	<b>Cuadro solar</b>	<b>Cuadro eólico</b>
<b>Nombre circuito</b>	C4	S	E
<b>Instalación</b>	Trifásica	Trifásica	Trifásica
<b>Tensión (V)</b>	400	400	400
<b>Longitud circuito (m)</b>	19.7	7.5	14.1
<b>Potencia (W)</b>	2578.5	5895	5715
<b>Tipo montaje</b>	B1	B1	B1
<b>C.d.t. permitida (%)</b>	5	5	5
<b>C.d.t. permitida (V)</b>	20	20	20
<b>C.d.t. calculada (%)</b>	0.81	0.71	1.29
<b>C.d.t. (V)</b>	3.26	2.83	5.17
<b>Aislante</b>	XLPE	XLPE	XLPE
<b>Sección nominal (mm<sup>2</sup>)</b>	1.5	1.5	1.5
<b>Cable</b>	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)	ES07Z1-K (AS)
<b>Diámetro tubo (mm)</b>	16	16	16
<b>Iz max (A)</b>	21	21	21
<b>In PIA (A)</b>	6	16	16
<b>Icu (A)</b>	6000	6000	6000
<b>Ib (A)</b>	4.65	10.64	10.31
<b>Icc (A)</b>	1353.6	3555.6	1891.3
<b>Condición Ib&lt;In&lt;Iz</b>	Cumple	Cumple	Cumple
<b>Condición Icc&lt;Icu</b>	Cumple	Cumple	Cumple
<b>Cos <math>\varphi</math></b>	0.8	0.8	0.8
<b><math>\rho</math>, 20°C (<math>\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}</math>)</b>	0.018	0.018	0.018
<b>R (<math>\Omega</math>)</b>	0.24	0.09	0.17
<b>C, 40°C (<math>\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2</math>)</b>	44	44	44

Tabla 10

2\*: Esta tabla corresponde a la segunda parte de los circuitos que alberga el cuadro general.

## 7. Caja general de protección y medida.

Al tener la instalación el suministro para un único usuario, conforme a la instrucción ITC-BT-13, y no existir línea general de alimentación, se simplifica la caja general de protección de la instalación colocando una caja de protección y medida (CPM) como puede verse en el plano 14 de la sección de planos de este documento. La caja de protección y medida se encuentra ubicada en la fachada exterior de la entrada del edificio y unifica la caja general de protección y la unidad de medida en un mismo dispositivo.

La caja de protección y medida es el modelo CPM1-S2, de hasta 80 A de intensidad, para 1 contador trifásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Este modelo incluye equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual.

## 8. Derivación individual

La derivación individual enlaza la caja general de protección y medida con el cuadro general de mando y protección. Estará formada por un conductor de fase, un conductor de neutro y uno de protección. El conductor de protección se conectará al embarrado del módulo de protección de la caja de protección y medida, que conectará con la puesta a tierra del edificio.

Para el cálculo de la derivación individual se ha seguido el criterio antes utilizado para el cálculo de circuitos, y la ITC-BT-15 “Derivaciones Individuales”, que especifica la caída de tensión permitida para este cable como indica la siguiente tabla 11.

Tipo	Para alimentar a	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro	$\Delta U_{III}$	$\Delta U_I$
DI	Un solo usuario	1,5%	6V	3,45V
	Contadores concentrados	1%	4V	2,3V
	Centralización parcial de contadores	0,5%	2V	1,15V

*Tabla 11*

$\Delta U_{III}$ : Caída de tensión máxima admisible en líneas trifásicas. (V)

$\Delta U_I$ : Caída de tensión máxima admisible en líneas monofásicas. (V)

A continuación se detallan los resultados obtenidos en la derivación individual:

<b>Derivación Individual</b>	
<b>Nombre circuito</b>	DI
<b>Instalación</b>	Trifásica
<b>Tensión (V)</b>	400
<b>Longitud circuito (m)</b>	0.34
<b>Potencia (W)</b>	43500
<b>Tipo montaje</b>	B1
<b>C.d.t. permitida (%)</b>	1.5
<b>C.d.t. permitida (V)</b>	6
<b>C.d.t. calculada (%)</b>	0.03
<b>C.d.t. (V)</b>	0.11
<b>Aislante</b>	XLPE
<b>Sección nominal (mm<sup>2</sup>)</b>	16
<b>Cable</b>	RZ1-K (AS)
<b>Diámetro tubo (mm)</b>	32
<b>Iz max (A)</b>	91
<b>Ib (A)</b>	78.5
<b>Condición Ib &lt; Iz</b>	Cumple
<b>Cos <math>\varphi</math></b>	0.8
<b><math>\rho</math>, 20°C (<math>\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}</math>)</b>	0.018
<b>C, 40°C (<math>\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2</math>)</b>	44

*Tabla 12*

## 9. Toma de tierra

Al ser una construcción de nueva edificación se establece la obligatoriedad de instalar una toma de tierra de protección según la guía ITC-BT-26 “Preinscripciones generales de la instalación”. Dicha toma consistirá en un cable de cobre desnudo rígido albergado en la cimentación del edificio, situada en el punto de la caja general de protección, en este caso caja general de protección y medida como puede verse en el plano 14.

Para el dimensionado de la toma de tierra se utilizará la ITC-BT-18 “Instalaciones de puesta a tierra”. La toma de tierra estará compuesta por una única pica de tierra enterrada bajo la cimentación del edificio, calculada según los criterios descritos a continuación. Para la sección de los conductores de protección de la instalación, se ha adoptado la misma que los conductores de fase, tal y como expresa la siguiente tabla 13, al ser todas las secciones utilizadas, menores de 16 mm<sup>2</sup>

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección Sp (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 13

Para el dimensionado de la pica de tierra se debe cumplir la siguiente condición expresada en la siguiente fórmula, al tratarse de un esquema TT

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde:

$R_a$  = Es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_a$  = Es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. En este caso 30 mA de los diferenciales de protección.

$U$  = Es la tensión de contacto límite convencional, en este caso 24 V en local o emplazamiento conductor.

Con la fórmula anterior se calculará el valor máximo que podrá tomar la resistencia a tierra:

$$R_a = \frac{U}{I_a} \rightarrow R_a = \frac{24V}{30mA} = 800\Omega$$

La puesta a tierra se hará mediante una pica vertical, por lo que su longitud podrá hallarse de la siguiente expresión:

$$R = \rho/L$$

Donde:

R = resistencia de la puesta a tierra, calculada previamente.

$\rho$  = resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ ), en este caso  $500 \Omega \cdot m$  al tratarse de terrenos cultivables poco fértiles y otros terrenos, según la tabla 4 de la ITC-BT-18

L = longitud de la pica (m)

$$L = \frac{\rho}{R_a} \rightarrow L = \frac{500 \Omega \cdot m}{800 \Omega} = 0.625 m$$

Tomando el mínimo de longitud antes descrito, se suministrará una pica de tierra de 2 m de longitud, al ser esta la longitud comercial adoptada usualmente en este tipo de instalaciones.

## 10. Resumen de elementos utilizados en la instalación eléctrica.

La siguiente tabla 14 contiene los elementos básicos que forman parte de esta instalación:

Equipos	Descripción	Mediciones
Caja protección y medida	Contador trifásico 80A	1 Ud.
Cable cobre 16 mm <sup>2</sup>	Unipolar RZ1-K (AS)	0,34 m.
Cable cobre 1.5 mm <sup>2</sup>	Unipolar RZ1-K (AS)	126,45 m
Cable cobre 4 mm <sup>2</sup>	Unipolar ES07Z1-K (AS)	120,3 m.
Cable cobre 2.5 mm <sup>2</sup>	Unipolar ES07Z1-K (AS)	120,24 m.
Cable cobre 1.5 mm <sup>2</sup>	Unipolar ES07Z1-K (AS)	649,95 m.
Cuadro general interior	Empotrable en pared.	1 Ud.
Cuadros para exterior	Superficiales estancos	2 Ud.
Conmutadores	Caja, marco y teclas	6 Ud.
Interruptores simples	Caja, marco y teclas	2 Ud.
Interruptores dobles	Caja, marco y teclas	2 Ud.
Toma de corriente empotrada	Simple monofásica interior	13 Ud.
Toma de corriente estanca	Simple monofásica exterior	16 Ud.
Toma de corriente empotrada	Simple trifásica interior	3 Ud.
Toma de corriente estanca	Simple trifásica exterior	8 Ud.
Canalización fija	Tubo corrugado PVC. D 32 mm.	0,32 m.
Canalización fija	Tubo corrugado PVC. D 20 mm.	40,1 m.
Canalización fija	Tubo corrugado PVC. D 16 mm.	335,51 m
Pica de tierra	Pica cobre desnudo 2 m.	1 Ud.
Luminarias interior	Downlight, 600x600 mm, 20 W	10 Ud.
Luminarias exterior	Foco estanco LED 200 W	7 Ud.
Interruptor automático	Magnetotérmico 6 A.	6 Ud.
Interruptor automático	Magnetotérmico 16 A.	2 Ud.
Interruptor automático	Magnetotérmico 20 A.	2 Ud.
Interruptor automático	Magnetotérmico 32 A.	2 Ud.
Interruptor automático	Diferencial 40 A 30 mA.	4 Ud.
I.A.R + Sobretensiones	Automático 80 A	1 Ud

**Tabla 14**

## ANEXO III – INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

### INDICE ANEXO III

1. Legislación aplicable .....	40
2. Descripción de la instalación .....	40
2.1 Descripción general .....	40
2.2.1 Características y propiedades de la instalación.....	41
2.2.2 Esquema General de la Instalación.....	41
2.2.2.1 Acometida.....	42
2.2.2.2 Preinstalación del contador.....	42
2.2.2.3 Tubos de alimentación.....	42
2.2.4 Instalaciones particulares.....	42
3.1 Bases de cálculo.....	43
3.1.1 Redes de distribución.....	43
3.1.1.1 Condiciones mínimas de suministro.....	43
3.1.1.2 Tramos.....	43
3.1.1.3 Comprobación de la presión.....	46
3.1.2 Derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace.....	48
3.1.3 Redes de agua caliente sanitaria (A.C.S.).....	48
3.1.3.1 Redes de impulsión.....	49
3.1.3.2 Redes de retorno.....	50
3.1.3.3.- Aislamiento térmico.....	50
4 Equipos, elementos y dispositivos de la instalación.....	50
4.1 Contador.....	50

4.2 Arqueta de paso o de registro sin llaves.....	50
4.3 Termo eléctrico para producción de A.C.S.....	50
4.4 Tuberías.....	50
4.5 Aislantes.....	51
4.6 Aparatos Sanitarios .....	51

## 1. Legislación aplicable

Es de aplicación la instalación de suministro de agua el Documento Básico del Código Técnico HS4 'Suministro de agua'.

## 2. Descripción de la instalación

### 2.1 Descripción general

La instalación de suministro dotará de abastecimiento de agua al edificio principal, así como al exterior de la urbanización en las plataformas solar y eólica. Esta instalación dota de suministro de agua caliente sanitaria para aseo del edificio y de agua fría en el resto.

La instalación está compuesta por los siguientes elementos descritos en la tabla 1. La disposición de estos elementos y el diseño de la instalación pueden verse en los planos 18, 19, 20 y 21 de la sección de planos.

Equipo	Zona	Cantidad
Termo eléctrico	Sala solar térmica	1 unidad
Fregadero doméstico	Sala solar térmica	1 unidad
Lavabo mural o de pie	Baño	1 unidad
Taza de inodoro	Baño	1 unidad
Equipo contador	Exterior – plataforma solar	1 unidad
Arqueta de paso	Exterior – plataforma solar	1 unidad
Toma de agua libre	Exterior – plataforma eólica	1 unidad
Toma de agua libre	Exterior – plataforma solar	1 unidad
Toma de agua libre	Sala solar térmica	1 unidad
Tuberías (PE-X) D: 20mm.	Interior edificio y exterior	2,59 metros
Tuberías (PE-X) D: 16mm.	Interior edificio y exterior	71,18 metros
Aislante para tubería ACS	Interior	15,23 metros

*Tabla 1*

### **2.2.1 Características y propiedades de la instalación**

La instalación de suministro de agua está diseñada de manera que se cumplan la cuantificación y caracterización de las exigencias del documento CTE DB HS4 referente a la salubridad del edificio.

La calidad del agua será apta para el consumo humano y vendrá determinada por la calidad del agua de la red, en este caso potable, al tratarse de una red que da suministro a una zona metropolitana. Los materiales seleccionados en la instalación no afectarán a la potabilidad del agua, el color, sabor ni olor. No presentarán corrosión interna ni desprenderán sustancias nocivas, incompatibilidad electroquímica con el agua o favorecerá la aparición de gérmenes. Dichos materiales soportarán temperaturas de hasta 40 grados y tendrán la resistencia mecánica necesaria para garantizar la vida útil de la instalación..

Las condiciones mínimas de suministro de la instalación están recogidas en el punto 3.1.1.1 de la sección de Cálculo de este mismo anexo, indicando los caudales y presiones mínimas de cada elemento, así como los valores máximos admisibles de temperaturas y presiones.

Se ha considerado el caudal de entrada en la instalación de 0.8 litros/segundo y la presión de entrada es de 29.5 m.c.a (metros de columna de agua) desde la red exterior. Este dato ha sido facilitado por la empresa suministradora de agua de la zona, Teideagua.

En la instalación se ha diseñado con los tramos de tubería vistos o superficiales a las paredes, debido a la ventaja que ello supone respecto al mantenimiento y reparaciones futuras. Se dispondrá de sistemas anti retornos para evitar la inversión del flujo del agua como una llave anti retorno después del contador y un grifo de vaciado, (dentro del bloque preinstalación del contador). El sistema de contabilización de agua corresponde al equipo contador del inicio de la instalación. Dichos elementos pueden verse en el punto 1 del plano 18.

### **2.2.2 Esquema General de la Instalación**

El esquema general de la instalación es del tipo a (figura 3.1 del apartado 3.1 del DB – HS4), que consistirá en un contador único con acometida, la instalación general contiene una arqueta o armario del contador principal, tubo de alimentación e instalaciones particulares que irán desde la llave de abonado a los distintos puntos de consumo.

A continuación se describen cada uno de los elementos antes mencionado.

### **2.2.2.1 Acometida**

La acometida estará situada en el comienzo de la instalación, en el exterior del edificio principal, en la fachada este bajo la escalera (punto 1 del plano 18). Constará de llave de toma en carga, la llave de corte y tubo de acometida que enlaza ambas llaves.

Tendrá una longitud de 0,88 m. y unirá la red general de suministro con la instalación general del edificio. Estará formada por tubería de polietileno reticulado (PE-X) de diámetro 20 mm.

### **2.2.2.2 Preinstalación del contador**

Tras la acometida se instalará el equipo contador. Constará de una llave de corte al inicio, un filtro, el contador general, un grifo de comprobación o vaciado, una válvula o llave antirretorno y finalmente otra llave de corte al final.

Esta sección de la instalación corresponde al recuadro 2 que puede verse en el plano 18 de la sección de planos.

### **2.2.2.3 Tubo de alimentación**

La instalación de alimentación de agua potable estará compuesta por un tubo de 0,94 m de longitud enterrado, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X) de diámetro 20 mm, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, y posteriormente rellena con arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

Este tubo estará ubicado en la fachada este del edificio tras el equipo contador, como puede verse en el plano 18 de la sección de planos de este documento.

### **2.2.4 Instalaciones particulares**

Las instalaciones particulares partirán de la llave de abonado y la arqueta de paso situadas antes del punto 3 como puede verse en el plano 18. Mediante tres derivaciones particulares desde la arqueta se conectarán los ramales de enlace hasta los puntos de consumo.

Cada elemento de consumo de agua dispone de llave de corte de suministro individual como se indica en la representación en plano de cada aparato sanitario. Se instalará una llave de corte en los cuartos húmedos como exige la norma, concretamente en la sala de solar térmica y aseo.

### 3. Cálculos y dimensionamiento

#### 3.1 Bases de cálculo

##### 3.1.1 Redes de distribución

##### 3.1.1.1 Condiciones mínimas de suministro

La siguiente tabla 2 muestra los caudales y presiones mínimos para cada aparato sanitario según la normativa de suministro de agua HS4 del código técnico.

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q <sub>min</sub> AF (l/s)	Q <sub>min</sub> A.C.S. (l/s)	P <sub>min</sub> (m.c.a.)
Inodoro con cisterna	0.10	-	10
Lavabo	0.10	0.065	10
Grifo aislado	0.20	0.100	10
Fregadero doméstico	0.20	0.100	10
Abreviaturas utilizadas			
Q <sub>min</sub> AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría	P <sub>min</sub>	Presión mínima
Q <sub>min</sub> A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

**Tabla 2**

La presión en cualquier punto de consumo no será superior a 50 m.c.a. La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo deberá estar comprendida entre 50°C y 65°C.

##### 3.1.1.2 Tramos

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha basado en el dimensionado de cada tramo, para ello se ha partido del circuito más desfavorable, siendo éste el que cuenta con mayor pérdida de presión por rozamiento y altura geométrica.

Los tramos que componen la instalación de abastecimiento de agua se enumeran en la siguiente tabla 3 de acuerdo a la numeración utilizada en los planos 18, 19 y 20:

Tramo	Localización	Longitud (m)
Tramo 1-2 (Acometida)	Exterior parcela solar	0,88
Tramo 2-3 (tubo alimentación)	Exterior parcela solar	0,94
Tramo 3-4	Interior edificio principal	3,04
Tramo 4-5	Interior edificio principal	0,48
Tramo 5-6	Interior edificio principal	9,63
Tramo 6-7	Interior edificio principal	3,43
Tramo 3-8	Exterior – plataforma solar	10
Tramo 3-9	Exterior – plataforma eólica	17,5

*Tabla 1*

### 3.1.1.3 Dimensionado de diámetro de los tramos

El dimensionado del diámetro de los tramos se ha realizado siguiendo este procedimiento:

- Se calculará el caudal máximo o bruto de cada tramo, siendo la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo, de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.
- Se establecerán los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio la norma UNE 149201:2008 para caudales brutos menores de 20 l/s en viviendas:

siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

- Se determinará el caudal de cálculo o simultáneo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.
- Se elegirá una velocidad de cálculo comprendida entre 0.50 y 3.50 m/s. al tratarse de tubería termoplástica.
- Se obtendrá el diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad según la relación  $Q=S \cdot V$ , siendo S la superficie de la tubería, que al tratarse de tuberías cilíndricas

$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

En el caudal simultáneo del tramo de acometida, se empleará el caudal bruto necesario mínimo de 0,8 l/s, siendo resultado de la suma de los puntos de consumo:

- fregadero doméstico: 0.2 l/s
- 3 grifos aislado: 0.2 l/s
- Lavabo: 0.1 l/s
- Inodoro con cisterna: 0.1 l/s

Aplicando la simultaneidad es de:

$$Q_c = 0,682 \times 0,80^{0,45} - 0,14 = 0,418 \approx 0,40 \text{ l/s}$$

En la siguiente tabla 4 pueden verse los valores de caudales simultáneos calculados para el resto de tramos repitiendo el proceso anterior.

Cálculos de caudales simultáneos por tramos		
Tramos	Q <sub>t</sub> : Caudal bruto (l/s)	Q <sub>c</sub> : caudal simultáneo (l/s)
Tramo 1-2 (Acometida)	0.8	0.48
Tramo 2-3 (tubo alimentación)	0.8	0.48
Tramo 3-4	0.6	0.4
Tramo 4-5	0.6	0.4
Tramo 5-6	0.2	0.19
Tramo 6-7	0.1	0.1
Tramo 3-8	0.2	0.19
Tramo 3-9	0.2	0.19

*Tabla 4*

Volviendo al tramo de acometida, sabiendo que el caudal simultáneo es de 0.48 l/s (0,00048 m<sup>3</sup>/s), asignamos una velocidad de 2 m/s y despejamos el diámetro en función de caudal y velocidad:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00048 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \times 1000 = 17,48 \text{ mm}$$

Sobre el diámetro obtenido, obtenemos los diámetros comerciales finales que se usarán en el proyecto por aproximación. La siguiente tabla 5 muestra los resultados obtenidos para el resto de tramos siguiendo el proceso del cálculo previo del tramo de acometida, asignando velocidades dentro de los rangos permitidos en la tubería.

<b>Cálculos de diámetros de tramos según caudales y velocidades</b>				
Tramos	Qc (caudal simultáneo) (l/s)	Velocidades (m/s)	Diámetros teóricos (mm)	Diámetros comerciales (mm)
Tramo 1-2	0.48	2	17.48	20
Tramo 2-3	0.48	2	1.48	20
Tramo 3-4	0.4	2	15.96	16
Tramo 4-5	0.4	2	15.96	16
Tramo 5-6	0.19	1.5	12.69	16
Tramo 6-7	0.1	1	12.70	16
Tramo 3-8	0.19	1.5	12.69	16
Tramo 3-9	0.19	1.5	12.69	16

Tabla 5

### 3.1.1.4 Comprobación de la presión

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo.
- Para cada tramo se ha utilizado la ecuación de Manning para el cálculo de pérdidas de carga en flujo turbulento en función de la longitud de las tuberías, el diámetro y el caudal simultáneo calculados en el epígrafe anterior:

$$h = 10,3 \cdot n^2 \cdot \left( \frac{Q^2}{D^{5,33}} \right) \cdot L$$

siendo n el coeficiente adimensional de rugosidad con valor de 0,006 para tuberías plásticas.

- Se ha tenido en cuenta la altura a superar en los tramos que ha hecho falta (tramo 1-2, acometida; y tramo 6-7, cisterna) respecto al resto de la instalación (altura con cota 0 de referencia).
- Las pérdidas de accesorios se estimarán como un 30% de las pérdidas del tramo calculadas previamente con la ecuación de Manning.

El procedimiento antes descrito para el tramo 1-2 de longitud 0,88 metros, altura 0,3 m, diámetro de 0.02 m,  $n = 0.006$  (material plástico) y caudal  $0,00048 \text{ m}^3/\text{s}$ , nos daría unas pérdidas de:

$$h = 10,3 \cdot 0,006^2 \cdot \left( \frac{(0,00048^2 \text{ m}^3/\text{s})^2}{0,02 \text{ m}^{5,33}} \right) \cdot 0,88 \text{ m} = 0,085 \text{ m} + 0,3 \text{ m (altura a superar)}$$

$$= 0,385 \text{ m}$$

Las pérdidas de accesorios se estimarán como un 30% de las pérdidas del tramo, dando lugar a una pérdida de presión de  $0,359 \times 30/100 = 0,108 \text{ m}$ .

El total de las pérdidas de carga para el tramo 1-2 es de  $0,493 \approx 0,49 \text{ m.c.a.}$

La siguiente tabla 6 muestra los valores de pérdidas de carga hallados para el resto de tramos:

<b>Cálculos de pérdidas de presión de cada tramo</b>					
<b>Tramos</b>	<b>L (m)</b>	<b>Q (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>D (m)</b>	<b>H (m)</b>	<b>Pérdidas de carga (m.c.a.)</b>
Tramo 3-8	10	0.00019	0.016	0	0.65
Tramo 3-9	17.5	0.00019	0.016	0	1.14
Tramo 1-2	0.88	0.0004	0.02	0.3	0.49
Tramo 2-3	0.94	0.0004	0.02	0	0.08
Tramo 3-4	3.04	0.0004	0.016	0	0.88
Tramo 4-5	0.48	0.0004	0.016	0	0.14
Tramo 5-6	9.63	0.00019	0.016	0	0.63
Tramo 6-7	3.43	0.0001	0.016	0.3	0.45

*Tabla 6*

Para hacer el cálculo de la pérdida de presión en el punto más desfavorable, se ha tomado el punto 7 (cisterna), puesto que es el tramo más alejado de la acometida a la red pública de suministro.

Para ello se ha restado las pérdidas de carga de todos los tramos (peor caso posible) a la presión de entrada de la instalación. El total de las pérdidas de carga es de  $4,44 \text{ m.c.a.}$

Restando el total de las pérdidas de carga a la presión de entrada ( $29,5 \text{ m.c.a.}$ ) tendríamos una presión en el punto 7 de la instalación de  $25,06 \text{ m.c.a.}$  Este valor está por encima de la presión mínima exigida para fluxores (este caso cisterna) de  $15,3 \text{ m.c.a.}$  ( $150 \text{ kPa}$ ), por lo que no haría falta instalar un grupo de presión según el apartado 4.2.2. de la normativa HS4.

Puede verse que no se supera el máximo de presión permitido (50 m.c.a.) en ningún tramo.

### 3.1.2 Comprobación de derivaciones, ramales de enlace y tubo alimentación

Se puede comprobar que los diámetros de los ramales de enlace a los aparatos domésticos cumplen los diámetros mínimos de la siguiente tabla 7 extraída de la normativa (tabla 4.2 “Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos”)

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Inodoro con cisterna	---	16
Lavabo	---	16
Grifo aislado	---	16
Fregadero doméstico	---	16

Tabla 7

Del mismo modo se puede comprobar que se cumplen los diámetros mínimos exigidos en el tubo de alimentación (tramo 2-3), en la siguiente tabla 8 extraída de la normativa:

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento...	3/4	20

Tabla 8

En el caso de esta instalación el tubo de alimentación cumple el diámetro mínimo exigido: 20mm.

### 3.1.3 Redes de agua caliente sanitaria (A.C.S.)

#### 3.1.3.1 Termo eléctrico para producción de A.C.S.

Para la producción de A.C.S. se ha utilizado un termo eléctrico. El caudal del necesario para la producción de A.C.S. se ha calculado mediante el caudal bruto solicitado por los equipos de consumo de agua caliente (fregadero doméstico: 0.1, grifo aislado: 0.2 l/s y lavabo de 0.0165 l/s) aplicándole simultaneidad de uso, utilizando el método aplicado anteriormente en el apartado 3.1.1.2 de tramos:

$$Q_C = 0,682 \times 0,3165^{0,45} - 0,14 = 0,266 \text{ l/s}$$

El termo eléctrico elegido para la producción de A.C.S. que cumpla con el caudal necesario calculado se describe en la siguiente tabla 9:

Equipo de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q <sub>cal</sub> (l/s)
Unifamiliar	Termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 75 l, potencia 2 kW, de 758 mm de altura y 450 mm de diámetro.	0.28
Abreviaturas utilizadas		
Q <sub>cal</sub>	Caudal de cálculo	

Tabla 9

### 3.1.3.2 Redes de impulsión

Para las redes abastecimiento de agua de A.C.S. los caudales exigidos en los puntos de consumo son inferiores a los calculados anteriormente según los suministros mínimos exigidos que muestra la tabla 2, por lo que serán necesarios menores diámetros de tubería en los tramos.

Se han adoptado como medida conservadora los mismos diámetros en tramos que el agua fría, siendo mayores que los mínimos exigidos en las derivaciones a aparatos según normativa. La tabla 10 ilustra los diámetros finales de los tramos de .A.C.S. de la instalación.

Tramo	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Material
Termo a llave local húmedo	20	0,77	Polietileno Reticulado
Llave local húmedo a punto 5	16	2,5	Polietileno Reticulado
Tramo 5-6	16	9,63	Polietileno Reticulado

Tabla 10

La siguiente imagen 1 muestra el esquema de la instalación (extraída del plano 21):

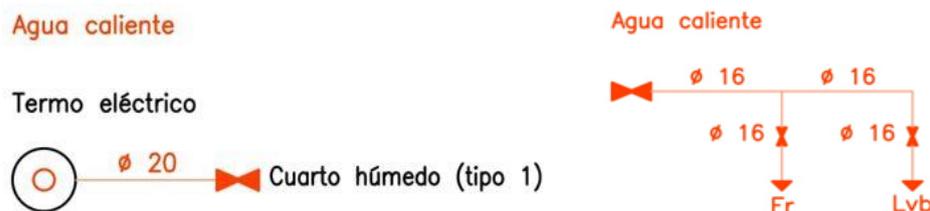


Imagen 1

### **3.1.3.3 Redes de retorno**

No ha sido necesaria la ejecución de una red de retorno, ya que la distancia máxima del tramo más largo (salida del termo eléctrico al lavabo del aseo) es inferior a los 15 metros mínimos que exige la normativa HS4.

### **3.1.3.3.- Aislamiento térmico**

El espesor del aislamiento de las conducciones de A.C.S. se ha dimensionado de acuerdo a lo indicado en el 'Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)' y sus 'Instrucciones Técnicas complementarias (ITE)'.

Se ha optado por un aislante, formado por coquilla de espuma elastomérica, de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor. Este aislante ha sido seleccionado porque trabaja a unas temperaturas de 40°C a 65°C, y la normativa exige temperaturas del agua caliente en los puntos de consumo de entre 50 y 65 grados.

## **4 Equipos, elementos y dispositivos de la instalación**

### **4.1 Contador**

El calibre nominal del equipo contador se adecuará al caudal nominal y máximo de la instalación. Se incluye en este proyecto la preinstalación del contador formado por llave de corte general, grifo de comprobación, filtro, válvula de retención y llave de salida.

### **4.2 Arqueta de paso o de registro sin llaves**

Arqueta de paso de material polipropileno de sección rectangular de 51x37 cm. de base y altura de 30 cm con tapa colocada sobre solera de hormigón.

### **4.3 Termo eléctrico para producción de A.C.S.**

El termo eléctrico utilizado se describe en la tabla 9 previamente mencionada en el apartado de 3.1.3 Redes de agua caliente sanitaria.

### **4.4 Tuberías**

Los materiales de los tramos de tubería, sus diámetros y las longitudes necesarias totales para conformar la instalación se resumen en la siguiente 11:

<b>Material</b>	<b>Fluido</b>	<b>Diámetros</b>	<b>Longitud total</b>
Polietileno reticulado (PE-X)	Agua fría	20 mm	1.82 m
Polietileno reticulado (PE-X)	Agua caliente	20 mm	0.77 m
Polietileno reticulado (PE-X)	Agua fría	16 mm	58.28 m
Polietileno reticulado (PE-X)	Agua caliente	16 mm	12.13 m

*Tabla 11*

#### **4.5 Aislantes**

Aislante térmico superficial para las tuberías de A.C.S. compuesto de coquilla de espuma elastomérica a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada y con adhesivo para las uniones. Los tramos de aislante requerido tienen una longitud total de 12,13 metros.

#### **4.6 Aparatos Sanitarios**

Los aparatos o equipos sanitarios que componen los puntos de consumo de la instalación son los siguientes:

- fregadero doméstico
- Lavabo mural o de pie
- Taza de inodoro
- Tres puntos de agua libre o grifos aislados

La distribución de los aparatos sanitarios puede verse en los planos 18, 19, 20 y 21 en la sección de planos de este documento.

## ANEXO IV – INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS

### INDICE ANEXO IV

1. Legislación aplicable .....	53
2. Descripción de la instalación .....	53
2.1 Descripción general .....	53
2.2 Características y propiedades de la instalación.....	53
2.3 Esquema general de la instalación .....	53
2.3.1 Red de evacuación de aguas residuales .....	53
2.3.1.1 Tramos de tuberías para aguas residuales.....	53
2.3.1.2 Arqueta.....	54
2.3.1.3 Botes sifónicos.....	54
2.3.2 Red de evacuación de aguas pluviales .....	54
2.3.2.1 Canalón .....	54
2.3.2.2 Bajante vertical .....	55
2.3.2.3 Colectores aguas pluviales.....	55
2.3.2.4 Arqueta de paso .....	55
3. Cálculos y dimensionamiento.....	55
3.1 Bases de cálculo.....	55
3.1.1.- Red de aguas residuales.....	55
3.1.1.1 - Derivaciones individuales .....	55
3.1.2 Redes de aguas pluviales .....	59

## **1. Legislación aplicable**

Es de aplicación en la instalación de evacuación de aguas el Documento Básico del Código Técnico HS Salubridad, sección H5 Evacuación de Aguas.

## **2. Descripción de la instalación**

### **2.1 Descripción general**

Esta instalación se llevará a cabo en el edificio principal de experimentación e investigación de prototipos dotándolo de evacuación de aguas residuales y pluviales.

### **2.2 Características y propiedades de la instalación**

La instalación de evacuación de aguas descrita en este anexo está representada en los planos 22 y 23 en el apartado de planos de este documento.

La instalación se ha realizado cumplirá las exigencias de la normativa de salubridad HS5 del código técnico. Así pues se dispondrán de cierres hidráulicos en todos los puntos de desagüe para evitar el retorno del aire contenido en la instalación, se trazarán tuberías de la forma más sencilla, evitando la retención de fluidos en la misma y facilitando la evacuación. Se han dimensionado los diámetros de las tuberías para poder transportar los caudales previsibles y se han distribuido de manera que se pueda llevar a cabo la reparación y el mantenimiento adecuado

### **2.3 Esquema general de la instalación**

#### **2.3.1 Red de evacuación de aguas residuales**

La red de evacuación de aguas residuales estará compuesta por tramos de tubería en material PVC, botes sifónicos y arqueta dispuestos según plano 22. Dichos elementos se describen en los siguientes apartados.

##### **2.3.1.1 Tramos de tuberías para aguas residuales**

La siguiente tabla 1 lista todos los tramos de tubería utilizados en la red de evacuación de aguas residuales siguiendo la numeración de los mismos del plano 22. Todos tramos se hayan enterrados bajo el suelo del edificio principal y la plataforma de construcción.

Todos los tramos de tubería tienen una pendiente del 2%, tal y como obliga la normativa para tuberías y colectores enterrados.

Tramos	Longitud (m)	Material	Diámetros (mm)
1	3.22	PVC serie SN-4	100
3	5.42	PVC serie B	100
4	1.09	PVC serie B	32
5	2.8	PVC serie B	32
6	8.52	PVC serie B	50
7	0.84	PVC serie B	40
8	1.85	PVC serie B	40

*Tabla 1*

### **2.3.1.2 Arqueta**

La instalación constará de una arqueta de paso, registrable de medidas 50 x 50 x 50 centímetros donde confluyen todos los ramales colectores de la instalación de evacuación y de la que sale el tramo de acometida que conecta con la red pública de saneamiento de aguas residuales.

No será necesario acoplar una válvula antiretorno en esta parte de la instalación ya que no se trata de un sistema mixto y no sufrirá peligro de desborde de la red de alcantarillado.

### **2.3.1.3 Botes sifónicos**

El fregadero trae integrado sifón individual, no se contabilizarán en la presente instalación, ya que es obligatorio su inclusión según normativa en este tipo de aparatos.

Se ha instalado un bote sifónico para el lavabo y para el grifo aislado, para evitar el retorno de olores de los conductos de evacuación, de diámetros 32 mm y 40 mm (iguales que sus derivaciones individuales), cumpliendo el diámetro mínimo exigido por normativa.

## **2.3.2 Red de evacuación de aguas pluviales**

La red de evacuación de aguas pluviales estará compuesta por tramos de tubería en material PVC, un canalón semicircular, un tramo de bajante vertical y arqueta, dispuestos según plano 23. Dichos elementos se describen en los siguientes apartados.

### **2.3.2.1 Canalón**

El canalón de la instalación consistirá en una tubería semicircular de PVC de diámetro 150 mm, fijada sobre el techo voladizo de la fachada oeste del edificio (entrada principal). Estará instalado con una pendiente del 2% en caída hacia la bajante vertical (punto 3 del plano 23).

### 2.3.2.2 Bajante vertical

La bajante vertical que llevará el agua desde el canalón al colector principal consistirá en una tubería de PVC circular con diámetro de 75 mm. y 2,9 m. de longitud.

### 2.3.2.3 Colectores aguas pluviales

Los colectores de aguas pluviales estarán formados por las tuberías enunciadas en la tabla 2. Tienen una pendiente del 2% y van enterrados en la plataforma de construcción donde se asienta el edificio.

Tramos	Longitud (m)	Material	Diámetros (mm)
1-2	1.5	PVC serie B	90
2-3	8.5	PVC serie B	90

*Tabla 2*

### 2.3.2.4 Arqueta de paso

La instalación constará de una arqueta de paso enterrada en la plataforma de construcción del edificio principal (punto 2 del plano 23), con medidas 50 x 50 x 50 cm. De dicha arqueta sale el tramo de tubería 1-2 que conecta con la instalación con la red pública de pluviales.

## 3. Cálculos y dimensionamiento

### 3.1 Bases de cálculo

#### 3.1.1.- Red de aguas residuales

Para todos los tramos de tubería horizontales se ha asignado una pendiente de 2% de caída mínima tal como exige la normativa en el apartado “3.3 Elementos que componen la instalación”

##### 3.1.1.1 - Derivaciones individuales

Las derivaciones individuales corresponden a los tramos de tubería que van desde los aparatos sanitarios a los botes sifónicos o a uniones con otras derivaciones individuales (generando un ramal colector).

Los diámetros mínimos de los sifones y derivaciones individuales se adjudicarán en función de las unidades de desagüe (UDs) a cada tipo de aparato y su uso (privado o público), como establece la siguiente tabla 3.

Dicha tabla hace referencia a la tabla 4.1 del documento HS5 del código técnico “UDs correspondientes a los distintos tipos de aparatos sanitarios”

Unidades de desagüe correspondiente a cada aparato sanitario y diámetros mínimos				
aparato sanitario	Unidades de desagüe		Diámetro mínimo para el sifón y la derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Inodoro con cisterna	4	5	100	100
Fregadero cocina	3	6	40	50
Toma libre de agua	3	6	40	50

Tabla 3

La siguiente tabla 4 engloba los distintos aparatos sanitarios, el diámetro de sus derivaciones individuales y el tramo que los conecta como puede verse también en el plano 22, siendo DI: derivaciones individuales y UD: unidades de desagüe.

Los sifones individuales se hallarán al final del tramo de la derivación individual cuando sea necesaria su instalación.

Derivaciones individuales						
Aparato	Tramo DI	Longitud (m)	Material	Diámetros DI (mm)	Sifón (mm)	UDs
Fregadero	7	0.84	PVC serie B	40	Integrado	3
Grifo aislado	8	1.85	PVC serie B	40	40	3
Lavabo	4	1.09	PVC serie B	32	32	1
Inodoro	3	5.42	PVC serie B	100	-	4

Tabla 2

### Ramales colectores

Comprenden los tramos entre botes sifónicos o uniones de derivaciones individuales a la arqueta principal.

Para el dimensionado del diámetro de ramales colectores, se ha utilizado la siguiente tabla 5, que establece los diámetros según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector (en este caso establecido en un 2%).

Dicha tabla ha sido extraída de la tabla 4.3 “Diámetros de ramales colectores”

Diámetro (mm)	Máximo número de UDs Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	-	1	1
40	-	2	3
50	-	6	8
63	-	11	14
75	-	21	28
90	47	60	75
100	123	151	181
125	180	234	280

*Tabla 5*

Utilizando las UDs de la tabla 3 y valores mínimos de la tabla 5, se establecerán las dimensiones de los ramales colectores. En cada ramal se suman las UDs previas de las derivaciones de cada aparato sanitario.

La siguiente tabla 6 engloba los ramales colectores de la instalación siguiendo la nomenclatura de tramos del plano 22.

Ramales Colectores					
Tramo	Longitud (m)	Material	Diámetros (mm)	Pendiente	UDs
5	2.8	PVC serie B	32	2%	1
6	8.52	PVC serie B	50	2%	6

*Tabla 6*

### Colector

El colector corresponderá al tramo que conduce las aguas residuales desde las bajantes o arquetas hasta la red de alcantarillado, según el apéndice de la normativa HS5.

El colector de esta instalación será el tramo 1-2, que unirá la arqueta y la acometida a la red de alcantarillado como puede verse en el plano 22.

El diámetro se ha calculado a partir de la siguiente tabla 7, en función del número máximo de unidades de desagüe y de la pendiente, extraída de la tabla 4.5 “Diámetro de los colectores horizontales” de la normativa HS5:

Diámetro (mm)	Máximo número de UDs		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	-	20	25
63	-	24	29
75	-	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3520	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

**Tabla 7**

Las UDs totales de la instalación son 11 y la pendiente del 2% hacen un diámetro del colector de 50 mm.

Sin embargo, nunca podrá reducirse el diámetro en el sentido de la evacuación, como obliga la normativa, por lo que se mantendrá el diámetro de 100 mm procedente del tramo del inodoro previo.

Dicho diámetro garantizará sobradamente que, bajo condiciones de flujo uniforme, la superficie ocupada por el agua no superará la mitad de la sección transversal de la tubería (como exige el punto 4.1.3 “Colectores horizontales de aguas residuales” de la normativa).

### Arqueta

Las dimensiones mínimas de la arqueta en la que confluirán los ramales se empleará la tabla 8 siguiente, extraída de la tabla 4.13 “Dimensiones de las arquetas” de la normativa HS5:

	Diámetro del colector de salida (mm)						
	100	150	200	250	300	350	400
L x A (cm)	40 x 40	50 x 50	60 x 60	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 80

**Tabla 8**

Se ha optado por una arqueta de 50 x 50 x 50 centímetros, que cumplirá las dimensiones mínimas de 40 x 40 centímetros de anchura y altura para el colector de diámetro de 100 mm de esta instalación.

La ubicación de la arqueta está referenciada en el plano 22 en el punto 2.

### 3.1.2 Redes de aguas pluviales

Para los cálculos de la instalación de evacuación de aguas pluviales se ha asignado una intensidad pluviométrica de 100 mm/h según el apéndice B de la normativa HS5, así como una pendiente para los tramos horizontales del 2%. La superficie proyectada del techo del edificio principal es de 135 metros cuadrados.

#### Canalón

El diámetro del canalón estará determinado por la tabla 9 extraída de la tabla 4.7 “Diámetro del canalón” de la normativa. En este caso se ha tomado un diámetro de 150 mm al tener una pendiente del 2% y una superficie proyectada de 135 m<sup>2</sup>.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal				Diámetro (mm)
Pendiente 0.5%	Pendiente 1%	Pendiente 2%	Pendiente 4%	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
135	260	370	520	200

Tabla 9

#### Bajante de aguas pluviales

El diámetro del bajante de aguas pluviales tendrá un diámetro de 75 mm, según la tabla 10 siguiente extraída de la tabla 4.8 de la normativa HS5 “Diámetros de las bajantes de aguas pluviales”.

Superficie en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )	Diámetro nominal de la bajante
65	50
113	63
177	75

Tabla 10

## Colectores de aguas pluviales

Los colectores de aguas pluviales corresponden a los tramos 1-2 y 2-3.

Tendrán un valor de 90 mm de diámetro, como muestra la tabla 11, extraída a partir de la tabla 4.9 de la normativa HS5 “Diámetro de los colectores de aguas pluviales, sabiendo que la superficie del techo del edificio principal es de 135 m<sup>2</sup> y una pendiente de 2%.

Superficie en proyección horizontal (m <sup>2</sup> )			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1%	2%	4%	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125

*Tabla 11*

## ANEXO V – INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS

### ÍNDICE ANEXO V

1. Legislación aplicable.....	63
2. Descripción de la instalación .....	63
3. Exigencias básicas del DB-SI-CTE de la instalación contra incendios .....	63
3.1 Exigencia Básica SI 1: Propagación Interior .....	63
3.1.1 Compartimentación en sectores de incendio.....	63
3.1.2 Locales de riesgo especial.....	64
3.1.3 Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios.....	64
3.1.4 Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.....	64
3.2 Exigencia Básica SI 2: Propagación Exterior .....	65
3.2.1 Medianerías y fachadas .....	65
3.2.2 Cubiertas .....	66
3.3 Exigencia Básica SI 3: Evacuación de Ocupantes .....	66
3.3.1 Compatibilidad de los elementos de evacuación .....	66
3.3.2 Cálculo de ocupación, salidas y recorridos de evacuación .....	66
3.3.3 Señalización de los medios de evacuación .....	67
3.3.4 Control del humo de incendio .....	68
3.4 Exigencia Básica SI 4: Instalación de Protección Contra Incendios .....	68
3.4.1- Dotación de instalaciones de protección contra incendios .....	68
3.4.2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios .....	69
3.5 Exigencia Básica SI 5: Intervención de los bomberos .....	70
3.5.1 Condiciones de aproximación y entorno.....	70

3.6 Exigencia Básica SI 6: Resistencia al fuego de la estructura .....	70
3.6.1 Elementos estructurales principales.....	70

## **1. Legislación aplicable**

En la realización de esta instalación se ha tenido en cuenta el Documento Básico de Seguridad (SI) en caso de incendios del Código Técnico de la Edificación DB-SI-CTE.

## **2. Descripción de la instalación**

### **2.1 Descripción general**

Para diseñar la protección contra incendios en el edificio principal se ha tratado al mismo como un edificio de oficinas y despachos cuya labor principal es administrativa, según el apartado “Uso previsto del edificio o establecimiento”, de la tabla 1.1 “Condiciones de compartimentación en sectores de incendio”, al ser la categoría de uso más similar a la actividad futura del edificio. Serán de aplicación todas las exigencias básicas del DB-SI como se verá en los siguientes apartados

La protección contra incendios fuera del edificio, en las plataformas solar y eólica, consistirá únicamente en la aplicación de la exigencia básica SI 4 “Instalación de protección contra incendios”, al no ser necesaria la aplicación el resto de exigencias por las características propias de las parcelas, como se verá más adelante.

En el presente anexo se resumirá qué secciones de las exigencias básicas del Documento Básico de Seguridad del Código Técnico son aplicables y de qué manera a la instalación de la urbanización.

## **3. Exigencias básicas del DB-SI-CTE de la instalación contra incendios**

### **3.1 Exigencia Básica SI 1: Propagación Interior**

Las plataformas solares y eólica no computan en esta exigencia, al tratarse de espacio exterior al aire libre donde no se dará lugar la propagación interior de incendios.

#### **3.1.1 Compartimentación en sectores de incendio**

Las distintas zonas del edificio se agrupan en sectores de incendio, en las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior), que se compartimentan mediante elementos cuya resistencia al fuego satisface las condiciones establecidas en la tabla 1.2 (CTE DB SI 1 Propagación interior).

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras

compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo. El uso principal del edificio es administrativo y se desarrolla en un único sector de incendios al no excederse de los 2500 m<sup>2</sup> de superficie construida. Las puertas, paredes y techos que ocupan el edificio principal tienen que tener una resistencia al fuego EI 60 al tratarse de un edificio de uso administrativo con altura de techo de menos de 15 metros.

### **3.1.2 Locales de riesgo especial**

No existen zonas de riesgo especial en el edificio.

### **3.1.3 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios**

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables tiene continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc. La limitación del desarrollo vertical de cámaras no estancas no es aplicable al no existir estos elementos en el edificio.

La resistencia al fuego requerida en los elementos de compartimentación de incendio se mantiene 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 las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>. Esto se da lugar ya que los elementos pasantes aportan una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado por la características del material que lo conforman como es el caso de las tuberías en el suministro de agua (tubos PE-X) y canalizaciones eléctricas (PVC serie B) los cuales no son propagadores de llama.

### **3.1.4 Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario**

Los elementos constructivos utilizados cumplen las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1 (CTE DB SI 1 Propagación interior). Se ha verificado que los revestimientos utilizados en techos, paredes y suelos listados en el presente documento se ajustan a los criterios de reacción al fuego de dicha tabla, los cuales vienen ilustradas en la tabla 1 expuesta a continuación. Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT-2002).

Reacción al fuego		
Situación del elemento	Revestimiento	
	Techos y paredes <sup>(1)</sup>	Suelos <sup>(1)</sup>
Zonas comunes del edificio	C-s2, d0	E <sub>FL</sub>
<sup>(1)</sup> Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego.		

*Tabla 1*

Las siglas C-s2, d0 y E<sub>FL</sub> corresponden al tipo de clase de la clasificación de productos de construcción en función de sus propiedades de reacción y resistencia al fuego aprobada en el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, enunciadas en los anexos de materiales de dicho decreto.

Las siglas E<sub>FL</sub> hace referencia a la clase de material para suelos los cuales se han ensayado mediante la norma UNE-EN-ISO 11925-2:2002(8), en la que dichos materiales se han clasificado Fs ≤ 150 mm en 20s, siendo Fs la propagación de llama.

Las siglas C-s2, d0 hace referencia a:

- C: la clase de material de construcción, en este caso revestimiento de techo y paredes, mediante el ensayo UNE-EN-ISO 11925-2:2002 con Fs ≤ 150 mm en 60s
- s2: es la producción de humos del material, en este caso s2 = SMOGRA ≤ 180m2.s-2
- d0: es la caída de gotas/partículas inflamadas, en este caso al ser 0 no hay caída de gotas o partículas.

## 3.2 Exigencia Básica SI 2: Propagación Exterior

Las plataformas solares y eólica no computan en esta exigencia básica, al no constar de medianerías, fachadas ni cubiertas.

### 3.2.1 Medianerías y fachadas

En esta sección de medianerías y fachadas no existe riesgo de propagación vertical ni horizontal entre distintos edificios ni sectores de incendios diferentes al encontrarse el edificio de este proyecto aislado, es decir, no colindante con otras estructuras tales como edificios, viviendas, locales... que puedan suponer una amenaza a otro sector de incendio en el análisis de riesgo de esta exigencia básica de seguridad contra incendios. Tampoco procede la aplicación estructural de un ángulo entre edificios colindantes.

No existe riesgo de propagación vertical del incendio por la fachada del propio edificio.

La clase de reacción al fuego de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas, será B-s3 d2 o mejor hasta una altura de 3,5 m como mínimo como es el caso del edificio que concierne este proyecto (paredes exteriores: 2,4 metros). Siendo B-s3 d2

las siglas que reflejan el tipo de clase y propiedades del material según la clasificación de materiales de construcción en base a su reacción y resistencia al fuego, recogida en el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. En este caso la clase B hace referencia a los materiales con una propagación de llama  $F_s \leq 150$  mm en 60s según la norma UNE-EN-ISO 11925-2:2002, s3 es producción de humos del material que en este caso indica un valor cualquiera diferente de los s1 y s2 (los cuales si tienen una tabulada) y d2 describe la caída de gotas/partículas inflamadas, en este caso al ser valor 2 indica que la caída tiene un valor diferente de los casos d0 y d1.

### **3.2.2 Cubiertas**

No existe en el edificio riesgo alguno de propagación del incendio entre zonas de cubierta con huecos y huecos, dispuestos en fachadas superiores del edificio, pertenecientes a sectores de incendio o a edificios diferentes, de acuerdo al punto 2.2 de CTE DB SI 2.

## **3.3 Exigencia Básica SI 3: Evacuación de Ocupantes**

Las plataformas solares y eólica no computan en esta exigencia de evacuación, al tratarse de espacios exteriores seguros y abiertos según la normativa.

### **3.3.1 Compatibilidad de los elementos de evacuación**

Los elementos de evacuación del edificio no deben cumplir ninguna condición especial de las definidas en el apartado 1 (DB SI 3), al tratarse de un recinto de uso administrativo de superficie construida menor de 1500 m<sup>2</sup>.

Se aplicará la condición general en los elementos de evacuación, en este caso se utilizará las salidas habituales como salidas de emergencia, al no existir obligatoriedad de elementos independientes para la evacuación.

### **3.3.2 Cálculo de ocupación, salidas y recorridos de evacuación**

El cálculo de la ocupación del edificio se ha resuelto mediante la aplicación de los valores de densidad de ocupación indicados en la siguiente tabla 2 (extraída de la tabla 2.1 del DB SI 3), en función del uso y superficie útil de cada zona del edificio.

Uso previsto	Zona, tipo de actividad	Densidad Ocupación (m <sup>2</sup> /pers.)
Administrativo	Plantas o zonas de oficinas	10
Administrativo	Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
Cualquiera	Aseo	3
Cualquiera	Zona de ocupación ocasional	Ocupación nula

Tabla 2

Conociendo la superficie útil de cada zona del edificio, se ha calculado la ocupación a partir de la densidad de la tabla anterior, como muestra la siguiente tabla 3, dando un total de 12 personas.

Zonas	Superficie útil (m2)	Densidad ocupación	Personas
Multiusos – Entrada	16.2	2	8
Aseo	4.5	3	1
Almacén	5.6	0	0
Energía Eólica	9.6	10	1
Energía Fotovoltaica	10.5	10	1
Energía Térmica	1.3	10	1
Total	52.7	-	12

Tabla 3

El número de salidas necesarias y la longitud máxima de los recorridos de evacuación asociados, se determinan según lo expuesto en la tabla 3.1 (DB SI 3), en función de la ocupación calculada. En el caso de este edificio, se trata de un recinto de una planta con varias salidas, se exige que los recorridos de evacuación hasta la salida de planta no exceda de los 50 metros, lo cual se cumple.

### 3.3.3 Señalización de los medios de evacuación

Conforme a lo establecido en el apartado 7 (DB SI 3), se utilizarán señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, dispuestas conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas del edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA" fácilmente visibles desde todos los puntos de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio. Dichos rótulos están colocados en las salidas del edificio sobre las puertas de acceso al mismo como puede verse en el plano 18 "Instalación de protección contra incendios".

b) Se colocan 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.

Las señales en este proyecto consisten en rótulos con flechas indicativas de color rojo en todas las salas, a excepción del almacén, con dirección a las puertas de salida o los recorridos de evacuación indicados en el plano 18 “Instalación de protección contra incendios”.

La señalización instalada es visible en ausencia de suministro de alumbrado normal. Las señales son foto-luminiscentes, y sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a dichas normas.

### **3.3.4 Control del humo de incendio**

No se ha previsto en el edificio de este proyecto ningún sistema de control del humo de incendio, por no existir en él ninguna zona correspondiente a los usos recogidos en el apartado 8 (DB SI 3): aparcamientos, establecimientos con ocupación mayor de mil personas y atrios.

## **3.4 Exigencia Básica SI 4: Instalación de Protección Contra Incendios**

### **3.4.1- Dotación de instalaciones de protección contra incendios**

El edificio y las zonas exteriores de las plataformas solar y eólica, disponen de los equipos e instalaciones de protección contra incendios requeridos según la tabla 1.1 de DB SI 4 Instalaciones de protección contra incendios.

Siguiendo la tabla 1.1 “Dotación de instalaciones de protección contra incendios” se establecen los principales equipos de protección, que en este caso corresponden únicamente a extintores portátiles.

Se ha elegido extintores de polvo químico ABC polivalente antibrasa con eficacia 21A-144B-C porque es capaz de sofocar todo tipo de incendios (en medios sólidos, líquidos y gases) y no tiene efectos abrasadores. La eficacia de estos extintores es superior a la mínima exigida en la normativa (21A-113B) ya que además de extinguir fuegos sólidos (21A), es capaz de extinguir un mayor volumen de fuegos líquidos (B) y es capaz de extinguir fuegos gaseosos (C).

Al únicamente existir obligatoriedad en las distancias máximas de recorrido desde el punto de origen de evacuación en la normativa, se ha elegido, conservadoramente, el número y ubicación de los extintores según la tabla 4. La distribución de los mismos puede verse en los planos 24 y 25.

Equipo	Tipo	Zona	Ubicación
Extintor portátil	21A-144B-C	Edificio	Sala solar térmica
Extintor portátil	21A-144B-C	Edificio	Sala solar fotovoltaica
Extintor portátil	21A-144B-C	Edificio	Sala eólica
Extintor portátil	21A-144B-C	Edificio	Sala multiusos
Extintor portátil	21A-144B-C	Exterior	Plataforma solar
Extintor portátil	21A-144B-C	Exterior	Plataforma eólica

Tabla 3

El resto de equipos de protección no es de obligatoria aplicación en este recinto de tipo administrativo al no excederse la superficie construida como muestra la tabla 5 extraída de normativa, siendo la superficie construida del edificio es de 95 m<sup>2</sup>.

Edificio de uso administrativo		
Equipo	Condiciones	Aplicación
Bocas de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m <sup>2</sup>	No
Columna seca	Si la altura de evacuación excede de 24 m	No
Sistemas de alarma	Si la superficie construida excede de 1.000 m <sup>2</sup>	No
Sist. detección incendio	Si la superficie construida excede de 5.000 m <sup>2</sup>	No
Hidrantes exteriores	Si la superficie total construida está entre 5.000 y 10.000 m <sup>2</sup>	No

Tabla 5

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

Los medios de protección contra incendios de utilización manual, en este caso extintores portátiles estarán señalizados mediante las correspondientes señales definidas en la norma UNE 23033-1.

Para este caso se utilizarán placas de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm para señalar los extintores portátiles y se dispondrán en el emplazamiento de dichos equipos como puede verse en los planos 24 y 25.

Las señales serán visibles, incluso en caso de fallo en el suministro eléctrico del alumbrado normal, mediante el alumbrado de emergencia o por fotoluminiscencia como es el caso de esta instalación. Para las señales fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a dichas normas.

### 3.5 Exigencia Básica SI 5: Intervención de los bomberos

#### 3.5.1 Condiciones de aproximación, entorno y accesibilidad por fachada

Como la altura de evacuación del edificio (2.5 m) es inferior a 9 m, según el punto 1.2 (CTE DB SI 5) no es necesario justificar las condiciones del vial de aproximación, ni del espacio de maniobra para los bomberos, a disponer en las fachadas donde se sitúan los accesos al edificio. Tampoco es necesario justificar las condiciones de accesibilidad por fachada para el personal del servicio de extinción de incendio.

Las plataformas solares y eólica no computan en esta exigencia básica al tratarse de espacios exteriores sobre suelo.

### 3.6 Exigencia Básica SI 6: Resistencia al fuego de la estructura

Las plataformas solares y eólica no computan en esta exigencia básica al no disponer de estructuras.

#### 3.6.1 Elementos estructurales principales

La resistencia al fuego de los elementos estructurales principales del edificio es la adecuada ya que tomando las tablas 3.1 y 3.2 de la Exigencia Básica 6 de la normativa de protección contra incendios, se deduce que para este proyecto es necesario una resistencia al fuego R 60 al tratarse de un sector de incendio del tipo administrativa con una altura de evacuación del edificio menor de 15 metros. La tabla 6 siguiente resume la resistencia al fuego de la estructura

Resistencia al fuego de la estructura					
Sector de incendio	Uso de la zona inferior al forjado considerado	Planta superior al forjado considerado	Material estructural considerado		Estabilidad al fuego mínima de los elementos estructurales
			Soportes	Vigas	
Administrativo	Administrativo	Cubierta	estructura de hormigón	estructura de hormigón	R 60

Tabla 6

La resistencia al fuego de los elementos que componen el edificio (este caso R 60 o superior) se verificará mediante “Método simplificado de la isoterma 500” del anejo C “Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado”.

Dicho método es de aplicación para los elementos de hormigón armado y pretensado, solicitados por esfuerzos de compresión, flexión o flexo-compresión como es el caso de los elementos que componen el edificio englobados en la tabla anterior.

Según este método, la dimensión del lado menor de las vigas o soportes expuestos por dicho lado y los contiguos debe ser mayor que la indicada en la tabla 7, la cual se adjunta a continuación:

<b>Dimensión mínima de vigas y soportes</b>					
<b>Resistencia al fuego</b>	<b>R 60</b>	<b>R 90</b>	<b>R 120</b>	<b>R 180</b>	<b>R 240</b>
Dimensión mínima de la sección recta (mm)	90	120	160	200	280

*Tabla 7*

En el caso de pilares, éstos tienen dimensiones cuadradas de 300 x 300 milímetros en los casos más desfavorables y en el caso de vigas el lado menor de las mismas tiene una dimensión mínima recta de 300 milímetros, por lo que ambos elementos cumplen sobradamente las dimensiones mínimas que dan una resistencia al fuego de R 60 como exige la normativa para este recinto en concreto.

#### **4. Mediciones y resumen de equipos**

A modo de resumen se engloban todos los equipos utilizados en la instalación contra incendios en la siguiente tabla 8, distribuidos según los planos 24 y 25.

<b>Equipos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>
Placa señalización equipos CI	210x210 mm fotoluminiscente	6
Placa señalización evacuación	210x210 mm fotoluminiscente	5
Extintor portátil	6 Kg polvo químico ABC	6

*Tabla 8*

**ANEXO VI – INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA DE A.C.S.****ÍNDICE ANEXO VI**

1. Legislación aplicable .....	75
2. Descripción de la instalación .....	75
2.1 Descripción general y objeto del proyecto .....	75
2.2 Emplazamiento de la instalación .....	75
2.3 Características de la superficie donde se instalarán los captadores. ....	75
2.4 Tipo de instalación.....	79
3. Captadores .....	79
3.1 Disposición de los captadores.....	79
3.2 Fluido caloportador.....	79
4. Depósito acumulador .....	80
4.1 Volumen de acumulación .....	80
4.2 Conjuntos de captación.....	80
5. Energía auxiliar.....	81
6. Circuito hidráulico .....	81
6.1 Bombas de circulación.....	81
6.2 Tuberías .....	82
6.3 Vaso de expansión .....	82
6.4 Purgadores .....	82
7. Sistema de control.....	82
8. Diseño y ejecución de la instalación.....	82

8.1 Montaje de los captadores.....	82
8.2 Tuberías.....	83
8.3 Válvulas .....	83
8.4 Vaso de expansión .....	83
8.5 Aislamientos.....	84
8.6 Purga de aire.....	84
8.7 Sistema de llenado .....	85
8.8 Sistema eléctrico y de control .....	85
8.9 Sistemas de protección.....	85
8.9.1 Protección contra sobrecalentamientos .....	85
8.9.2 Protección contra quemaduras .....	85
8.9.3 Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas .....	85
8.9.4 Resistencia a presión .....	86
8.9.5 Prevención de flujo inverso.....	86
9. Cálculo .....	86
9.1 Descripción del edificio .....	86
9.2 Circuito hidráulico .....	86
9.2.1 Condiciones climáticas .....	86
9.2.2.- Condiciones de uso .....	87
9.3 Determinación de la radiación .....	89
9.3.1 Dimensionamiento de la superficie de captación.....	89
9.3.2 Cálculo de la cobertura solar.....	91
9.4 Selección de la configuración básica .....	91
9.5 Selección del fluido caloportador .....	91
9.6 Diseño del sistema de captación .....	91

9.7 Diseño del sistema intercambiador-acumulador.....	91
9.8 Diseño del circuito hidráulico.....	92
9.8.1 Cálculo del diámetro de las tuberías .....	92
9.8.2 Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación.....	92
9.8.3 Bomba de circulación .....	93
9.8.4 Vaso de expansión .....	94
9.8.5 Purgadores y desaireadores.....	94
9.8.6 Sistema de regulación y control.....	94
9.8.7 Aislamiento.....	94
10.Mediciones y resumen de los equipos .....	94

## 1. Legislación aplicable

En la realización de esta instalación para este proyecto se ha tenido en cuenta el Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE) del Código Técnico de la Edificación y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

## 2. Descripción de la instalación

### 2.1 Descripción general y objeto del proyecto

Para este proyecto en concreto se ha tratado el edificio principal de experimentación e investigación de prototipos como un edificio de vivienda unifamiliar. El objeto del presente proyecto es diseñar la instalación de agua caliente sanitaria, mediante calentamiento por energía solar térmica, para una vivienda unifamiliar de nueva construcción.

### 2.2 Emplazamiento de la instalación

San Cristóbal de La Laguna, Tenerife.

Se adjuntan las coordenadas geográficas en la siguiente tabla 1:

Latitud	28° 29' 24" N
Longitud	16° 19' 12" O

**Tabla 1**

Zona climática V según el apartado 3.1.2, 'Zonas climáticas', de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE (radiación solar global media diaria anual de 19.47 MJ/m<sup>2</sup>).

### 2.3 Características de la superficie donde se instalarán los captadores. Orientación, inclinación y sombras

La orientación e inclinación de los captadores elegidos será la mostrada en la tabla 2:

Orientación	Sur (180°)
Inclinación	45°

**Tabla 2**

El campo de captadores se situará sobre la cubierta, según el plano de planta adjunto en la sección de planos del presente documento.

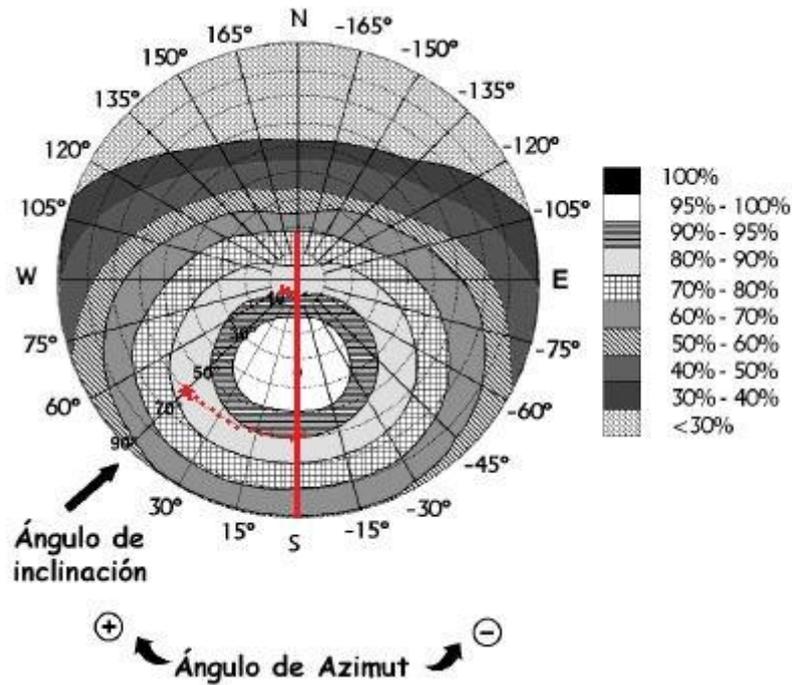
La orientación e inclinación del sistema de captación, así como las posibles sombras sobre el mismo, serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites especificados en la siguiente tabla 3 procedente del apartado de contribución solar mínima (punto 2.1) de la normativa:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

**Tabla 3**

En nuestro caso, se trabajarán paneles en disposición general, ya que no formarán parte de elementos constructivos de la urbanización (integración arquitectónica) y no se solaparán unos con otros (superposición), por lo que el total de pérdidas máximas admitidas será de un 15%. Como podrá verse en el apartado análisis de soluciones de este documento, no existen sombras adyacentes de edificios ni otros elementos que generen pérdidas en la radiación de los tejados de la estructura, por lo que las únicas pérdidas que puedan darse lugar serán generadas por la orientación e inclinación de los paneles. La orientación viene dada por el ángulo de azimut, que define la proyección entre el plano horizontal de la normal del captador del panel y el meridiano de la zona donde se ubica, como puede verse en la ilustración. En nuestro caso este ángulo será  $0^\circ$  ya que la disposición más eficiente es orientarlos al sur, donde no se produce dicho ángulo y se aprovecha la insolación a lo largo del día.

Las pérdidas por inclinación de los paneles variarán según la disposición que quieran aplicar los futuros usuarios de estas instalaciones. Sin embargo pueden calcularse unas inclinaciones máximas y mínimas que no superen las pérdidas por inclinación y orientación de un 10% antes expuestas. Para ello es necesario conocer la latitud a la que se encuentra el emplazamiento, en este caso  $28^\circ$ , recordar que la orientación es al sur y saber que la zona de la siguiente imagen 1 que corresponde a pérdidas no mayores del 10% por inclinación será la zona de rayado con entre un 90 y 95% de radiación. Así pues trazando una recta por la orientación sur y viendo los puntos de corte de la zona rayada con el ángulo de inclinación, obteniendo los ángulos máximos y mínimos (para una latitud por defecto de  $41^\circ$ ).



*Ilustración 2*

Puede observarse en la figura anterior que los ángulos de inclinación máxima son de 60° y de inclinación mínima de 7°, marcados en rojo, para el caso por defecto de una latitud de 41°. En nuestro caso corregiremos estos ángulos con la latitud de 28° de la ubicación quedando las siguientes inclinaciones:

Inclinación máxima  $60^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = 47^\circ$

Inclinación mínima  $7^\circ - (41^\circ - 28^\circ) = -6^\circ$ , que al estar fuera de rango se asumen 5°, el valor mínimo tolerado por la normativa expuesto en el punto 2b del apartado 3.5.2 del documento HE 4 del código técnico.

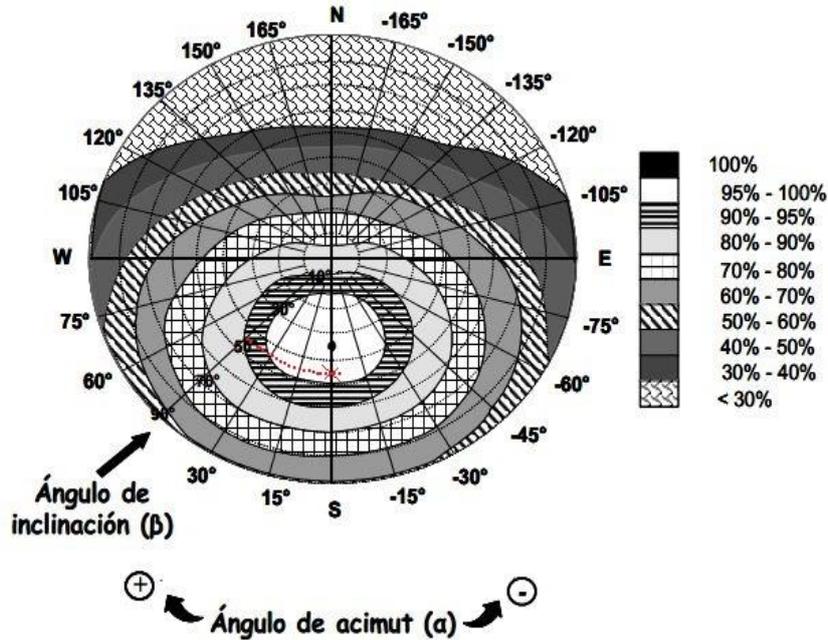
Por lo tanto puede verse que el ángulo tomado de 45 grados está dentro de los valores permitidos por la normativa para inclinaciones que producen pérdidas de irradiación inferiores a la tabla 2.3a.

Las pérdidas de radiación solar por sombras y por orientación e inclinación se muestran en la tabla 4 sucesiva.

Conjunto de captación	Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
1	General	4 %	0 %	4 %

**Tabla 4**

Las pérdidas por sombra son inexistentes al no existir elementos colindantes al edificio de este proyecto. Para el cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación se ha vuelto a utilizar la figura de los porcentajes de energía en la orientación e inclinación utilizada para el cálculo de valores máximos y mínimos de inclinación.



*Imagen 2*

Eligiendo un ángulo de inclinación ( $\beta$ ) de 45 grados y trasladamos como puede verse en las líneas rojas un ángulo de acimut ( $\alpha$ ) de 0 grados al estar orientados los paneles al sur, podemos ver aproximadamente cual es el porcentaje de energía respecto al máximo como consecuencia de la orientación e inclinación. En este caso es aproximadamente de 96% de rendimiento (al estar en la zona blanca), lo que genera unas pérdidas de 4% por orientación e inclinación como indicaba la tabla 2.3b previa.

## 2.4 Tipo de instalación

El sistema de captación solar para consumo de agua caliente sanitaria se caracteriza por tener circulación forzada, ser un sistema cerrado por su sistema de expansión; por su sistema de transferencia de calor es del tipo de intercambiador de calor en el acumulador solar y por su aplicación será de calentamiento de agua.

## 3. Captadores

El tipo y disposición de los captadores que se han seleccionado se describe a continuación en la tabla 5:

Marca	Modelo	Disposición	Número total de captadores	Número de baterías
"JUNKERS"	F2/300/FKT-2	En paralelo	2	1

*Tabla 5*

El captador seleccionado debe poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia, según lo regulado en el RD 891/1980, de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

### 3.1 Disposición de los captadores

Los captadores se dispondrán en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se conectan entre sí en paralelo con sus válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes durante los trabajos de mantenimiento, sustitución, etc.

La entrada de fluido caloportador se efectúa por el extremo inferior del primer captador de la batería y la salida por el extremo superior del último.

La entrada tiene una pendiente ascendente del 1% en el sentido de avance del fluido caloportador.

### 3.2 Fluido caloportador

Para evitar riesgos de congelación en el circuito primario, el fluido caloportador incorporará anticongelante. Se debe cumplir la reglamentación vigente por lo que su punto de congelación debe ser inferior a la temperatura mínima histórica ( $-3^{\circ}\text{C}$  en este caso) con un margen de seguridad de  $5^{\circ}\text{C}$ . En cualquier caso, su calor específico no será inferior a  $3 \text{ KJ/kg}\cdot\text{K}$  (equivalente a  $0.7 \text{ Kcal/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$ ).

En este caso, se ha elegido como fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 20%, con lo que se garantiza la protección de los captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de  $-8^{\circ}\text{C}$ , así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas.

Las principales características de este fluido caloportador son las siguientes:

- Densidad:  $1030.00 \text{ Kg/m}^3$ .
- Calor específico:  $3.811 \text{ KJ/kgK}$ .
- Viscosidad ( $60^{\circ}\text{C}$ ):  $2.29 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ .

## 4. Depósito acumulador

### 4.1 Volumen de acumulación

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con las especificaciones del apartado 2.2.5 Sistemas de acumulación solar y conexión de sistema de generación auxiliar de la sección HE 4 DB-HE CTE.

$$50 < (V/A) < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Para este caso  $V/A=293 \text{ litros}/4.85 \text{ m}^2 = 61 \text{ l/m}^2$ . Por lo que el depósito de acumulación se encuentra dentro de las especificaciones que exige la normativa.

El modelo de acumulador usado se describe a continuación:

- Modelo: F2/300/FKT-2
- Diámetro: 710 mm
- Altura: 1325 mm
- Vol. acumulación: 293 litros

### 4.2 Conjuntos de captación

En la siguiente tabla 6 pueden consultarse los volúmenes de acumulación y áreas de intercambio totales para cada conjunto de captación:

Conjunto de captación	Volumen de acumulación (l)	Superficie de captación (m <sup>2</sup> )
1	293	4.85

*Tabla 6*

## 5. Energía auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica en cualquier circunstancia, la instalación de energía solar debe contar con un sistema de energía auxiliar, en este caso energía eléctrica. Este sistema de energía auxiliar tiene suficiente potencia térmica para proporcionar la energía necesaria para la producción total de agua caliente sanitaria, en ausencia de radiación solar. La energía auxiliar se aplica en el circuito de consumo, no en el circuito primario de captadores.

El sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea dispone de un termostato de control sobre la temperatura de preparación. El equipo es capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente, con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

## 6. Circuito hidráulico

El circuito hidráulico que se ha diseñado para la instalación es de retorno invertido y, por lo tanto, está equilibrado. El caudal de fluido portador se determina de acuerdo con las especificaciones del fabricante, según aparece en el apartado de cálculo.

### 6.1 Bombas de circulación

La bomba de circulación de esta instalación permite trasvasar el caudal y presión enunciados en la siguiente tabla 7:

Caudal (l/h)	Presión (Pa)
290.0	2230

*Tabla 7*

## **6.2 Tuberías**

Tanto para el circuito primario como para el de consumo, las tuberías utilizadas son de cobre están colocadas superficialmente con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento.

## **6.3 Vaso de expansión**

El sistema de expansión que se emplea en el proyecto será cerrado, de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda establecer la operación automática cuando la potencia esté disponible de nuevo.

## **6.4 Purgadores**

Se utilizarán purgadores automáticos, ya que no está previsto que se forme vapor en el circuito. Soportan, al menos, la temperatura de estancamiento del captador y, en cualquier caso, hasta 150°C.

## **7. Sistema de control**

El sistema de control asegura el correcto funcionamiento de la instalación, facilitando un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando el uso adecuado de la energía auxiliar. Se ha seleccionado una centralita de control para sistema de captación solar térmica "JUNKERS"/F2/300/FKT-2, con sondas de temperatura con las siguientes funciones:

- Control de la temperatura del captador solar
- Control y regulación de la temperatura del acumulador solar
- Control y regulación de la bomba en función de la diferencia de temperaturas entre captador y acumulador.

## **8. Diseño y ejecución de la instalación**

### **8.1 Montaje de los captadores**

Se aplicará a la estructura soporte las exigencias básicas del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad. El diseño y construcción de la estructura y sistema de fijación de los captadores permite dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

En el caso que nos ocupa, el anclaje de los captadores al edificio se realizará mediante una estructura metálica proporcionada por el fabricante. La inclinación de los captadores será de 45°.

## 8.2 Tuberías

El diámetro de las tuberías se ha dimensionado de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s y que la pérdida de carga unitaria sea inferior a 40.0 mm.c.a/m.

## 8.3 Válvulas

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y sus condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura). Las válvulas de seguridad serán capaces de derivar la potencia máxima de los captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se sitúan en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, aguas arriba de la válvula de intercepción.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

- Cuerpo y tapa: fundición de hierro o de latón.
- Mecanismo: acero inoxidable.
- Flotador y asiento: acero inoxidable.
- Obturador: goma sintética.

Los purgadores automáticos son capaces de soportar la temperatura máxima de trabajo del circuito.

## 8.4 Vaso de expansión

El vaso de expansión es cerrado con membrana. La tubería de conexión del vaso de expansión no está aislada térmicamente y tiene el volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

El vaso de expansión cerrado se ha dimensionado de forma que la presión mínima en frío, en el punto más alto del circuito, no sea inferior a 1.5 Kg/cm<sup>2</sup>, y que la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

El depósito de expansión es capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo, incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores.

## 8.5 Aislamientos

El aislamiento de los acumuladores cuya superficie sea inferior a 2 m<sup>2</sup> tendrá un espesor mínimo de 30 mm como es el caso de esta instalación.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios situados al interior o exterior, son los valores especificados en RITE.I.T.1.2.4.2.1.1. mostrados en la siguiente imagen 3:

<b>Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios</b>			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

<b>Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios</b>			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60

*Imagen 3*

## 8.6 Purga de aire

El trazado del circuito favorece el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos. Los trazados horizontales de tubería tienen una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de des-aireación y purgador manual o automático.

Las líneas de purga tienen los orificios de descarga dispuestos para que el vapor o medio de transferencia de calor que salga por las válvulas de seguridad no cause ningún riesgo a personas, a materiales o al medio ambiente.

## **8.7 Sistema de llenado**

El circuito al tener vaso de expansión cerrado incorpora un sistema de llenado que permite llenar el circuito primario de fluido caloportador y mantenerlo presurizado.

## **8.8 Sistema eléctrico y de control**

El sistema eléctrico y de control cumple el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación. Los cuadros están diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo a dicho reglamento.

El usuario está protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El rango de temperatura ambiente admisible para el funcionamiento del sistema de control es el siguiente:  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ . Los sensores de temperatura soportan los valores máximos previstos para la temperatura en el lugar ubicado. Soportan además, sin alteraciones superiores a  $1^{\circ}\text{C}$ , una temperatura de hasta  $100^{\circ}\text{C}$ .

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la zona de medición por lo que están instalados en contracorriente con el fluido.

## **8.9 Sistemas de protección**

### **8.9.1 Protección contra sobrecalentamientos**

El sistema está diseñado de tal forma que, con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar el sistema a su estado normal de operación. Para ello se ha dimensionado un número de captadores tales que no se exceda en gran medida la aportación solar, y el sistema de control del equipo sea capaz de eliminar los excedentes energéticos en el caso de que éstos se produzcan.

### **8.9.2 Protección contra quemaduras**

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de  $60^{\circ}\text{C}$ , se producirá la mezcla con agua fría mediante el sistema automático de control, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para compensar las pérdidas.

### **8.9.3 Protección de materiales y componentes contra altas temperaturas**

El sistema cuenta con el equipamiento necesario de tal forma que no se excede la máxima temperatura permitida por cada material o componente de la instalación de producción de A.C.S.

### **8.9.4 Resistencia a presión**

Los componentes del sistema se han elegido de manera que puedan soportar la presión a la que trabaja el fluido caloportador en el circuito primario en toda su longitud.

### **8.9.5 Prevención de flujo inverso**

La instalación del sistema asegura que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del mismo. Como el sistema es por circulación forzada, se utiliza una válvula anti retorno para evitar flujos inversos como puede verse tras la bomba, en el esquema de la instalación del plano 20 en la sección de planos de este documento.

## **9. Cálculo**

### **9.1 Descripción del edificio**

El objeto del presente proyecto se tomará el edificio dedicado a la experimentación e investigación de prototipos, como vivienda unifamiliar de nueva construcción para los cálculos. El edificio está situado en San Cristóbal de La Laguna, zona climática V según el apartado 4.2, 'Zonas climáticas', de la sección HE 4 del DB HE Ahorro de energía del CTE (radiación solar global media diaria anual de 19.47 MJ/m<sup>2</sup>).

El edificio se tratará como una vivienda de 5 habitaciones o salas principales equivalentes a los despachos de cada energía, el almacén y la sala común o multiusos, con una ocupación media de 6 personas.

### **9.2 Circuito hidráulico**

#### **9.2.1 Condiciones climáticas**

Para la determinación de las condiciones climáticas (radiación global total en el campo de captadores, temperatura ambiente diaria y temperatura del agua de suministro de la red) se han utilizado los datos recogidos en las normas UNE 94002 Instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria, UNE 94003 Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas y en el documento "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT", de la Agencia Estatal de Meteorología. Todos los parámetros anteriores se muestran en la siguiente tabla 8

Mes	Radiación global (MJ/m <sup>2</sup> )	Temperatura ambiente diaria (°C)	Temperatura de red (°C)
Enero	12.49	12	11
Febrero	15.19	12	11
Marzo	18.14	13	12
Abril	22.00	13	14
Mayo	23.72	15	15
Junio	25.99	16	16
Julio	27.36	19	18
Agosto	25.27	19	18
Septiembre	21.24	18	18
Octubre	17.24	16	14
Noviembre	13.32	15	13
Diciembre	11.41	13	12

Tabla 8

### 9.2.2.- Condiciones de uso

Teniendo en cuenta el nivel de ocupación, se obtiene un valor medio de 28 litros por persona y día, con una temperatura de consumo de referencia de 60 °C como indica la tabla 4.1 del apartado 4.1.1 “Cálculo de la demanda” de la normativa “. Al tratarse el recinto como una vivienda unifamiliar, se asume un coeficiente de simultaneidad igual a 1. La ocupación final y el consumo total se resumen en la siguiente tabla 9:

Número de habitaciones	4
Ocupación (Nº personas)	6
Consumo de referencia litros/día	168

Tabla 9

A partir de los datos anteriores se puede calcular la demanda energética para cada mes. Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla 10:

Mes	Ocupación (%)	Consumo (m <sup>3</sup> )	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	5.2	11	49	1066.59
Febrero	100	4.7	11	49	947.49
Marzo	100	5.2	12	48	1027.57
Abril	100	5.0	14	46	953.62
Mayo	100	5.2	15	45	963.97
Junio	100	5.0	16	44	912.13
Julio	100	5.2	18	42	899.66
Agosto	100	5.2	18	42	899.66
Septiembre	100	5.0	18	42	870.64
Octubre	100	5.2	14	46	984.70
Noviembre	100	5.0	13	47	973.68
Diciembre	100	5.2	12	48	1027.57

Tabla 10

La descripción de los valores mostrados, para cada columna, es la siguiente:

- Ocupación: Estimación del porcentaje mensual de ocupación.
- Consumo: Se ha calculado usando el consumo de referencia (tabla 9.2.2a) de 180 litros/día (0.180m<sup>3</sup>/día), la ocupación del 100% en todos los meses el número de días de cada mes. Se adjunta el caso del consumo de enero a modo de ejemplo:

$$C = 0,168 \frac{m^3}{días} \times 31 \text{ días} = 5.208 m^3 \approx 5.2 m^3$$

- Temperatura de red: Temperatura de suministro de agua (valor mensual en °C).
- Demanda térmica: Expresa la demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{acs} = \rho \cdot C \cdot C_p \cdot \Delta T$$

donde:

$Q_{acs}$ : Demanda de agua caliente (MJ).

$\rho$ : Densidad volumétrica del agua (Kg/m<sup>3</sup>), se ha usado 1000 Kg/m<sup>3</sup>

C: Consumo (m<sup>3</sup>).

$C_p$ : Calor específico del agua (MJ/kg°C), se ha utilizado  $4.186 \cdot 10^{-3}$  MJ/kg°C

$\Delta T$ : Salto térmico ( $^{\circ}\text{C}$ ), siendo la diferencia de temperatura que tiene el agua de la red y  $60^{\circ}\text{C}$  a producir.

Se ha calculado la demanda de agua caliente del mes de enero a continuación a modo de ejemplo:

$$Q_{acs} = \rho \cdot C \cdot C_p \cdot \Delta T = 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 5.2 \text{ m}^3 \times 4.186 \cdot 10^{-3} \frac{\text{MJ}}{\text{Kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \times 49^{\circ}\text{C} = 1066.59 \text{ MJ}$$

### 9.3 Determinación de la radiación

Para obtener la radiación solar efectiva que incide sobre los captadores se han tenido en cuenta los siguientes parámetros de orientación e inclinación mostrados en la tabla 11 (explicados previamente en el apartado 2.3 de este anexo):

Orientación	S(180°)
Inclinación	45°

*Tabla 11*

No se prevén sombras proyectadas sobre los captadores.

#### 9.3.1 Dimensionamiento de la superficie de captación

El dimensionamiento de la superficie de captación se ha realizado mediante el método de las curvas 'f' (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales. Para ello se han utilizado varios software especializados que utilizan las curvas f-chart, ya que dicho método es ideal para calcular la cobertura de los captadores solares para cubrir las cargas térmicas y hallar los rendimientos medios en largos periodos de tiempo teniendo en cuenta la climatología de la zona e irradiación solar, los datos del fabricante de los paneles solares y la demanda estimada de AC.S. Para esta labor se ha utilizado el portal *konstruir.com*[2] al ser libre y gratuito, tener una base de datos de fabricantes de paneles solares bastante amplia entre los que se encuentran los elegidos para esta instalación y tener en cuenta la normativa de HE 4 utilizada.

Los valores obtenidos de dicho software de fracción solar que es capaz de obtenerse mediante los paneles solares se muestran en la tabla 12. El resto de porcentaje fuera de la fracción solar es derivado a la energía auxiliar, en este caso al calentamiento por el efecto Joule del termo eléctrico.

Para obtener dichos valores se han asumido un volumen de acumulación equivalente, de forma aproximada, a la carga de consumo diario promedio. La superficie de captación se dimensiona para conseguir una fracción solar anual superior al 60%, tal como se indica en el apartado 2.2.1,

'Contribución solar mínima para ACS y/o piscinas cubiertas', de la sección HE 4 DB-HE CTE. Dicho porcentaje de fracción solar es aplicable a una zona climática V y una demanda de consumo de 50 a 5000 litros/día de la tabla 2.1 como es aplicable en la instalación.

Mes	Radiación global (MJ/m <sup>2</sup> )	Temperatura ambiente diaria (°C)	Demanda (MJ)	Energía auxiliar (MJ)	Fracción solar (%)
Enero	12.49	12	1066.59	170.65	84
Febrero	15.19	12	947.49	87.61	91
Marzo	18.14	13	1027.57	63.34	94
Abril	22.00	13	953.62	35.17	96
Mayo	23.72	15	963.97	67.50	93
Junio	25.99	16	912.13	36.81	96
Julio	27.36	19	899.66	0.00	103
Agosto	25.27	19	899.66	0.00	106
Septiembre	21.24	18	870.64	0.00	106
Octubre	17.24	16	984.70	0.00	104
Noviembre	13.32	15	973.68	65.81	93
Diciembre	11.41	13	1027.57	182.61	82

*Tabla 12*

El valor resultante hallado con el método F-CHART es de una superficie de captación es de 4.85 m<sup>2</sup> al necesitarse dos captadores (cada captador tiene una superficie útil de 2.43m<sup>3</sup>), para el consumo diario de 168 litros de A.C.S. (el volumen de acumulador es de 293 l).

En la tabla 12 puede comprobarse que la energía producida por la instalación no supera en ningún mes el 110 % de la demanda energética; así como también puede comprobarse que en todas las mensualidades no se baja del 60% mínimo exigidos de fracción solar para la cobertura de la demanda, por lo que la media anual de la fracción solar (95.6%) supera con creces el mínimo requerido según la normativa.

Los resultados obtenidos muestran que en más de tres meses se supera el 100% de la demanda energética como no recomienda que suceda la normativa. Sin embargo puede considerarse esta energía sobrante como despreciable ya que el software toma como referencia la provincia al completo de Santa Cruz de Tenerife, la cual en su conjunto recibe más irradiación que la ciudad de San Cristóbal de La Laguna. A pesar de considerarse escaso el exceso de energía, pueden tomarse varias medidas recomendadas por la normativa del punto 2.2.2.2 “Protección contra sobrecalentamientos” tales como disipar los excedentes energéticos, tapar parcialmente algún captador, etc.

### 9.3.2 Cálculo de la cobertura solar

La cobertura solar anual conseguida mediante el sistema es igual al 95.6%, resultado de hallar la fracción solar media.

### 9.4 Selección de la configuración básica

La instalación consta de un circuito primario cerrado (circulación forzada) dotado de un sistema de captación (con una superficie total de captación de 4.85 m<sup>2</sup>) y con un intercambiador, incluido en el acumulador de la vivienda. Se ha previsto, además, la instalación de un sistema de energía auxiliar.

### 9.5 Selección del fluido caloportador

La temperatura histórica en la zona es de -3°C. La instalación está preparada para soportar sin congelación una temperatura de -8°C (5° menos que la temperatura mínima histórica según normativa). Para ello, el porcentaje en peso de anticongelante es de un 20% en el fluido caloportador.

### 9.6 Diseño del sistema de captación

El sistema de captación estará formado por dos elementos captadores del tipo F2/300/FKT-2 ("JUNKERS"), con una superficie de apertura de cada captador es de 2.43 m<sup>2</sup> (superficie útil) y una disposición del sistema de captación completamente definida en los planos del proyecto 19 y 20 de la sección de planos de este proyecto.

### 9.7 Diseño del sistema intercambiador-acumulador

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con:

$$50 < (V/A) < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Para este caso  $V/A=293 \text{ litros}/4.85 \text{ m}^2 = 61 \text{ l/m}^2$ . Por lo que el depósito de acumulación se encuentra dentro de las especificaciones que exige la normativa. La siguiente tabla 13 describe las dimensiones con las que cuenta el intercambiador acumulador:

Unidad de ocupación	Modelo	Pérdida de carga Pa:	Sup. intercambio m <sup>2</sup> :	Diámetro mm:	Altura (mm)	Vol. acumulación (litros)
1	F2/300/FKT-2	0.0	0.60	710	1325	293

*Tabla 13*

## 9.8 Diseño del circuito hidráulico

### 9.8.1 Cálculo del diámetro de las tuberías

Para el circuito primario de la instalación se utilizarán tuberías de cobre. El diámetro de las tuberías se selecciona de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s y superior a 0.5 m/s como indica la normativa de suministro de agua para tuberías metálicas, en este caso se ha tomado una velocidad de 0.5 m/s para tener en cuenta la situación más desfavorable. Conociendo que el equipo trabaja a con un caudal de 290 l/h ( $8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$ ), se ha calculado el diámetro correspondiente a dicho caudal y velocidad del fluido mediante la relación  $Q=S \cdot V$ , para luego hallar el diámetro conociendo la superficie por la que se trasvasa el líquido al saber que la tubería de cobre es circular:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V}} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00008 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{\pi \cdot 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}} \times 1000 = 14,3 \text{ mm}$$

Por lo tanto se ha optado por la tubería comercial de diámetro interior inmediatamente superior, por lo que finalmente la tubería de cobre que compondrá la instalación será de 16 mm de diámetro, denominada comercialmente DN 18x1 (en los planos aparece nombrada como 16/18 en referencia a los diámetros interior y exterior, al tener 1 mm de espesor).

### 9.8.2 Cálculo de las pérdidas de carga de la instalación

Para el cálculo de pérdidas de carga de la instalación se ha hecho uso de la “*Guía del instalador de agua caliente sanitaria*”[3] que proporciona el fabricante de los captadores solares Junkers utilizados en este proyecto. En dicho documento, el fabricante recomienda utilizar la expresión:

$$H_t = K \cdot Q^2 \cdot L_{eq}$$

Siendo  $L_{eq}$  la longitud equivalente resultante de sumar la longitud total de las tuberías y la longitud equivalente de los accesorios de la imagen 4,  $Q$  el caudal utilizado y  $K$  el coeficiente de rozamiento de la tubería elegido de la imagen 5 según material y diámetros.

La longitud de las tuberías es de 11,3 metros y la longitud equivalente de los accesorios es igual a 5,49 metros (4 válvulas, 10 codos y una derivación en T utilizando un diámetro de  $\frac{3}{4}$  de pulgada, aproximadamente 19 mm), lo que hace una longitud total final de  $L_{eq}=16,79$  metros. El valor del coeficiente de rozamiento para el cobre y diámetros de 15 mm es de 0,53. Las pérdidas totales resultan:

$$H_t = K \cdot Q^2 \cdot L_{eq} = 0.53 \cdot 4.83^2 \frac{\text{l}}{\text{min}} \cdot 16.79 \text{ m} = 207.6 \text{ mm. c. a. de pérdidas totales.}$$

Finalmente a las pérdidas totales se les deben sumar las pérdidas hidráulicas internas de los captadores, las cuales se pueden estimar como 10 mm.c.a. en cada uno, las cuales sumadas a las ya calculadas hacen unas pérdidas de carga totales de 227,6 mm.c.a. = 0.2276 m.c.a.

Las pérdidas de carga de la instalación en kilo pascales son 2.23 KPa

		DIÁMETROS					
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1"1/4	1"1/2
VÁLVULAS	Esférica	1.3	1.4	1.5	1.8	2.1	2.2
	Angular	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6
	Compuerta	0.08	0.09	0.1	0.15	0.15	0.3
CODOS	Recto	0.25	0.3	0.5	0.6	0.9	1.2
	Gran radio	0.25	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9
DERIVACIÓN EN T	Tramo recto	0.25	0.3	0.45	0.75	0.8	0.9
	Recto reducido	0.25	0.3	0.5	0.8	0.9	1.2
	Derivación	1.0	1.1	1.5	1.8	2.5	3.0
ENSANCHAMIENTO	de 1/4	0.25	0.3	0.5	0.7	0.9	1.2
	de 1/2	0.25	0.3	0.45	0.6	0.75	0.9
	de 3/4	0.08	0.09	0.15	0.15	0.25	0.3
CONTRACCIÓN	a 1/4	0.2	0.25	0.3	0.35	0.45	0.6
	a 1/2	0.1	0.15	0.25	0.3	0.35	0.45
	de 3/4	0.1	0.12	0.15	0.18	0.3	0.35

*Imagen 4*

Diámetro Tubería		Material			
mm	"	Cobre	Acero	Galvanizado	Polietileno
10,00	3/8"	4,68	13,50	19,36	27,5
15,00	1/2"	0,53	1,54	2,55	3,82
20,00	3/4"	0,12	0,34	0,49	0,79
25,00	1"	0,04	0,10	0,15	0,18

*Imagen 5*

### 9.8.3 Bomba de circulación

La bomba de circulación necesaria en el circuito primario tiene la función de aportar una presión igual a las pérdidas totales del circuito antes expuesto y ser capaz de trasvasar el caudal de circulación tiene un valor de 290.00 l/h para generar la circulación forzada del fluido de trabajo de la instalación.

Debido a la poca presión que suponen las pérdidas de carga de la instalación se ha optado por una electrobomba de recirculación de 3 velocidades de 0.071 KW de potencia, como puede verse más detenidamente en el apartado de presupuesto de este documento. En los planos 19 y 20 de la sección de planos puede verse la colocación de la misma respecto a los demás componentes de la instalación.

### 9.8.4 Vaso de expansión

El vaso de expansión de la instalación tiene una capacidad de 25 litros y está conexasiónado a la salida del intercambiador-acumulador como puede verse en el esquema de la instalación del plano 20 de la sección de planos. La conexión del mismo al resto del tramo de tuberías cuenta con una llave de corte a su entrada y una válvula de seguridad como puede comprobarse en el plano anteriormente mencionado.

### 9.8.5 Purgadores y des-aireadores

El sistema de purga está situado en la batería de captadores.

### 9.8.6 Sistema de regulación y control

El sistema de regulación y control tiene como finalidad la actuación sobre el régimen de funcionamiento de las bombas de circulación, la activación y desactivación del sistema anti-heladas, así como el control de la temperatura máxima en el acumulador. En este caso, el regulador utilizado es el siguiente: F2/300/FKT-2, "JUNKERS".

### 9.8.7 Aislamiento

El aislamiento térmico del circuito primario se realizará mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. El espesor del aislamiento será de 35 mm en las tuberías exteriores (circuito primario de esta instalación) y de 25 mm en las interiores.

## 10. Mediciones y resumen de los equipos

A modo de resumen se engloban todos los equipos utilizados en la instalación de producción de agua caliente sanitaria en la siguiente tabla 10, distribuidos según el plano correspondiente a esta instalación.

Equipos	Descripción	Cantidad
Captador solar térmico completo	Modelo F2/300/FKT-2 "JUNKERS"	1 Ud.
Tubería circuito primario	Tuberías cobre 16 mm diámetro	11,33 m.
Bomba centrífuga	Bomba 0,071 KW. de potencia	1 Ud.

**Tabla 14**

Los equipos restantes mencionados en este anexo como el vaso de expansión, sistema de control, purgador, etc. van implícitos en el equipo de captador solar térmico completo de la tabla de mediciones ya que los suministra el fabricante dicho equipo acorde a los requisitos del mismo.



TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE ZONA  
DEDICADA A INSTALACIÓN DE  
PROTOTIPOS DE EXPERIMENTACIÓN  
PLANOS**

**Carlos Alfonso Castro Rodríguez**



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Tutoras: Isabel Martín Mateos y Beatriz Trujillo Martín

San Cristóbal de La Laguna, 2018

## INDICE DE PLANOS

<b>Plano de Emplazamiento .....</b>	<b>1</b>
<b>Plano de Replanteo del Terreno .....</b>	<b>2</b>
<b>Plano de Vistas 3D Sur .....</b>	<b>3</b>
<b>Plano de Vistas 3D Norte .....</b>	<b>4</b>
<b>Plano de Implantación del Edificio en Parcela .....</b>	<b>5</b>
<b>Plano de Sectorización Plataformas Eólica y Solar .....</b>	<b>6</b>
<b>Plano de Distribución y Despiece de Pilares .....</b>	<b>7</b>
<b>Plano de Distribución de Vigas, Paños y Pórticos .....</b>	<b>8</b>
<b>Plano de Despiece de Vigas y Pórticos – 1 .....</b>	<b>9</b>
<b>Plano de Despiece de Vigas y Pórticos – 2 .....</b>	<b>10</b>
<b>Plano de Fachadas Trasera y Sur .....</b>	<b>11</b>
<b>Plano de Fachadas Frontal y Norte .....</b>	<b>12</b>
<b>Plano de Planta .....</b>	<b>13</b>
<b>Plano de Instalación Eléctrica - Edificio.....</b>	<b>14</b>
<b>Plano de Instalación Eléctrica – Plataforma Solar .....</b>	<b>15</b>
<b>Plano de Instalación Eléctrica - Plataforma Eólica.....</b>	<b>16</b>
<b>Plano de Esquema Unifilar – Edificio Principal.....</b>	<b>17A</b>
<b>Plano de Esquema Unifilar – Plataformas Solar y Eólica .....</b>	<b>17B</b>
<b>Plano de Salubridad: Suministro de Agua .....</b>	<b>18</b>
<b>Plano de Salubridad: Suministro de Agua – Plataforma Solar .....</b>	<b>19</b>

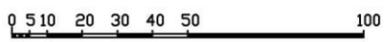
<b>Plano de Salubridad: Suministro de Agua – Plataforma Eólica .....</b>	<b>20</b>
<b>Plano de Esquema de la Instalación de Suministro de Agua y Vista 3D .....</b>	<b>21</b>
<b>Plano de Instalación de Evacuación aguas residuales y vista 3D .....</b>	<b>22</b>
<b>Plano de Instalación de Evacuación aguas pluviales .....</b>	<b>22</b>
<b>Plano de Instalación de Protección Contra Incendios – Edificio Principal .....</b>	<b>23</b>
<b>Plano de Instalación de Protección Contra Incendios – Plataformas .....</b>	<b>24</b>
<b>Plano de Emplazamiento de la Instalación Solar Térmica .....</b>	<b>25</b>
<b>Plano de Esquema de la Instalación Solar Térmica y Vista 3D .....</b>	<b>26</b>



- PALMERA
- ACACIA
- DRAGO
- PINO CANARIO
- FICUS

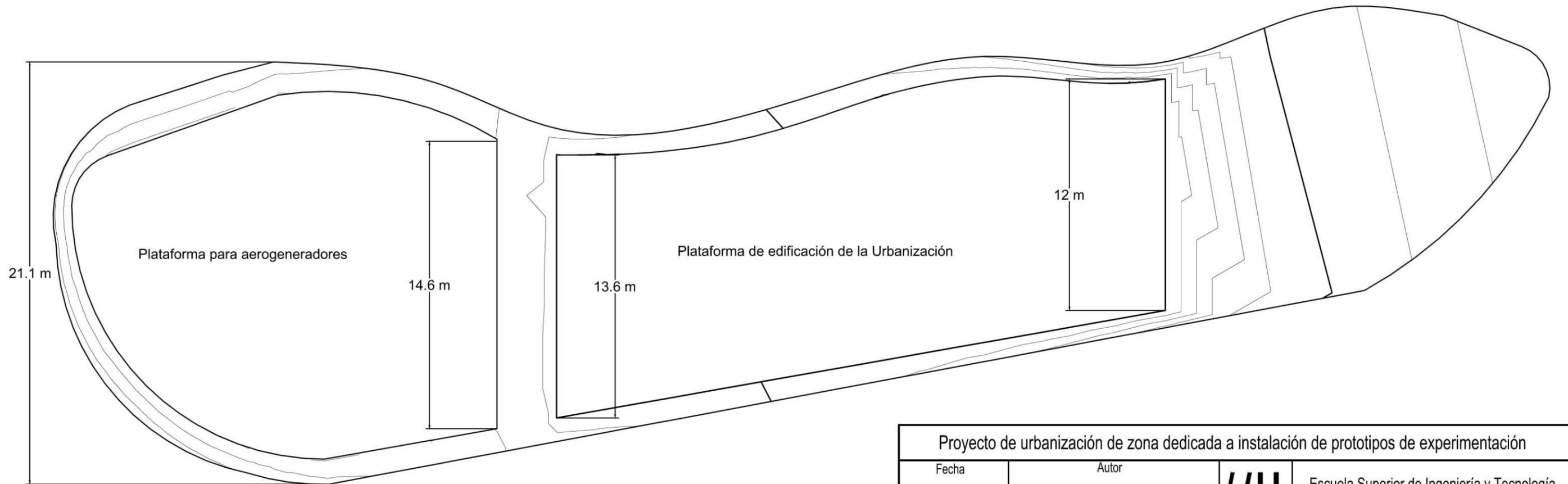
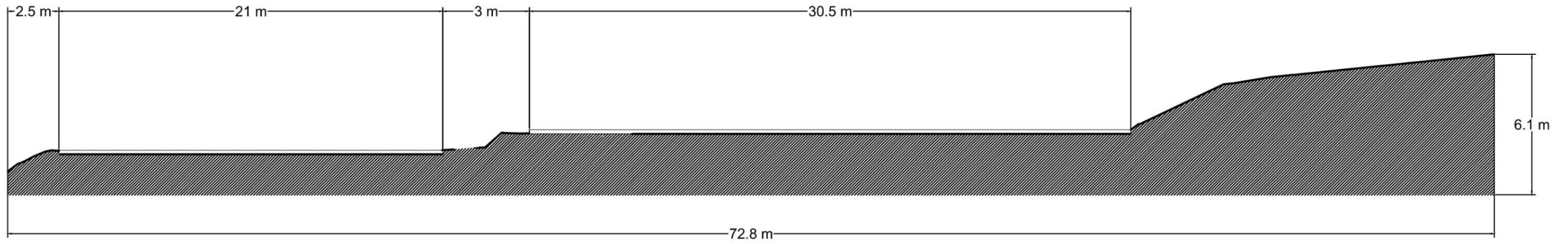
**LEYENDA**

	<b>ZONAS DE CESPED (C) (M2):</b> MANZANA EDIFICIO CENTRAL (1735,95) CAMPUS DEPORTIVO UNIVERSITARIO (8943,31) RESIDENCIA SANTA MARIA (1126,71)
	<b>SUPERFICIE AJARDINADA (J) (M2):</b> MANZANA EDIFICIO CENTRAL (10381,07) CAMPUS DEPORTIVO UNIVERSITARIO (2952,87) RESIDENCIA SANTA MARIA (293,11)
	<b>ZONAS ABANDONADAS (Ab) (M2):</b> MANZANA EDIFICIO CENTRAL (2908,10) CAMPUS DEPORTIVO UNIVERSITARIO (0,00) RESIDENCIA SANTA MARIA (0,00)



<b>Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación</b>		
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez	 <b>ULL</b> Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982	
ESCALA: 1:2000	<b>PLANO DE EMPLAZAMIENTO</b>	Nº P. : 1

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
Grado Ingeniería Mecánica Industrial  
Universidad de La Laguna



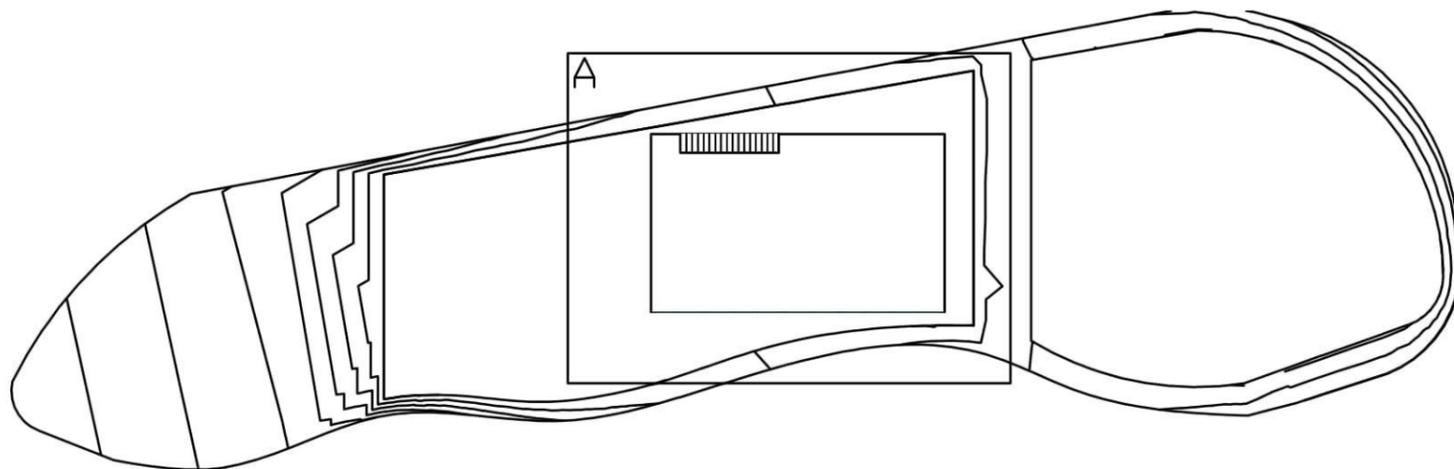
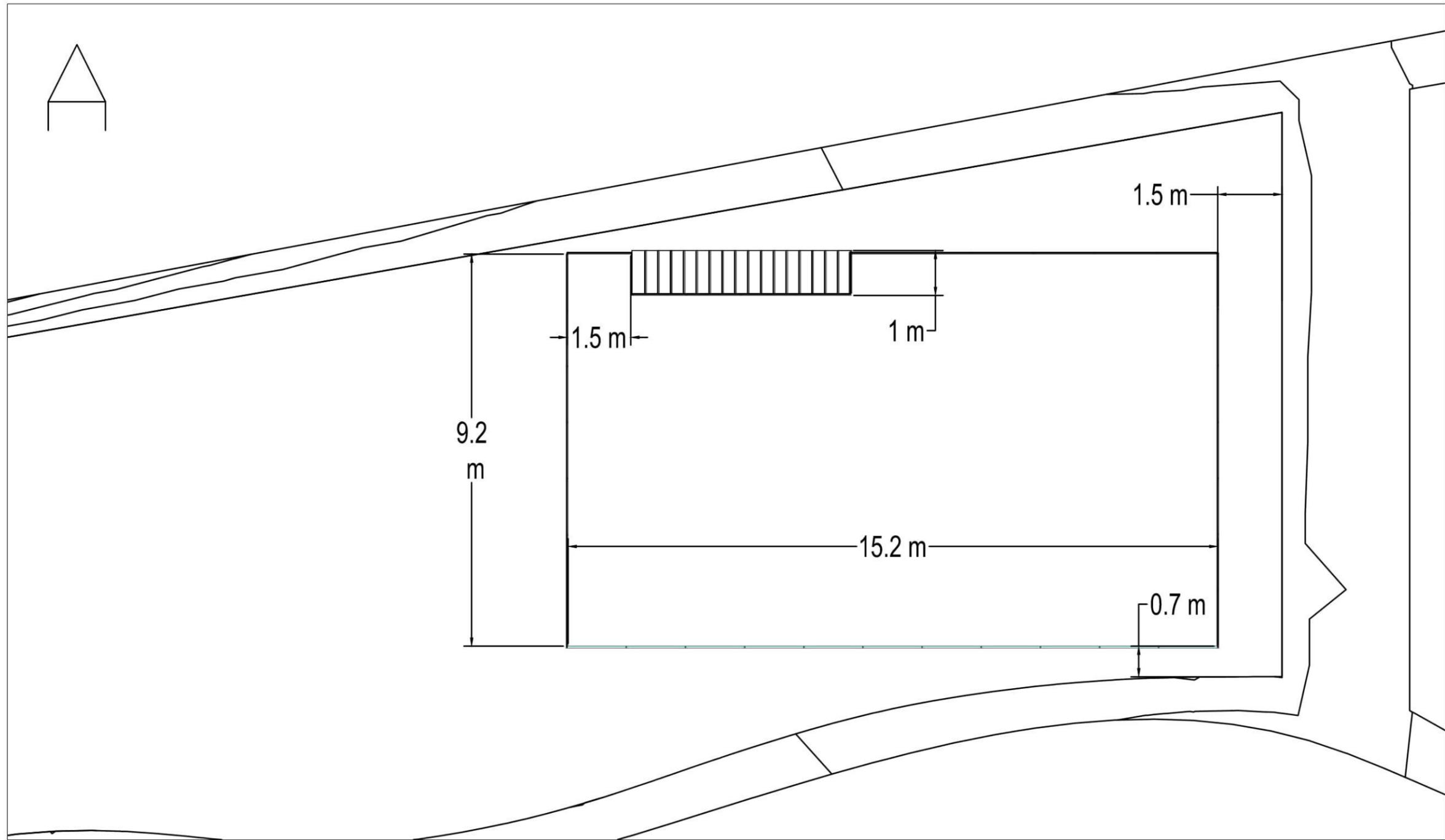
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2017	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:200	PLANOS DE REPLANTEO DEL TERRENO		Nº P.: 2



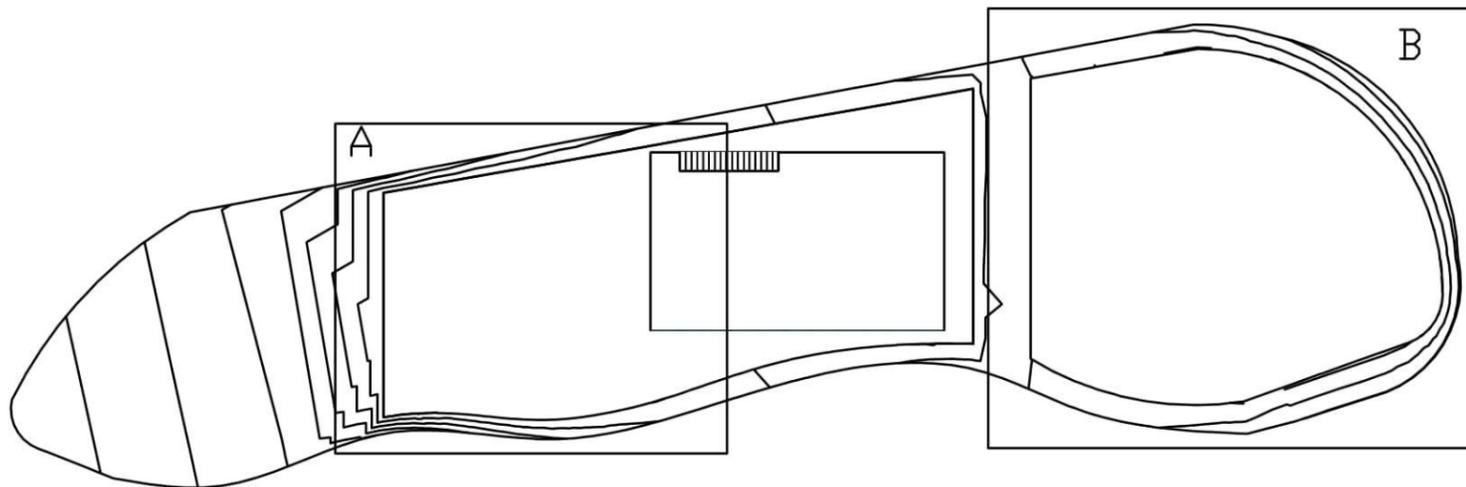
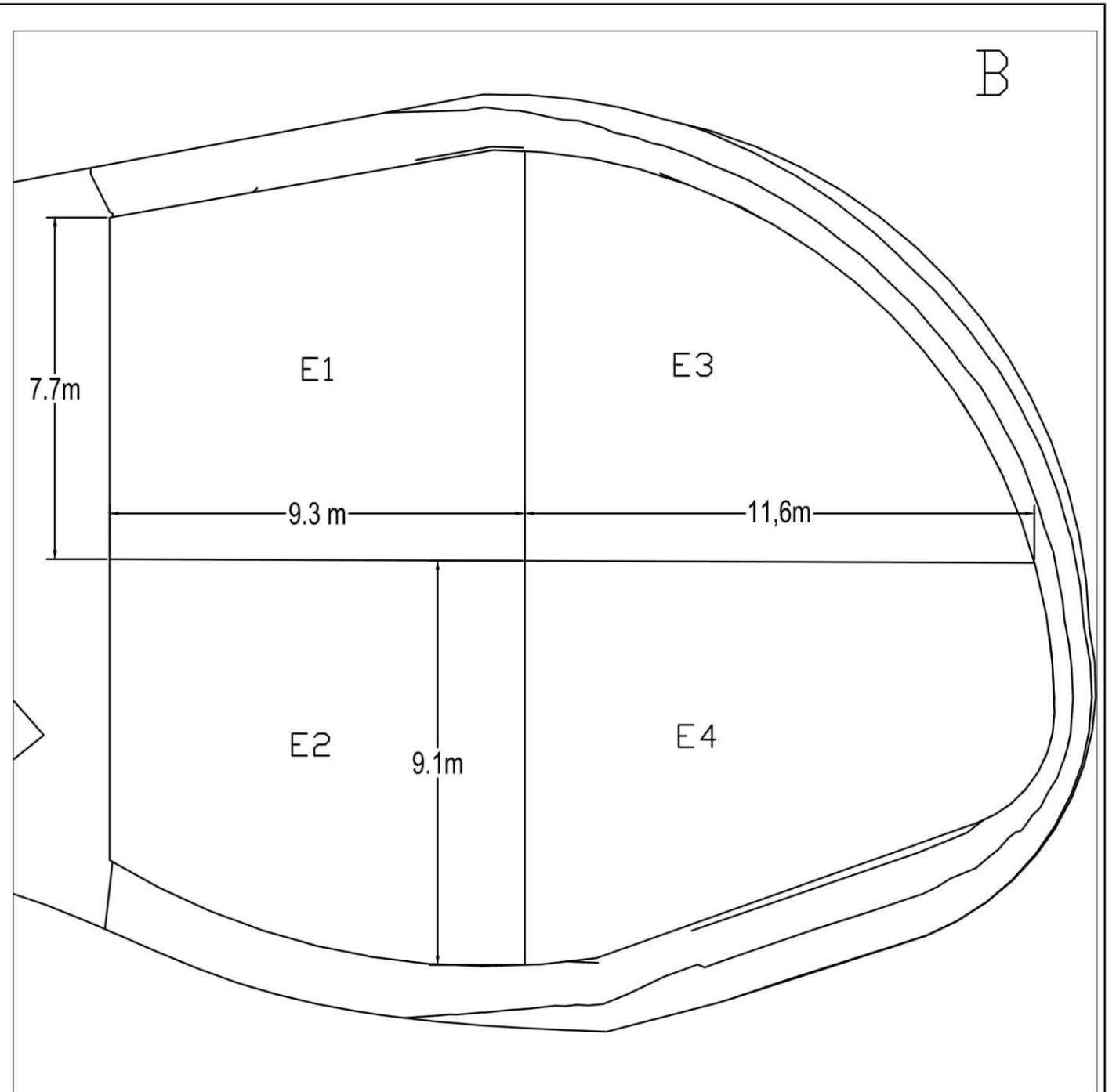
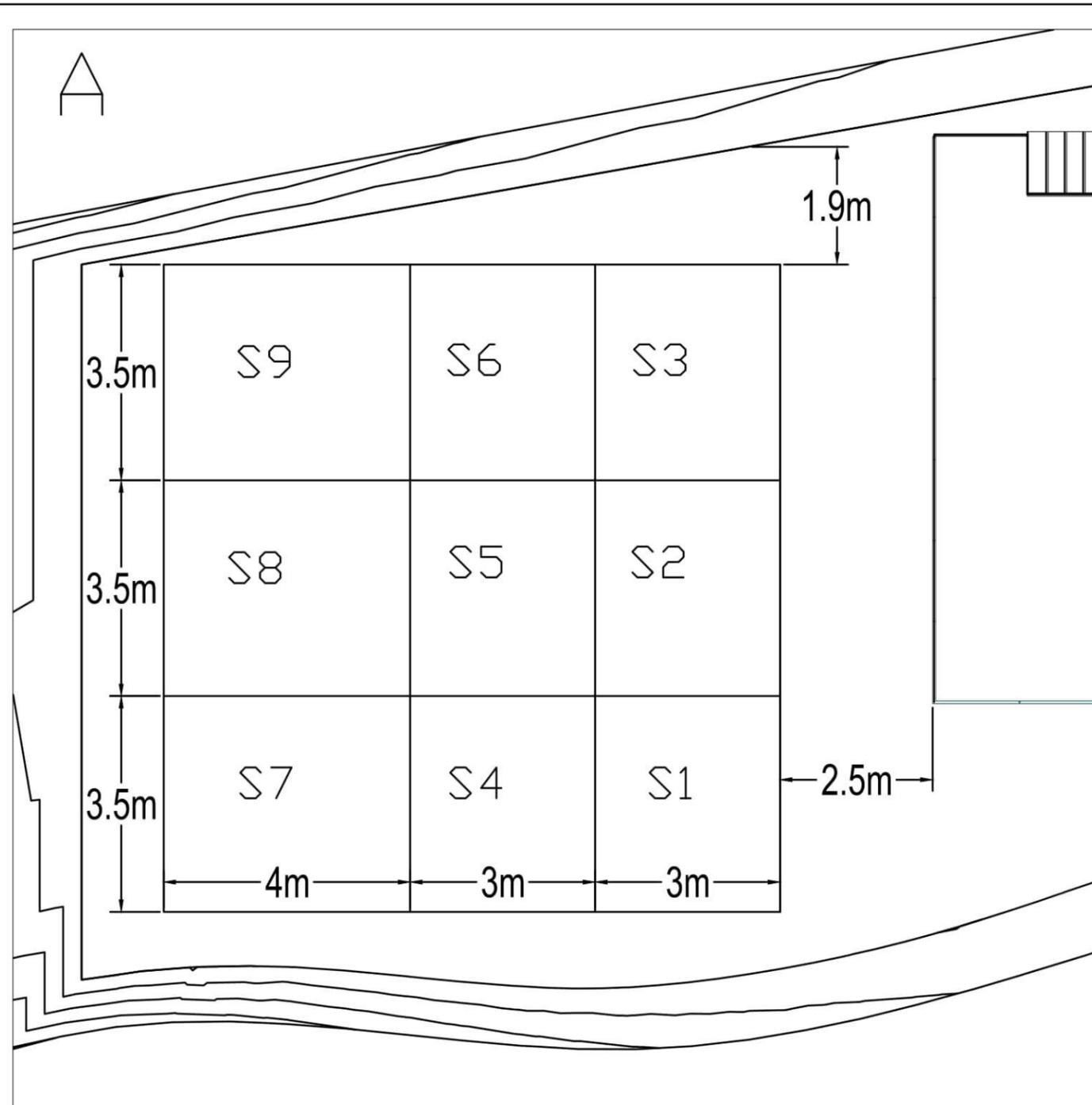
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonzo Castro Rodríguez	 Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
VISTAS 3D - SUR			Nº P. : 3



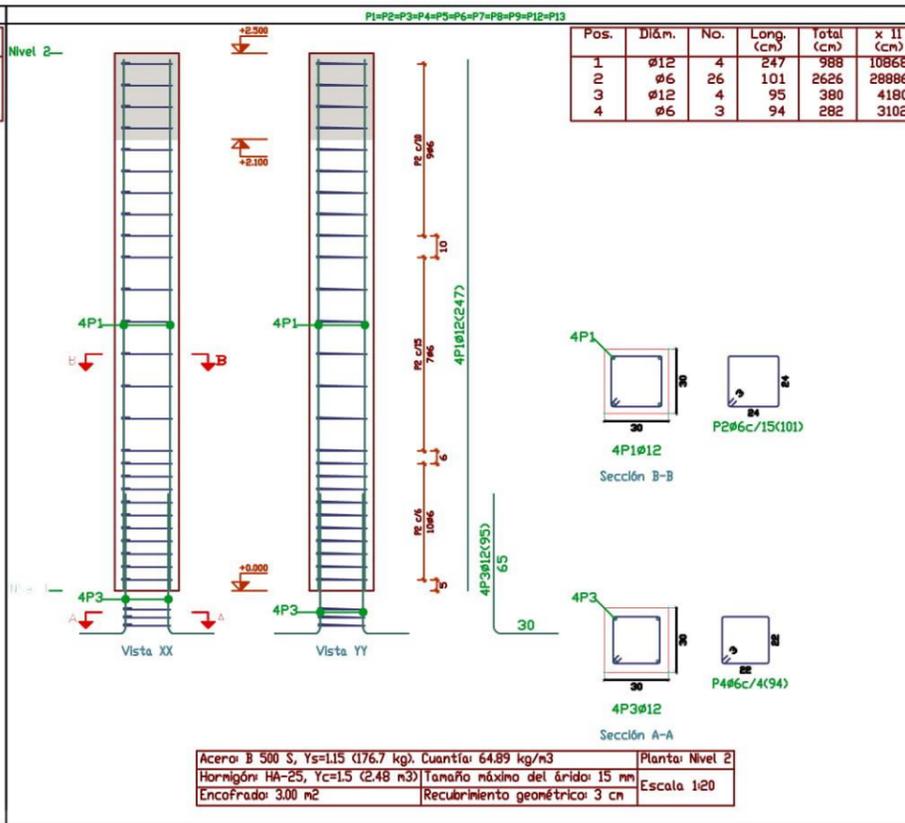
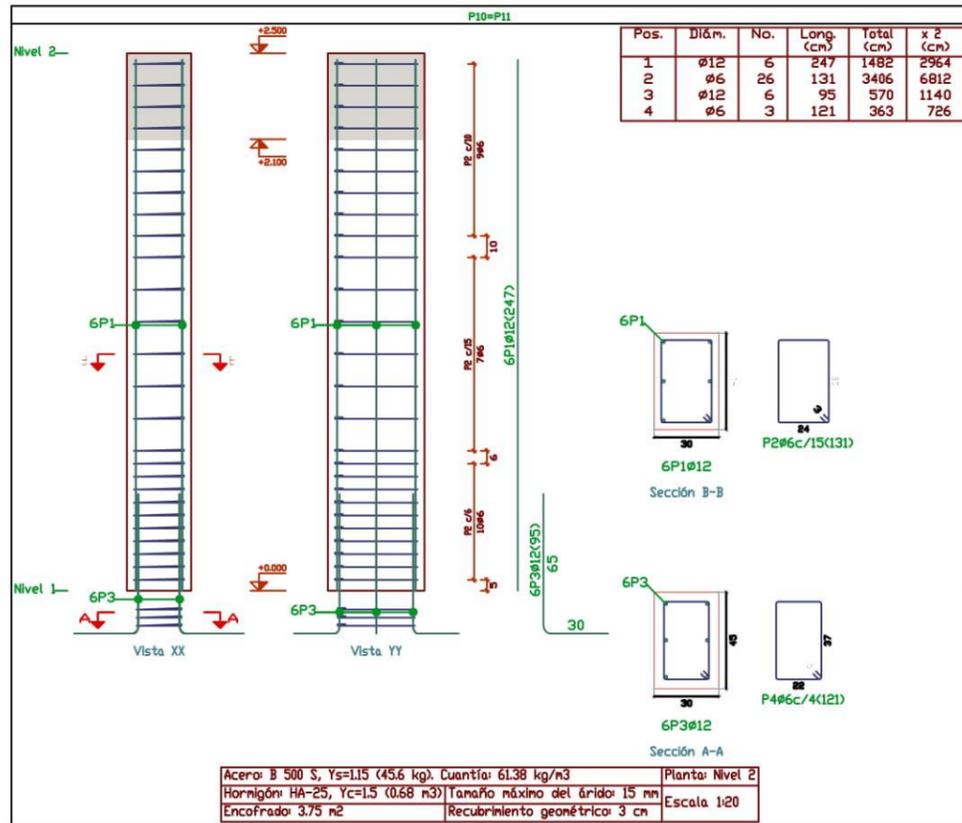
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez	 <b>ULL</b> Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
VISTAS 3D - NORTE			Nº P. : 4



Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonzo Castro Rodríguez	<b>ULL</b> Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Escala 1:100	IMPLANTACIÓN DE EDIFICIO EN LA PARCELA		Nº P.: 5

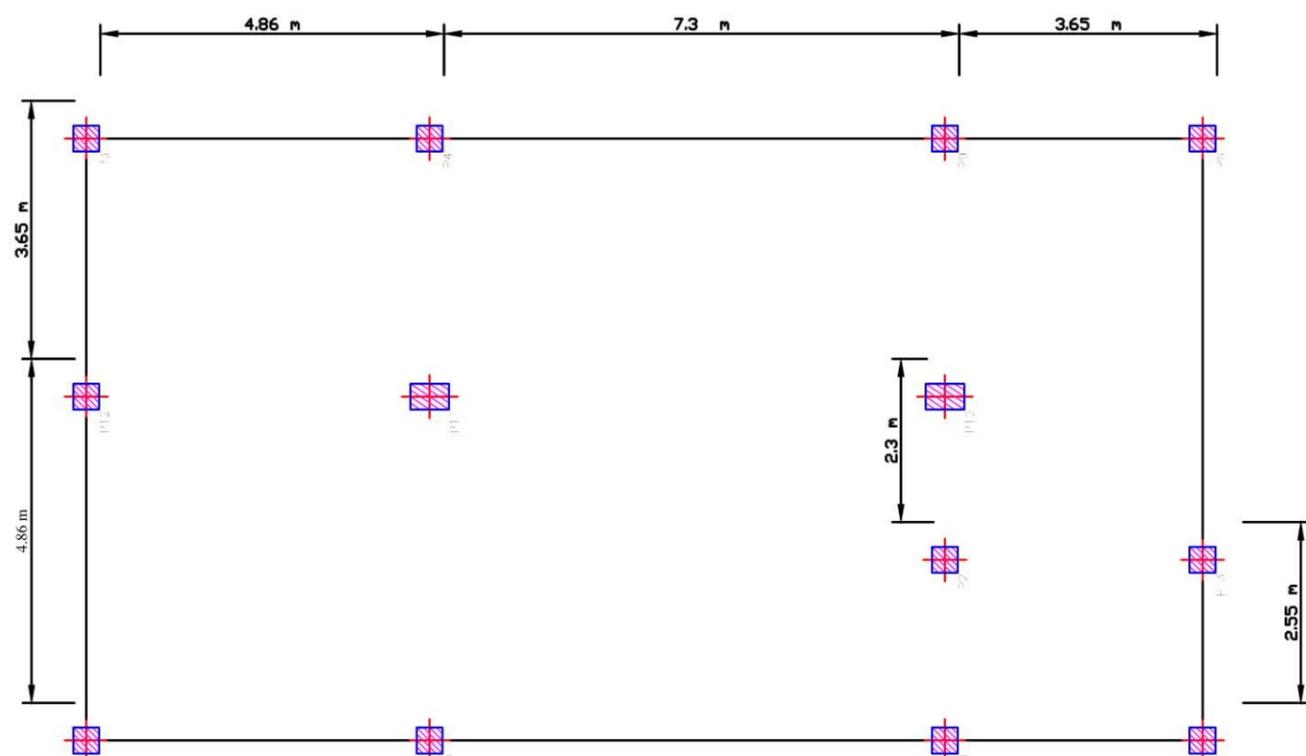
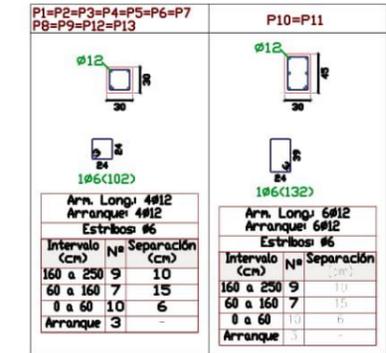


Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonzo Castro Rodríguez	<b>ULL</b> Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Escala 1:100	SECTORIZACIÓN PLATAFORMAS SOLAR Y EÓLICA		Nº P.: 6



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
P1=P2=P3=P4=P5=P6=P7=P8 P9=P12=P13	1	Ø12	4	247	247	988	8.9
	2	Ø6	26	101	101	2626	5.9
	3	Ø12	4	95	95	380	3.4
	4	Ø6	3	94	94	282	0.6
Total+10%							20.5
Cód. 11							225.5
Ø6							78.1
Ø12							147.4
Total							225.5

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Esquema (cm)	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
P10=P11	1	Ø12	6	247	247	1482	13.2
	2	Ø6	26	131	131	3406	7.6
	3	Ø12	6	95	95	570	5.1
	4	Ø6	3	121	121	363	0.8
Total+10%							26.4
Cód. 24							58.8
Ø6							18.6
Ø12							40.2
Total							58.8

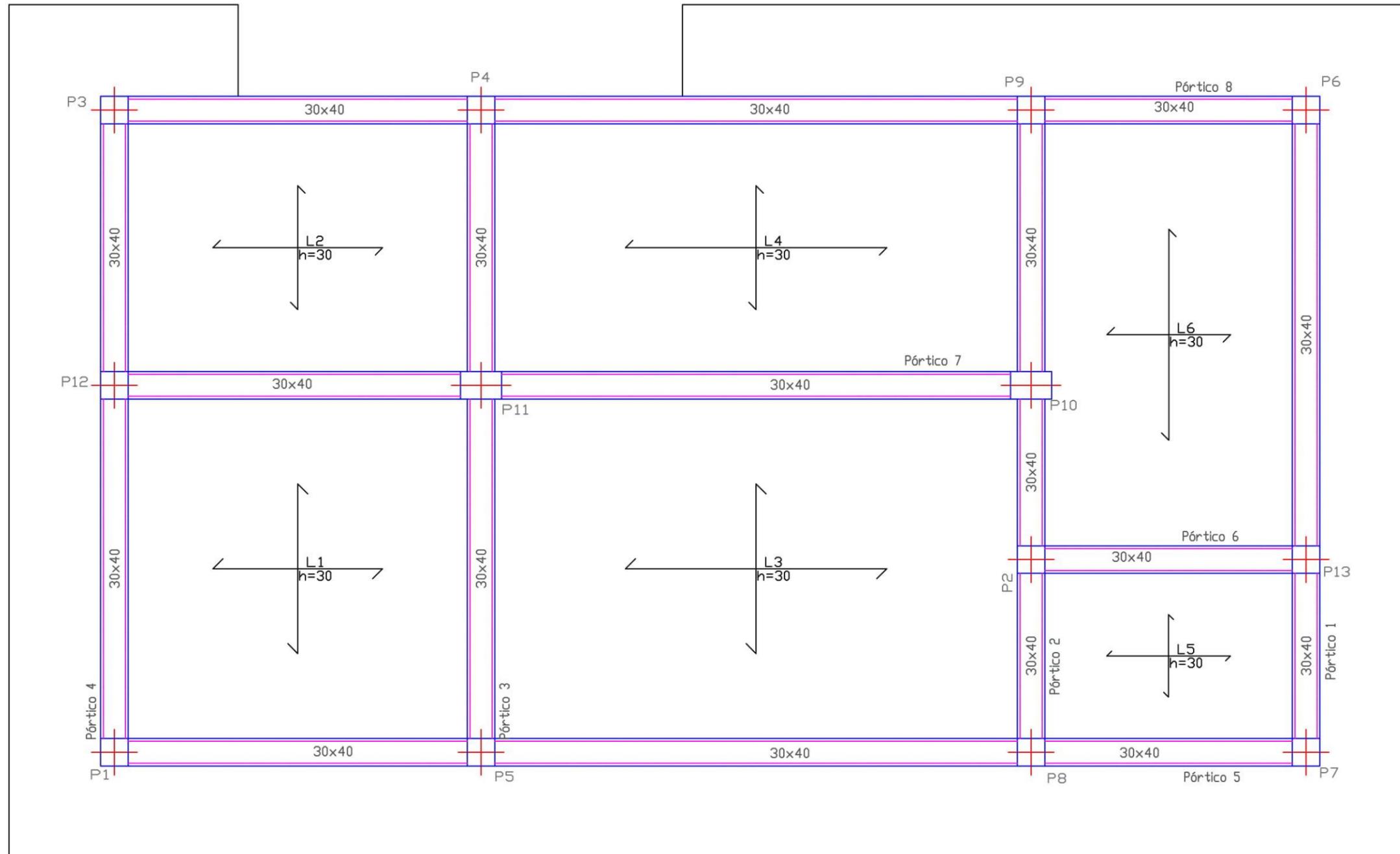


Resumen Acero	Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15 Ø6	395.3	96	
Ø12	191.5	187	283

Cuadro de pilares  
Hormigón: HA-25, Yc=1.5  
Acero en barras: B 500 S, Ys=1.15  
Acero en estribos: B 500 S, Ys=1.15

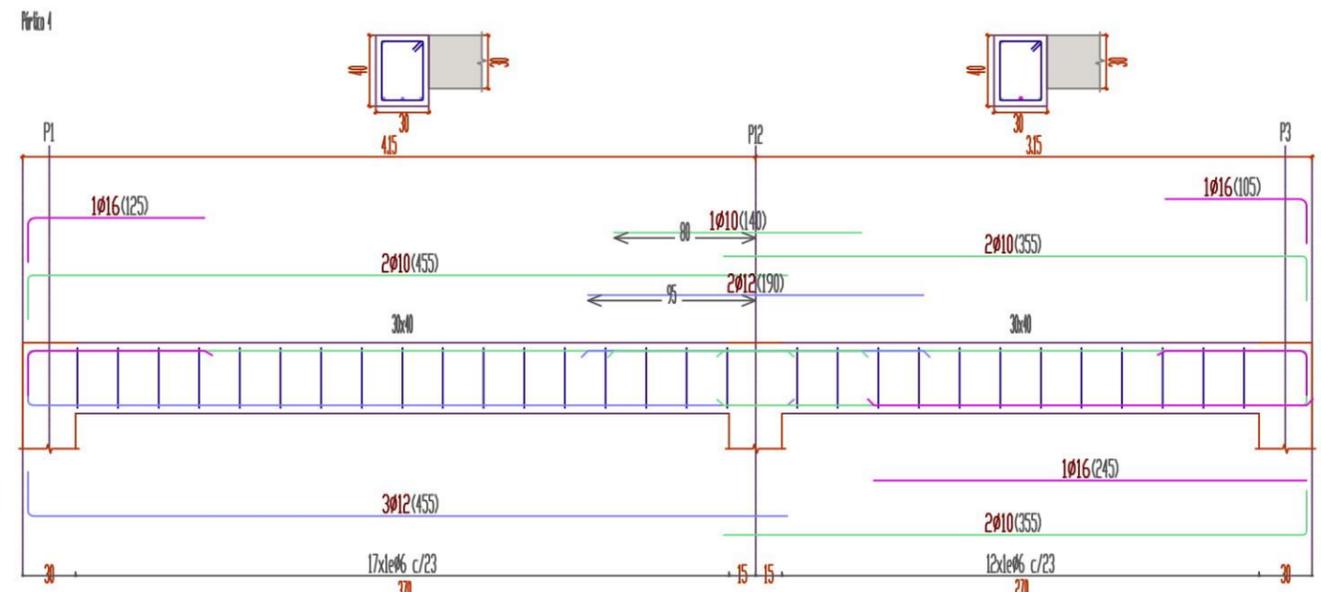
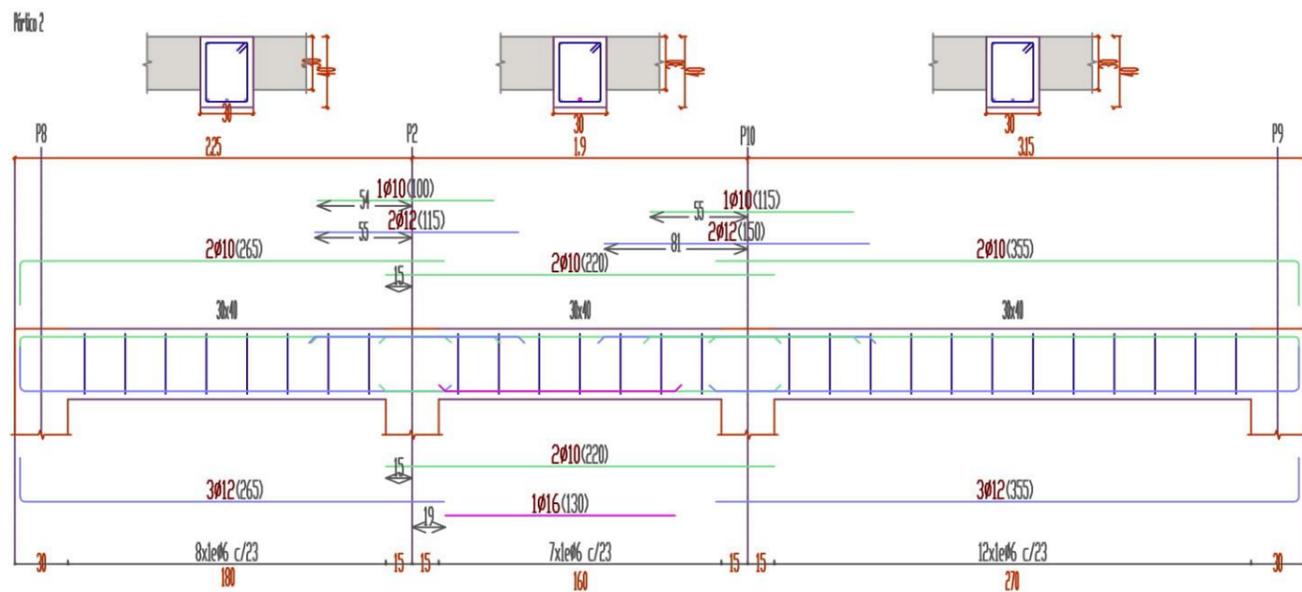
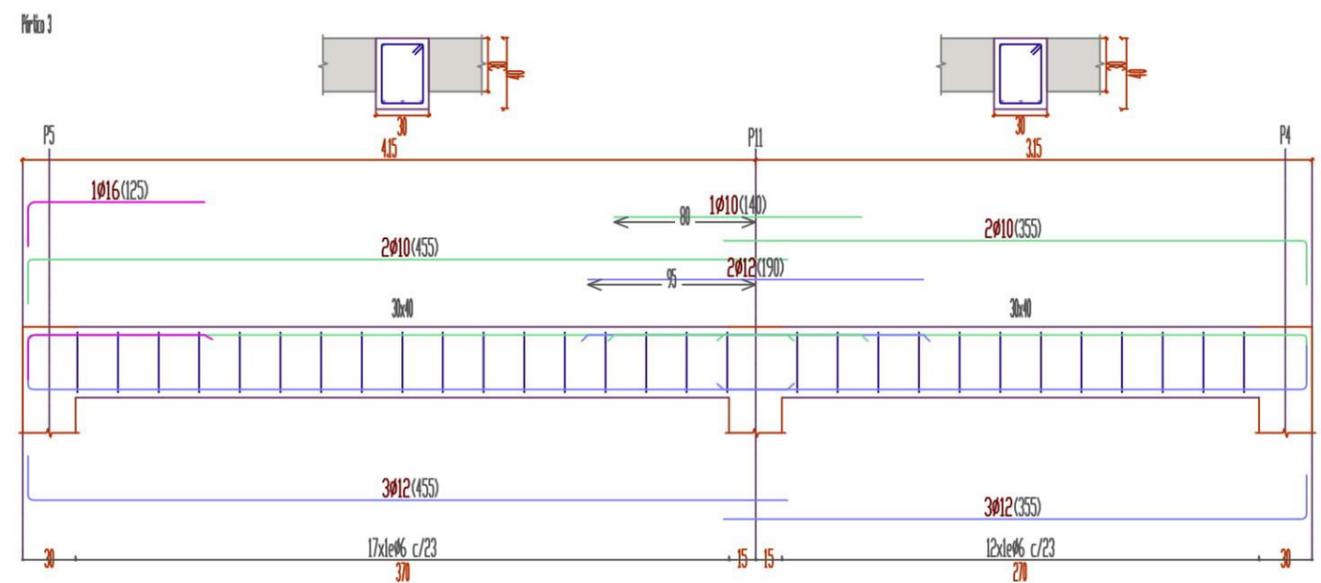
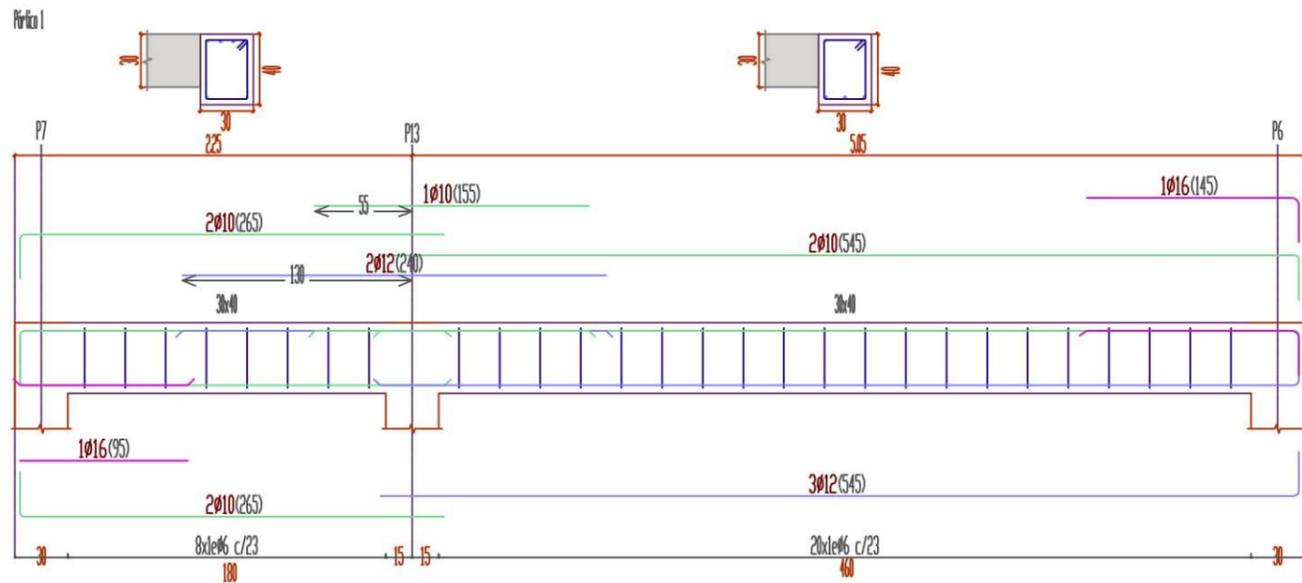
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación

Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez	ULL Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Escala 1:50	DISTRIBUCIÓN Y DESPIECE DE PILARES		Nº P.: 7



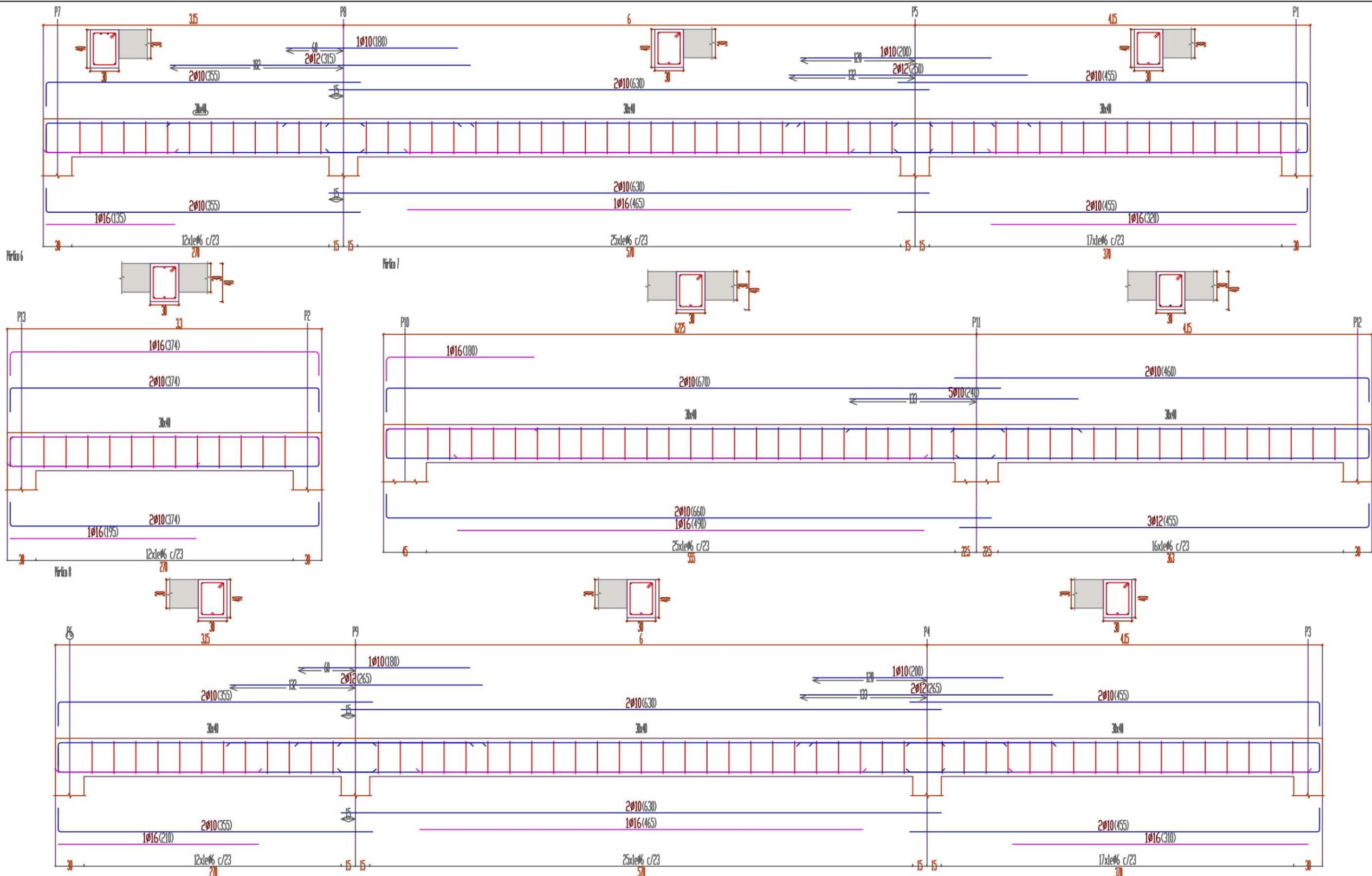
Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Aceros en forjados: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 Escala: 1:50

Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	DISTRIBUCIÓN DE VIGAS, PAÑOS Y PÓRTICOS		Nº P.: 8



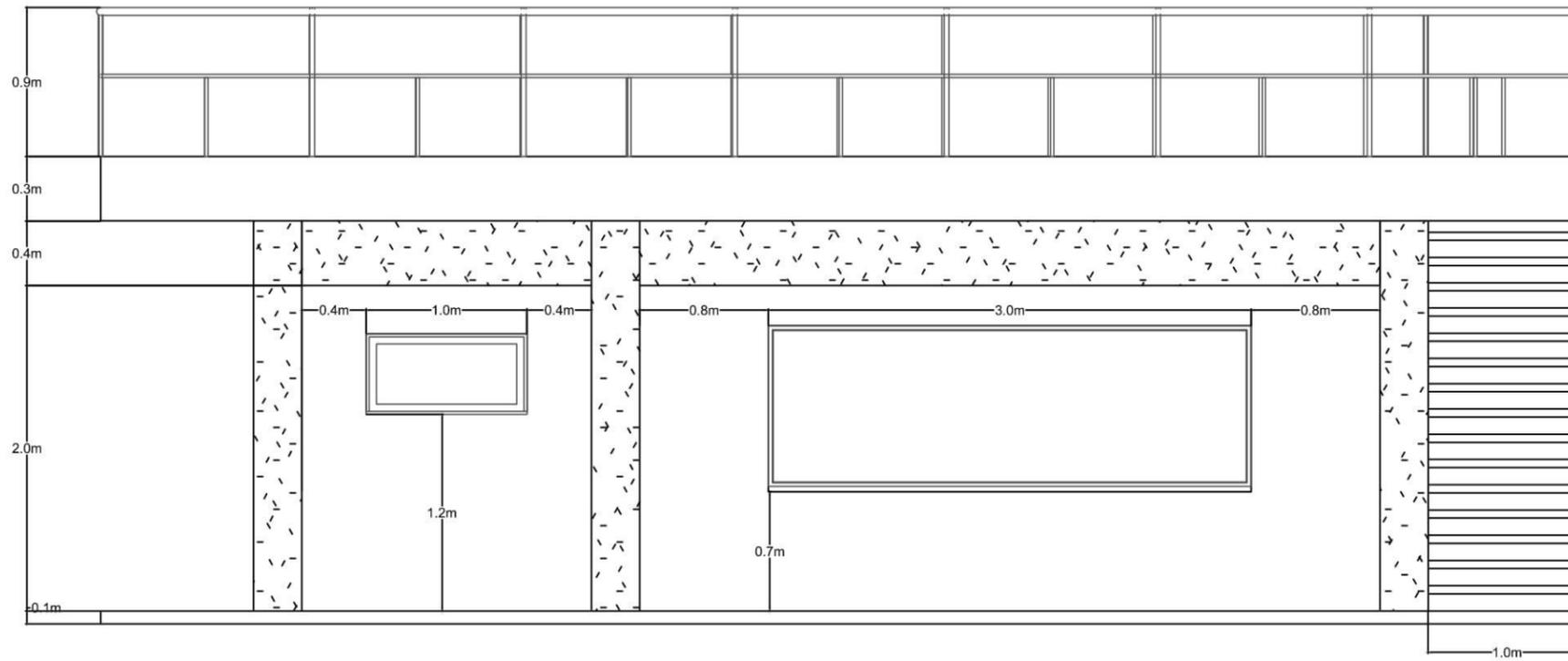
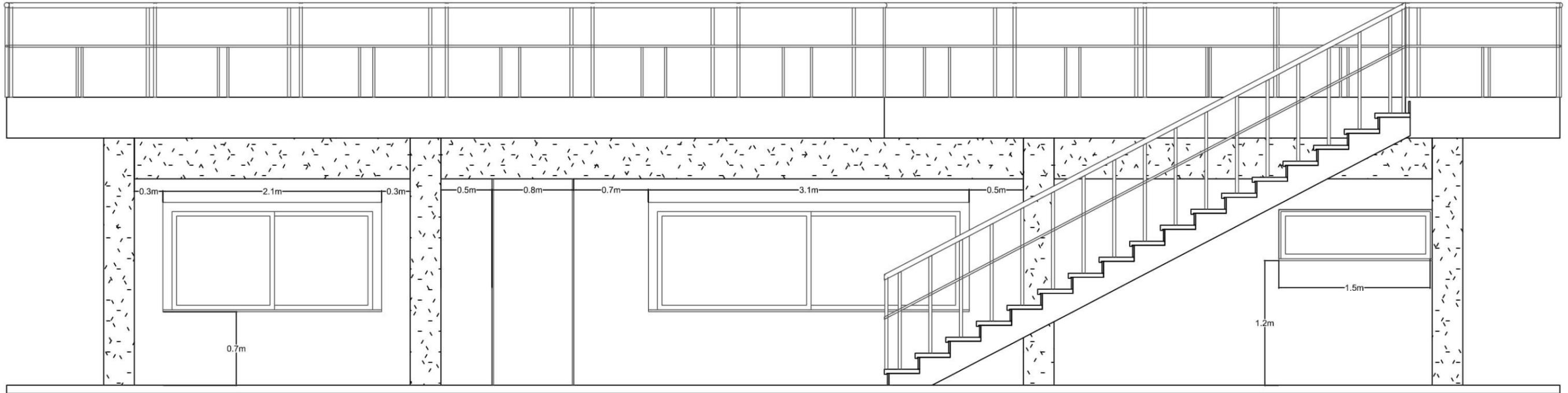
Nivel 2  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: HA-25,  $Y_c=1.5$   
 Acero en barras: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 Acero en estribos: B 500 S,  $Y_s=1.15$   
 Escala pórticos 1:20  
 Escala secciones 1:20  
 Escala huecos 1:20

Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:20	DESPIECE DE VIGAS Y PÓRTICOS - 1		Nº P. :9

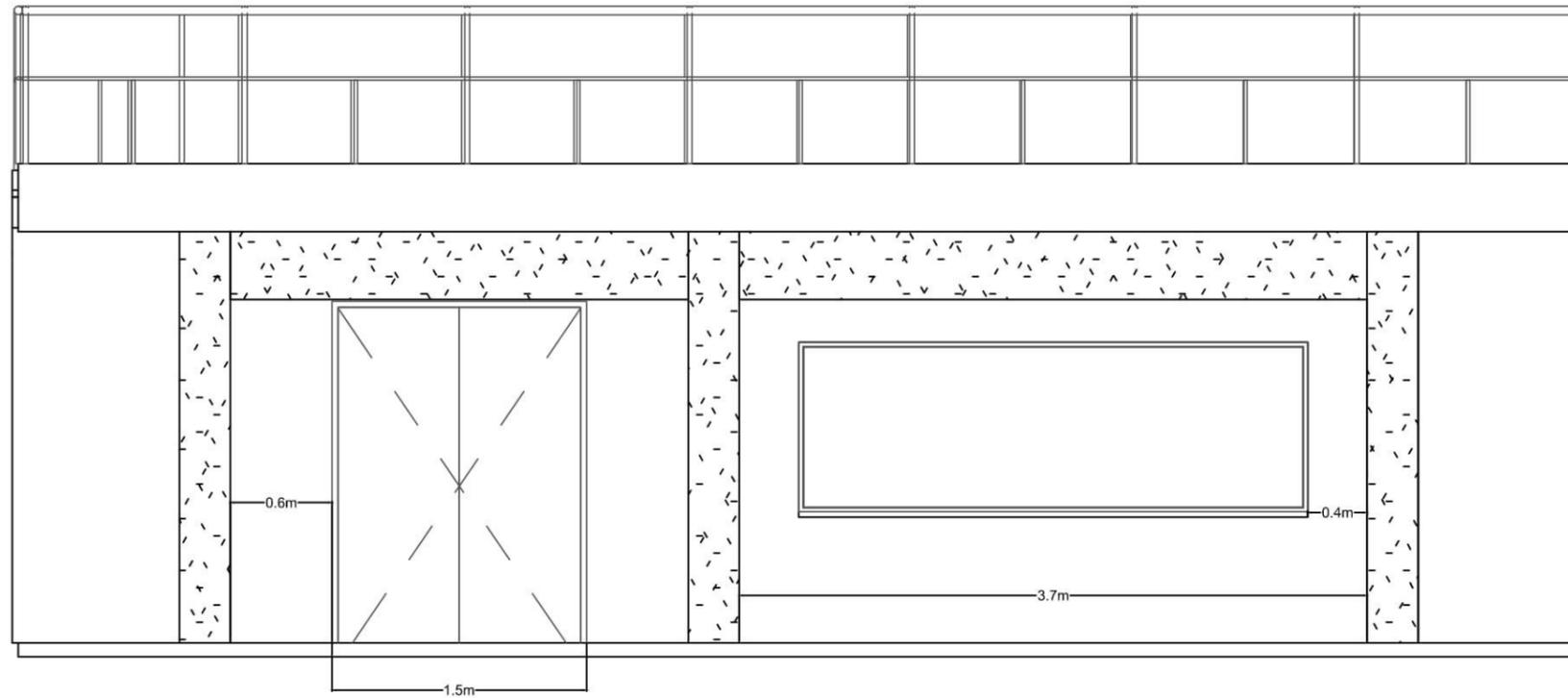
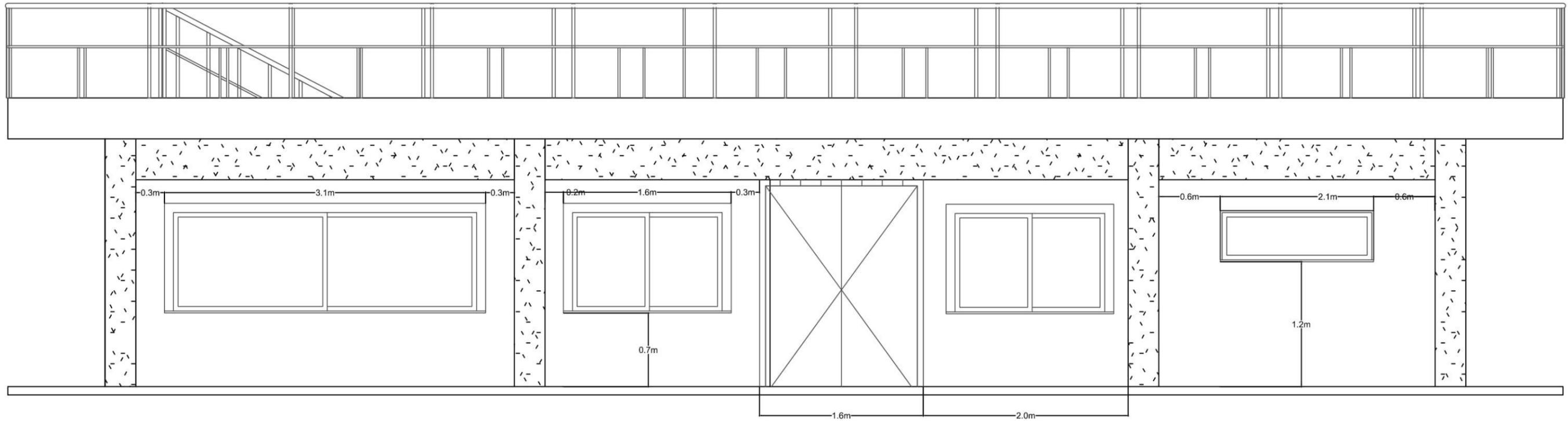


Nivel 2  
 Despiece de vigas  
 Hormigón: HA-25, Yc=1.5  
 Acero en barras: B 500 S, Ys=1.15  
 Acero en estribos: B 500 S, Ys=1.15  
 Escala pórticos 1:20  
 Escala secciones 1:20  
 Escala huecos 1:20

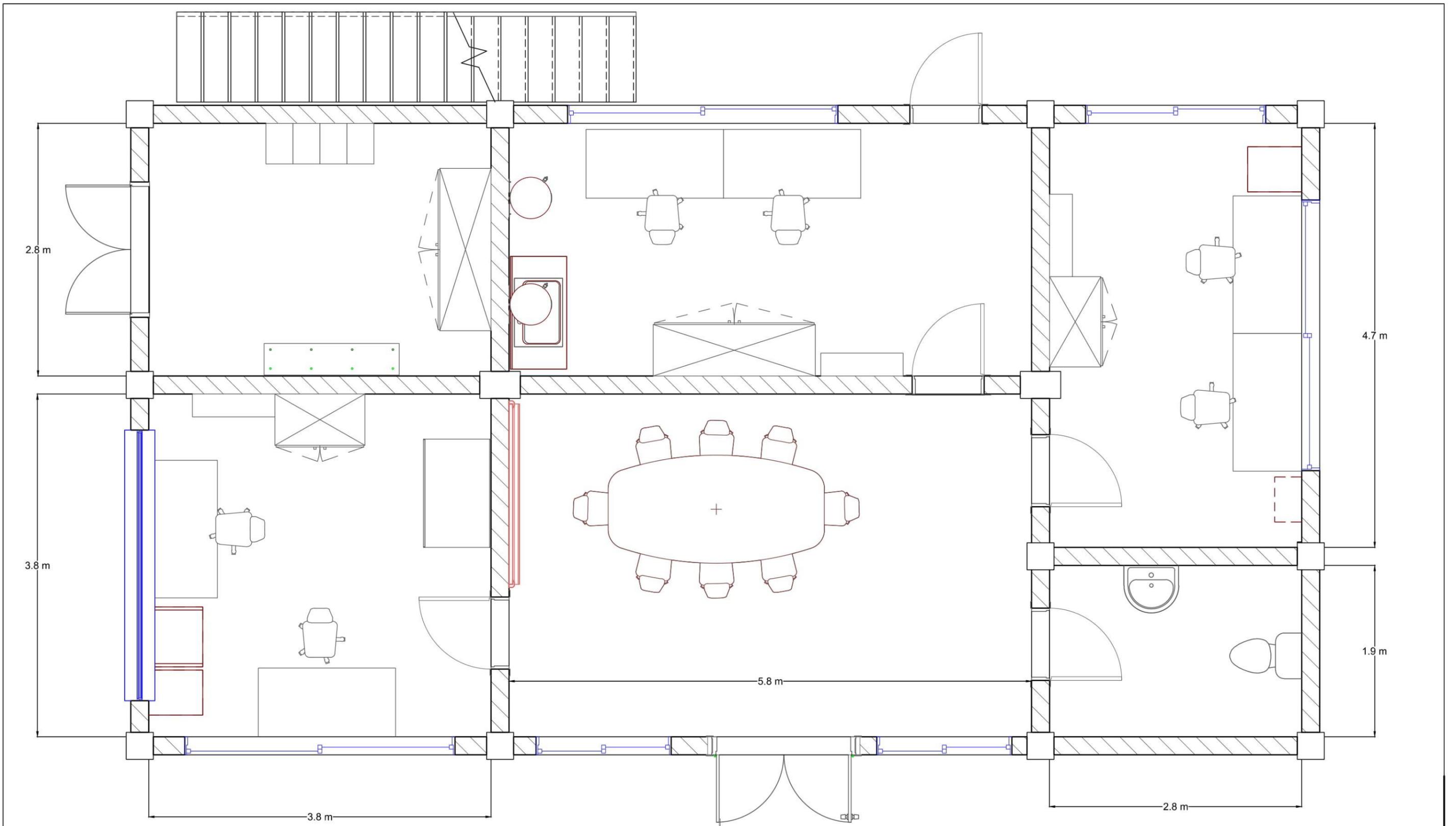
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación		
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonzo Castro Rodríguez	 Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982	
ESCALA: 1:20	DESPIECE DE VIGAS Y PÓRTICOS - 2	Nº P. : 10



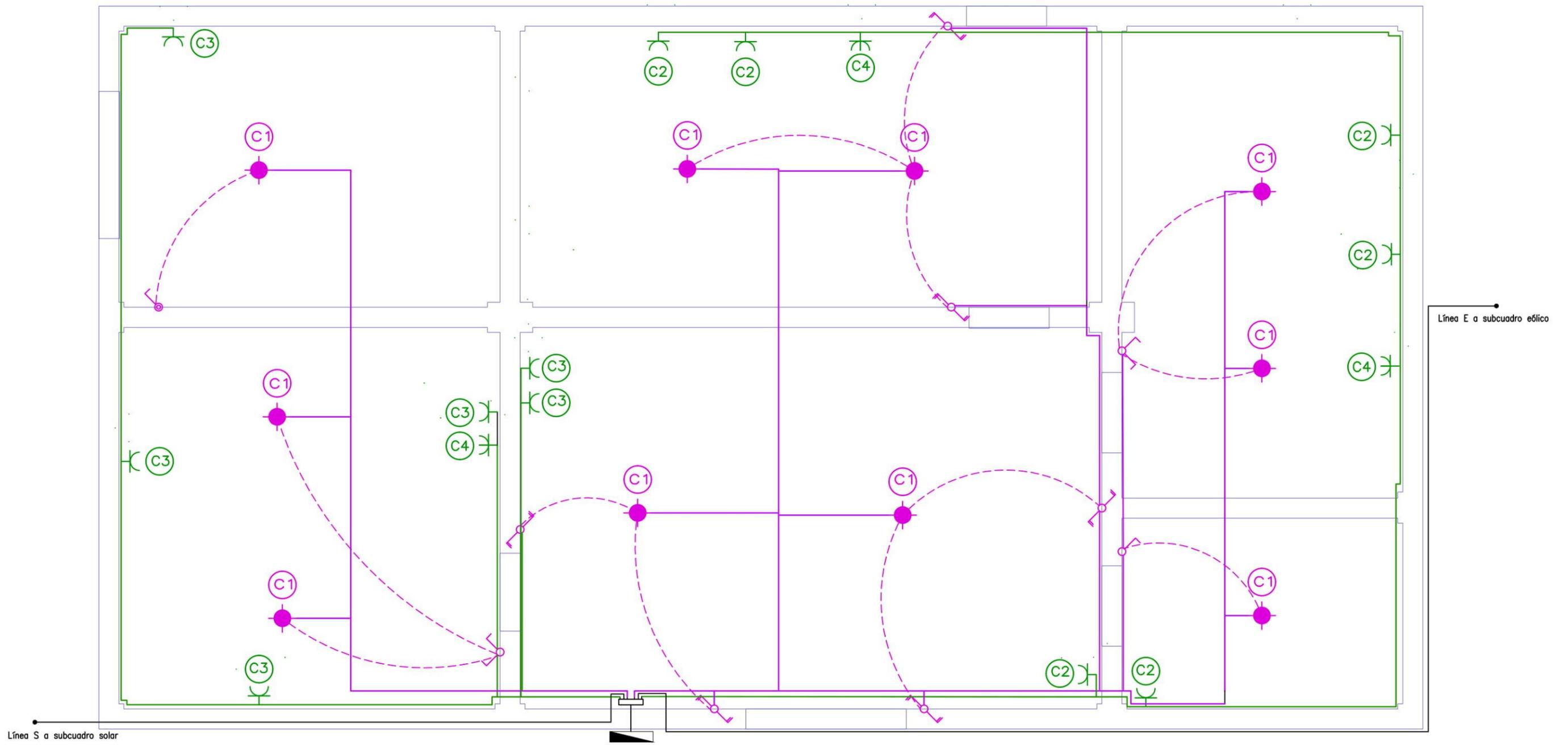
<b>Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación</b>			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:40	FACHADAS TRASERA Y SUR		Nº P. : 11



Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonzo Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		Nº P. : 12
ESCALA: 1:40	FACHADAS FRONTAL Y NORTE		

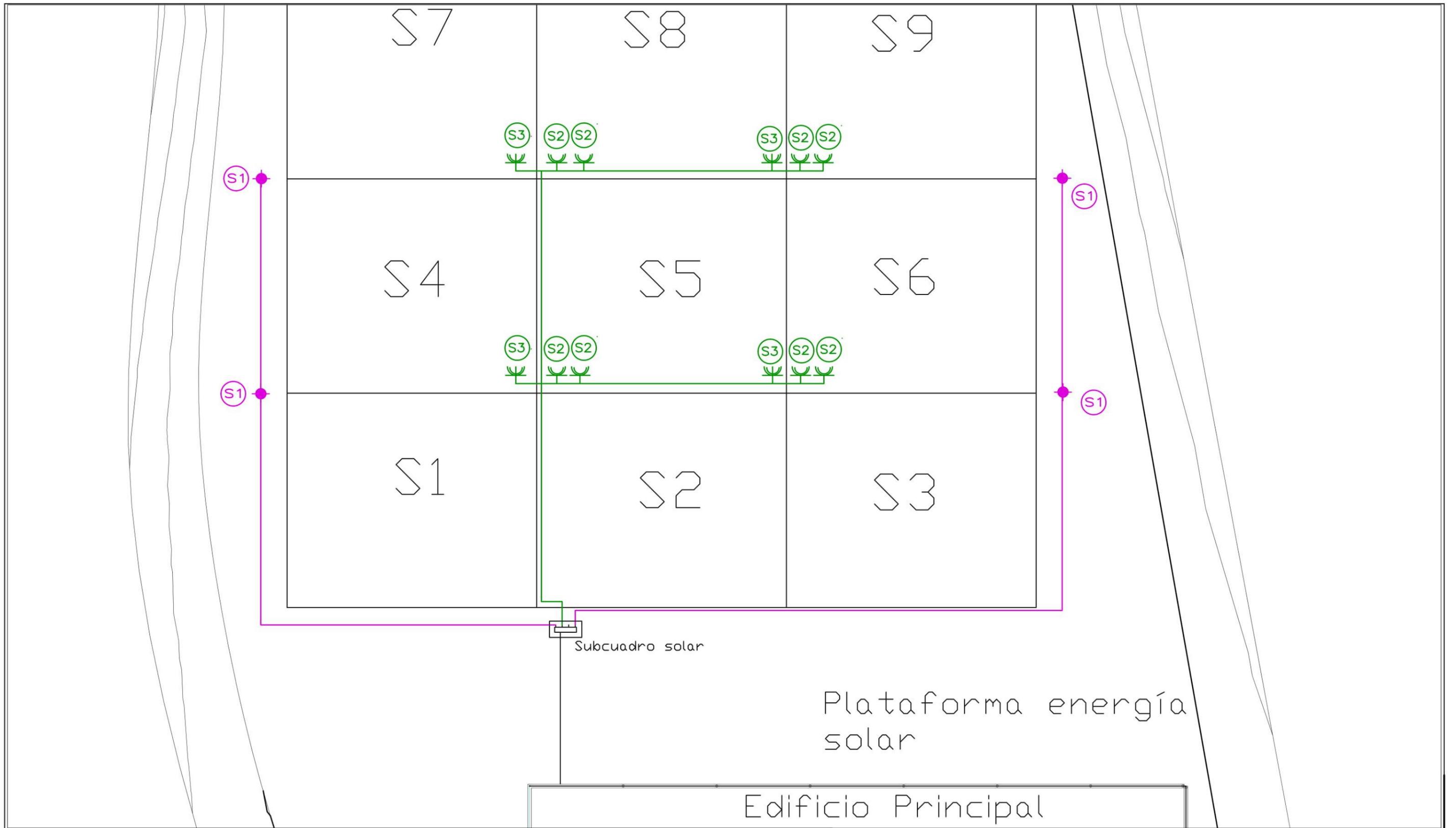


<b>Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación</b>			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez	<b>ULL</b> Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	PLANO DE PLANTA		Nº P. : 13



Leyenda			
	Toma de iluminación		Caja de protección y medida (CPM)
	Conmutador doble		Cuadro General
	Interruptor		Toma trifásica de uso general
	Interruptor doble		Toma monofásica de uso general

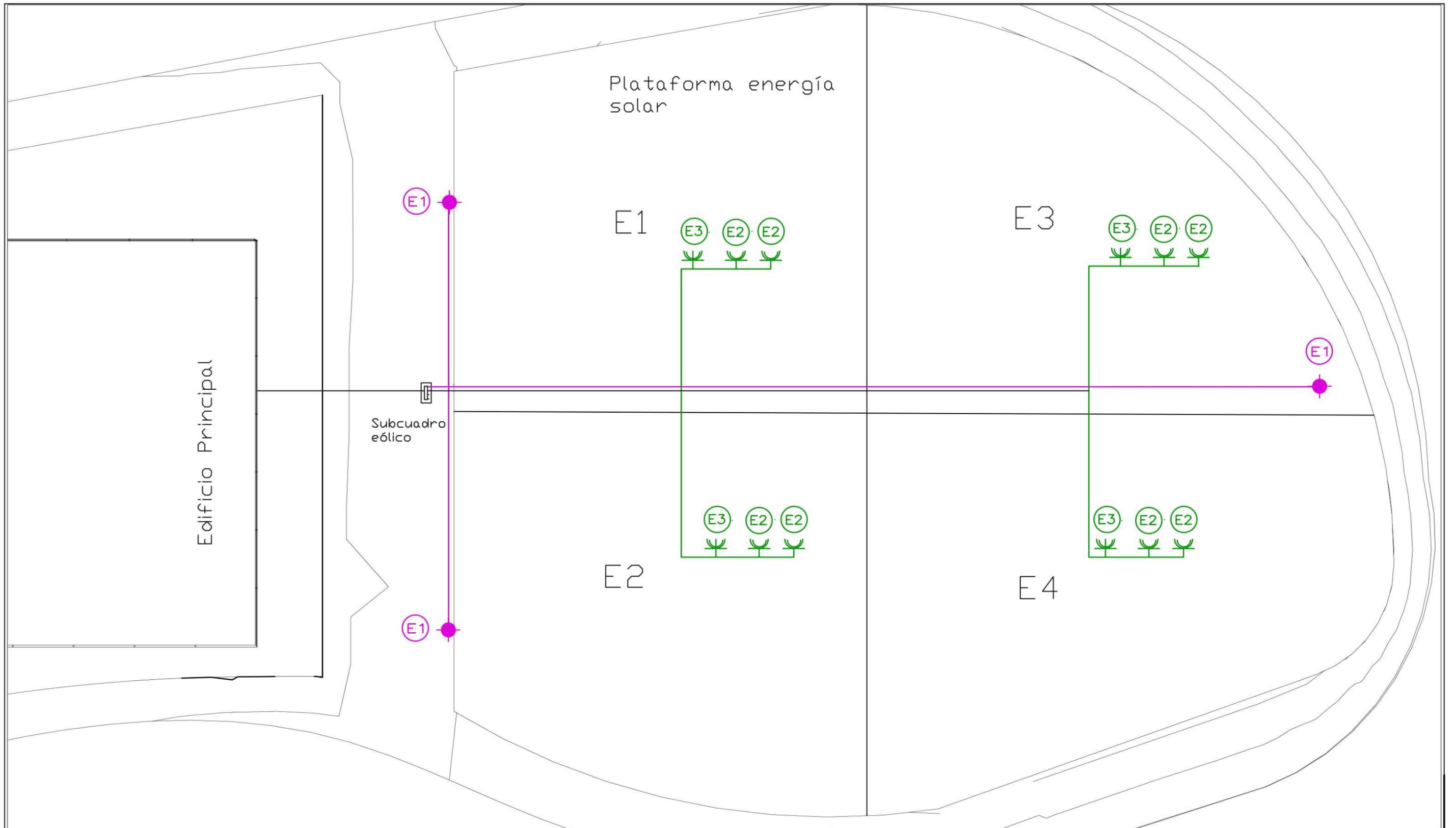
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonzo Castro Rodríguez	 Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	INSTALACIÓN ELÉCTRICA - EDIFICIO		Nº P. : 14



Leyenda	
	Toma de iluminación
	Conmutador doble
	Interruptor
	Interruptor doble

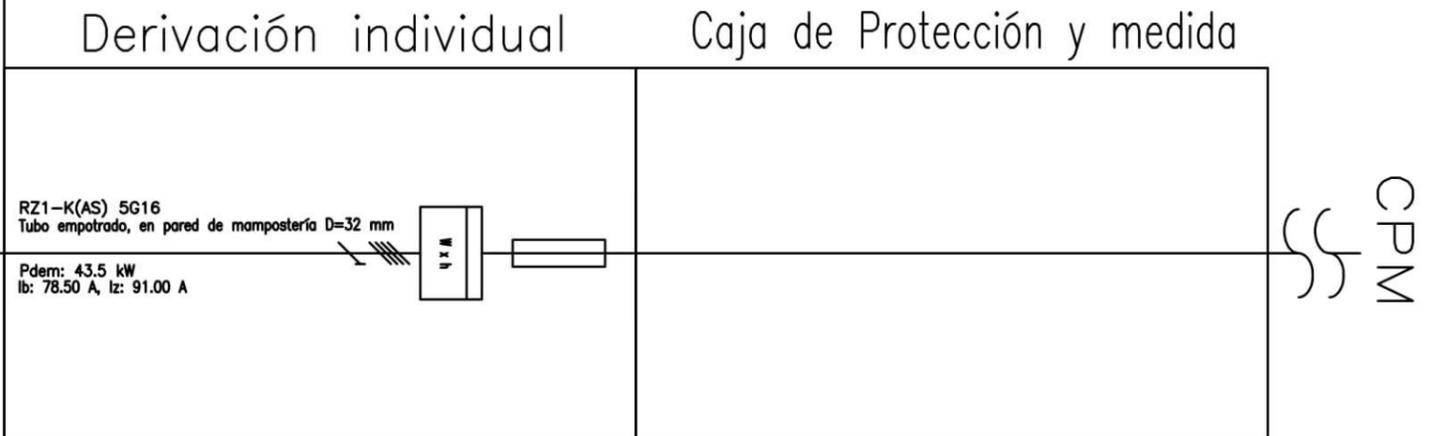
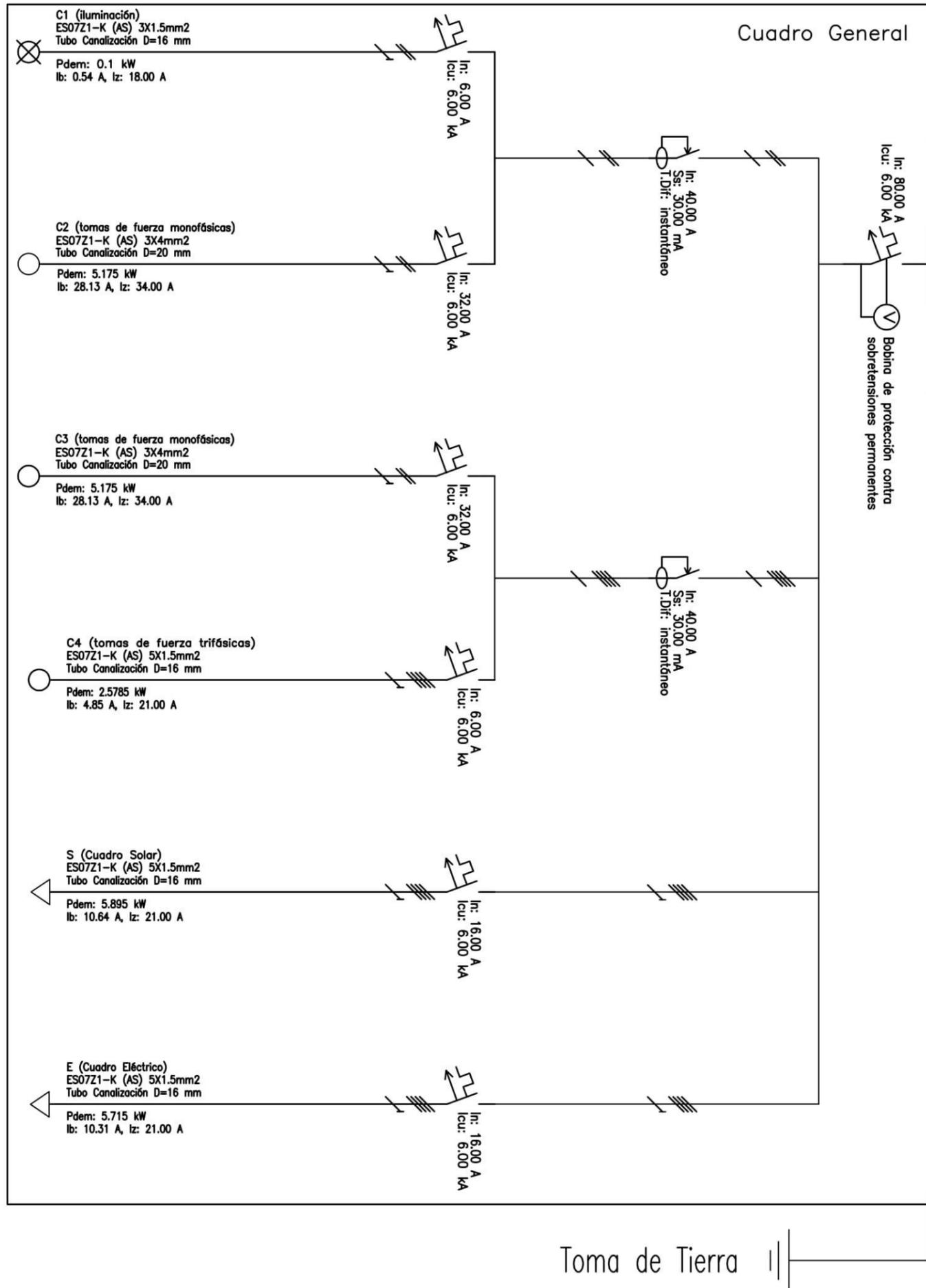
	Caja de protección y medida (CPM)
	Cuadro individual
	Toma trifásica estanca de uso general
	Toma monofásica estanca de uso general

Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	INSTALACIÓN ELÉCTRICA - PLATAFORMA SOLAR		Nº P. : 15

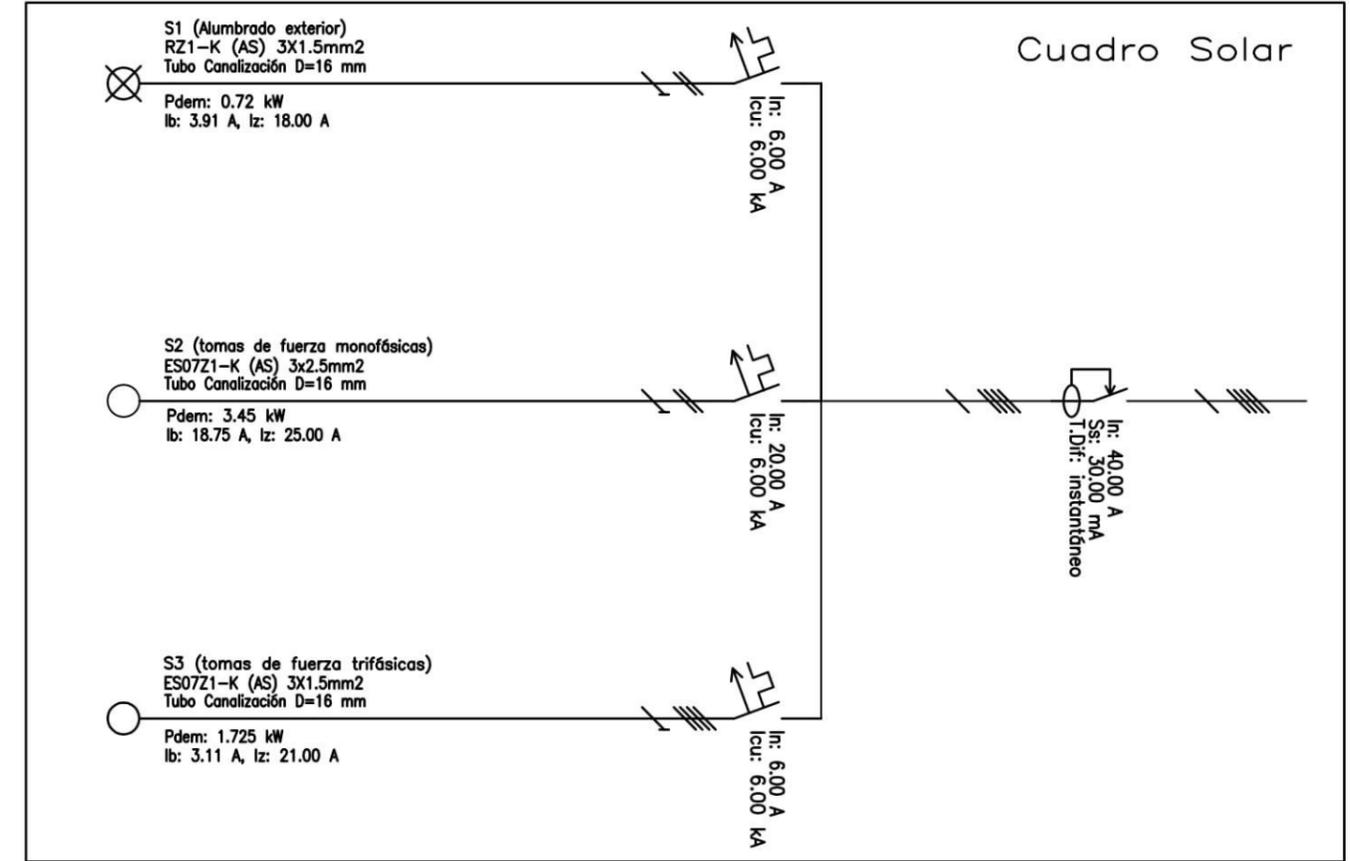
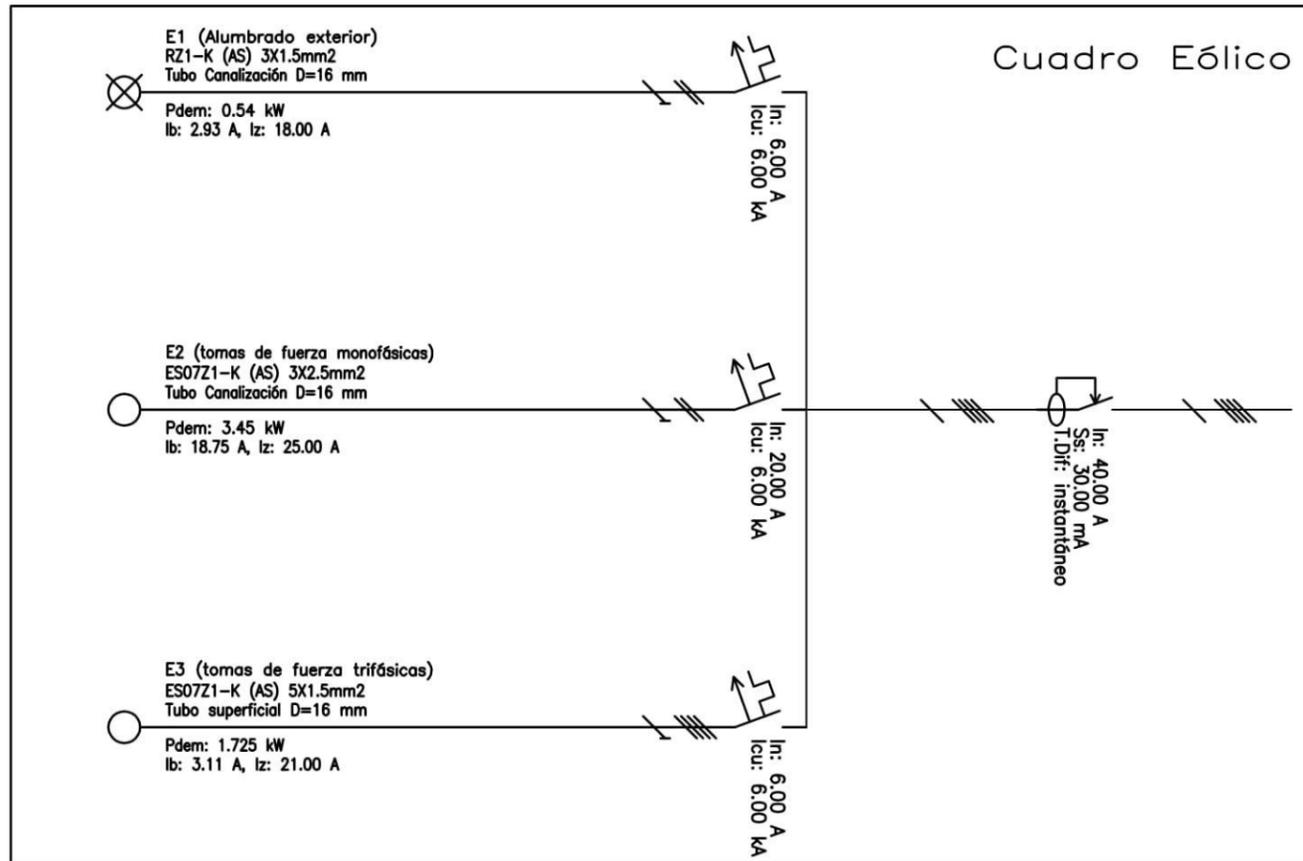


Leyenda	
	Toma de iluminación
	Conmutador doble
	Interruptor
	Interruptor doble
	Caja de protección y medida (CPM)
	Cuadro individual
	Toma trifásica estanca de uso general
	Toma monofásica estanca de uso general

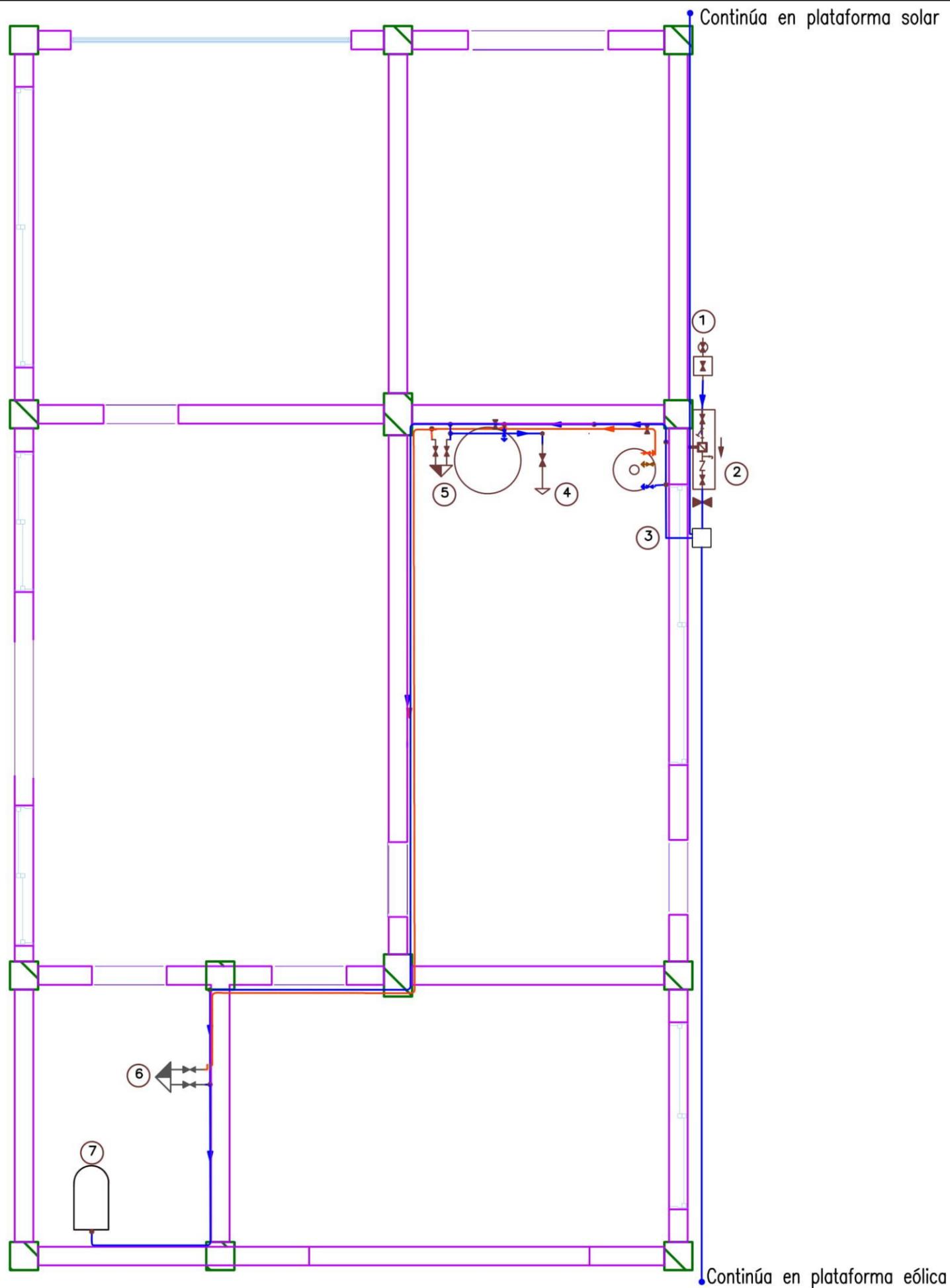
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	INSTALACIÓN ELÉCTRICA - PLATAFORMA EÓLICA		Nº P. : 16



<b>Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación</b>			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez	<b>ULL</b> Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: S/E	ESQUEMA UNIFILAR EDIFICIO PRINCIPAL		Nº P.: 17 A

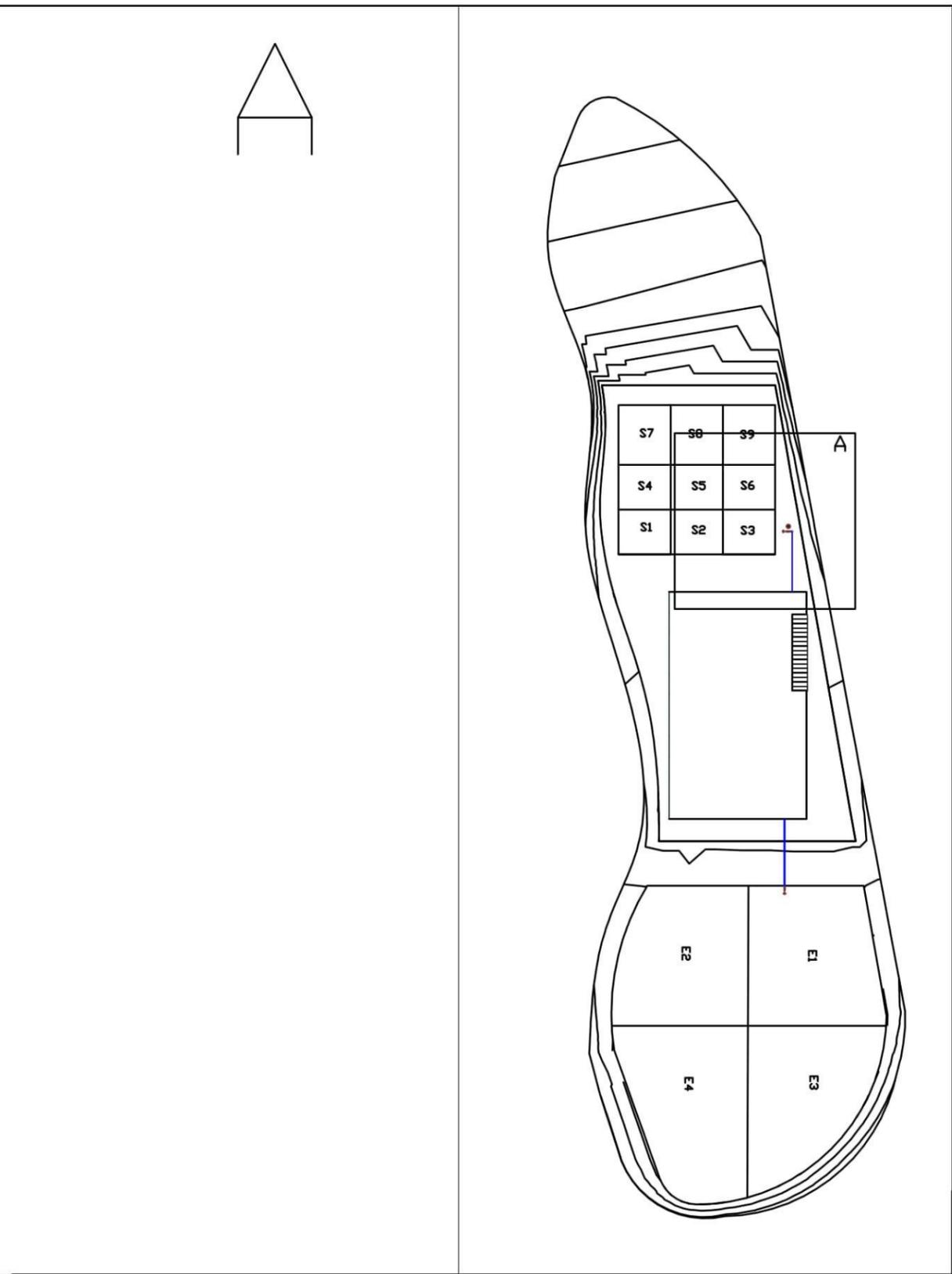
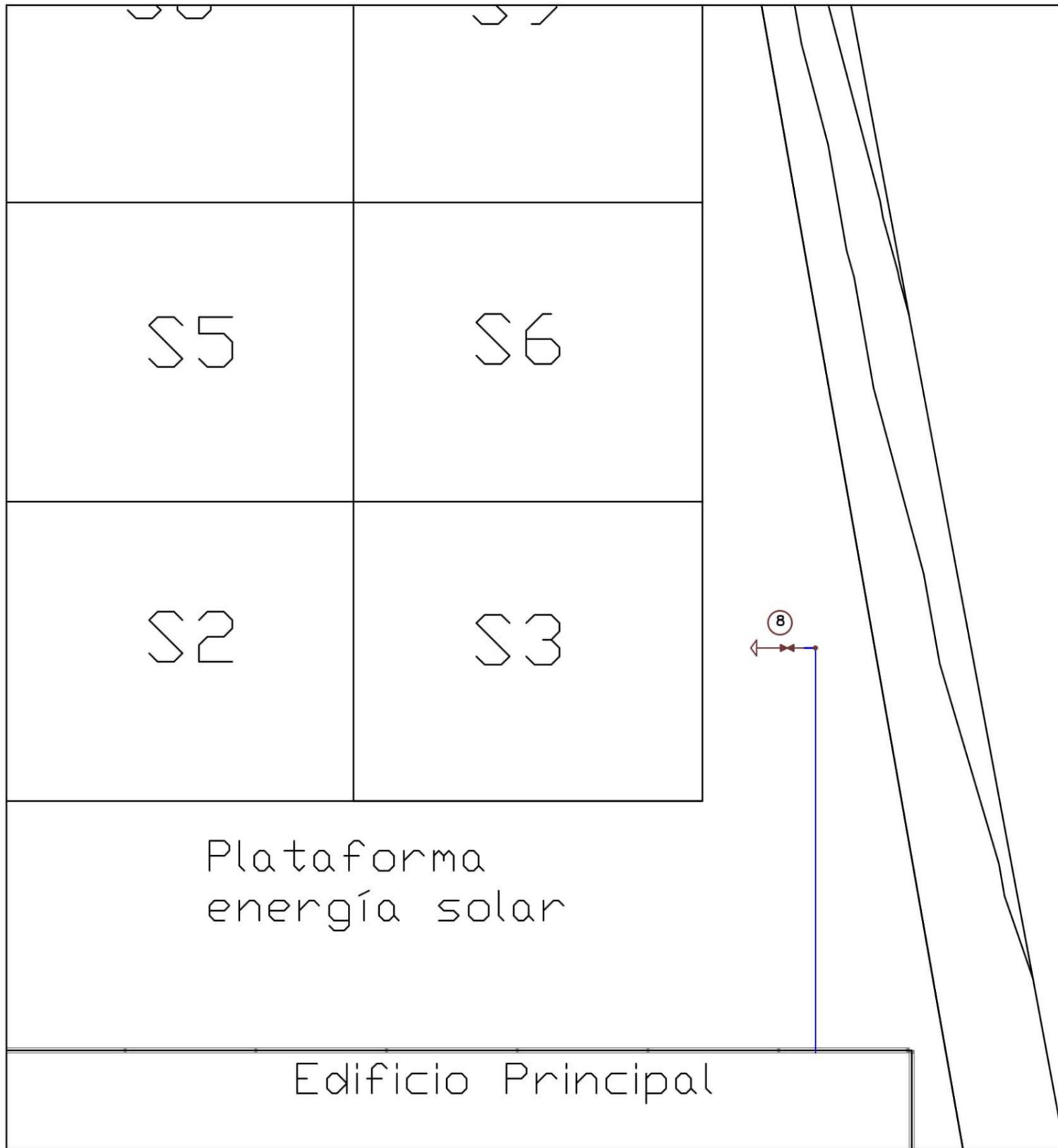


<b>Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación</b>			
Fecha	Autor	<b>ULL</b> Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
2018	Carlos Alfonzo Castro Rodríguez		
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: S/E	ESQUEMAS UNIFILARES PLATAFORMAS SOLAR Y EÓLICA		Nº P. : 17 B



Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Toma y llave de corte de acometida
	Preinstalación de contador
	Llave de abonado
	Termo eléctrico
	Llave de local húmedo
	Consumo con hidromezclador
	Toma de agua libre
	Arqueta de paso o de registro sin llaves

Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	SALUBRIDAD: SUMINISTRO DE AGUA		Nº P. : 18



Simbología	
	Tubería de agua fría
	Toma de agua libre

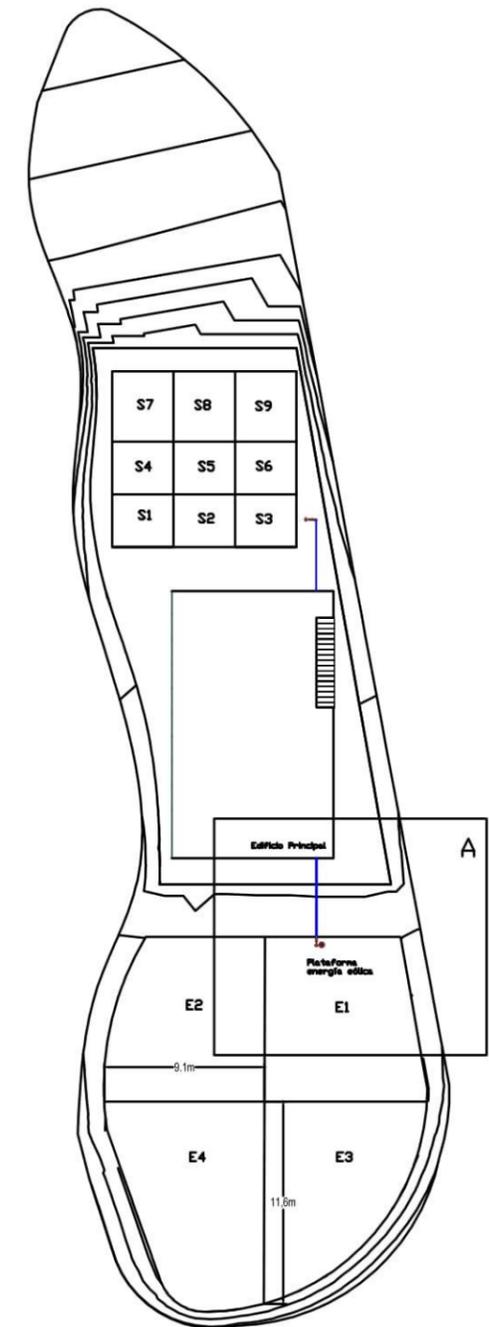
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez	 Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Escala 1:50	Salubridad: suministro de agua - Plataforma solar	Nº P. : 19	

Edificio Principal



Plataforma  
energía eólica

E1



### Simbología

	Tubería de agua fría
	Toma de agua libre

Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación

Fecha  
2018

Autor  
Carlos Alfonso  
Castro Rodríguez



Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología  
Grado Ingeniería Mecánica Industrial  
Universidad de La Laguna

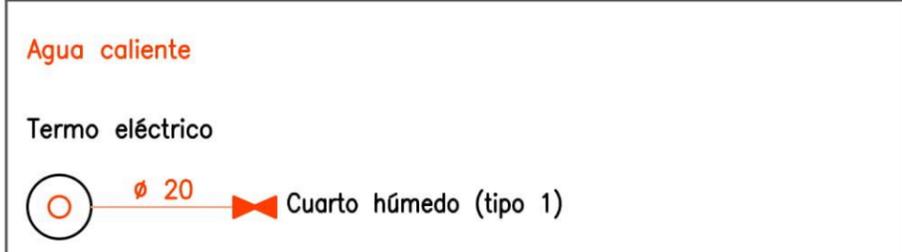
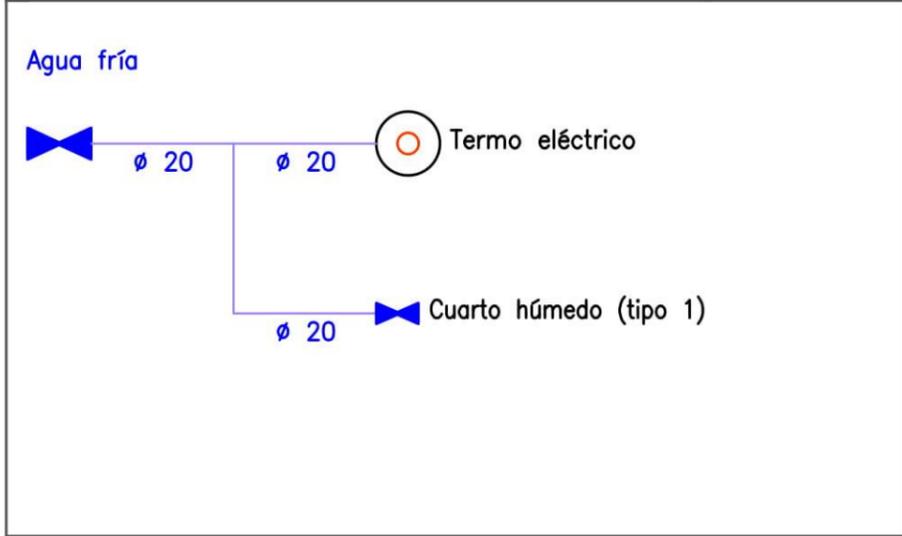
Escala  
1:50

Salubridad: suministro de agua - Plataforma eólica

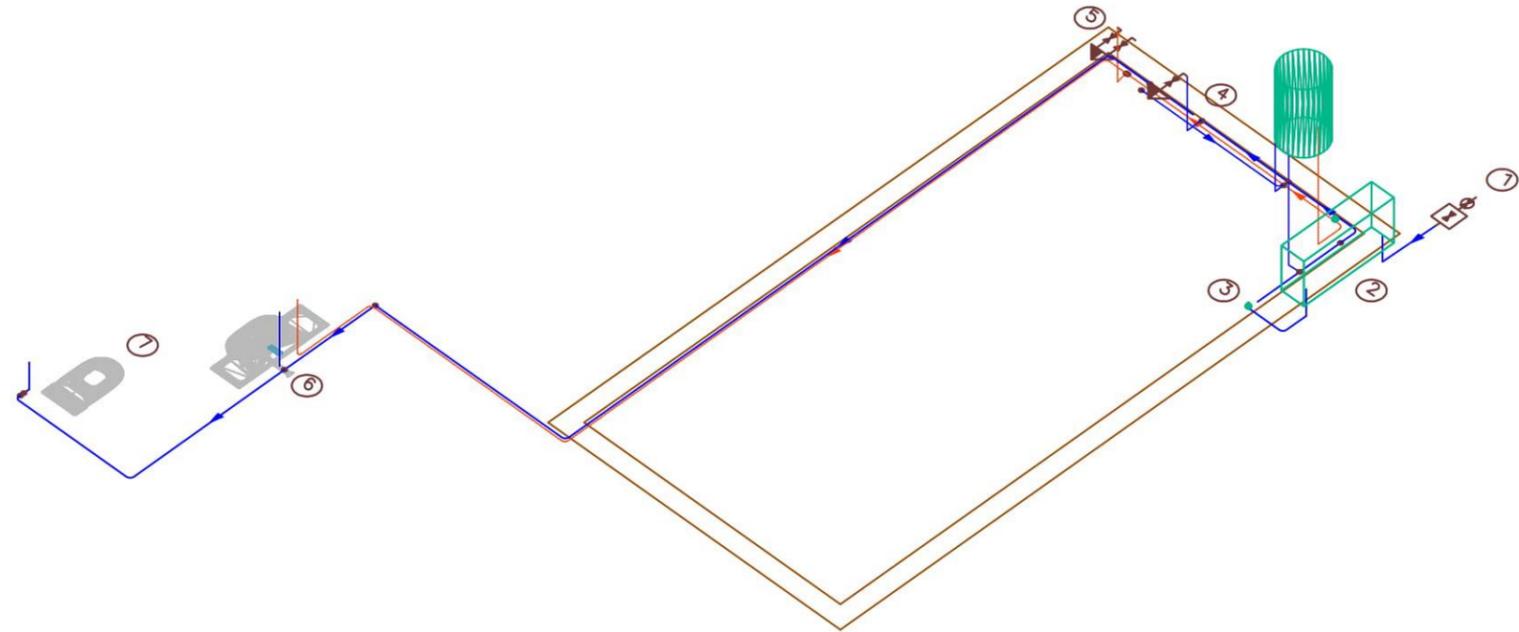
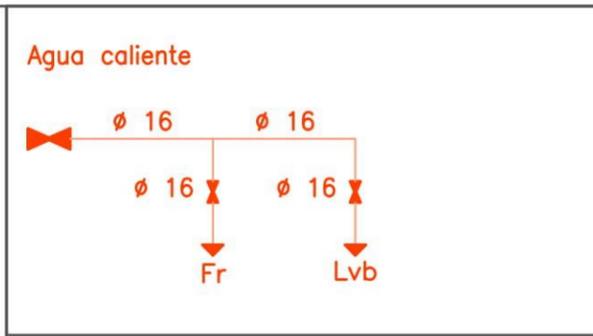
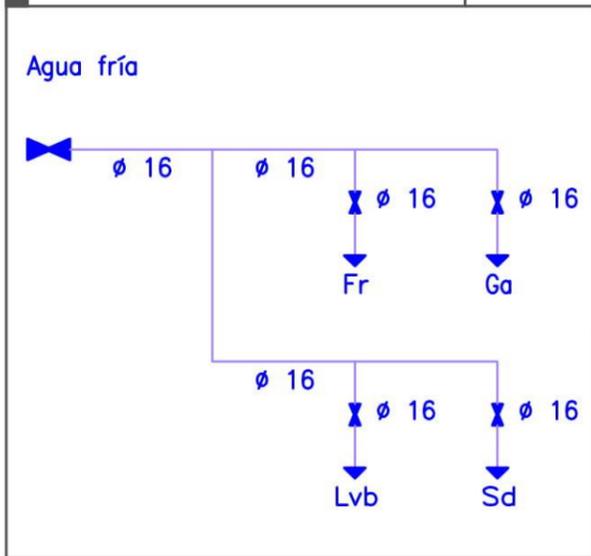
Nº P. : 20

# HS 4: Esquema de la instalación interior del edificio

Instalación interior (Vivienda) Tipo I (x1)

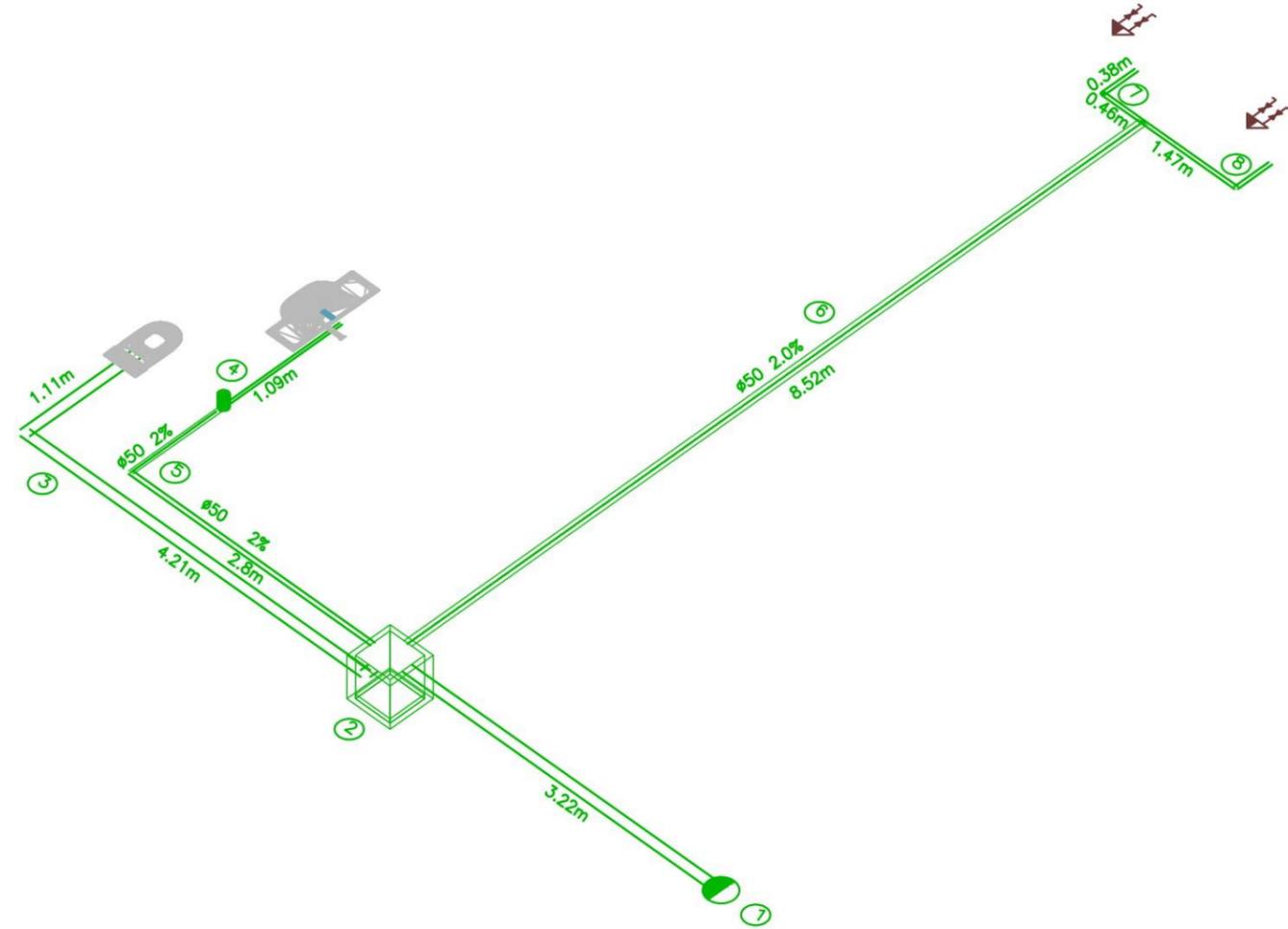
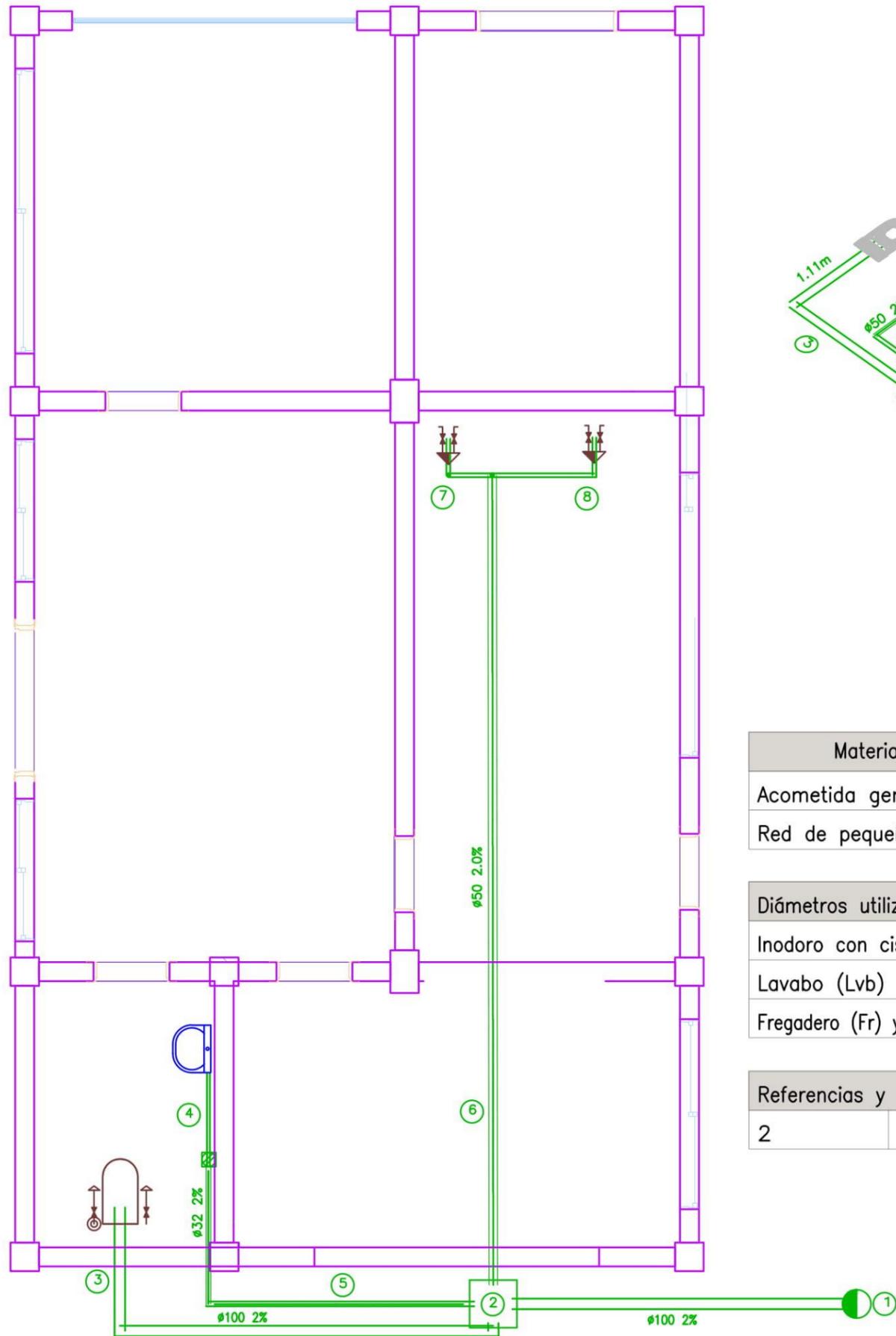


Cuarto húmedo Tipo 1



Simbología	
	Tubería de agua fría
	Tubería de agua caliente
	Llave de corte
	Producción de A.C.S.
Fr	Fregadero doméstico
Lvb	Lavabo
Sd	Inodoro con cisterna
Ga	Grifo Aislado

Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonzo Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: S/E	SALUBRIDAD: ESQUEMA INSTALACIÓN Y VISTA 3D		Nº P.: 21



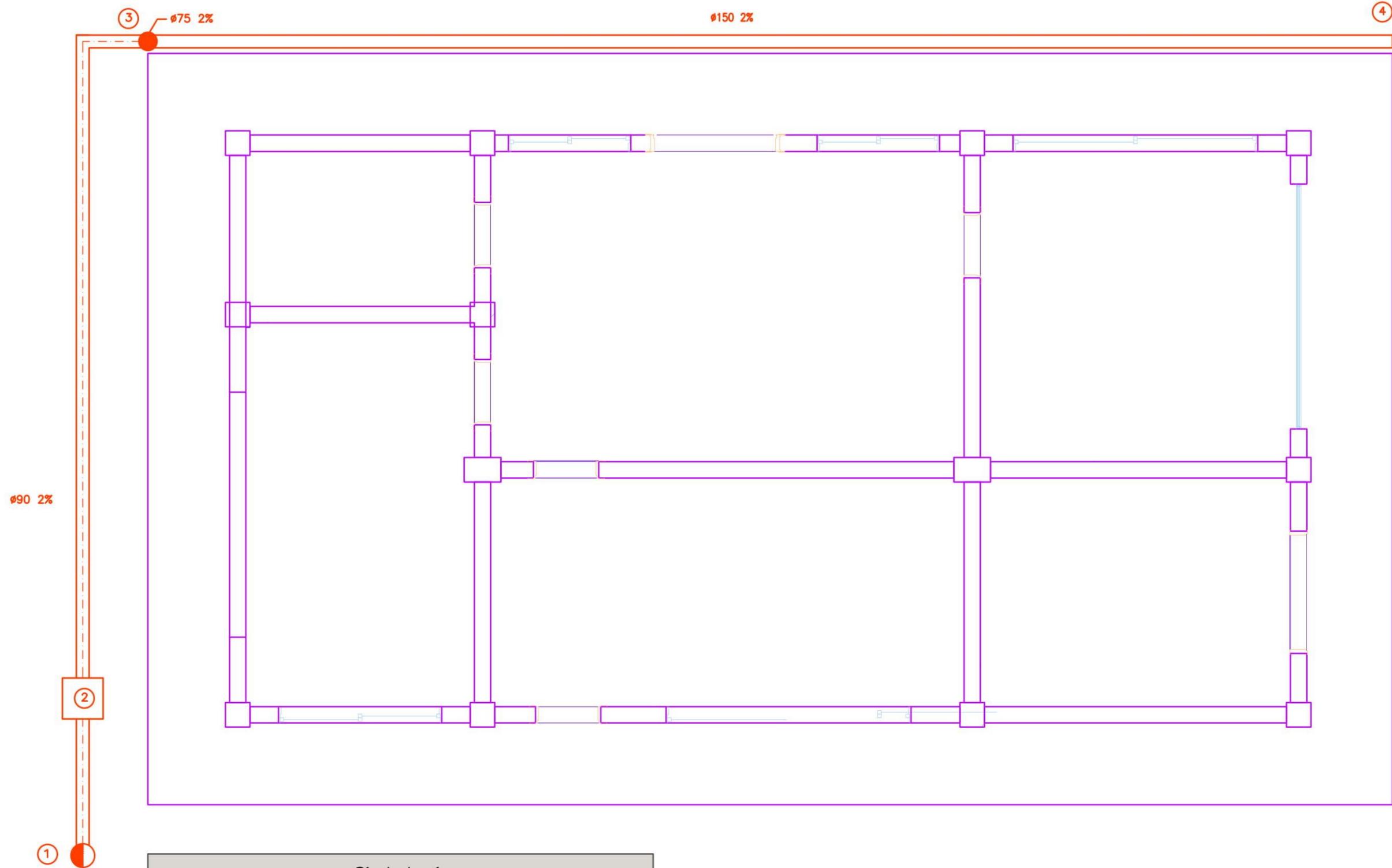
Materiales utilizados para las tuberías	
Acometida general	Tubo de PVC liso, serie SN-4
Red de pequeña evacuación	Tubo de PVC, serie B

Diámetros utilizados en la red de pequeña evacuación	
Inodoro con cisterna (Sd)	100 mm
Lavabo (Lvb)	32 mm
Fregadero (Fr) y grifo aislado (Ga)	40 mm

Referencias y dimensiones de arquetas	
2	50x50x50 cm

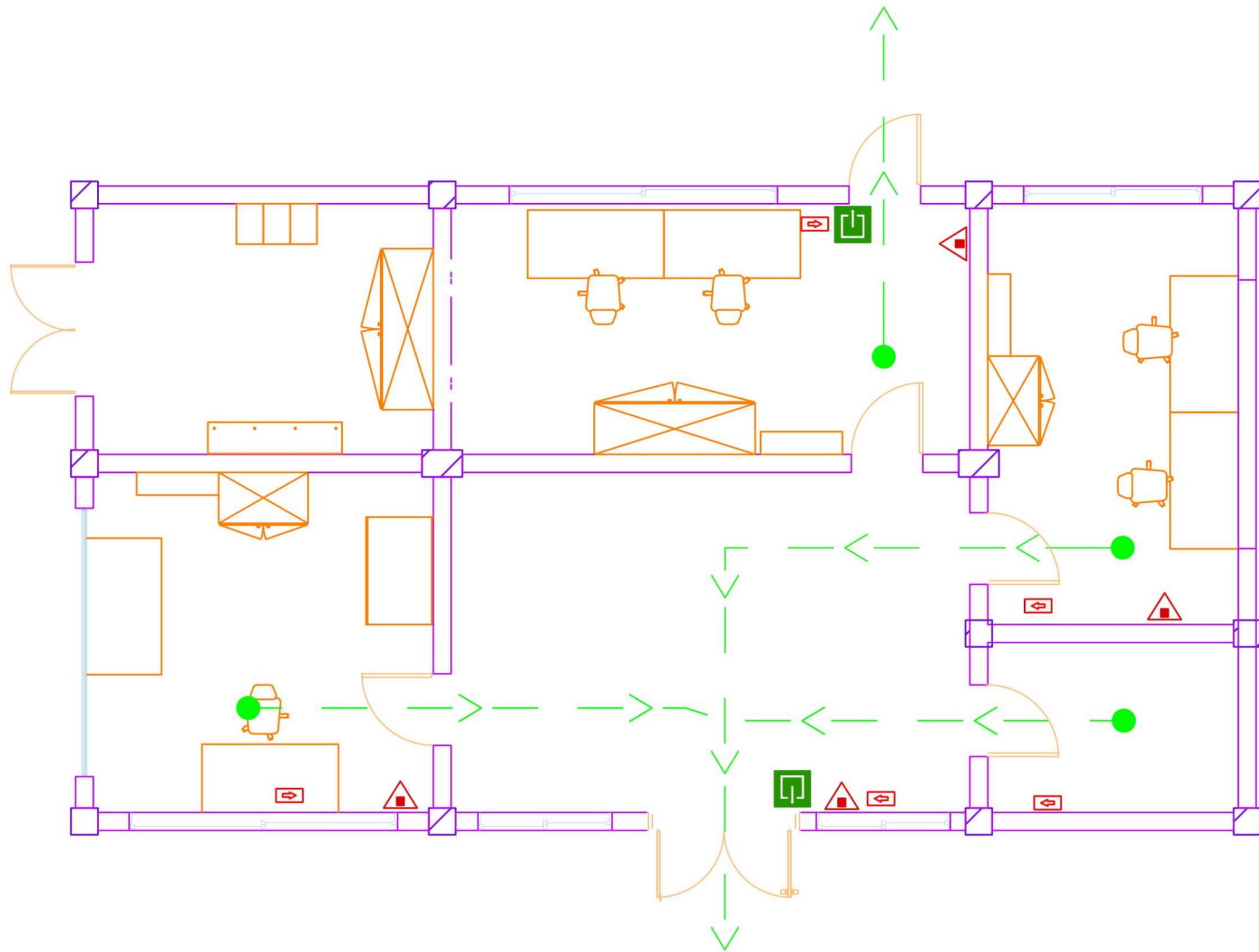
Simbología	
	Conexión con la red general de saneamiento
	Colector maestro de aguas residuales
	Arqueta
	Bote sifónico
	Consumo con hidromezclador o grifo aislado
	Inodoro con cisterna

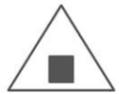
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	EVACUACIÓN AGUAS RESIDUALES Y VISTA 3D		Nº P. : 22



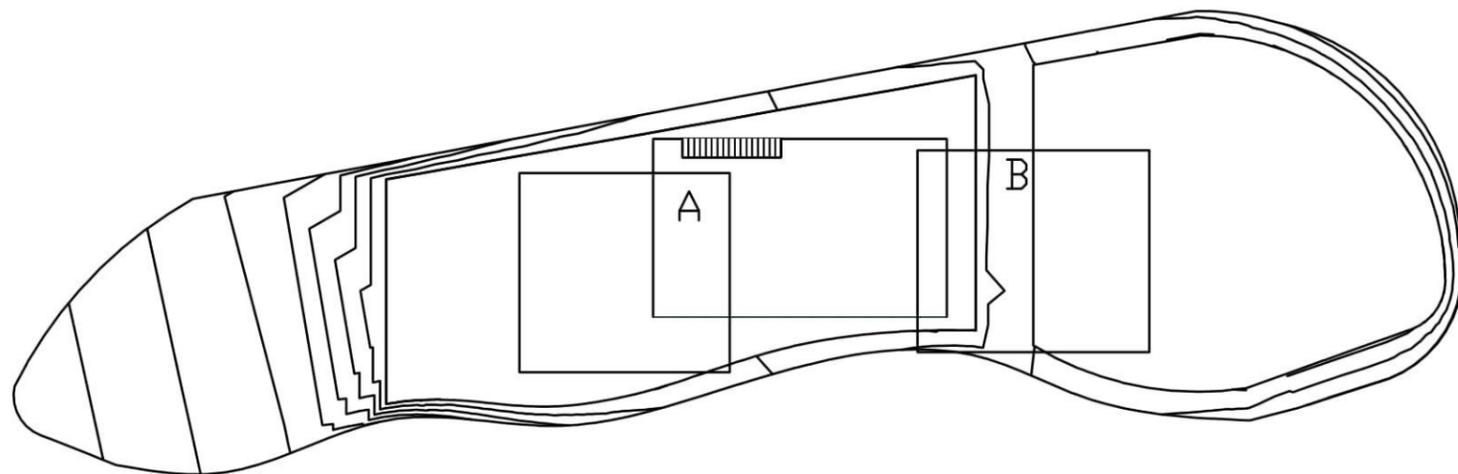
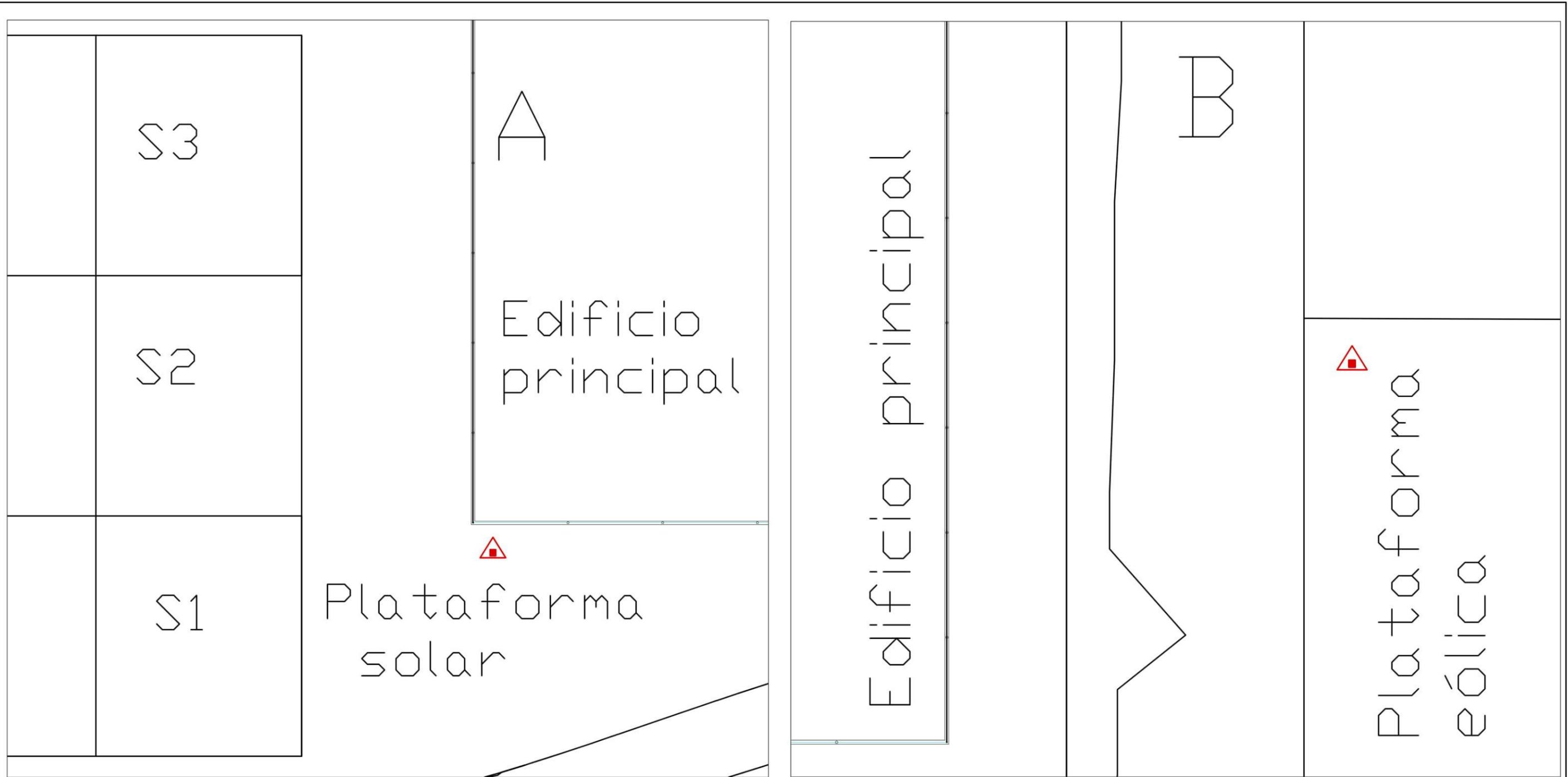
Simbología	
	Conexión con la red pública de pluviales
	Tramos colectores de aguas pluviales
	Canalón
	Arqueta
	Bajante vertical

Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES		Nº P. : 23



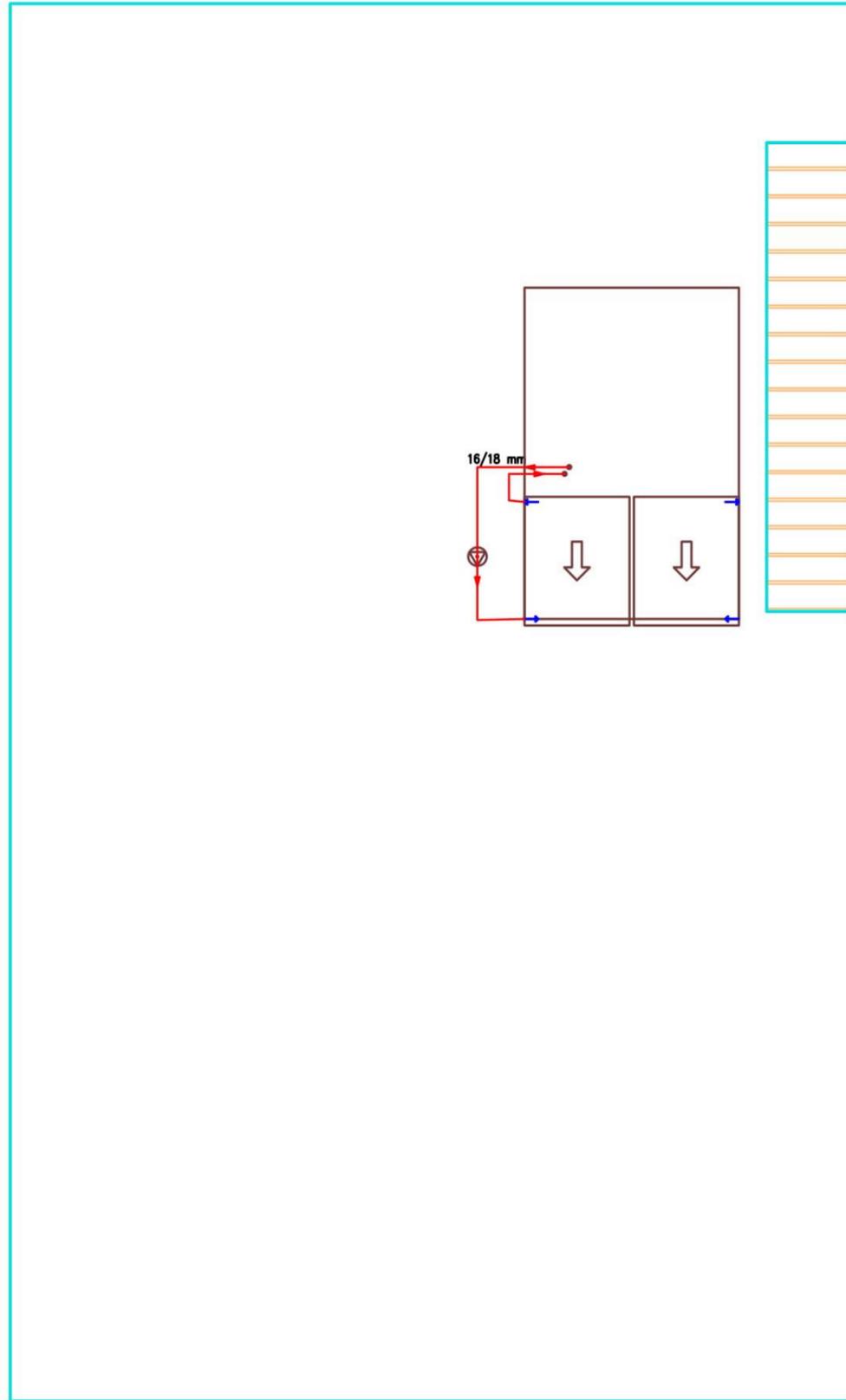
Leyenda	
	Extintor portátil de polvo ABC
	Señalización (Medios de evacuación)

Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS EDIFICIO PRINCIPAL		Nº P. : 24

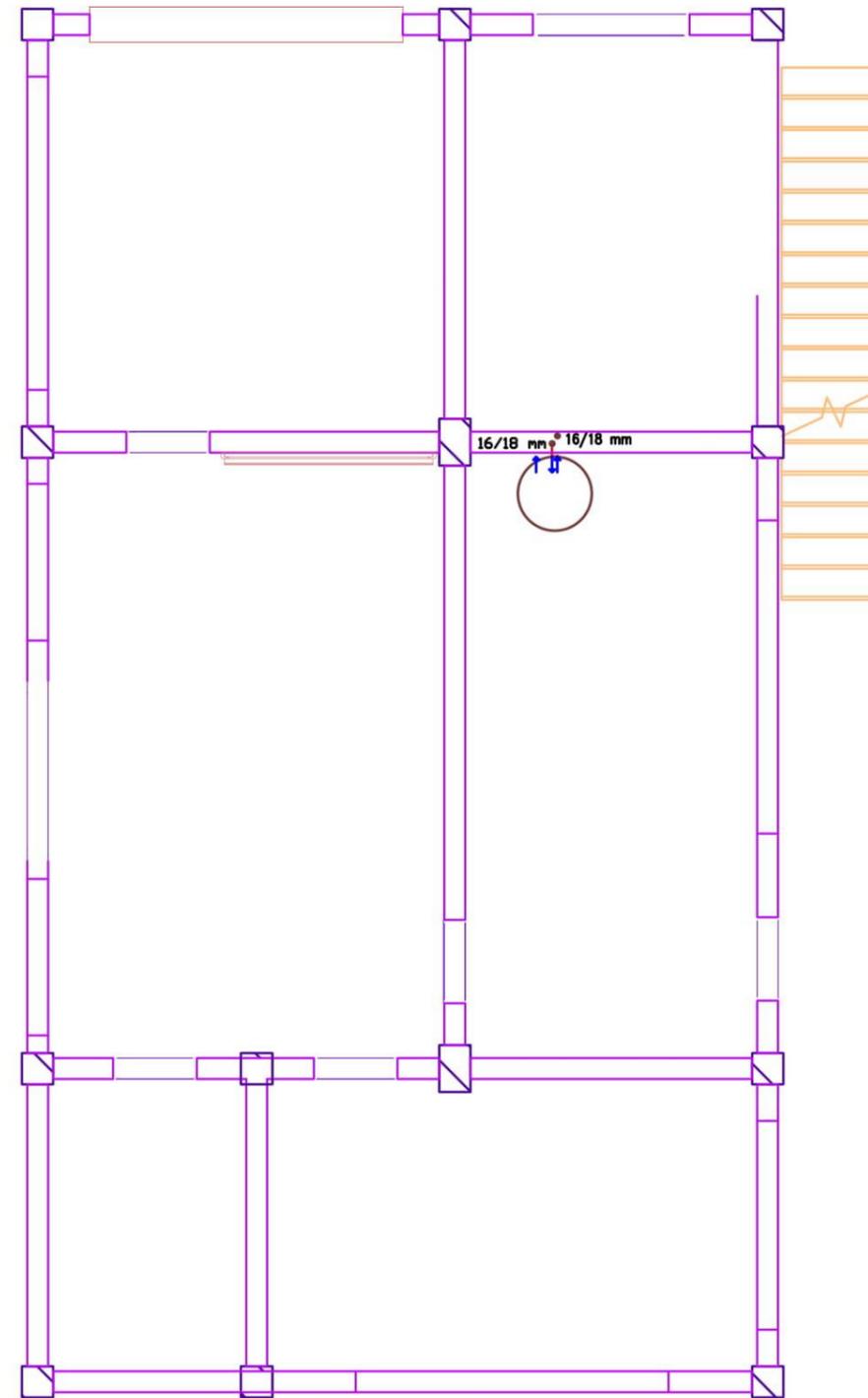


Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonso Castro Rodríguez	 Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Escala 1:100	INSTALACION DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS PLATAFORMAS SOLAR Y EÓLICA		Nº P. : 25

# Cubierta

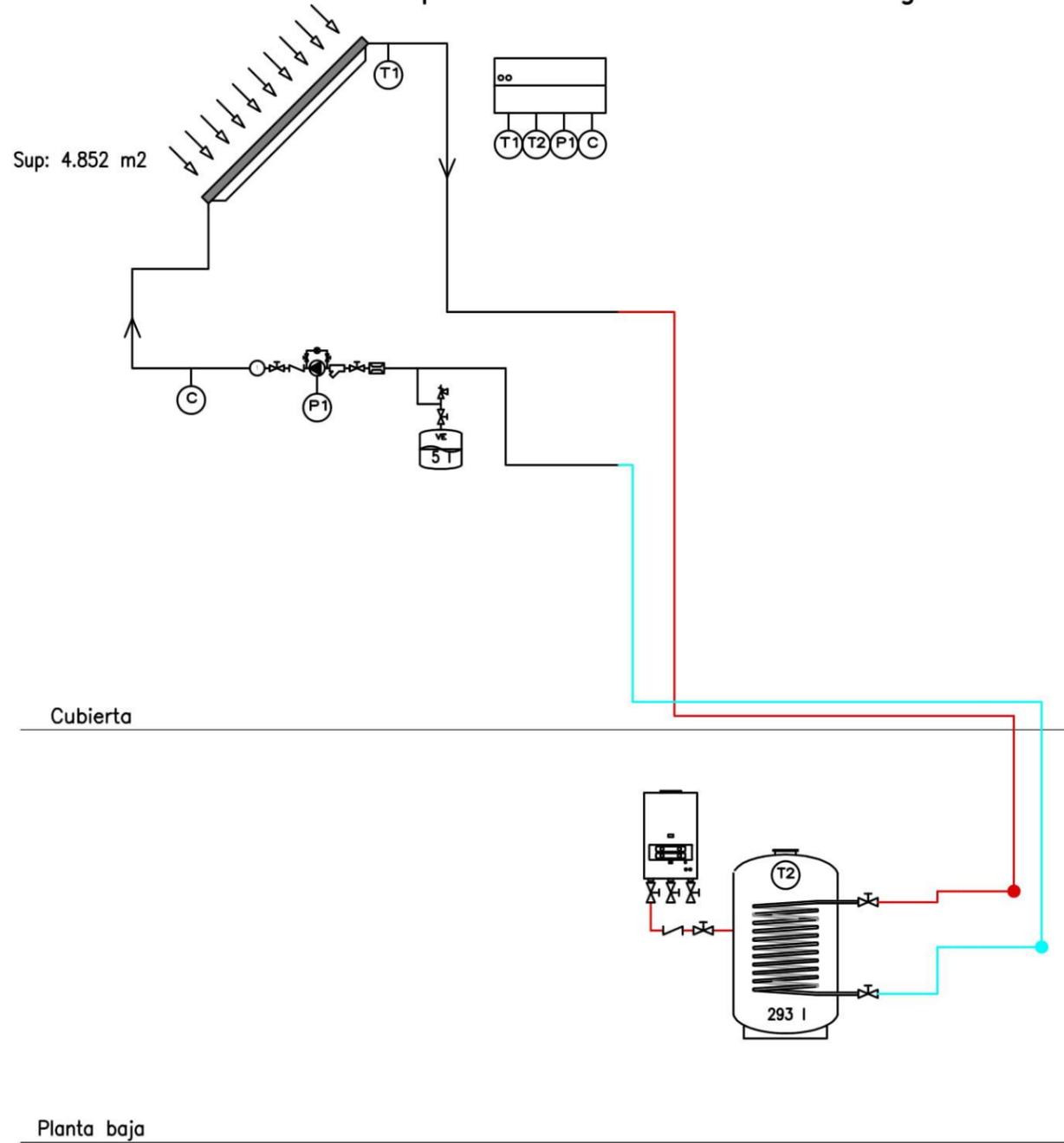


# Planta baja



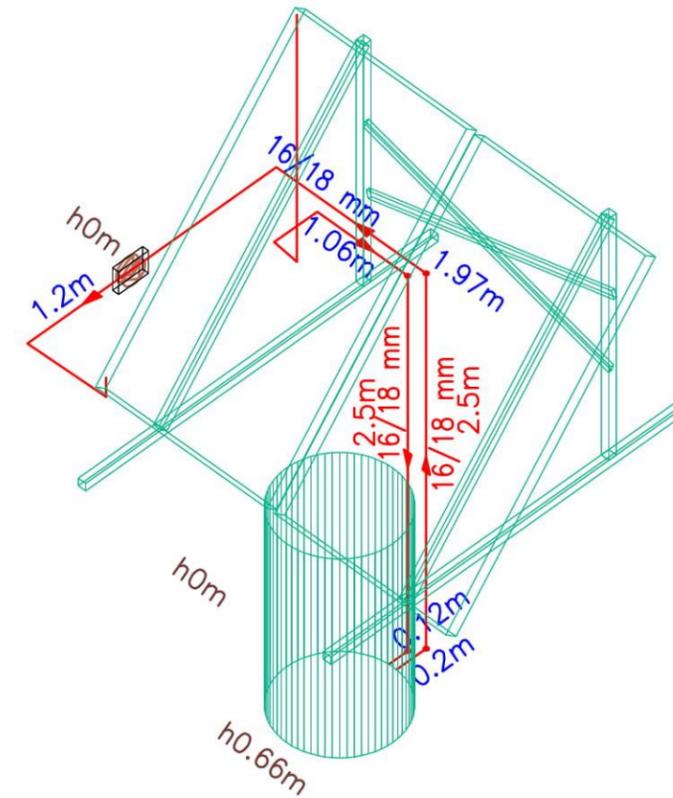
Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonzo Castro Rodríguez		Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: 1:50	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA - EMPLAZAMIENTO		Nº P. : 26

### Esquema de instalación de energía solar térmica



	Válvula de tres vías motorizada		Válvula antirretorno		Termómetro
	Válvula de dos vías motorizada		Regulador de caudal		Bomba
	Válvula de corte		Válvula de equilibrado		Contador
	Válvula termostática de A.C.S.		Válvula de seguridad		
	Filtro		Manómetro		

### Vista 3D del edificio



Proyecto de urbanización de zona dedicada a instalación de prototipos de experimentación			
Fecha 2018	Autor Carlos Alfonzo Castro Rodríguez	 Universidad de La Laguna	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología Grado Ingeniería Mecánica Industrial Universidad de La Laguna
Id. s. normas	UNE 1032:1982		
ESCALA: S/E	ESQUEMA INST. SOLAR TÉRMICA Y VISTA 3D	Nº P. : 27	



TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE ZONA  
DEDICADA A INSTALACIÓN DE  
PROTOTIPOS DE EXPERIMENTACIÓN  
PLIEGO DE CONDICIONES**

**Carlos Alfonso Castro Rodríguez**



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Tutoras: Isabel Martín Mateos y Beatriz Trujillo Martín

San Cristóbal de La Laguna, 2018

## **INDICE DE PLIEGOS DE CONDICIONES**

1. Pliego de Condiciones de la Ejecución y Construcción del Edificio Principal. ....	2
2. Pliego de Condiciones de la Instalación Eléctrica. ....	21
3. Pliego de Condiciones de la Instalación de Suministro de Agua .....	38
4. Pliego de Condiciones de la Instalación de Evacuación de Aguas.....	50
5. Pliego de Condiciones de la Instalación Contra Incendios .....	61
6. Pliego de Condiciones de la Instalación Solar Térmica productora de A.C.S. ....	65

# 1. Pliego de Condiciones de la Ejecución y Construcción del Edificio Principal.

## ÍNDICE

1.1 Condiciones Generales.....	4
1.1.1. Objeto.....	4
1.1.2. Calidad de los materiales .....	4
1.1.3. Pruebas y ensayos de materiales. ....	4
1.1.4. Materiales no consignados en proyecto. ....	4
1.1.5. Condiciones generales de ejecución. ....	4
1.2. Condiciones que han de cumplir los materiales. Ejecución de las unidades de obra.....	<b>5</b>
1.2.1. Movimiento de tierras. ....	5
1.2.1.1. Objeto.....	5
1.2.1.2. Excavación.....	5
1.2.1.3. Cimientos.....	6
1.2.1.4. Relleno.....	6
1.2.2. Hormigones.....	7
1.2.2.1. Objeto.....	7
1.2.2.2. Generalidades.....	7
1.2.2.3. Materiales.....	7
1.2.2.4. Encofrados.....	9
1.2.2.5. Colocación de armaduras.....	10
1.2.2.6. Colocación del hormigón.....	11
1.2.3. Estructura metálica.....	12
1.2.3.1. Objeto.....	12
1.2.3.2. Materiales.....	13

1.2.3.3. Montaje.....	13
1.2.3.4. Mano de obra de soldadura.....	14
1.2.3.5. Organización de los trabajos.....	14
1.2.3.6. Manipulación del material.....	14
1.2.3.7. Ejecución de uniones soldadas.....	14
1.2.3.8. Inspección de soldaduras.....	15
1.2.3.9. Pinturas.....	15
1.2.4. Albañilería.....	16
1.2.4.1. Objeto.....	16
1.2.4.2. Materiales.....	16
1.2.4.3. Morteros.....	17
1.2.4.4. Bloques de hormigón.....	17
1.2.5. Solados y alicatados.....	17
1.2.5.1 Objeto.....	17
1.2.5.2 Generalidades.....	17
1.2.5.3. Materiales.....	17
1.2.5.4. Instalación.....	18
1.2.5.5. Colocación de alicatados.....	19

## **1.1 Condiciones Generales**

### **1.1.1. Objeto**

El objeto del presente pliego de condiciones técnicas es definir las pautas y normas a seguir en el desarrollo de la ejecución de todas las obras que se fijan en el proyecto. El presente pliego contiene las condiciones técnicas particulares referentes a los materiales y equipos, el modo de ejecución, medición de las unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente proyecto.

### **1.1.2. Calidad de los materiales**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el presente pliego, demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

### **1.1.3. Pruebas y ensayos de materiales.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de Obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

### **1.1.4. Materiales no consignados en proyecto.**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

### **1.1.5. Condiciones generales de ejecución.**

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutará esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

## **1.2. Condiciones que han de cumplir los materiales. Ejecución de las unidades de obra.**

### **1.2.1. Movimiento de tierras.**

#### **1.2.1.1. Objeto.**

El trabajo comprendido en la presente Sección del Pliego de Condiciones consiste en la ordenación de todo lo necesario para la ejecución de estos trabajos, tales como mano de obra, equipo, elementos auxiliares y materiales, excepto aquellos que deban ser suministrados por terceros.

La ejecución de todos los trabajos afectará principalmente a los de replanteo y explanación, comprendiendo excavaciones y rellenos, taludes y elementos de contención; excavaciones de vaciado a cielo abierto, zanjas y pozos, y todos aquellos trabajos complementarios de entibaciones, achiques, desagües, etc. También quedarán incluidos los trabajos de carga, transporte y vertidos.

Todo ello en completo y estricto acuerdo con esta Sección del Pliego de Condiciones y los planos correspondientes.

#### **1.2.1.2. Excavación.**

Preparación del Replanteo.

Se realizará la limpieza y desbroce del solar, explanándolo primeramente si fuese necesario por medio de excavaciones y rellenos, terraplenes, etc., procediendo a continuación al replanteo del edificio y de la obra de urbanización, según los planos del proyecto.

La propiedad efectuará por su cuenta los sondeos necesarios para determinar la profundidad y naturaleza del firme, los resultados obtenidos los pondrá a disposición del Ingeniero, para proceder al diseño de la estructura de cimentación.

Generalidades.

La excavación se ajustará a las dimensiones y cotas indicadas en los planos para cada estructura con las excepciones, que se indican más adelante, e incluirá, salvo que lo indiquen los planos, el vaciado de zanjas para servicios generales hasta la conexión con dichos servicios, y todos los trabajos incidentales anejos. Si los firmes adecuados se encuentran a cotas distintas de las indicadas en los planos, el Ingeniero podrá ordenar por escrito que la

excavación se lleve por encima o por debajo de las mismas. La excavación no se llevará por debajo de las cotas indicadas en los planos, a menos que así lo disponga el Ingeniero, cuando se haya llevado la excavación por debajo de las cotas indicadas en los planos o establecidas por el Ingeniero, la porción que quede por debajo de losas se restituirá a la cota adecuada, según el procedimiento que se indica más adelante para el relleno, y si dicha excavación se ha efectuado por debajo de las plataformas de construcción se aumentará la altura de los muros,

pilares, según disponga el Ingeniero. Si se precisa relleno bajo las plataformas de construcción, se efectuará con hormigón de dosificación aprobada por el Ingeniero.

La excavación se prolongará hasta una distancia suficiente de muros y plataformas de construcción, que permita el encofrado y desencofrado, la instalación de servicios y la inspección, excepto cuando se autorice depositar directamente sobre las superficies excavadas el hormigón para muros y zapatas. No se permitirá practicar socavaciones. El material excavado que sea adecuado y necesario para los rellenos por debajo de losas, se aplicará por separado, de la forma que ordene el Ingeniero.

### **1.2.1.3. Cimientos.**

Se eliminarán los troncos, raíces de árbol y otros obstáculos que se encuentren dentro de los límites de la excavación. Se limpiará toda la roca u otro material duro de cimentación, dejándolos exentos de material desprendido y se cortarán de forma que quede una superficie firme, que según lo que se ordene, será nivelada, escalonada o dentada. Se eliminarán todas las rocas desprendidas o desintegradas así como los estratos finos.

Cuando la obra de hormigón deba apoyarse sobre una superficie que no sea roca, se tomarán precauciones especiales para no alterar el fondo de la excavación, no debiéndose llevar ésta hasta el nivel de la rasante definitiva hasta inmediatamente antes de colocar el hormigón u obra de fábrica. Las zanjas de cimentación y las plataformas de construcción se excavarán hasta una profundidad mínima, expresada en planos, por debajo de la rasante original, pero en todos los casos hasta alcanzar un firme resistente. Las cimentaciones deberán ser aprobadas por el Ingeniero antes de colocar el hormigón o la fábrica de ladrillo.

Antes de la colocación de las armaduras, se procederá al saneamiento del fondo de las plataformas de construcción mediante el vertido de una capa de hormigón de limpieza HA-20/P/20/I, de 10 cm. De espesor y en todo caso con apoyo en el firme.

### **1.2.1.4. Relleno.**

Una vez terminada la cimentación según sus fases y antes de proceder a los trabajos de relleno, se retirarán todos los encofrados y la excavación se limpiará de escombros y basura, procediendo a rellenar los espacios concernientes a las necesidades de la obra de cimentación.

Los materiales para el relleno consistirán en tierras adecuadas, aprobadas por el Ingeniero, estarán exentos de escombros, trozos de madera u otros desechos. El relleno se colocará en capas horizontales de un espesor máximo de 20 cm., y tendrá el contenido de humedad suficiente para obtener el grado de compactación necesario. Cada capa se apisonará por medio de pisones manuales o mecánicos o con otro equipo adecuado hasta alcanzar una densidad máxima de 100% con contenido óptimo de humedad.

## **1.2.2. Hormigones.**

### **1.2.2.1. Objeto.**

El trabajo comprendido en la presente sección del Pliego de Condiciones consiste en suministrar toda la instalación, mano de obra, equipo, accesorios y materiales y en la ejecución de todas las operaciones concernientes a la instalación de hormigones, todo ello en completo y estricto acuerdo con esta sección del Pliego de Condiciones y planos aplicables y sujeto a los términos y condiciones del contrato.

### **1.2.2.2. Generalidades.**

Se prestará una total cooperación a otros oficios para la instalación de elementos empotrados, se facilitarán las plantillas adecuadas o instrucciones o ambas cosas, para la colocación de los elementos no instalados en los encofrados. Los elementos empotrados se habrán inspeccionado y se habrán completado y aprobado los ensayos del hormigón u otros materiales o trabajos mecánicos antes del vertido del hormigón.

Inspección.

El Contratista notificará al Ingeniero con 24 horas de antelación, el comienzo de la operación de mezcla, si el hormigón fuese preparado en obra.

Pruebas de la estructura

El Contratista efectuará las pruebas de la estructura con las sobrecargas que se indiquen, pudiendo estas pruebas alcanzar la totalidad del edificio.

Las acciones del edificio se calcularán de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación DB SE-AE, especificadas en la Memoria.

El Ingeniero-Director podrá ordenar los ensayos de información de la estructura que estime convenientes, con sujeción a lo estipulado en la Norma EHE. Ensayos.

El Contratista efectuará todos los ensayos a su cuenta. Para la realización de estos ensayos se tendrán presentes los coeficientes de seguridad señalados en la Norma EHE, para poder utilizar un nivel de control de ejecución normal.

### **1.2.2.3. Materiales.**

Cemento.

El cemento utilizado será el especificado en la Norma EHE, en todo lo referente a cementos utilizables, suministro y almacenamiento. El control se realizará según se especifica en dicha norma, y la recepción se efectuará según el “Pliego de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos de las Obras de Carácter Oficial”. El cemento de distintas procedencias se mantendrá totalmente separado y se hará uso del mismo en secuencia, de acuerdo con el orden en que se haya recibido, excepto cuando el Ingeniero ordene otra cosa. Se adoptarán las medidas necesarias para usar cemento de una sola

procedencia en cada una de las superficies vistas del hormigón para mantener el aspecto uniforme de las mismas. No se hará uso de cemento procedente de la limpieza de los sacos o caído de sus envases, o cualquier saco parcial o totalmente mojado o que presente señales de principio de fraguado.

#### Agua.

El agua será limpia y estará exenta de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, sales, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias nocivas. Al ser sometida al ensayo para determinar la resistencia estructural del árido fino, la resistencia de las probetas similares hechas con el agua sometida a ensayo y un cemento Portland normal será, a los 28 días como mínimo el 95 % de la resistencia de probetas similares hechas con agua conocida de calidad satisfactoria y con el mismo cemento árido fino. En cualquier caso se cumplirá lo especificado en la Norma EHE.

#### Árido fino.

El árido fino consistirá en arena natural, o previa aprobación del Ingeniero en otros materiales inertes que tengan características similares. El árido fino estará exento de álcalis solubles del agua, así como sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón por reacción a los álcalis de cemento. Sin embargo, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido fino que proceda de un punto que en ensayos anteriores se hubiera encontrado exentos de ellos, o cuando se demuestre satisfactoriamente que el árido procedente del mismo lugar que se vaya a emplear, ha dado resultados satisfactorios en el hormigón de dosificación semejante a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un período de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición, prácticamente iguales a las que ha de someterse el árido a ensayar, y en las que el cemento empleado era análogo al que vaya a emplearse. En cualquier caso se ajustará a lo especificado en la Norma EHE.

#### Árido grueso.

Consistirá en piedra machacada o grava, o previa aprobación en otros materiales inertes de características similares. Estará exento de álcalis solubles en agua y de sustancias que pudieran causar expansión en el hormigón a causa de su reacción con los álcalis del cemento, no obstante, no será necesario el ensayo para comprobar la existencia de estos ingredientes en árido grueso que proceda de un lugar que en ensayos anteriores se haya encontrado exento de ellos o, cuando se demuestra satisfactoriamente que este árido grueso ha dado resultados satisfactorios en un hormigón obtenido con el cemento y una dosificación semejantes a los que se vayan a usar, y que haya estado sometido durante un período de 5 años a unas condiciones de trabajo y exposición prácticamente iguales a las que tendrá que soportar el árido a emplear.

#### Armadura de acero.

Las armaduras de acero cumplirán lo establecido en la Norma EHE, en cuanto a especificación de material y control de calidad. Las barras de acero que constituyen las

armaduras para el hormigón no presentarán grietas, sopladuras ni mermas de sección superiores al 5 %.

El alargamiento mínimo a rotura será el 23 %.

Los aceros especiales y de alta resistencia deberán ser de los fabricados por casas de reconocida solvencia e irán marcados con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo.

Almacenamiento de materiales:

**Cemento:** Inmediatamente después de su recepción a pie de obra, el cemento se almacenará en un alojamiento a prueba de intemperie y tan hermético al aire como sea posible. Los pavimentos estarán elevados sobre el suelo a distancia suficiente para evitar la absorción de humedad. Se almacenará de forma que permita un fácil acceso para la inspección e identificación de cada remesa.

**Áridos:** Los áridos de diferentes tamaños se apilarán en pilas por separado. Los apilamientos del árido grueso se formarán en capas horizontales que no excedan de 1,2 m. de espesor a fin de evitar su segregación.

**Armadura:** Las armaduras se almacenarán de forma que se evite excesiva herrumbre o recubrimiento de grasa, aceite, suciedad u otras materias que pudieran ser objetos de reparos. El almacenamiento se hará en pilas separadas o bastidores para evitar confusión o pérdida de identificación una vez desechos los mazos.

#### **1.2.2.4. Encofrados.**

Requisitos Generales.

Los encofrados se construirán exactos en alineación y nivel. Se tendrá especial cuidado en arriistrar convenientemente los encofrados cuando haya de someterse el hormigón a vibrado. Los encofrados y sus soportes estarán sujetos a la aprobación correspondiente, pero la responsabilidad respecto a su colocación y uso será del Contratista. Las orejetas o protecciones, conos, arandelas u otros dispositivos empleados en conexiones con los pernos y varillas, no dejarán ninguna depresión en la superficie del hormigón o cualquier orificio mayor de 2.2 cm de diámetro. Cuando se desee estanqueidad al agua o al aceite, no se hará uso de pernos o varillas que hayan de extraerse totalmente al retirar los encofrados. Cuando se elija un acabado especialmente liso, no se emplearán ataduras de encofrados que no puedan ser retiradas totalmente del muro. Los encofrados para superficies vistas de hormigón tendrán juntas horizontales y verticales exactas. Se harán juntas topes en los extremos de los tableros de la superficie de sustentación y se escalonarán, excepto en los extremos de los encofrados de paneles. Este encofrado será hermético y perfectamente clavado. Todos los encofrados estarán provistos de orificios de limpieza adecuados, que permitirán la inspección y la fácil limpieza después de colocada toda la armadura. En las juntas horizontales de construcción que hayan de quedar al descubierto, el entablonado se llevará a nivel hasta la altura de la junta o se colocará una fija de borde escuadrado de 2.5 cm. En el nivel de los encofrados en el lado

visto de la superficie. Se instalarán pernos prisioneros cada 7-10 cm. Por debajo de la junta horizontal, con la misma separación que las ataduras de los encofrados; éstos se ajustarán contra el hormigón fraguado antes de reanudar la operación de vertido. Todos los encofrados se construirán en forma que puedan ser retirados sin que haya que martillar o hacer palanca sobre el hormigón. En los ángulos de los encofrados se colocarán moldes o chaflanes adecuados para redondear o achaflanar los cantos del hormigón visto en el interior de los edificios. Irán apoyados sobre cuñas, tornillos, capas de arena u otros sistemas que permitan el lento desencofrado. El Ingeniero podrá ordenar sean retirados de la obra elementos del encofrado que a su juicio, por defecto o repetido uso, no sean adecuados. Encofrados, excepto cuando se exijan acabados especialmente lisos. Los encofrados, excepto cuando se exijan acabados especialmente lisos, serán de madera, madera contrachapada, acero u otros materiales aprobados por el Ingeniero. El encofrado de madera para superficies vistas será de tableros machihembrados, labrados a un espesor uniforme, pareados con regularidad y que

no presente nudos sueltos, agujeros y otros defectos que pudieran afectar al acabado del hormigón. En superficies no vistas puede emplearse madera sin labrar con cantos escuadrados. La madera contrachapada será del tipo para encofrados, de un grosor mínimo de 1.5 cm. Las superficies de encofrados de acero no presentarán irregularidades, mellas o pandeos.

#### Revestimientos.

Antes de verter el hormigón, las superficies de contacto de los encofrados se impregnarán con un aceite mineral que no manche, o se cubrirán con dos capas de laca de nitrocelulosa, excepto para las superficies no vistas, cuando la temperatura sea superior a 4°C, que puede mojarse totalmente la tablazón con agua limpia. Se eliminará todo el exceso de aceite limpiándolo con trapos. Se limpiarán perfectamente las superficies de contacto de los

encofrados que hayan de usarse nuevamente; los que hayan sido previamente impregnados o revestidos recibirán una nueva capa de aceite o laca.

### **1.2.2.5. Colocación de armaduras.**

#### Requisitos Generales.

Se atenderá en todo momento a lo especificado en la Norma EHE. El Contratista suministrará y colocará todas las barras de las armaduras, estribos, barras de suspensión, espirales u otros materiales de armadura, según se indique en los planos del proyecto o sea exigido en el Pliego de Condiciones del mismo, juntamente con las ataduras de alambre, silletas, espaciadores, soportes y demás dispositivos necesarios para instalar y asegurar adecuadamente la armadura. Todas las armaduras, en el momento de su colocación, estarán exentas de escamas de herrumbre, grasa, arcilla y otros recubrimientos y materias extrañas que puedan reducir o destruir la trabazón. No se emplearán armaduras que presenten doblados no indicados en los planos del proyecto o en los de taller aprobados o cuya sección esté reducida por la oxidación.

#### Colocación.

La armadura se colocará con exactitud y seguridad. Se apoyará sobre silletas de hormigón o metálicas, o sobre espaciadores o suspensores metálicos. Solamente se permitirá el uso de silletas, soportes y abrazaderas metálicas cuyos extremos hayan de quedar al descubierto sobre la superficie del hormigón en aquellos lugares en que dicha superficie no esté expuesta a la intemperie y cuando la decoloración no sea motivo de objeción. En otro caso se hará uso de hormigón u otro material no sujeto a corrosión, o bien otros medios aprobados, para la sustentación de las armaduras.

#### **1.2.2.6. Colocación del hormigón.**

##### Transporte.

El hormigón se transportará desde la hormigonera hasta los encofrados tan rápidamente como sea posible, por métodos aprobados que no produzcan segregaciones ni pérdida de ingredientes. El hormigón se colocará lo más próximo posible en su posición definitiva para evitar nuevas manipulaciones. Durante el transporte la caída vertical libre del hormigón no excederá de 1 m. El vertido por canaleta solamente se permitirá cuando el hormigón se deposite con una tolva antes de ser vertido en los encofrados. El equipo de transporte se limpiará perfectamente antes de cada recorrido. Todo el hormigón se verterá tan pronto como sea posible después del revestido de los encofrados y colocada la armadura. Se verterá antes de que se inicie el fraguado y en todos los casos antes de transcurridos 30 minutos desde su mezcla o batido. No se hará uso de hormigón segregado durante el transporte.

##### Vertido.

Todo el hormigón se verterá sobre seco, excepto cuando el Pliego de Condiciones del Proyecto lo autorice de distinta manera, y se efectuará todo el zanjeado, represado, drenaje y bombeo necesarios. En todo momento se protegerá el hormigón reciente contra el agua corriente. Cuando se ordenen las subrasantes de tierra u otro material al que pudiera contaminar el hormigón, se cubrirán con papel fuerte de construcción, u otros materiales aprobados y se efectuará un ajuste del precio del contrato, siempre que estas disposiciones no figuren especificadas en los planos del proyecto. Antes de verter el hormigón sobre terrenos porosos, éstos se humedecerán según se ordene. Los encofrados se regarán previamente, y a medida que se vayan hormigonando los moldes y armaduras, con lechada de cemento. El hormigón se verterá en capas aproximadamente horizontales, para evitar que fluya a lo largo de los mismos.

El hormigón se verterá en forma continua o en capas de un espesor tal que no se deposite hormigón sobre hormigón suficientemente endurecido que puedan producir la formación de grietas y planos débiles dentro de las secciones; se obtendrá una estructura monolítica entre cuyas partes componentes exista una fuerte trabazón.

El método del vertido del hormigón será tal que evite desplazamientos de la armadura. Durante el vertido, el hormigón se compactará removiéndolo con herramientas adecuadas y se introducirá alrededor de las armaduras y elementos empotrados, así como en ángulos y esquinas de los encofrados, teniendo cuidado de no manipularlo excesivamente, lo que podría

producir segregación. El hormigón vertido proporcionará suficientes vistas de color y aspecto uniformes, exentos de porosidades y coqueras. En elementos verticales o ligeramente inclinados de pequeñas dimensiones, así como en miembros de la estructura donde la congestión del acero dificulte el trabajo de instalación, la colocación del hormigón en su posición debida se suplementará martilleando o golpeando en los encofrados al nivel del vertido, con martillos de caucho, macetas de madera, o martillos mecánicos ligeros. El hormigón no se verterá a través del acero de las armaduras, en forma que produzcan segregaciones de los áridos.

En tales casos se hará uso de canaletas, u otros medios aprobados. En ningún caso se efectuará el vertido libre del hormigón desde una altura superior a 1 m. El agua acumulada sobre la superficie del hormigón durante su colocación, se eliminará por absorción con materiales porosos, en forma que se evite la remoción del cemento. Cuando esta acumulación sea excesiva se harán los ajustes necesarios en la cantidad del árido fino, en la dosificación del hormigón o en el ritmo del vertido según lo ordene el Ingeniero.

#### Vibrado.

El hormigón se compactará por medio de vibradores mecánicos internos de alta frecuencia de tipo aprobado. Los vibrantes estarán proyectados para trabajar con el elemento vibrador sumergido en el hormigón y el número de ciclos no será inferior a 6.000 por minuto estando sumergido. El número de vibradores usados será el suficiente para consolidar adecuadamente el hormigón dentro de los veinte minutos siguientes a su vertido en los encofrados. No se permitirá que el vibrado altere el hormigón endurecido parcialmente ni se aplicará directamente el vibrador a armaduras que se prolonguen en hormigón total o parcialmente endurecido.

Se interrumpirá el vibrado cuando el hormigón se haya compactado totalmente y cese la disminución de su volumen. Cuando se haga uso del vibrado, la cantidad del árido fino empleado en la mezcla será mínima, y de ser factible, la cantidad de agua en la mezcla, si es posible, estará por debajo del máximo especificado, pero en todos los casos, el hormigón será de plasticidad y maleabilidad suficientes para que permitan su vertido y compactación con el equipo vibrador disponible en obra.

### **1.2.3. Estructura metálica.**

#### **1.2.3.1. Objeto.**

El trabajo comprendido en la presente Sección del Pliego de Condiciones consiste en el suministro de toda la mano de obra, instalación de equipo, accesorios y materiales, así como en la ejecución de todas las operaciones relacionadas con el diseño, fabricación y montaje de acero para estructuras, de estricto acuerdo con esta Sección del Pliego de Condiciones y Planos aplicables, y sujeto a los términos y condiciones del Contrato.

Todos los trabajos relacionados con las estructuras metálicas, tendrán que atenerse obligatoriamente a lo especificado en las siguientes Normas:

- CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación, Seguridad estructural – Acero.
- CTE DB SE-AE: Código Técnico de la Edificación, Acciones en la edificación.

### **1.2.3.2. Materiales.**

El acero laminado para la ejecución de la estructura será del tipo descrito en la Norma UNE-36.080-73, debiendo cumplir exactamente las prescripciones sobre composición química y características mecánicas estipuladas en la norma en cuestión.

Deberá comprobarse por medios magnéticos, ultrasónicos o radiográficos, que no presentan inclusiones, grietas u oquedades capaces de alterar la solidez del conjunto.

El Contratista presentará, a petición del Ingeniero Director de la obra, la marca y clase de electrodos a emplear en los distintos cordones de soldadura de la estructura. Estos electrodos pertenecerán a una de las clases estructurales definidos por la Norma correspondiente, y una vez aprobados no podrán ser sustituidos por otro sin el conocimiento y aprobación del Ingeniero Director. El Contratista queda obligado a almacenar los electrodos recibidos en condiciones tales que no puedan perjudicarse las características del material de aportación.

### **1.2.3.3. Montaje.**

Arriostramiento.

La estructura de los edificios de entramado de acero se levantará con exactitud y aplomada, introduciéndose arriostramientos provisionales en todos aquellos puntos en que resulte preciso para soportar todas las cargas a que pueda hallarse sometida la estructura, incluyendo las debidas al equipo y al funcionamiento del mismo. Estos arriostramientos permanecerán colocados en tanto sea preciso por razones de seguridad.

Aptitud de las uniones provisionales.

Según vaya avanzando el montaje, se asegurará la estructura por medio de soldadura, para absorber todas las cargas estáticas o sobrecargas debidas al tiempo y al montaje.28 | P á g i n a

Esfuerzo de montaje.

Siempre que, durante el montaje, hayan de soportarse cargas debidas a pilas de material, equipo de montaje u otras cargas, se tomarán las medidas oportunas para absorber los esfuerzos producidos por las mismas.

Alineación.

No se efectuarán soldaduras hasta que toda la estructura que haya de atezarse por tal procedimiento esté debidamente alineada.

#### **1.2.3.4. Mano de obra de soldadura.**

Todos los operarios que hayan de efectuar las uniones soldadas de los tramos metálicos, tanto se trate de costuras resistentes como de costuras de simple unión, habrán de someterse a las pruebas de aptitud previstas por la Norma UNE-14.010, pudiendo el Ingeniero Director de la obra exigir, siempre que lo tenga por conveniente, las inspecciones previstas en los apartados 7 y 8 de la citada Norma.

#### **1.2.3.5. Organización de los trabajos.**

El Contratista podrá organizar los trabajos en la forma que estime conveniente; pero tendrá sin embargo la obligación de presentar por anticipado al Ingeniero Director de la obra un programa detallado de los mismos, en el que se justifique el cumplimiento de los planes previstos. Podrá preparar en su propio taller todas las barras o parte de la estructura que sean susceptibles de un fácil transporte dando en este caso las máximas facilidades para que, dentro de su factoría, se pueda realizar la labor de inspección que compete al Ingeniero Director.

#### **1.2.3.6. Manipulación del material.**

Todas las operaciones de enderezado de perfiles o chapas se realizarán en frío. Los cortes y preparación de bordes para la soldadura podrán realizarse con soplete oxiacetilénico, con sierra o con herramienta neumática, pero nunca con cizalla. Deberán eliminarse siempre las rebabas, tanto las de laminación como las originadas por operaciones de corte. Serán rechazadas todas las barras o perfiles que presenten en superficie ondulaciones, fisuras o defectos de borde que, a juicio del Ingeniero Director, puedan causar un efecto apreciable de detalle.

#### **1.2.3.7. Ejecución de uniones soldadas.**

Se tendrán presentes las siguientes prescripciones:

- Los empalmes se verificarán antes de que las unidades de los perfiles simples se unan entre sí para constituir el perfil compuesto.
- Las unidades de perfiles simples para construir las barras se realizarán antes que las unidades de nudos.
- Se dejará siempre la máxima libertad posible a los movimientos de retracción de las soldaduras, y por lo tanto, se procederá en todas las unidades desde el centro hacia los bordes de la barra o desde el centro hacia los extremos de las vigas.
- A fin de evitar en lo posible las deformaciones residuales, se conservará la mayor simetría posible en el conjunto de la soldadura efectuada. Ello obligará a llevar la soldadura desde el centro hacia los bordes, pero simultánea o alternadamente en ambas direcciones, y a soldar de forma alternada por un lado y otro de la barra, disponiendo para ello los elementos auxiliares de volteo que sean necesarios.
- Se evitará la excesiva acumulación de calor en zonas localizadas en la estructura. Para ello se espaciará suficientemente el depósito de los cordones sucesivos y se adoptarán las secuencias más convenientes a la disipación del calor.

- Antes de comenzar la soldadura se limpiarán los bordes de las piezas a unir con cepillo de alambre, o con cualquier otro procedimiento, eliminando cuidadosamente todo rastro de grasa, pintura o suciedad.
- Si se ha de depositar un cordón sobre otro previamente ejecutado, se cuidará de eliminar completamente la escoria del primero, mediante un ligero martilleado con la piqueta y el cepillo de alambre.
- No se efectuarán nunca soldaduras con temperaturas inferiores a cero grados centígrados.
- Antes de pintar se eliminará la última capa de escoria.

### **1.2.3.8. Inspección de soldaduras.**

La superficie vista de la soldadura presentará siempre un terminado regular, acusando una perfecta fusión de metal y una perfecta regulación de la corriente eléctrica empleada, sin poros, mordeduras, oquedades, ni rastros de escoria.

El Ingeniero Director de la obra podrá solicitar del Instituto Español de Soldadura, que realicen inspecciones radiográficas de todas o de algunas de las uniones de las piezas metálicas y se emita el correspondiente dictamen. El gasto que originen estas inspecciones será pagado por el constructor, pero será de abono en certificación si las soldaduras inspeccionadas han sido calificadas con 1 o 2 (Norma UNE 14.011); y serán definitivamente de su cuenta, viniendo además obligado a rehacerlas si fueran calificadas con 3, 4 o 5.

### **1.2.3.9. Pinturas.**

La pintura se efectuará con tres manos, de las cuales la primera será de minio de plomo en aceite de linaza y las dos últimas de pintura metálica de una marca acreditada que debe ser aprobada, previamente a su empleo, por el Ingeniero, quien elegirá asimismo el color.

La primera mano puede darse en taller a las piezas prefabricadas, dejando descubiertas las partes que hayan de ser soldadas en obra. La pintura contendrá el 70 % (setenta por ciento) de minio de plomo químicamente puro y un 30 % (treinta por ciento) de aceite de linaza cocido de primera calidad, y se aplicará de forma que cada Kg de mezcla cubra aproximadamente 5.00 m<sup>2</sup> de superficie metálica.

La segunda mano puede aplicarse antes del montaje y se extenderá de forma que cada Kg. de pintura cubra a lo sumo 7.00 m<sup>2</sup> de superficie metálica.

La tercera y última se dará después del montaje, y cada Kg. de pintura cubrirá como máximo 9.00 m<sup>2</sup> de superficie. Antes de extenderla, el representante de la propiedad procederá al reconocimiento del estado de perfección de las manos anteriores.

En todo caso, antes de cada mano se procederá a la limpieza y rascado de la superficie a pintar y, en su caso, al repaso de la mano precedentemente extendida, batiendo bien la pintura antes de utilizarla y extendiéndola en la superficie a pintar bien estirada y sin grumos.

## **1.2.4. Albañilería.**

### **1.2.4.1. Objeto.**

El trabajo comprendido en esta Sección del Pliego de Condiciones consiste en el suministro de toda la instalación, mano de obra, equipo, accesorios y materiales, así como en la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la obra de albañilería especificada en esta sección, incluyendo la instalación en los puntos señalados en los planos de todos los elementos del hormigón pre moldeado, de estricto acuerdo todo con esta sección del Pliego de Condiciones, y planos correspondientes, y sujeto a las cláusulas y estipulaciones del contrato.

### **1.2.4.2. Materiales.**

Arena.

En este apartado nos referimos a la arena para uso en mortero, enlucidos de cemento, y lechadas de cemento. La arena será de cantos vivos, fina, granulosa, compuesta de partículas duras, fuerte, resistentes y sin revestimientos de ninguna clase.

- Contenido en materia orgánica: La disolución, ensayada según UNE-7082, no tendrá un color más oscuro que la disolución tipo.
- Contenido en otras impurezas: El contenido total de materias perjudiciales como mica, yeso, feldespato descompuesto y piritita granulada, no será superior al 2 %.
- Forma de los granos: Será redonda o poliédrica, se rechazarán los que tengan forma de laja o aguja.
- Tamaño de los granos: El tamaño máximo será de 2.5 mm.
- Volumen de huecos: Será inferior al 35 %, por tanto el porcentaje en peso que pase por cada tamiz será: Tamiz en mm: 2,5; 1,25; 0,63; 0,32; 0,16; 0,08 % en peso: 100; 100-3; 70-15; 50-5; 30-0; 15-0.

Cemento

Todo cemento será preferentemente de tipo I32.5R, ajustándose a las características definidas en el Pliego General de Condiciones para la recepción de Conglomerantes Hidráulicos. Se almacenará en lugar seco, ventilado y protegido de la humedad e intemperie.

Agua.

El agua empleada en el amasado del mortero de cemento estará limpia y exenta de cantidades perjudiciales de aceite, ácidos, álcali o materias orgánicas.

Bloques de Hormigón.

Los bloques de hormigón podrán ser de dos tipos: Bloques estructurales y de cerramiento; los primeros cumplirán con lo especificado en la NTE-EFB, y los segundos, con la NTE-FFB.

### **1.2.4.3. Morteros.**

No se amasará el mortero hasta el momento en que haya de usarse, y se utilizará antes de transcurridas dos horas de su amasado. Los morteros utilizados en la construcción cumplirán lo especificado en la norma MV-201-1972 en su capítulo 3. Su dosificación será la siguiente:

Se mezclará el árido de modo que quede distribuido uniformemente por toda la masa, después de lo cual se agregará una cantidad suficientemente de agua para el amasado de forma que se obtenga un mortero que produzca la dosificación de la mezcla, siendo incumbencia del Contratista la consecución de ésta. No se permitirá el retemplado del mortero en el cual el cemento haya comenzado a fraguar.

Los morteros descritos anteriormente poseen una resistencia a compresión que se expresa por el número precedido por la letra M, expresado en Kg. /cm<sup>2</sup>.

### **1.2.4.4. Bloques de hormigón.**

Para la construcción de muros de fábrica de bloques de hormigón, se tendrá en cuenta todo lo especificado en las Normas NTE-FFB y NTE-EFB.

### **1.2.5. Solados y alicatados.**

#### **1.2.5.1 Objeto.**

El trabajo a que se refiere la presente Sección del Pliego de Condiciones comprende el suministro de toda la mano de obra, instalación, equipo, accesorios y materiales, así como la ejecución de todas las operaciones relacionadas con la instalación de azulejos, solados y alicatados de muros, accesorios diversos de porcelana y baldosines hidráulicos, para solados, piedra artificial para solados, y solados continuos, según se indica en la relación de acabados, todo ello completo y en estricto acuerdo con la presente sección del Pliego de Condiciones y planos aplicables, y sujeto a los términos y condiciones del Contrato.

#### **1.2.5.2 Generalidades.**

Excepto cuando se especifique de distinto modo, todos los materiales y métodos usados se ajustarán estrictamente a las recomendaciones del fabricante de los baldosines y azulejos, y los colores serán exactamente los seleccionados y aprobados por el Ingeniero.

#### **1.2.5.3. Materiales**

Pavimento cerámico: son placas de poco espesor, fabricadas con arcillas, sílice, fundentes, colorantes y otros materiales, moldeada por prensado, extruido, colado u otro procedimiento, generalmente a temperatura ambiente, secada y posteriormente cocida a altas temperaturas. Cumplirán con la norma UNE 67087. Serán de forma generalmente poliédrica, con bordes vivos o biselados, y su acabado podrá ser esmaltado o no, con superficies lisas o con relieve. Se indicará en cada pieza y embalaje el nombre el fabricante.

**Azulejo:** pieza formada por un bizcocho cerámico, poroso, prensado y una superficie esmaltada impermeable e inalterable a los ácidos, a las lejías y a la luz. Cocidos a temperaturas superiores a 900°C. Resistencia a flexión superior a 150 Kg/cm<sup>2</sup>. Dureza superficial Mohs no inferior a 3. Dilatación térmica entre 20° y 100°C.: de 0,000005 a 0,000009. Espesor no menor de 3 mm. Y no mayor de 15 mm. Tendrá ausencia de esmaltado en la cara posterior y en los cantos. Marca en el reverso. El bizcocho podrá ser de Pasta Roja, formada por arcilla roja sin mezcla de arena ni de cal, o de Pasta Blanca, formada por una mezcla de caolín con carbonato cálcico y productos silíceos y fundentes. Podrán tener los cuatro cantos lisos, o bien un canto romo o biselado. En cada canto liso se dispondrán dos separadores en forma de pestaña.

**Arena:** será de mina, río, playa, machaqueo o mezcla de ellas. El contenido total de materias perjudiciales, como mica, yeso, feldespato descompuesto y pirita granulada, no será superior al 2%, y estará exenta de materia orgánica. Se almacenará de forma que no pueda mezclarse con otros materiales.

**Cemento:** el cemento será I32,5R. Podrá llegar a obra envasado o a granel, no llegará a obra excesivamente caliente. Cuando venga en sacos, se almacenará en lugar seco y ventilado, y se protegerá de la intemperie; si se sirve a granel, se almacenará en silos apropiados.

**Agua:** se utilizará agua potable, o aquella que por la práctica sea más aconsejable. Será limpia y transparente.

**Grava:** granos de forma redonda o poliédrica, de río, machaqueo o cantera, cuyo contenido total de sustancias perjudiciales no excederá de lo expresado en las normas UNE-7133, 7134, 7135, 7244, 7245. Se almacenará de forma que no pueda mezclarse con otros materiales.

**Adhesivo :** será a base de resinas sintéticas polímeras, de resinas artificiales, bituminosos de policloropreno, de caucho natural o sintético, cementos-cola, etc. El tipo de adhesivo a utilizar será el recomendado por el fabricante del material a adherir.

#### **1.2.5.4. Instalación.**

Pavimento cerámico, disposición del trabajo:

Antes de proceder al tendido del lecho de asiento, se establecerán, si las hubiera, las líneas de cenefa y sobre el área de trabajo se trazarán ejes en ambas direcciones con el fin de ejecutar el tipo de solado con el mínimo de baldosines escafilados. En el caso de suelos apoyados directamente sobre el terreno, se deberá colocar una capa de piedra seca no absorbente de 20 cm. De espesor, y sobre ella una capa de 15 cm. De espesor de hormigón impermeabilizado, procediéndose después como en el caso de suelos de pisos, a limpiar por completo el subsuelo de hormigón, humedecerlo sin empapararlo. A continuación se esparcirá cemento seco sobre la superficie y luego el mortero para el tendido del asiento, apisonándolo para asegurar una buena trabazón en toda la superficie y enrasando para obtener un asiento liso y nivelado. El espesor de esta capa de asiento deberá ser tal que la superficie acabada quede al nivel y alineación que se indican en los planos para el suelo acabado.

#### Colocación, generalidades:

En las zonas en que haya que instalar conjuntamente solados y alicatados, éstos se harán en primer lugar. Se consideran incluidos los rodapiés, si los hubiera, del mismo material que el del solado.

Mortero para lecho de asiento: se compondrán de una parte de cemento Portland y de tres partes de arena, a las cuales se puede añadir el 5% de cal apagada, como máximo, en volumen de cemento, mezclada con la mínima cantidad de agua posible.

Sentado de los baldosas de solado: una vez que el lecho de asiento haya fraguado lo suficiente para poder trabajar sobre el mismo, se esparcirá cemento sobre la superficie y se comenzará la colocación de los baldosines. Los umbrales se colocarán primeramente. Se fijarán escantillones sobre las alineaciones establecidas para mantener las juntas paralelas entre sí en toda la superficie. Los baldosines se apisonarán sólidamente en el lecho de asiento, empleando tacos de madera de tamaño necesario para asegurar un asiento sólido exento de depresiones. En los lugares que sea necesario los baldosines se cortarán con herramientas cortantes adecuadas y alisarán los bordes bastos resultantes del corte. Los baldosines defectuosamente cortados se sustituirán por otros correctamente cortados.

Lechada: cuando el lecho de asiento haya fraguado suficientemente, las juntas se rellenarán totalmente con lechada de cemento por medio de un rastrel y barriendo esta lechada sobre los baldosines hasta que las juntas queden completamente rellenas. Se eliminará todo el exceso de lechada. Deberán transcurrir como mínimo 48 horas antes de que se permita el paso sobre los solados.

Limpieza: Una vez terminado el trabajo, todas las superficies embaldosadas se limpiarán perfectamente, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, para no afectar las superficies vidriadas.

Protección: Se tenderán tablonces de paso en los pavimentos sobre los que hayan de pasar continuamente los obreros. Los baldosines y losetas agrietadas, rotas o deterioradas se quitarán y sustituirán antes de la inspección definitiva del Ingeniero.

#### **1.2.5.5. Colocación de alicatados.**

Guarnecido de llana: la masa para este guarnecido estará compuesta de una parte de cemento, una de cal apagada y tres y media de arena. El guarnecido se enrasará por medio de maestras y listones provisionales de guía, colocados en forma que proporcionen una superficie continua y uniforme a distancia adecuada de la cara acabada del alicatado. El guarnecido para el alicatado no se aplicará hasta que los respectivos oficios hayan instalado las necesarias plantillas, tacos, etc., que hayan de recibir los aparatos de fontanería, placas de mármol, tomas eléctricas, palomillas o cualesquiera aparatos o accesorios que hayan de sujetarse contra las superficies del alicatado.

#### Colocación.

Antes de colocar los azulejos se empaparán completamente en agua limpia. El alicatado se sentará tendido en llana con una capa fina de mortero puro de cemento Portland sobre la capa de guarnecido, o aplicando en la cara posterior de cada azulejo, una ligera capa de pasta, colocándolo inmediatamente después en su posición. Las juntas serán rectas, a nivel, perpendiculares y de anchura uniforme que no exceda de 1,5 mm. Los alicatados serán de hilada completa, que puedan prolongarse a una altura mayor aunque en ningún caso su altura sea inferior en más de 5 cm. A la especificada o indicada. Las juntas verticales se mantendrán aplomadas en toda la altura del revestimiento o alicatado.

#### Lechada para juntas

Todas las juntas del alicatado se enlecharán por completo de una mezcla plástica de cemento blanco puro, inmediatamente después de haberse colocado una cantidad adecuada de azulejos. El rejuntado se hará ligeramente cóncavo y se eliminará y limpiará de la superficie de los azulejos el mortero que pueda producirse en exceso.

## 2. Pliego de Condiciones de la Instalación Eléctrica.

### ÍNDICE

2.1.- Calidad de los materiales .....	22
2.1.1.- Generalidades .....	22
2.1.2.- Conductores y sistemas de canalización .....	22
2.1.2.1.- Línea general de alimentación.....	23
2.1.2.2.- Derivaciones individuales .....	24
2.1.2.3.- Instalación interior.....	24
2.2.- Normas de ejecución de las instalaciones .....	24
2.2.1.- Cajas Generales de Protección .....	24
2.2.2.- Sistemas de canalización.....	25
2.2.3.- Centralización de contadores .....	28
2.2.4.- Cajas de empalme y derivación.....	30
2.2.5.- Aparatos de mando y maniobra.....	30
2.2.6.- Aparatos de protección.....	30
2.2.8.- Instalación de puesta a tierra .....	35
2.2.10.- Alumbrado.....	36
2.3.- Pruebas reglamentarias.....	36
2.3.1.- Comprobación de la puesta a tierra .....	36
2.3.2.- Resistencia de aislamiento .....	37
2.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	37
2.5.- Certificados y documentación.....	37
2.6.- Libro de órdenes.....	37

## **2.1.- Calidad de los materiales**

### **2.1.1.- 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 empleados en la instalación 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.

### **2.1.2.- Conductores y sistemas de canalización**

#### **Conductores eléctricos:**

Antes de la instalación de los conductores, el instalador deberá facilitar, para cada uno de los materiales a utilizar, un certificado del fabricante que indique el cumplimiento de las normas UNE en función de los requerimientos de cada una de las partes de la instalación. En caso de omisión por parte del instalador de lo indicado en el párrafo anterior, quedará a criterio de la dirección facultativa el poder rechazar lo ejecutado con dichos materiales, en cuyo caso el instalador deberá reponer los materiales rechazados sin sobrecargo alguno, facilitando antes de su reposición dichos certificados.

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.

#### **Conductores de neutro:**

La sección del conductor de neutro, según la Instrucción ITC-BT-19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, y para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y los posibles desequilibrios, 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.

#### **Conductores de protección:**

Cuando la conexión de la toma de tierra se realice en el nicho de la caja general de protección (CGP), por la misma conducción por donde discurra 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 éstos 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.

#### **Tubos protectores:**

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.

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.

### **2.1.2.1.- Línea general de alimentación**

### 2.1.2.2.- Derivaciones individuales

Los conductores a utilizar estarán formados por un cable unipolar H07Z1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 450/750 V.

Según la Instrucción ITC BT 16, con objeto de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes, se deberá disponer del cableado necesario para los circuitos de mando y control. El color de identificación de dicho cable será el rojo, y su sección mínima será de 1,5 mm<sup>2</sup>.

### 2.1.2.3.- Instalación interior

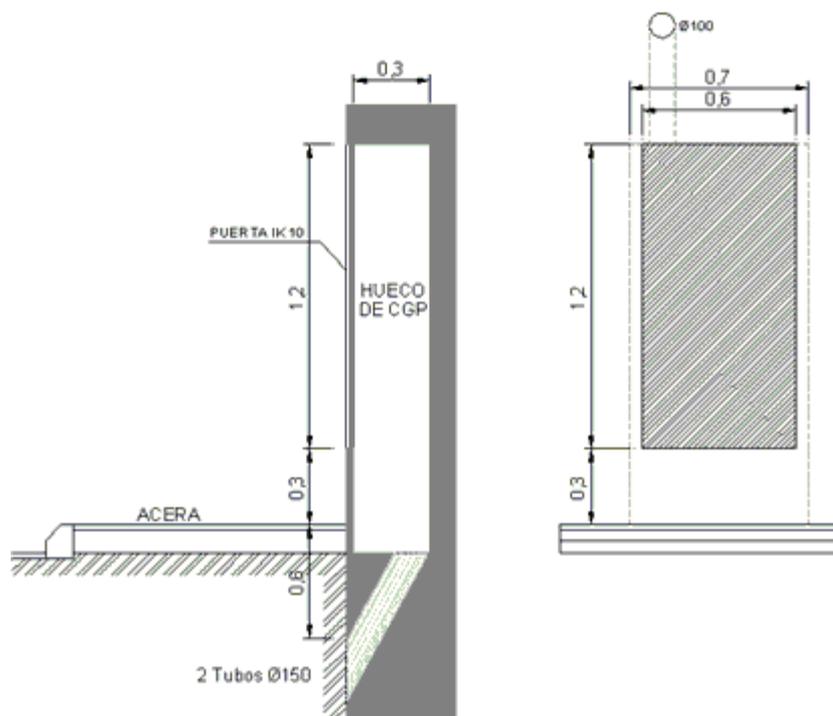
Los conductores eléctricos empleados en la ejecución de los circuitos interiores estarán formados por componentes para la red eléctrica de distribución interior de uso industrial: mecanismos (tecla o tapa y marco: blanco; embellecedor: blanco) y monobloc de superficie (IP 55); cajas de empotrar con tornillos de fijación, cajas de derivación con tapas y regletas de conexión.

## 2.2.- Normas de ejecución de las instalaciones

### 2.2.1.- Cajas Generales de Protección

#### Caja general de protección:

El neutro estará constituido por una conexión amovible situada a la izquierda de las fases y dispondrá de un borne de conexión a tierra para su refuerzo. La parte inferior de la puerta se encontrará, al menos, a 30 cm del suelo, tal y como se indica en el siguiente esquema:



Su situación será aquella que quede más cerca de la red de distribución pública, quedando protegida adecuadamente de otras instalaciones de agua, gas, teléfono u otros servicios, según se indica en las instrucciones ITC-BT-06 y ITC-BT-07. Las cajas generales de protección (CGP) se situarán en zonas de libre acceso permanente según se refleja en el plano correspondiente a la instalación eléctrica. Las cajas generales de protección contarán con un borne de conexión para su puesta a tierra.

### **2.2.2.- 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 m. 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 de los mismos separados entre sí 5 cm aproximadamente, uniéndose posteriormente mediante manguitos deslizantes con 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.

#### **Línea general de alimentación:**

Cuando la línea general de alimentación discurra verticalmente, lo hará por el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica empotrado o adosado al hueco de la escalera por lugares de uso común, salvo que dichos recintos sean protegidos, conforme a lo establecido en el CTE DB SI.

La canaladura o conducto será registrable y precintable en cada planta, con cortafuegos al menos cada tres plantas. Sus paredes tendrán una resistencia al fuego de EI 120 según CTE DB SI. Las dimensiones mínimas del conducto serán de 30x30 cm. y se destinará única y exclusivamente a alojar la línea general de alimentación y el conductor de protección.

Las tapas de registro tendrán una resistencia al fuego EI2 60 conforme al CTE DB SI y no serán accesibles desde la escalera o zona de uso común cuando estos sean recintos protegidos. La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

#### **Derivaciones individuales:**

Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán de 32 mm. Cuando, por coincidencia del trazado, se produzca una agrupación de dos o más derivaciones individuales, éstas podrán ser tendidas simultáneamente en el interior de un canal protector mediante cable con cubierta. En cualquier caso, para atender posibles ampliaciones, se dispondrá de un tubo de reserva por cada diez derivaciones individuales o fracción, desde las concentraciones de contadores hasta las viviendas o locales.

Las derivaciones individuales deberán discurrir por lugares de uso común. Si esto no es posible, quedarán determinadas sus servidumbres correspondientes. Cuando las derivaciones individuales discurran verticalmente, se alojarán en el interior de una canaladura o conducto de obra de fábrica con paredes de resistencia al fuego EI 120, preparado exclusivamente para este fin. Este conducto podrá ir empotrado o adosado al hueco de escalera o zonas de uso común, salvo cuando sean recintos protegidos, conforme a lo establecido en el CTE DB SI.

La altura mínima de las tapas de registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo.

Las dimensiones de la canaladura vendrán dadas por el número de tubos protectores que debe contener. Dichas dimensiones serán las indicadas en la tabla siguiente:

Nº de derivaciones	Anchura L (m)	
	Profundidad P = 0,15m (Una fila)	Profundidad P = 0,30m (Dos filas)
Hasta 12	0.65	0.50
13 - 24	1.25	0.65
25 - 36	1.85	0.95
37 - 48	2.45	1.35

Para más derivaciones individuales de las indicadas se dispondrá el número de conductos o canaladuras necesario.

Los sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios y serán 'no propagadores de la llama'. Los elementos de conducción de cables, de acuerdo con las normas UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1, cumplen con esta prescripción.

### 2.2.3.- Centralización de contadores

Las centralizaciones de contadores estarán concebidas para albergar los aparatos de medida, mando, control (ajeno al ICP) y protección de todas y cada una de las derivaciones individuales que se alimentan desde la propia concentración. Cuando existan envolventes, estarán dotadas de dispositivos precintables que impidan cualquier manipulación interior, pudiendo constituir uno o varios conjuntos. Los elementos constituyentes de la centralización que lo precisen estarán marcados de forma visible para permitir una fácil y correcta identificación del suministro a que corresponden.

La centralización de contadores estará formada por módulos destinados a albergar los siguientes elementos:

- Interruptor omnipolar de corte en carga.
- Embarrado general.
- Fusibles de seguridad.
- Aparatos de medida.
- Embarrado general de protección.
- Bornes de salida y puesta a tierra.
- Contador de servicios generales.

Sobre el módulo que aloja al interruptor omnipolar se colocará el módulo correspondiente a los servicios generales.

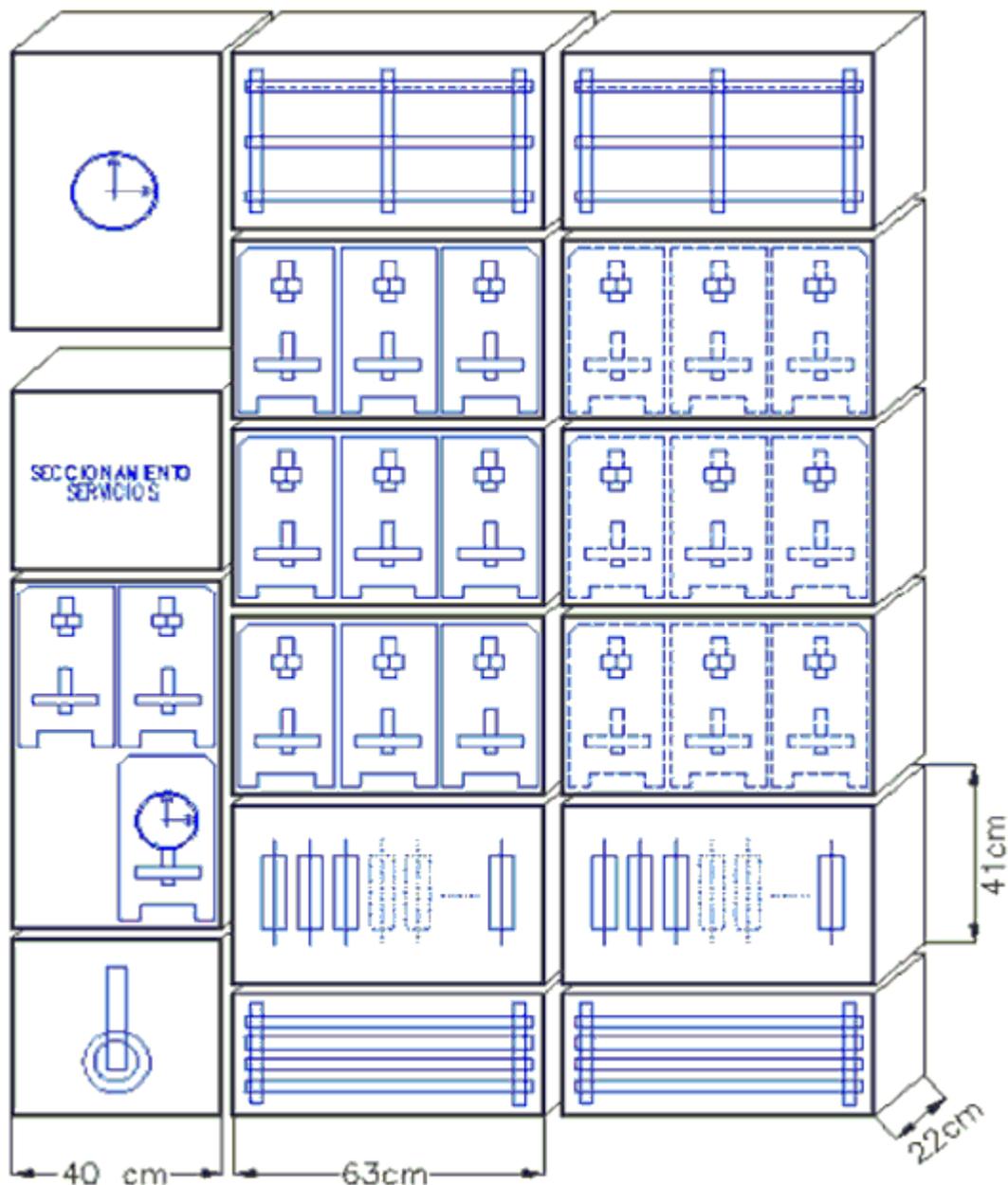
Se utilizarán materiales y conductores no propagadores de la llama y con emisión de humos y opacidad reducida conforme a la norma UNE 21027-9 (si el material es termoestable) o a la norma UNE 211002 (si el material es termoplástico). Dispondrán, además, del cableado necesario para los circuitos de mando y control con el objetivo de satisfacer las disposiciones tarifarias vigentes. El cable tendrá las mismas características que las indicadas en el párrafo anterior, su color será rojo y tendrá una sección de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Cumplirá las siguientes condiciones:

- Estará situado en la planta baja, entresuelo o primer sótano del edificio (salvo cuando existan centralizaciones por planta), empotrado o adosado sobre un paramento de la zona común de la entrada, lo más próximo a ella y a la canalización para las derivaciones individuales.
- No tendrá bastidores intermedios que dificulten la instalación o lectura de los contadores y demás dispositivos.
- Desde la parte más saliente del armario hasta la pared opuesta deberá respetarse un pasillo de 1,5 m como mínimo.
- Los armarios tendrán una característica parallasamas mínima E 30.

- Las puertas de cierre dispondrán de la cerradura normalizada por la empresa suministradora.
- Dispondrá de ventilación e iluminación suficiente. En sus inmediaciones se instalará un extintor móvil, de eficacia mínima 21B, cuya instalación y mantenimiento será a cargo de la propiedad del edificio. Igualmente, se colocará una base de enchufe (toma de corriente) con toma de tierra de 16 A para servicios de mantenimiento.

Los recintos cumplirán, además, con las condiciones técnicas especificadas por la compañía suministradora. Las dimensiones de los módulos componentes de la centralización se indican a continuación, siendo el número de módulos, en cada caso, el indicado en los puntos anteriores:



### **2.2.4.- 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 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.

### **2.2.5.- Aparatos de mando y maniobra**

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarían 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.

### **2.2.6.- 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. 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 ésta 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, 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 estar marcado, de forma visible e indeleble, con 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 visible e indeleble, 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.

#### **Fusibles**

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998. Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la

protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

#### **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 sustitución con 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 sobretensiones transitorias de origen atmosférico**

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

### **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 a 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:

siendo:

R: Resistencia de puesta a tierra ( $\Omega$ ).

$V_c$ : Tensión de contacto máxima (24V en locales húmedos y 50V en los demás casos).

$I_s$ : 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).

### **2.2.8.- Instalación de puesta a tierra**

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se ejecutará 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 de, al menos, 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y 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 cualesquiera 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.

### **2.2.10.- Alumbrado**

#### **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 alimentan. 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, no será superior al 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.

### **2.3.- Pruebas reglamentarias**

#### **2.3.1.- 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.

### **2.3.2.- Resistencia de aislamiento**

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a  $1000 \cdot U$ , siendo 'U' la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y no inferior a 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.

### **2.4.- 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.

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.

### **2.5.- 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.

### **2.6.- 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.

### **3. Pliego de Condiciones de la Instalación de Suministro de Agua**

#### **ÍNDICE**

3.1.- Ejecución.....	39
3.1.1.- Redes de tuberías .....	39
3.1.2.- Sistemas de medición del consumo. Contadores .....	43
3.1.3.- Sistemas de control de presión .....	43
3.1.4.- Montaje de los filtros .....	44
3.2.- Puesta en servicio .....	44
3.2.1.- Pruebas y ensayos de las instalaciones .....	44
3.3.- Productos de construcción .....	45
3.3.1.- Condiciones generales de los materiales .....	45
3.3.2.- Condiciones particulares de los materiales.....	46
3.3.3.- Incompatibilidades.....	47
3.4.- Mantenimiento y conservación.....	48
3.4.1.- Interrupción del servicio .....	48
3.4.2.- Nueva puesta en servicio .....	48
3.4.3.- Mantenimiento de las instalaciones .....	49

### **3.1.- Ejecución**

La instalación de suministro de agua se ejecutará con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

Durante la ejecución e instalación de los materiales, accesorios y productos de construcción en la instalación interior, se utilizarán técnicas apropiadas para no empeorar el agua suministrada y en ningún caso incumplir los valores paramétricos establecidos en el Anexo I del Real Decreto 140/2003.

#### **3.1.1.- Redes de tuberías**

##### **Condiciones generales**

La ejecución de las redes de tuberías se realizará de manera que se consigan los objetivos previstos en el proyecto sin dañar o deteriorar al resto del edificio, conservando las características del agua suministrada respecto de su potabilidad, evitando ruidos molestos, procurando las condiciones necesarias para la mayor duración posible de la instalación así como las mejores condiciones para su mantenimiento y conservación.

Las tuberías ocultas o empotradas discurrirán preferentemente por patinillos o cámaras de fábrica, realizados al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos. Si esto no fuera posible, por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado, no estando permitido su empotramiento en tabiques de ladrillo hueco sencillo. Cuando discurran por conductos, éstos estarán debidamente ventilados y contarán con un adecuado sistema de vaciado.

El trazado de las tuberías vistas se efectuará en forma limpia y ordenada. Si estuvieran expuestas a cualquier tipo de deterioro por golpes o choques fortuitos, deben protegerse adecuadamente.

La ejecución de redes enterradas atenderá preferentemente a la protección frente a fenómenos de corrosión, esfuerzos mecánicos y daños por la formación de hielo en su interior. Las conducciones no deben ser instaladas en contacto con el terreno, disponiendo siempre de un adecuado revestimiento de protección. Si fuese preciso, además del revestimiento de protección se procederá a realizar una protección catódica, con ánodos de sacrificio y, si fuera el caso, con corriente impresa.

##### **Uniones y juntas**

Las uniones de los tubos serán estancas.

Las uniones de tubos resistirán adecuadamente la tracción, o bien la red la absorberá con el adecuado establecimiento de puntos fijos, y en tuberías enterradas mediante estribos y apoyos dispuestos en curvas y derivaciones. En las uniones de tubos de acero galvanizado o zincado las roscas de los tubos serán del tipo cónico, de acuerdo a la norma UNE EN 10 242:1995. Los tubos sólo pueden soldarse si la protección interior se puede restablecer o si puede aplicarse una nueva. Son admisibles las soldaduras fuertes, siempre que se sigan las instrucciones del fabricante. Los tubos no se podrán curvar salvo cuando se verifiquen los criterios de la norma UNE EN 10 240:1998. En las uniones tubo-accesorio se observarán las indicaciones del fabricante.

Las uniones de tubos de cobre se podrán realizar por medio de soldadura o por medio de manguitos mecánicos. La soldadura, por capilaridad, blanda o fuerte, se podrá realizar mediante manguitos para soldar por capilaridad o por enchufe soldado. Los manguitos mecánicos podrán ser de compresión, de ajuste cónico y de pestañas.

Las uniones de tubos de plástico se realizarán siguiendo las instrucciones del fabricante.

### **Protecciones**

#### **Protección contra la corrosión:**

Las tuberías metálicas se protegerán contra la agresión de todo tipo de morteros, del contacto con el agua en su superficie exterior y de la agresión del terreno mediante la interposición de un elemento separador de material adecuado e instalado de forma continua en todo el perímetro de los tubos y en toda su longitud, no dejando juntas de unión de dicho elemento que interrumpan la protección e instalándolo igualmente en todas las piezas especiales de la red, tales como codos y curvas.

Los revestimientos adecuados, cuando los tubos discurren enterrados o empotrados, según el material de los mismos, serán:

- Para tubos de acero con revestimiento de polietileno, bituminoso, de resina epoxídica o con alquitrán de poliuretano.
- Para tubos de cobre con revestimiento de plástico.
- Para tubos de fundición con revestimiento de película continua de polietileno, de resina epoxídica, con betún, con láminas de poliuretano o con zincado con recubrimiento de cobertura.

Los tubos de acero galvanizado empotrados para transporte de agua fría se recubrirán con una lechada de cemento, y los que se utilicen para transporte de agua caliente deben recubrirse preferentemente con una coquilla o envoltura aislante de un material que no absorba humedad y que permita las dilataciones y contracciones provocadas por las variaciones de temperatura.

Toda conducción exterior y al aire libre, se protegerá igualmente. En este caso, los tubos de acero podrán ser protegidos, además, con recubrimientos de cinc. Para los tubos de acero que discurren por cubiertas de hormigón se dispondrá de manera adicional a la envuelta del tubo de una lámina de retención de 1 m de ancho entre éstos y el hormigón. Cuando los tubos discurren por canales de suelo, ha de garantizarse que estos son impermeables o bien que disponen de adecuada ventilación y drenaje. En las redes metálicas enterradas, se instalará una junta dieléctrica después de la entrada al edificio y antes de la salida.

Para la corrosión por el uso de materiales distintos se aplicará lo especificado en el apartado 'Incompatibilidad de materiales'. Para la corrosión por elementos contenidos en el agua de suministro, además de lo reseñado, se instalarán los filtros especificados en el apartado 'Incompatibilidad de los materiales y el agua'.

#### **Protección contra las condensaciones:**

Tanto en tuberías empotradas u ocultas como en tuberías vistas, se considerará la posible formación de condensaciones en su superficie exterior y se dispondrá un elemento separador de protección, no necesariamente aislante pero sí con capacidad de actuación como barrera antivapor, que evite los daños que dichas condensaciones pudieran causar al resto de la edificación.

Dicho elemento se instalará de la misma forma que se ha descrito para el elemento de protección contra los agentes externos, pudiendo en cualquier caso utilizarse el mismo para ambas protecciones. Se considerarán válidos los materiales que cumplen lo dispuesto en la norma UNE 100 171:1989.

#### **Protecciones térmicas:**

Los materiales utilizados como aislante térmico que cumplan la norma UNE 100 171:1989 se considerarán adecuados para soportar altas temperaturas. Cuando la temperatura exterior del espacio por donde discurre la red pueda alcanzar valores capaces de helar el agua de su interior, se aislará térmicamente dicha red con aislamiento adecuado al material de constitución y al diámetro de cada tramo afectado, considerándose adecuado el que indica la norma UNE EN ISO 12 241:1999.

#### **Protección contra esfuerzos mecánicos:**

Cuando una tubería haya de atravesar cualquier paramento del edificio u otro tipo de elemento constructivo que pudiera transmitirle esfuerzos perjudiciales de tipo mecánico, lo hará dentro de una funda, también de sección circular, de mayor diámetro y suficientemente resistente. Cuando, en instalaciones vistas, el paso se produzca en sentido vertical, el pasatubos sobresaldrá al menos 3 cm por el lado en que pudieran producirse golpes ocasionales, con el fin de proteger al tubo. Igualmente, si se produce un cambio de sentido, éste sobresaldrá como mínimo una longitud igual al diámetro de la tubería más 1 cm.

Cuando la red de tuberías atraviese, en superficie o de forma empotrada, una junta de dilatación constructiva del edificio, se instalará un elemento o dispositivo dilatador, de forma que los posibles movimientos estructurales no le transmitan esfuerzos de tipo mecánico. La suma de golpe de ariete y de presión de reposo no debe sobrepasar la sobrepresión de servicio admisible. La magnitud del golpe de ariete positivo en el funcionamiento de las válvulas y aparatos medido inmediatamente antes de éstos, no debe sobrepasar 2 bar; el golpe de ariete negativo no debe descender por debajo del 50 % de la presión de servicio.

### **Protección contra ruidos:**

Como normas generales a adoptar, sin perjuicio de lo que pueda establecer el Documento Básico HR al respecto, se adoptarán las siguientes:

- los huecos o patinillos, tanto horizontales como verticales, por donde discurran las conducciones, estarán situados en zonas comunes;
- a la salida de las bombas se instalarán conectores flexibles para atenuar la transmisión del ruido y las vibraciones a lo largo de la red de distribución. Dichos conectores serán adecuados al tipo de tubo y a su lugar de instalación;

Los soportes y colgantes para tramos de la red interior con tubos metálicos que transporten el agua a velocidades comprendidas entre 1,5 y 2,0 m/s serán antivibratorios. Igualmente, se utilizarán anclajes y guías flexibles que vayan a estar rígidamente unidos a la estructura del edificio.

### **Accesorios:**

#### **Grapas y abrazaderas**

La colocación de grapas y abrazaderas para la fijación de los tubos a los paramentos se hará de forma tal que los tubos queden perfectamente alineados con dichos paramentos, guarden las distancias exigidas y no transmitan ruidos y/o vibraciones al edificio. Las grapas y abrazaderas serán siempre de fácil montaje y desmontaje, además de actuar como aislante eléctrico. Si la velocidad del tramo correspondiente es igual o superior a 2 m/s, se interpondrá un elemento de tipo elástico semirrígido entre la abrazadera y el tubo.

#### **Soportes**

Se dispondrán soportes de manera que el peso de los tubos cargue sobre éstos y nunca sobre los propios tubos o sus uniones. No podrán anclarse en ningún elemento de tipo estructural, salvo que en determinadas ocasiones no sea posible otra solución, para lo cual se adoptarán las medidas preventivas necesarias. La longitud de empotramiento será tal que garantice una perfecta fijación de la red sin posibles desprendimientos.

De igual forma que para las grapas y abrazaderas, se interpondrá un elemento elástico en los mismos casos, incluso cuando se trate de soportes que agrupan varios tubos.

La máxima separación que habrá entre soportes dependerá del tipo de tubería, de su diámetro y de su posición en la instalación.

### **3.1.2.- Sistemas de medición del consumo. Contadores**

#### **Alojamiento del contador general**

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

Las superficies interiores de la cámara o arqueta, cuando ésta se realice "in situ", se terminarán adecuadamente mediante un enfoscado, bruñido y fratasado, sin esquinas en el fondo, que a su vez tendrá la pendiente adecuada hacia el sumidero. Si la misma fuera prefabricada cumplirá los mismos requisitos de forma general.

En cualquier caso, contará con la preinstalación adecuada para una conexión de envío de señales para la lectura a distancia del contador. Estarán cerradas con puertas capaces de resistir adecuadamente tanto la acción de la intemperie como posibles esfuerzos mecánicos derivados de su utilización y situación. En las mismas, se practicarán aberturas fijas, taladros o rejillas, que posibiliten la necesaria ventilación de la cámara. Irán provistas de cerradura y llave, para impedir la manipulación por personas no autorizadas, tanto del contador como de sus llaves.

La cámara o arqueta de alojamiento estará construida de tal forma que una fuga de agua en la instalación no afecte al resto del edificio. A tal fin, estará impermeabilizada y contará con un desagüe en su piso o fondo que garantice la evacuación del caudal de agua máximo previsto en la acometida. El desagüe lo conformará un sumidero de tipo sifónico provisto de rejilla de acero inoxidable recibida en la superficie de dicho fondo o piso. El vertido se hará a la red de saneamiento general del edificio si ésta es capaz de absorber dicho caudal y, si no lo fuese, se hará directamente a la red pública de alcantarillado.

### **3.1.3.- Sistemas de control de presión**

#### **Ejecución y montaje del reductor de presión**

Cuando existan baterías mezcladoras, se instalará una reducción de presión centralizada.

Se instalarán libres de presiones y preferiblemente con la caperuza de muelle dispuesta en vertical. Asimismo, se dispondrá de un racor de conexión para la instalación de un aparato de medición de presión o un puente de presión diferencial. Para impedir reacciones sobre el reductor de presión, debe disponerse en su lado de salida, como tramo de retardo con la misma medida nominal, un tramo de tubo de una longitud mínima de cinco veces el diámetro interior.

Si en el lado de salida se encuentran partes de la instalación que, por un cierre incompleto del reductor, serán sobrecargadas con una presión no admisible, hay que instalar una válvula de seguridad. La presión de salida del reductor en estos casos ha de ajustarse como mínimo un 20 % por debajo de la presión de reacción de la válvula de seguridad.

### **3.1.4.- Montaje de los filtros**

El filtro ha de instalarse antes del primer llenado de la instalación, y se situará inmediatamente delante del contador según el sentido de circulación del agua. Deben instalarse únicamente filtros adecuados. En la ampliación de instalaciones existentes o en el cambio de tramos grandes de instalación, es conveniente la instalación de un filtro adicional en el punto de transición, para evitar la transferencia de materias sólidas de los tramos de conducción existentes.

Para no tener que interrumpir el abastecimiento de agua durante los trabajos de mantenimiento, se recomienda la instalación de filtros retroenjuagables o de instalaciones paralelas. Se conectará una tubería con salida libre para la evacuación del agua del autolimpiado.

## **3.2.- Puesta en servicio**

### **3.2.1.- Pruebas y ensayos de las instalaciones**

#### **Pruebas de las instalaciones interiores**

La empresa instaladora estará obligada a efectuar una prueba de resistencia mecánica y estanqueidad de todas las tuberías, elementos y accesorios que integran la instalación, estando todos sus componentes vistos y accesibles para su control.

Para iniciar la prueba se llenará de agua toda la instalación, manteniendo abiertos los grifos terminales hasta que se tenga la seguridad de que la purga ha sido completa y no queda nada de aire. Entonces se cerrarán los grifos que han servido de purga y el de la fuente de alimentación. A continuación se empleará la bomba, que ya estará conectada y se mantendrá en funcionamiento hasta alcanzar la presión de prueba. Una vez acondicionada, se procederá en función del tipo del material como sigue:

para las tuberías metálicas se considerarán válidas las pruebas realizadas según se describe en la norma UNE 100 151:2004;

- para las tuberías termoplásticas y multicapa se considerarán válidas las pruebas realizadas conforme al método A descrito en la norma UNE ENV 12 108:2002.

Una vez realizada la prueba anterior, a la instalación se le conectarán la grifería y los aparatos de consumo, sometándose nuevamente a la prueba anterior. El manómetro que se utilice en esta prueba debe apreciar como mínimo intervalos de presión de 0,1 bar. Las presiones aludidas anteriormente se refieren a nivel de la calzada.

### **Pruebas particulares de las instalaciones de A.C.S.**

En las instalaciones de preparación de A.C.S. se realizarán las siguientes pruebas de funcionamiento:

- medición de caudal y temperatura en los puntos de agua;
- obtención de los caudales exigidos a la temperatura fijada una vez abiertos el número de grifos estimados en la simultaneidad;
- comprobación del tiempo que tarda el agua en salir a la temperatura de funcionamiento una vez realizado el equilibrado hidráulico de las distintas ramas de la red de retorno y abiertos uno a uno el grifo más alejado de cada uno de los ramales, sin haber abierto ningún grifo en las últimas 24 horas;
- medición de temperaturas de la red;
- con el acumulador a régimen, comprobación con termómetro de contacto de las temperaturas del mismo, en su salida y en los grifos. La temperatura del retorno no debe ser inferior en 3°C a la de salida del acumulador.

## **3.3.- Productos de construcción**

### **3.3.1.- Condiciones generales de los materiales**

De forma general, todos los materiales que se vayan a utilizar en las instalaciones de agua de consumo humano cumplirán los siguientes requisitos:

todos los productos empleados deben cumplir lo especificado en la legislación vigente para aguas de consumo humano;

- no deben modificar las características organolépticas ni la salubridad del agua suministrada;
- serán resistentes a la corrosión interior;
- serán capaces de funcionar eficazmente en las condiciones previstas de servicio;
- no presentarán incompatibilidad electroquímica entre sí;
- deben ser resistentes, sin presentar daños ni deterioro, a temperaturas de hasta 40°C, sin que tampoco les afecte la temperatura exterior de su entorno inmediato;
- serán compatibles con el agua a transportar y contener y no deben favorecer la migración de sustancias de los materiales en cantidades que sean un riesgo para la salubridad y limpieza del agua de consumo humano;
- su envejecimiento, fatiga, durabilidad y todo tipo de factores mecánicos, físicos o químicos, no disminuirán la vida útil prevista de la instalación.

Para que se cumplan las condiciones anteriores, se podrán utilizar revestimientos, sistemas de protección o los ya citados sistemas de tratamiento de agua.

### **3.3.2.- Condiciones particulares de los materiales**

En función de las condiciones expuestas en el apartado anterior, se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

- tubos de acero galvanizado, según norma UNE 19 047:1996;
- tubos de cobre, según norma UNE EN 1 057:1996;
- tubos de acero inoxidable, según norma UNE 19 049-1:1997;
- tubos de fundición dúctil, según norma UNE EN 545:1995;
- tubos de policloruro de vinilo no plastificado (PVC), según norma UNE-EN ISO 1452:2010;
- tubos de policloruro de vinilo clorado (PVC-C), según norma UNE EN ISO 15877:2004;
- tubos de polietileno (PE), según norma UNE EN 12201:2003;
- tubos de polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 15875:2004;
- tubos de polibutileno (PB), según norma UNE EN ISO 15876:2004;
- tubos de polipropileno (PP), según norma UNE EN ISO 15874:2004;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT), según norma UNE EN ISO 21003;
- tubos multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X), según norma UNE EN ISO 21003.

No podrán emplearse para las tuberías ni para los accesorios materiales que puedan producir concentraciones de sustancias nocivas que excedan los valores permitidos por el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero. El A.C.S. se considera igualmente agua de consumo humano y cumplirá, por tanto, con todos los requisitos al respecto. Dada la alteración que producen en las condiciones de potabilidad del agua, quedan prohibidos expresamente los tubos de aluminio y aquellos cuya composición contenga plomo.

Todos los materiales utilizados en los tubos, accesorios y componentes de la red, incluyendo también las juntas elásticas y productos usados para la estanqueidad, así como los materiales de aporte y fundentes para soldaduras, cumplirán igualmente las condiciones expuestas.

#### **Aislantes térmicos**

El aislamiento térmico de las tuberías utilizado para reducir pérdidas de calor, y evitar condensaciones y congelación del agua en el interior de las conducciones, se realizará con coquillas resistentes a la temperatura de aplicación.

#### **Válvulas y llaves**

El material de válvulas y llaves no será incompatible con las tuberías en que se intercalen.

El cuerpo de la llave ó válvula será de una sola pieza de fundición o fundida en bronce, latón, acero, acero inoxidable, aleaciones especiales o plástico.

Solamente pueden emplearse válvulas de cierre por giro de 90° como válvulas de tubería si sirven como órgano de cierre para trabajos de mantenimiento. Serán resistentes a una presión de servicio de 10 bar.

### 3.3.3.- Incompatibilidades

#### Incompatibilidad de los materiales y el agua

Se evitará siempre la incompatibilidad de las tuberías de acero galvanizado y cobre controlando la agresividad del agua. Para los tubos de acero galvanizado se considerarán agresivas las aguas no incrustantes con contenidos de ión cloruro superiores a 250 mg/l. Para su valoración se empleará el índice de Langelier. Para los tubos de cobre se consideraran agresivas las aguas dulces y ácidas (pH inferior a 6,5) y con contenidos altos de CO<sub>2</sub>. Para su valoración se empleará el índice de Lucey. Para los tubos de acero galvanizado, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría	Agua caliente
Resistividad (Ohm x cm)	1.500 - 4.500	2.200 - 4.500
Título alcalimétrico completo	1.60 mínimo	1.60 mínimo
Oxígeno disuelto, mg/l	4.00 mínimo	-
CO <sub>2</sub> libre, mg/l	30.00 máximo	15.00 máximo
CO <sub>2</sub> agresivo, mg/l	5.00 máximo	-
Calcio (Ca <sup>2+</sup> ), mg/l	32.00 mínimo	32.00 mínimo
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ), mg/l	150.00 máximo	96.00 máximo
Cloruros (Cl <sup>-</sup> ), mg/l	100.00 máximo	71.00 máximo
Sulfatos + Cloruros meq/l	-	3.00 máximo

Para los tubos de cobre, las condiciones límite del agua a transportar, a partir de las cuales será necesario un tratamiento, serán las de la siguiente tabla:

Características	Agua fría y agua caliente
pH	7.00 mínimo
CO <sub>2</sub> libre, mg/l	no concentraciones altas
Indice de Langelier (IS)	debe ser positivo
Dureza total (TH), °F	5 mínimo (no aguas dulces)

Para las tuberías de acero inoxidable, la calidad se seleccionará en función del contenido de cloruros disueltos en el agua. Cuando éstos no sobrepasen los 200 mg/l se puede emplear el acero AISI-304. Para concentraciones superiores es necesario utilizar el acero AISI-316.

### **Incompatibilidad entre materiales**

#### **Medidas de protección frente a la incompatibilidad entre materiales**

Se evitará el acoplamiento de tuberías y elementos de metales con diferentes valores de potencial electroquímico excepto cuando según el sentido de circulación del agua se instale primero el de menor valor. En particular, las tuberías de cobre no se colocarán antes de las conducciones de acero galvanizado, según el sentido de circulación del agua, para evitar la aparición de fenómenos de corrosión por la formación de pares galvánicos y arrastre de iones  $\text{Cu}^+$  hacia las conducciones de acero galvanizado, que aceleren el proceso de perforación.

Igualmente, no se instalarán aparatos de producción de A.C.S. de cobre colocados antes de canalizaciones de acero. Excepcionalmente, por requisitos insalvables de la instalación, se admitirá el uso de manguitos anti electrolíticos, de material plástico, en la unión del cobre y el acero galvanizado.

Se autoriza, sin embargo, el acoplamiento de cobre después de acero galvanizado, montando una válvula de retención entre ambas tuberías. Se podrán acoplar al acero galvanizado elementos de acero inoxidable. En las vainas pasamuros, se interpondrá un material plástico para evitar contactos inconvenientes entre distintos materiales.

### **3.4.- Mantenimiento y conservación**

#### **3.4.1.- Interrupción del servicio**

En las instalaciones de agua de consumo humano que no se pongan en servicio después de 4 semanas desde su terminación, o aquellas que permanezcan fuera de servicio más de 6 meses, se cerrará su conexión y se procederá a su vaciado.

Las acometidas que no sean utilizadas inmediatamente tras su terminación o que estén paradas temporalmente, deben cerrarse en la conducción de abastecimiento. Las acometidas que no se utilicen durante 1 año deben ser taponadas.

#### **3.4.2.- Nueva puesta en servicio**

En instalaciones de descalcificación habrá que iniciar una regeneración por arranque manual. Las instalaciones de agua de consumo humano que hayan sido puestas fuera de servicio y vaciadas provisionalmente deben ser lavadas a fondo para la nueva puesta en servicio. Para ello se podrá seguir el procedimiento siguiente:

Para el llenado de la instalación se abrirán al principio solo un poco las llaves de cierre, empezando por la llave de cierre principal. A continuación, para evitar golpes de ariete y daños, se purgarán de aire durante un tiempo las conducciones por apertura lenta de cada una de las llaves de toma, empezando por la más alejada o la situada más alta, hasta que no salga más aire. A continuación se abrirán totalmente las llaves de cierre y lavarán las conducciones.

Una vez llenadas y lavadas las conducciones y con todas las llaves de toma cerradas, se comprobará la estanqueidad de la instalación por control visual de todas las conducciones accesibles, conexiones y dispositivos de consumo.

### **3.4.3.- Mantenimiento de las instalaciones**

Las operaciones de mantenimiento relativas a las instalaciones de fontanería recogerán detalladamente las prescripciones contenidas para estas instalaciones en el Real Decreto 865/2003 sobre criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y particularmente todo lo referido en su Anexo 3.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas y unidades terminales que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.

Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.

En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, los montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio.

## **4. Pliego de Condiciones de la Instalación de Evacuación de Aguas**

### **ÍNDICE**

4.1.- Ejecución .....	51
4.1.1.- Puntos de captación .....	51
4.1.2.- Redes de pequeña evacuación .....	52
4.1.3.- Bajantes y ventilación.....	53
4.1.4.- Albañales y colectores .....	54
4.2.- Puesta en servicio .....	57
4.2.1.- Pruebas de las instalaciones.....	57
4.3.- Productos de construcción .....	59
4.3.1.- Características generales de los materiales.....	59
4.3.2.- Materiales utilizados en las canalizaciones .....	59
4.3.3.- Materiales utilizados en los puntos de captación.....	59
4.3.4.- Condiciones de los materiales utilizados para los accesorios.....	59
4.4.- Mantenimiento y conservación.....	60

## **4.1.- Ejecución**

La instalación de evacuación de aguas residuales se ejecutará de acuerdo al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena construcción y a las instrucciones del director de obra y del director de ejecución de la obra.

### **4.1.1.- Puntos de captación**

#### **Válvulas de desagüe**

- Su ensamblaje e interconexión se efectuará mediante juntas mecánicas con tuerca y junta tórica. Todas irán dotadas de su correspondiente tapón y cadeneta, salvo que sean automáticas o con dispositivo incorporado a la grifería, y de juntas de estanqueidad para su acoplamiento al aparato sanitario.

- Las rejillas de todas las válvulas serán de latón cromado o de acero inoxidable, excepto en fregaderos en los que serán necesariamente de acero inoxidable. La unión entre rejilla y válvula se realizará mediante tornillo de acero inoxidable roscado sobre tuerca de latón inserta en el cuerpo de la válvula.

- En el montaje de válvulas no se permitirá la manipulación de las mismas, quedando prohibida la unión con enmasillado. Cuando el tubo sea de polipropileno, no se utilizará líquido soldador.

#### **Sifones individuales y botes sifónicos**

- Tanto los sifones individuales como los botes sifónicos serán accesibles en todos los casos y siempre desde el propio local en el que se hallen instalados. Los cierres hidráulicos no quedarán tapados u ocultos por tabiques, forjados, etc., que dificulten o imposibiliten su acceso y mantenimiento. Los botes sifónicos empotrados en forjado sólo se podrán utilizar en condiciones ineludibles y justificadas de diseño.

- Los sifones individuales llevarán en el fondo un dispositivo de registro con tapón roscado y se instalarán lo más cerca posible de la válvula de descarga del aparato sanitario o en el mismo aparato sanitario, para minimizar la longitud de tubería sucia en contacto con el ambiente.

- La distancia máxima, en proyección vertical, entre la válvula de desagüe y la corona del sifón, será igual o inferior a 60 cm, para evitar la pérdida del sello hidráulico.

- Los sifones individuales se dispondrán en orden de menor a mayor altura de los respectivos cierres hidráulicos, a partir de la embocadura a la bajante o al manguetón del inodoro, en cada caso, donde desembocarán los restantes aparatos aprovechando el máximo desnivel posible en el desagüe de cada uno de ellos. Así, el más próximo a la bajante será la bañera, después el bidé y finalmente el lavabo.

- No se permite la instalación de sifones antisucción, ni de cualquier otro tipo que, por su diseño, pueda permitir el vaciado del sello hidráulico por sifonamiento.

- No se conectarán desagües procedentes de ningún otro tipo de aparato sanitario a botes sifónicos que recojan desagües de urinarios.
- Los botes sifónicos quedarán enrasados con el pavimento y serán registrables mediante tapa de cierre hermético, estanca al aire y al agua.
- La conexión de los ramales de desagüe al bote sifónico se realizará a una altura mínima de 20 mm y el tubo de salida como mínimo a 50 mm, formando así un cierre hidráulico. La conexión del tubo de salida a la bajante no se realizará a un nivel inferior al de la boca del bote para evitar la pérdida del sello hidráulico.
- El diámetro de los botes sifónicos será, como mínimo, de 110 mm.
- Los botes sifónicos llevarán incorporada una válvula de retención contra inundaciones, con boya flotador, y serán desmontables para acceder al interior. Asimismo, contarán con un tapón de registro de acceso directo al tubo de evacuación para eventuales atascos y obstrucciones.
- No se permite la conexión al sifón de otros aparatos, además del desagüe de electrodomésticos, aparatos de bombeo o fregaderos con triturador.

### **Sumideros**

- El sumidero, en su montaje, permitirá absorber diferencias de espesores de suelo de hasta 90 mm.
- El sumidero sifónico se dispone a una distancia de la bajante no superior a 5 m, garantizándose que en ningún punto de la cubierta se supera un espesor de 15 cm de hormigón de formación de pendientes. Su diámetro es superior a 1.5 veces el diámetro de la bajante a la que acomete.

### **4.1.2.- Redes de pequeña evacuación**

- Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones.
- Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas. Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería colectiva.
- Se sujetarán mediante bridas o ganchos dispuestos cada 700 mm para tubos de diámetro no superior a 50 mm y cada 500 mm para diámetros superiores. Cuando la sujeción se realice a paramentos verticales, éstos tendrán un espesor mínimo de 9 cm. Las abrazaderas de cuelgue de los forjados llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles la pendiente adecuada.
- Las tuberías empotradas se aislarán para evitar corrosiones, aplastamientos o fugas. Igualmente, no quedarán sujetas a la obra con elementos rígidos tales como yesos o morteros.
- Los pasos a través de forjados, o de cualquier otro elemento estructural, se harán con contratubo de material adecuado, con una holgura mínima de 10 mm, que se retacará con masilla asfáltica o material elástico.

- Cuando el manguetón del inodoro sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

#### **4.1.3.- Bajantes y ventilación**

##### **Bajantes**

- Las bajantes se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor no debe ser menor de 12 cm, con elementos de agarre mínimos entre forjados. La fijación se realizará con una abrazadera de fijación en la zona de la embocadura, para que cada tramo de tubo sea autoportante, y una abrazadera de guiado en las zonas intermedias. La distancia entre abrazaderas será de 15 veces el diámetro, tomando la tabla siguiente como referencia, para tubos de 3 m:

Diámetro de la bajante	Distancia (m)
40	0.4
50	0.8
63	1.0
75	1.1
110	1.5
125	1.5
160	1.5

- Las uniones de los tubos y piezas especiales de las bajantes de PVC se sellarán con colas sintéticas impermeables de gran adherencia, dejando una holgura en la copa de 5 mm, aunque también se podrá realizar la unión mediante junta elástica.

- En las bajantes de polipropileno, la unión entre tubería y accesorios se realizará por soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro; montándose la tubería a media carrera de la copa, a fin de poder absorber las dilataciones o contracciones que se produzcan.

- Para las bajantes de fundición, las juntas se realizarán a enchufe y cordón, rellenando el espacio libre entre copa y cordón con una empaquetadura que se retacará hasta que deje una profundidad libre de 25 mm. Así mismo, se podrán realizar juntas por bridas, tanto en tuberías normales como en piezas especiales.

- Las bajantes, en cualquier caso, se mantendrán separadas de los paramentos, para, por un lado, poder efectuar futuras reparaciones o acabados, y por otro lado, no afectar a los mismos por las posibles condensaciones en la cara exterior de las mismas.

- A las bajantes que discurriendo vistas, sea cual sea su material de constitución, se les presuponga un cierto riesgo de impacto, se les dotará de la adecuada protección que lo evite en lo posible.

- En edificios de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación debe preverse con piezas especiales o escudos de protección de la bajante y el ángulo de la desviación con la vertical debe ser superior a 60°, a fin de evitar posibles atascos. El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados "in situ".

### **Redes de ventilación**

- Las ventilaciones primarias irán provistas del correspondiente accesorio estándar que garantice la estanqueidad permanente del remate entre impermeabilizante y tubería.

- En las bajantes mixtas o residuales, que vayan dotadas de columna de ventilación paralela, ésta se montará lo más próxima posible a la bajante; para la interconexión entre ambas se utilizarán accesorios estándar del mismo material de la bajante, que garanticen la absorción de las distintas dilataciones que se produzcan en las dos conducciones, bajante y ventilación. Dicha interconexión se realizará, en cualquier caso, en el sentido inverso al del flujo de las aguas, a fin de impedir que éstas penetren en la columna de ventilación.

- Los pasos a través de forjados se harán en idénticas condiciones que para las bajantes, según el material de que se trate. Igualmente, dicha columna de ventilación quedará fijada a muro de espesor no menor de 9 cm, mediante abrazaderas, no menos de dos por tubo y con distancias máximas de 150 cm.

### **4.1.4.- Albañales y colectores**

#### **Red horizontal colgada**

El entronque con la bajante se mantendrá libre de conexiones de desagüe a una distancia no menor que 1 m a ambos lados. Se situará un tapón de registro en cada entronque y en tramos rectos cada 15 m, que se instalarán en la mitad superior de la tubería. En los cambios de dirección se situarán codos a 45°, con registro roscado. La separación entre abrazaderas es función de la flecha máxima admisible por el tipo de tubo, siendo:

- en tubos de PVC, y para todos los diámetros, 0,3 cm
- en tubos de fundición, y para todos los diámetros, 0,3 cm

Aunque se debe comprobar la flecha máxima citada, se incluirán abrazaderas cada 1,5 m, para todo tipo de tubos, y la red quedará separada de la cara inferior del forjado un mínimo de 5 cm. Estas abrazaderas, con las que se sujetarán al forjado, serán de hierro galvanizado y dispondrán de forro interior elástico, siendo regulables para darles la pendiente deseada. Se dispondrán sin apriete en las gargantas de cada accesorio, estableciéndose de ésta forma los puntos fijos; los restantes soportes serán deslizantes y soportarán únicamente la red.

Cuando la generatriz superior del tubo quede a más de 25 cm del forjado que la sustenta, todos los puntos fijos de anclaje de la instalación se realizarán mediante silletas o trapecios de fijación, por medio de tirantes anclados al forjado en ambos sentidos (aguas arriba y aguas abajo) del eje de la conducción, a fin de evitar el desplazamiento de dichos puntos por pandeo del soporte.

En todos los casos se instalarán los absorbedores de dilatación necesarios. En tuberías encoladas se utilizarán manguitos de dilatación o uniones mixtas (encoladas con juntas de goma) cada 10 m. La tubería principal se prolongará 30 cm desde la primera toma para resolver posibles obturaciones. Los pasos a través de elementos de fábrica se harán con contratubo de algún material adecuado, con las holguras correspondientes, según se ha indicado para las bajantes.

### **Red horizontal enterrada**

La unión de la bajante a la arqueta se realizará mediante un manguito deslizante arenado previamente y recibido a la arqueta. Este arenado permitirá ser recibido con mortero de cemento en la arqueta, garantizando de esta forma una unión estanca. Si la distancia de la bajante a la arqueta de pie de bajante es larga, se colocará el tramo de tubo entre ambas sobre un soporte adecuado que no limite el movimiento de éste, para impedir que funcione como ménsula. Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión:

- para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa
- para tuberías de PVC, no se admitirán las uniones fabricadas mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos serán de enchufe o cordón con junta de goma, o pegado mediante adhesivo.

### **Zanjas**

Las zanjas se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de fundición, hormigón y gres. Sin perjuicio del estudio particular del terreno que pueda ser necesario, se tomarán, de forma general, las siguientes medidas.

#### **Zanjas para tuberías de materiales plásticos**

Las zanjas serán de paredes verticales; su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y como mínimo de 0,6 m. Su profundidad vendrá definida en el proyecto, siendo función de las pendientes adoptadas. Si la tubería discurre bajo calzada, se adoptará una profundidad mínima de 80 cm, desde la clave hasta la rasante del terreno. Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena o grava), o tierra exenta de piedras, de un grueso mínimo de  $10 + \text{diámetro exterior}/10$  cm. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.

La base de la zanja, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito en el párrafo anterior.

#### **Zanjas para tuberías de fundición, hormigón y gres**

Además de las prescripciones dadas para las tuberías de materiales plásticos se cumplirán las siguientes:

- El lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión.

- Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, de diámetro inferior a 0,1 mm, no supere el 12%. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

### **Protección de las tuberías de fundición enterradas**

En general, se seguirán las instrucciones dadas para las demás tuberías en cuanto a su enterramiento, con las prescripciones correspondientes a las protecciones a tomar relativas a las características de los terrenos particularmente agresivos. Se definirán como terrenos particularmente agresivos los que presenten algunas de las características siguientes:

- baja resistividad: valor inferior a 1.000 W x cm
- reacción ácida:  $\text{pH} < 6$
- contenido en cloruros superior a 300 mg por kg de tierra
- contenido en sulfatos superior a 500 mg por kg de tierra
- indicios de sulfuros
- débil valor del potencial redox: valor inferior a +100 mV

En este caso, se podrá evitar su acción mediante la aportación de tierras químicamente neutras o de reacción básica (por adición de cal), empleando tubos con revestimientos especiales y empleando protecciones exteriores mediante fundas de film de polietileno. En éste último caso, se utilizará tubo de PE de 0,2 mm de espesor y de diámetro superior al tubo de fundición. Como complemento, se utilizará alambre de acero con recubrimiento plastificador y tiras adhesivas de film de PE de unos 50 mm de anchura.

La protección de la tubería se realizará durante su montaje, mediante un primer tubo de PE que servirá de funda al tubo de fundición e irá colocado a lo largo de éste dejando al descubierto sus extremos y un segundo tubo de 70 cm de longitud, aproximadamente, que hará de funda de la unión.

## **Elementos de conexión de las redes enterradas**

### **Arquetas**

- Si son fabricadas "in situ", podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, apoyada sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor, y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.

- Las arquetas sumidero se cubrirán con rejilla metálica apoyada sobre angulares. Cuando estas arquetas sumidero tengan dimensiones considerables, como en el caso de rampas de garajes, la rejilla plana será desmontable. El desagüe se realizará por uno de sus laterales, con un diámetro mínimo de 110 mm, vertiendo a una arqueta sifónica o a un separador de grasas y fangos.

- En las arquetas sifónicas, el conducto de salida de las aguas irá provisto de un codo de 90°, siendo el espesor de la lámina de agua de 45 cm.

- Los encuentros de las paredes laterales se deben realizar a media caña, para evitar el depósito de materias sólidas en las esquinas. Igualmente, se conducirán las aguas entre la entrada y la salida mediante medias cañas realizadas sobre cama de hormigón formando pendiente.

### **Pozos**

- Si son fabricados "in situ", se construirán con fábrica de ladrillo macizo, de 1 pie de espesor, que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido. Los prefabricados tendrán unas prestaciones similares.

## **4.2.- Puesta en servicio**

### **4.2.1.- Pruebas de las instalaciones**

#### **Pruebas de estanqueidad parcial**

- Se realizarán pruebas de estanqueidad parcial descargando cada aparato aislado o simultáneamente, verificando los tiempos de desagüe, los fenómenos de sifonado que se produzcan en el propio aparato o en los demás conectados a la red, ruidos en desagües y tuberías y comprobación de cierres hidráulicos.

- No se admitirá que quede en el sifón de un aparato una altura de cierre hidráulico inferior a 25 mm.

- Las pruebas de vaciado se realizarán abriendo los grifos de los aparatos, con los caudales mínimos considerados para cada uno de ellos y con la válvula de desagüe asimismo abierta; no se acumulará agua en el aparato en el tiempo mínimo de 1 minuto.

- En la red horizontal se probará cada tramo de tubería, para garantizar su estanqueidad introduciendo agua a presión (entre 0,3 y 0,6 bar) durante diez minutos.

- Las arquetas y pozos de registro se someterán a idénticas pruebas llenándolos previamente de agua y observando si se advierte o no un descenso de nivel. Se controlarán al 100% las uniones, entronques y/o derivaciones.

### **Pruebas de estanqueidad total**

Las pruebas deben hacerse sobre el sistema total, bien de una sola vez o por partes, según las prescripciones siguientes.

#### **Prueba con agua**

La prueba con agua se efectuará sobre las redes de evacuación de aguas residuales y pluviales. Para ello, se taponarán todos los terminales de las tuberías de evacuación, excepto los de cubierta, y se llenará la red con agua hasta rebosar.

- La presión a la que debe estar sometida cualquier parte de la red no debe ser inferior a 0,3 bar, ni superar el máximo de 1 bar.

- Si el sistema tuviese una altura equivalente más alta de 1 bar, se efectuarán las pruebas por fases, subdividiendo la red en partes en sentido vertical.

- Si se prueba la red por partes, se hará con presiones entre 0,3 y 0,6 bar, suficientes para detectar fugas.

- Si la red de ventilación está realizada en el momento de la prueba, se le someterá al mismo régimen que al resto de la red de evacuación.

- La prueba se dará por terminada solamente cuando ninguna unión acuse pérdida de agua.

#### **Prueba con aire**

La prueba con aire se realizará de forma similar a la prueba con agua, salvo que la presión a la que se someterá la red será entre 0,5 y 1 bar como máximo. Esta prueba se considerará satisfactoria cuando la presión se mantenga constante durante tres minutos.

#### **Prueba con humo**

La prueba con humo se efectuará sobre la red de aguas residuales y su correspondiente red de ventilación. Debe utilizarse un producto que produzca un humo espeso y que, además, tenga un fuerte olor. La introducción del producto se hará por medio de máquinas o bombas y se efectuará en la parte baja del sistema, desde distintos puntos si es necesario, para inundar completamente el sistema, después de haber llenado con agua todos los cierres hidráulicos. Cuando el humo comience a aparecer por los terminales de cubierta del sistema, se taponarán éstos a fin de mantener una presión de gases de 250 Pa. El sistema debe resistir durante su funcionamiento fluctuaciones de  $\pm 250$  Pa, para las cuales ha sido diseñado, sin pérdida de estanqueidad en los cierres hidráulicos. La prueba se considerará satisfactoria si no se detecta presencia de humo ni olores en el interior del edificio.

### **4.3.- Productos de construcción**

#### **4.3.1.- Características generales de los materiales**

De forma general, las características de los materiales definidos para estas instalaciones serán las siguientes:

- Resistencia a la agresividad de las aguas a evacuar.
- Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- Suficiente resistencia a las cargas externas.
- Flexibilidad para poder absorber movimientos.
- Lisura interior.
- Resistencia a la abrasión.
- Resistencia a la corrosión.
- Absorción de ruidos, producidos y transmitidos.

#### **4.3.2.- Materiales utilizados en las canalizaciones**

Conforme a lo ya establecido, se consideran adecuadas para las instalaciones de evacuación de residuos las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:

- Tuberías de fundición según las normas UNE EN 545:2002, UNE EN 598:1996, UNE EN 877:2000.
- Tuberías de PVC según las normas UNE EN 1329-1:1999, UNE EN 1401-1:1998, UNE EN 1453-1:2000, UNE EN ISO 1452-1:2010, UNE EN 1566-1:1999.
- Tuberías de polipropileno 'PP' según la norma UNE EN 1852-1:1998.
- Tuberías de hormigón según la norma UNE 127010:1995 EX.

#### **4.3.3.- Materiales utilizados en los puntos de captación**

##### **Sifones**

Serán lisos y de un material resistente a las aguas evacuadas, con un espesor mínimo de 3 mm.

#### **4.3.4.- Condiciones de los materiales utilizados para los accesorios**

Cumplirán las siguientes condiciones:

- Cualquier elemento, metálico o no, que sea necesario para la perfecta ejecución de estas instalaciones reunirá, en cuanto a su material, las mismas condiciones exigidas para la canalización en que se disponga.
- Las piezas de fundición destinadas a tapas, sumideros, válvulas, etc., cumplirán las condiciones exigidas para las tuberías de fundición.

- Las bridas, presillas y demás elementos destinados a la fijación de bajantes serán de hierro metalizado o galvanizado.
- Cuando se trate de bajantes de material plástico, se intercalará un manguito de plástico entre la abrazadera y la bajante.
- Igualmente cumplirán estas prescripciones todos los herrajes que se utilicen en la ejecución, tales como peldaños de pozos, tuercas y bridas de presión en las tapas de registro, etc.

#### **4.4.- Mantenimiento y conservación**

- Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.
- Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.
- Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, y los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubiertas no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.
- Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro y bombas de elevación.
- Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores.
- Cada 6 meses se limpiará el separador de grasas y fangos, cuando éste exista.
- Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales, para evitar malos olores. Igualmente se limpiarán los de terrazas y cubiertas.

## **5. Pliego de Condiciones de la Instalación Contra Incendios**

### **INDICE**

5.1.-Objeto .....	62
5.2.-Calidad de los materiales y equipos .....	62
5.2.1.-Condiciones generales.....	62
5.2.2.-Extintores. ....	63
5.3.-Normas de instalación .....	63
5.3.1.-Instaladores .....	63
5.3.2.-Mantenimiento. ....	64

## **5.1.-Objeto**

El objeto del presente pliego de condiciones es fijar las normas de montaje de los materiales especificados en la instalación contra incendios, así como sus características fundamentales.

## **5.2.-Calidad de los materiales y equipos**

### **5.2.1.-Condiciones generales.**

El objeto del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios es establecer y definir las condiciones que deben cumplir los aparatos, equipos y sistemas, así como su instalación y mantenimiento empleados en la protección contra incendios.

La capacidad de los equipos será la especificada en los documentos del Proyecto. En caso de discrepancia entre los planos y este Pliego, prevalecerán las indicaciones de este Pliego a todos los efectos.

Los equipos y materiales se instalarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante correspondiente, siempre que no contradigan los documentos del Proyecto.

Los equipos y materiales empleados en la instalación serán de la mayor calidad, y todos los artículos acreditarán el cumplimiento de las reglas de seguridad establecidas en el Reglamento de Instalaciones de protección contra Incendios. El cumplimiento de las exigencias establecidas en este Reglamento para aparatos, equipos, sistemas o sus componentes deberá justificarse, cuando así se determine, mediante certificación del organismo de control que posibilite la colocación de la correspondiente marca de conformidad a normas. Cuando se trate de productos procedentes de alguno de los Estados miembros de la Comunidad Económica Europea, el Ministerio de Industria y Energía aceptara que las marcas de conformidad a normas, a que se refiere a esta disposición, sean emitidas por un organismo de normalización y/o certificación, oficialmente reconocido por otro Estado miembro de la Comunidad Económica Europea, siempre que ofrezca garantías técnicas, profesionales y de independencia equivalentes a las exigidas por la legislación española.

Cualquier accesorio o complemento no indicado en estos documentos pero que sea necesario a juicio de la Dirección de Obra para el funcionamiento y montaje correcto de la instalación, será suministrado y montado por el contratista in coste alguno para la propiedad.

### **5.2.2.-Extintores.**

Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al "Reglamento de aparatos a presión" y a su Instrucción técnica complementaria MIE-AP5.

Los extintores de incendio necesitaran, antes de su fabricación o importación, con independencia de lo establecido por la ITC-MIE-AP5, ser aprobados de acuerdo con lo establecido en el artículo 2 del Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.

Se considerarán adecuados, para cada una de las clases de fuego, los agentes extintores utilizados en extintores según UNE 23.010.

En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

## **5.3.-Normas de instalación**

### **5.3.1.-Instaladores**

La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, a que se refiere este Reglamento, con excepción de los extintores portátiles, se realizara por instaladores debidamente autorizados. Deberán contar con un técnico titulado, responsable técnico, que acreditara su preparación e idoneidad para desempeñar la actividad. Y con documentación acreditativa de haber concertado un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que puedan derivarse de sus actuaciones.

Una vez concluida la instalación, el instalador facilitará al comprador o usuario de la misma la documentación técnica e instrucciones de mantenimiento peculiares de la instalación, necesarias para su buen uso y conservación.

### **5.3.2.-Mantenimiento.**

El mantenimiento y reparación de aparatos, equipos, y sistemas y sus componentes, empleados en la protección contra incendios, deben ser realizados por mantenedores autorizados.

Los mantenedores autorizados adquirirán las siguientes obligaciones en relación con los aparatos, equipos, o sistemas cuyo mantenimiento o reparación les sea encomendado:

- Revisar, mantener y comprobar los aparatos, equipos o instalaciones de acuerdo con los plazos reglamentarios, utilizando recambios o piezas originales.
- Facilitar personal competente y suficientemente cuando sea requerido para corregir las deficiencias o averías que se produzcan en los aparatos, equipos o sistemas cuyo mantenimiento tiene encomendado.
- Informar por escrito al titular de los aparatos, equipos o sistemas que no ofrezcan garantía de correcto funcionamiento, presenten deficiencias que no puedan ser corregidas durante el mantenimiento o no cumplan las disposiciones vigentes que les sean aplicables. Dicho informe será razonado técnicamente.
- Conservar la documentación justificativa de las operaciones de mantenimiento que realice, sus fechas de ejecución, resultados e incidencias, elementos sustituidos y cuanto se considere digno de mención para conocer el estado de operatividad del aparato, equipo o sistema cuya conservación se realice. Una copia de dicha documentación se entregara al titular de los aparatos, equipos o sistemas.
- Comunicar al titular de los aparatos, equipos o sistemas, las fechas en que corresponde efectuar las operaciones de mantenimiento periódicas.

Cuando el usuario de aparatos, equipos, o sistemas acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones de protección contra incendios, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas, si obtiene la autorización de los servicios competentes en materia de industria de la Comunidad Autónoma.

En todos los casos, tanto el mantenedor como el usuario o titular de la instalación, conservarán constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo, indicando, como mínimo: las operaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas y la sustitución de elementos defectuosos que se hayan realizado. Las anotaciones deberán llevarse al día y estarán a disposición de los servicios de inspección de la Comunidad Autónoma correspondiente.

## **6. Pliego de Condiciones de la Instalación Solar Térmica productora de Agua Caliente Sanitaria**

### **ÍNDICE**

6.1.- Condiciones de montaje .....	66
6.1.1.- Generalidades .....	66
6.1.2.- Montaje de la estructura soporte y de los captadores .....	67
6.1.3.- Montaje del acumulador .....	67
6.1.4.- Montaje del intercambiador .....	67
6.1.5.- Montaje de la bomba de circulación .....	67
6.1.6.- Montaje de tuberías y accesorios .....	68
6.1.7.- Montaje del aislamiento .....	69
6.2.- Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento .....	69
6.2.1.- Generalidades .....	69
6.2.2.- Programa de mantenimiento.....	70
6.2.2.1.- Plan de vigilancia .....	70
6.2.2.2.- Plan de mantenimiento preventivo .....	71
6.2.2.3.- Mantenimiento correctivo .....	74
6.2.3.- Garantías .....	74

## **6.1.- Condiciones de montaje**

### **6.1.1.- Generalidades**

La instalación se construirá en su totalidad utilizando materiales y procedimientos de ejecución que garanticen el cumplimiento de las exigencias del servicio, la durabilidad y las condiciones de salubridad y que faciliten el mantenimiento de la instalación. Se tendrán en cuenta las especificaciones dadas por los fabricantes de cada uno de los componentes.

A efectos de las especificaciones de montaje de la instalación, éstas se complementarán con la aplicación de las reglamentaciones vigentes que sean de aplicación. Es responsabilidad del suministrador comprobar que el edificio reúne las condiciones necesarias para soportar la instalación, indicándolo expresamente en la documentación.

Es responsabilidad del suministrador el comprobar la calidad de los materiales y agua utilizados, cuidando que se ajusten a lo especificado en estas normas, y el evitar el uso de materiales incompatibles entre sí. El suministrador será responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidas durante el transporte, el almacenamiento y el montaje, hasta tanto no se proceda a su unión, por medio de elementos de taponamiento de forma y resistencia adecuadas para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato. Especial cuidado se tendrá con materiales frágiles y delicados, como luminarias, mecanismos, equipos de medida, etc., que deberán quedar debidamente protegidos.

Durante el montaje, el suministrador deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de conducciones y cables. Así mismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente todos los equipos (captadores, acumuladores, etc.), cuadros eléctricos, instrumentos de medida, etc. de cualquier tipo de suciedad, dejándolos en perfecto estado.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc. La alineación de las canalizaciones en uniones y cambios de dirección se realizará con los correspondientes accesorios y/o cajas, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

En las partes dañadas por roces en los equipos, producidos durante el traslado o el montaje, el suministrador aplicará pintura rica en zinc u otro material equivalente.

La instalación de los equipos, válvulas y purgadores permitirá su posterior acceso a los mismos a efectos de su mantenimiento, reparación o desmontaje. Se procurará que las placas de características de los equipos sean visibles una vez instalados. Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante serán recubiertos con dos manos de pintura antioxidante. Los circuitos de distribución de agua caliente sanitaria se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio.

Todos los equipos y circuitos podrán vaciarse total o parcialmente, realizándose esto desde los puntos más bajos de la instalación. Las conexiones entre los puntos de vaciado y los desagües se realizarán de forma que el paso del agua quede perfectamente visible. Los botellines de purga estarán siempre en lugares accesibles y, siempre que sea posible, visibles.

### **6.1.2.- Montaje de la estructura soporte y de los captadores**

Si los captadores son instalados en los tejados del edificio, deberá asegurarse la estanqueidad en los puntos de anclaje. La instalación permitirá el acceso a los captadores, de forma que su desmontaje sea posible en caso de rotura, pudiendo desmontar cada captador con el mínimo de actuaciones sobre los demás.

Las tuberías flexibles se conectarán a los captadores utilizando, preferentemente, accesorios para mangueras flexibles. Cuando se monten tuberías flexibles, se evitará que queden retorcidas y que se produzcan radios de curvatura inferiores a los especificados por el fabricante.

El suministrador evitará que los captadores queden expuestos al sol por períodos prolongados durante el montaje. En este período, las conexiones del captador deben estar abiertas a la atmósfera, pero impidiendo la entrada de suciedad.

Terminado el montaje, durante el tiempo previo al arranque de la instalación, si se prevé que éste pueda ser largo, el suministrador procederá a tapar los captadores.

### **6.1.3.- Montaje del acumulador**

La estructura soporte para los depósitos y su fijación se realizarán según la normativa vigente.

La estructura soporte y su fijación, para depósitos de más de 1000 litros situados en cubiertas o pisos, deberá ser diseñada por un profesional competente. La ubicación de los acumuladores y sus estructuras de sujeción, cuando se sitúen en cubiertas de piso, tendrá en cuenta las características de la edificación, y requerirá, para depósitos de más de 300 litros, el diseño de un profesional competente.

### **6.1.4.- Montaje del intercambiador**

Se tendrá en cuenta la accesibilidad al intercambiador, para operaciones de sustitución o reparación.

### **6.1.5.- Montaje de la bomba de circulación**

Las bombas en línea se instalarán con el eje de rotación horizontal y con espacio suficiente para que el conjunto motor-rodete pueda ser desmontado fácilmente. El acoplamiento de una bomba en línea con la tubería podrá ser de tipo roscado hasta el diámetro DN 32.

El diámetro de las tuberías de acoplamiento no podrá ser nunca inferior al diámetro de la boca de aspiración de la bomba. Las tuberías conectadas a bombas en línea dispondrán, en las inmediaciones de las mismas, de soportes adecuados para que no se provoquen esfuerzos recíprocos.

En la conexión de las tuberías a las bombas, cuando la potencia de accionamiento sea superior a 700 W, se dispondrán manguitos anti vibratorios para garantizar la no aparición de esfuerzos recíprocos.

Todas las bombas estarán dotadas de tomas para la medición de presiones en aspiración e impulsión. Todas las bombas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica.

Cuando se monten bombas con prensaestopas, se instalarán sistemas de llenado automáticos.

### **6.1.6.- Montaje de tuberías y accesorios**

Antes del montaje, deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o dañadas de cualquier otra forma. Se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras y arrastres, que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, etc. se guardarán en locales cerrados. Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando fundamentalmente tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse.

Las tuberías se instalarán con la menor separación posible a los paramentos, dejando el espacio suficiente para manipular el aislamiento y los accesorios. En cualquier caso, la distancia mínima de las tuberías o sus accesorios a elementos estructurales será de 5 cm. Las tuberías discurrirán siempre por debajo de canalizaciones eléctricas que crucen o corran paralelamente. La distancia en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento, y la del cable o tubo protector, no debe ser inferior a los siguientes valores:

- 5 cm para cables bajo tubo con tensión inferior a 1000 V.
- 30 cm para cables sin protección con tensión inferior a 1000 V.
- 50 cm para cables con tensión superior a 1000 V.

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos, tales como cuadros o motores.

No se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores, centros de transformación, chimeneas y conductos de climatización o ventilación. Las conexiones entre las tuberías y los componentes se realizarán de forma que no se transmitan esfuerzos mecánicos.

Las conexiones entre los componentes del circuito deben ser fácilmente desmontables, mediante bridas o racores, con el fin de facilitar su sustitución o reparación. Los cambios de sección en tuberías horizontales se realizarán de forma que se evite la formación de bolsas de aire, mediante manguitos de reducción excéntricos o enrasado de generatrices superiores para uniones soldadas.

Para evitar la formación de bolsas de aire, los tramos horizontales de tubería se montarán siempre con una pendiente ascendente del 1% en el sentido de circulación. Se facilitará la dilatación de las tuberías utilizando cambios de dirección o dilatadores axiales. Las uniones de las tuberías de acero podrán ser por soldadura o roscadas. Las uniones con la valvulería y los equipos podrán ser roscadas hasta 2" de diámetro. Para diámetros superiores, las uniones se realizarán mediante bridas.

En ningún caso se permitirá ningún tipo de soldadura en tuberías galvanizadas. Las uniones entre tuberías de cobre se realizarán mediante manguitos soldados por capilaridad. En circuitos abiertos, el sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

El dimensionado, separación y disposición de los soportes de tubería se realizará de acuerdo con las prescripciones de la norma UNE 100.152. Durante el montaje se evitarán, en los cortes para la unión de tuberías, las rebabas y escorias. En las ramificaciones soldadas, el final del tubo ramificado no debe proyectarse en el interior del tubo principal.

Los sistemas de seguridad y expansión se conectarán de forma que se evite cualquier acumulación de suciedad o de impurezas. Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción.

En los trazados de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, se compensarán los movimientos de tuberías mediante dilatadores axiales.

### **6.1.7.- Montaje del aislamiento**

El aislamiento no podrá quedar interrumpido al atravesar elementos estructurales del edificio. El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con su aislamiento, con una holgura máxima de 3 cm.

Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento térmico en los soportes de las conducciones, que podrán estar o no completamente envueltos por el material aislante. El puente térmico constituido por el mismo soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico (goma, fieltro, etc.) entre el mismo y la conducción.

Después de la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y de control, así como válvulas de desagües, volante, etc., deberán quedar visibles y accesibles. Las franjas y flechas que distinguen el tipo de fluido transportado en el interior de las conducciones, se pintarán o se pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de su protección.

## **6.2.- Requisitos técnicos del contrato de mantenimiento**

### **6.2.1.- Generalidades**

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo) por un período de tiempo al menos igual que el de la garantía. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie útil homologada inferior o igual a 20 m<sup>2</sup>, y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficies

superiores a 20 m<sup>2</sup>. En el caso de que en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100 % de la demanda energética se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos preferentemente pasivos o mediante la circulación nocturna del circuito primario)

- Vaciado parcial del campo de captadores: Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento pero, dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, habrá de ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo en su caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- Tapado parcial del campo de captadores: En este caso, el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y, a su vez, evacúa los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que sigue atravesando el captador).
- Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.
- Sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.

En caso de optarse por las soluciones expuestas en los puntos anteriores, deberán programarse y detallarse dentro del contrato de mantenimiento las visitas a realizar para el vaciado parcial o tapado parcial del campo de captadores y reposición de las condiciones iniciales. Estas visitas se programarán de forma que se realicen una antes y otra después de cada período de sobreproducción energética. También se incluirá dentro del contrato de mantenimiento un programa de seguimiento de la instalación que prevendrá los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos producidos en los citados períodos y en cualquier otro período del año.

### **6.2.2.- Programa de mantenimiento**

Objeto: El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente sanitaria.

Criterios generales: Se definen tres escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la fiabilidad y prolongar la duración de la misma:

- Vigilancia
- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

#### **6.2.2.1.- Plan de vigilancia**

El plan de vigilancia se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación

simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Tendrá el alcance descrito en la tabla 1.

Adicionalmente, durante todo el año se vigilará la instalación con el objeto de prevenir los posibles daños ocasionados por los posibles sobrecalentamientos.

	<b>Operación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción (*)</b>
Captadores	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3 meses	IV - Condensaciones, sustitución
	Juntas	3 meses	IV - Agrietamiento y deformaciones
	Absorbedor	3 meses	IV - Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3 meses	IV - Fugas
	Estructura	3 meses	IV - Degradación, indicios de corrosión
Circuito primario	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas
	Purgador manual	3 meses	Vaciar el aire del botellín
Circuito secundario	Termómetro	Diaria	IV - Temperatura
	Tubería y aislamiento	6 meses	IV - Ausencia de humedad y fugas
	Acumulador solar	3 meses	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito

(\*) IV: Inspección visual

### **6.2.2.2.- Plan de mantenimiento preventivo**

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras que, aplicadas a la instalación, deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para aquellas instalaciones con una superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup> y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>.

El plan de mantenimiento debe realizarse por personal técnico competente, que conozca la tecnología solar térmica y las instalaciones mecánicas en general. La instalación tendrá un libro de mantenimiento en el que se reflejen todas las operaciones realizadas, así como el mantenimiento correctivo. El mantenimiento preventivo ha de incluir todas las operaciones de mantenimiento y sustitución de elementos fungibles o desgastados por el uso, necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil.

A continuación se desarrollan, de forma detallada, las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

<b>Tabla A. Sistema de captación</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción</b>
Captadores	6 meses	IV - Diferencias sobre el original
		IV - Diferencias entre captadores
Cristales		IV - Condensaciones y suciedad
Juntas		IV - Agrietamiento y deformaciones
Absorbedor		IV - Corrosión y deformaciones
Carcasa		IV - Deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Conexiones		IV - Aparición de fugas
Estructura		IV - Degradación, indicios de corrosión, apriete de tornillos
Captadores (*)	6 meses	Tapado parcial del campo de captadores
		Destapado parcial del campo de captadores
		Vaciado parcial del campo de captadores
		Llenado parcial del campo de captadores

(\*) IV: Inspección visual

(\*) Estas operaciones se realizarán en caso de optar por las medidas b) y c) del apartado 2.1 de la sección HE-4 del DB HE Ahorro de energía del CTE.

<b>Tabla B. Sistema de acumulación</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción</b>
Depósito	24 meses	Presencia de lodos en el fondo
Ánodos de sacrificio	12 meses	Comprobación del desgaste
Ánodos de corriente impresa	12 meses	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12 meses	Comprobar que no hay humedad

<b>Tabla C. Sistema de intercambio</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción (*)</b>
Intercambiador de placas	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones
	12 meses	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12 meses	CF - Eficiencia y prestaciones
	12 meses	Limpieza

(\*) CF: Control de funcionamiento

<b>Tabla D. Circuito hidráulico</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción (*)</b>

<b>Tabla D. Circuito hidráulico</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción (*)</b>
Fluido refrigerante	12 meses	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24 meses	Efectuar prueba de presión
Aislamiento exterior	6 meses	IV - Degradación, protección de uniones y ausencia de humedad
Aislamiento interior	12 meses	IV - Uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12 meses	Control de funcionamiento y limpieza
Purgador manual	6 meses	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12 meses	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6 meses	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6 meses	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6 meses	CF Actuación
Válvula de corte	12 meses	CF Actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12 meses	Actuación

(\*) IV: Inspección visual

(\*) CF: Control de funcionamiento

<b>Tabla E. Sistema eléctrico y de control</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción (*)</b>
Cuadro eléctrico	12 meses	Comprobar que está bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12 meses	CF Actuación
Termostato	12 meses	CF Actuación
Verificación del sistema de medida	12 meses	CF Actuación

(\*) CF: Control de funcionamiento

<b>Tabla F. Sistema de energía auxiliar</b>		
<b>Equipo</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Descripción (*)</b>
Sistema auxiliar	12 meses	CF Actuación
Sondas de temperatura	12 meses	CF Actuación

(\*) CF: Control de funcionamiento

Dado que el sistema de energía auxiliar no forma parte del sistema de energía solar propiamente dicho, sólo será necesario realizar actuaciones sobre las conexiones del primero a

este último, así como la verificación del funcionamiento combinado de ambos sistemas. Se deja un mantenimiento más exhaustivo para la empresa instaladora del sistema auxiliar.

### **6.2.2.3.- Mantenimiento correctivo**

Son operaciones realizadas como consecuencia de la detección de cualquier anomalía en el funcionamiento de la instalación, en el plan de vigilancia o en el de mantenimiento preventivo. Incluye la visita a la instalación, en los mismos plazos máximos indicados en el apartado de 'Garantías', cada vez que el usuario así lo requiera por avería grave de la instalación, así como el análisis y presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarios para el correcto funcionamiento de la misma.

Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias.

### **6.2.3.- Garantías**

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje.

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación. Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía. Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante. Así mismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación por escrito, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con las mismas. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo o contratar a un tercero para realizar las oportunas reparaciones, sin perjuicio de la ejecución del aval prestado y de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante. El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de:

- 24 horas, si se interrumpe el suministro de agua caliente, procurando establecer un servicio mínimo hasta el correcto funcionamiento de ambos sistemas (solar y de apoyo).
- 48 horas, si la instalación solar no funciona.
- Una semana, si el fallo no afecta al funcionamiento.

Las averías de la instalación se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador. El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE ZONA  
DEDICADA A INSTALACIÓN DE  
PROTOTIPOS DE EXPERIMENTACIÓN  
PRESUPUESTO**

**Carlos Alfonso Castro Rodríguez**



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Tutoras: Isabel Martín Mateos y Beatriz Trujillo Martín

San Cristóbal de La Laguna, 2018

## INDICE PRESUPUESTO

Presupuesto parcial nº 1 actuaciones previas -edificio .....	2
Presupuesto parcial nº 2 acondicionamiento del terreno - edificio.....	3
Presupuesto parcial nº 3 elementos de hormigón - edificio.....	4
Presupuesto parcial nº 4 fachadas y particiones- edificio.....	6
Presupuesto parcial nº 5 carpintería y cerrajería - edificio .....	7
Presupuesto parcial nº 6 revestimientos - edificio.....	8
Resumen presupuesto de edificio .....	9
Presupuesto parcial nº 1 instalación eléctrica.....	10
Presupuesto parcial suministro agua nº 1 remates y ayudas.....	17
Presupuesto parcial suministro agua nº 2 instalaciones.....	18
Presupuesto parcial suministro agua nº 3 aislamientos e impermeabilizaciones .....	21
Presupuesto parcial evacuación aguas nº 4 señalización y equipamiento .....	22
Presupuesto de ejecución material evacuación aguas.....	23
Presupuesto parcial evacuación aguas nº 1 acondicionamiento del terreno .....	23
Presupuesto parcial evacuación aguas nº 2 instalaciones .....	26
Presupuesto parcial contraincendios nº 1 instalaciones.....	29
Presupuesto parcial solar termica nº 1 instalaciones .....	30
Resumen presupuesto total de proyecto .....	32

**PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 ACTUACIONES PREVIAS - EDIFICIO**

<b>N° UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD PRECIO TOTAL</b>		
1.1 m <sup>2</sup>	Montaje y desmontaje de sistema de encofrado reutilizable para formación de pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por superficie encofrante de chapas metálicas y estructura soporte vertical de puntales metálicos. Amortizables las chapas metálicas de la superficie encofrante en 50 usos y los puntales en 150 usos.	23,10	15,58	<b>359,9</b>
1.2 m <sup>2</sup>	Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de viga descolgada, recta, de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje y estructura soporte vertical de puntales metálicos. Amortizables los tableros de la superficie encofrante en 25 usos, las sopandas de la estructura soporte en 150 usos y los puntales en 150 usos.	45,23	23	<b>1037,83</b>
1.3 m <sup>2</sup>	Montaje y desmontaje de apeo de losa de escalera, compuesto por 2 puntales metálicos telescópicos de 3 m de altura, amortizables en 150 usos y tableros de madera, amortizables en 10 usos.	21,5	22,59	<b>485,69</b>
1.4 m <sup>2</sup>	Montaje y desmontaje de apeo de forjado horizontal y voladizo, con altura libre de planta de hasta 3 m, compuesto por 4 puntales metálicos telescópicos, amortizables en 150 usos y tableros de madera, amortizables en 10 usos.	139,92	15,7	<b>2118,2</b>

**PRESUPUESTO PARCIAL N° 2 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO - EDIFICIO**

<b>N° UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
2.1 m <sup>3</sup>	Losa de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 85 kg/m <sup>3</sup> ; acabado superficial liso mediante regla vibrante, sin incluir encofrado.	141,01	194,96	<b>27704,01</b>

**PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 ELEMENTOS DE HORMIGÓN - EDIFICIO**

<b>N° UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
3.1 m <sup>2</sup>	Muro de carga de 20 cm de espesor de fábrica de bloque de hormigón, liso estándar color gris, 40x20x20 cm, resistencia normalizada R10 (10 N/mm <sup>2</sup> ), para revestir, recibida con mortero de cemento industrial, color gris, M-7,5, suministrado a granel, con pie	96,178	27,73	<b>2667,02</b>
3.2 m <sup>3</sup>	Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, de 30x30 cm de sección media, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 120 kg/m <sup>3</sup> ; Montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por superficie encofrante de chapas metálicas y estructura soporte vertical de puntales metálicos.	2,700	479,48	<b>1.294,60</b>
3.3 m <sup>3</sup>	Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, de 30x45 cm de sección media, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 120 kg/m <sup>3</sup> ; Montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por superficie encofrante de chapas metálicas y estructura soporte vertical de puntales metálicos.	0,676	444,83	<b>300,71</b>
3.4 m <sup>3</sup>	Viga descolgada, recta, de hormigón armado, de 30x40 cm, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, cuantía 150 kg/m <sup>3</sup> ; montaje y desmontaje del sistema de encofrado, con acabado tipo industrial para revestir, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje y estructura soporte vertical de puntales metálicos.	7,365	422,15	<b>3.109,13</b>

### PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 ELEMENTOS DE HORMIGÓN - EDIFICIO

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
3.5	<p><b>m<sup>2</sup></b> Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, tipo convencional, pendiente del 1% al 5%, para tráfico peatonal privado, compuesta de: formación de pendientes: hormigón aligerado de cemento y picón fino, con espesor medio de 20 cm; aislamiento térmico: panel rígido de poliestireno extruido, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 50 mm de espesor, resistencia a compresión <math>\geq 300</math> kPa; impermeabilización monocapa no adherida: lámina impermeabilizante flexible tipo EVAC, compuesta de una doble hoja de poliolefina termoplástica con acetato de vinil etileno, con ambas caras revestidas de fibras de poliéster no tejidas, de 0,8 mm de espesor y 600 g/m<sup>2</sup>; capa de protección: baldosas de gres rústico 20x20 cm colocadas en capa fina con adhesivo cementoso normal, C1 gris, directamente sobre la impermeabilización, rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta abierta (entre 3 y 15 mm), con la misma tonalidad de las piezas.</p>	134,917	70.37	<b>9494,11</b>
3.6	<p><b>m<sup>2</sup></b> Escalera de hormigón visto, con losa de escalera y peldañado de hormigón armado, e=15 cm, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, 18 kg/m<sup>2</sup>, quedando visto el hormigón del fondo y de los laterales de la losa; Montaje y desmontaje de sistema de encofrado, con acabado visto con textura lisa en su cara inferior y laterales, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por superficie encofrante de tablonos de madera de pino forrados con tablero aglomerado hidrófugo, de un solo uso, con una de sus caras plastificada, estructura soporte horizontal de tablonos de madera de pino y estructura soporte vertical de puntales metálicos; amortizables los tablonos de la superficie encofrante en 10 usos, los tablonos de la estructura soporte en 10 usos y los puntales en 150 usos.</p>	9,25	118,74	<b>1098,35</b>

**PRESUPUESTO PARCIAL N° 4 FACHADAS Y PARTICIONES- EDIFICIO**

<b>N° UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
4.1 m	Barandilla de fachada en forma recta, de 90 cm de altura, de aluminio lacado color blanco, formada por: bastidor compuesto de barandal superior e inferior de perfil cuadrado de 40x40 mm y montantes de perfil cuadrado de 40x40 mm con una separación de 80 cm entre sí; entrepaño para relleno de los huecos del bastidor compuesto de barrotes verticales de aluminio, perfil rectangular de 30x15 mm, y pasamanos de perfil curvo de 70 mm, fijada mediante anclaje mecánico de expansión.	55,47	96,96	<b>5378,37</b>

**PRESUPUESTO PARCIAL N° 5 CARPINTERÍA Y CERRAJERÍA - EDIFICIO**

<b>N° UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
5.1 Ud	Puerta interior abatible, ciega, de una hoja de 203x82,5x3,5 cm, con tablero de madera maciza de pino melis, barnizada en taller; precerco de pino país de 90x35 mm; galces macizos, de pino melis de 90x20 mm; tapajuntas macizos, de pino melis de 70x15 mm; con herrajes de colgar y de cierre.	5	231,69	<b>1158,45</b>
5.2 Ud	Puerta de entrada de acero galvanizado de dos hojas, 1840x2040 mm de luz y altura de paso, troquelada con un cuarterón superior y otro inferior a dos caras, acabado pintado con resina de epoxi en color a elegir de la carta RAL, cerradura con tres puntos de cierre, dos fijos laterales y premarco.	2	1778,61	<b>3557,22</b>
5.3 Ud	Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de ventana corredera simple "CORTIZO", de 120x120 cm, sistema 4500 (elevable) "CORTIZO", formada por dos hojas, con perfiles provistos de rotura de puente térmico, y sin premarco. Cajón de persiana estándar incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.	5	553,01	<b>2765,05</b>
5.4 Ud	Carpintería de aluminio, anodizado natural, para conformado de fijo, de 60x100 cm, serie básica, formada por una hoja, y con premarco. Cajón de persiana estándar incorporado (monoblock), persiana enrollable de lamas de PVC, con accionamiento manual mediante cinta y recogedor.	5	135,28	<b>676,4</b>

**PRESUPUESTO PARCIAL N° 6 REVESTIMIENTOS - EDIFICIO**

<b>N° UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
6.1 m <sup>2</sup>	Alicatado con azulejo liso, 20x20 cm, 8 €/m <sup>2</sup> , capacidad de absorción de agua E>10%, grupo BIII, resistencia al deslizamiento Rd<=15, clase 0, colocado sobre una superficie soporte de mortero de cemento u hormigón, en paramentos interiores, mediante adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci blanco, sin junta (separación entre 1,5 y 3 mm); cantoneras de PVC.	178,194	21,01	<b>3.743,86</b>
6.2 m <sup>2</sup>	Solado de baldosas de terrazo micrograno (menor o igual a 6 mm), clasificado de uso normal para interiores, 50x50 cm, color gris, colocadas a golpe de maceta sobre lecho de mortero de cemento, industrial, M-5 y rejuntadas con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 coloreada con la misma tonalidad de las baldosas.	44,800	26,23	<b>1.175,10</b>
6.3 m <sup>2</sup>	Enlucido de yeso de aplicación en capa fina C6 en una superficie previamente guarnecida, sobre paramento vertical, de hasta 3 m de altura.	141,380	1,68	<b>237,52</b>
6.4 m <sup>2</sup>	Revestimiento decorativo en fachadas y paramentos interiores, con mortero industrial imitación de revoco tradicional, de 5 a 8 mm de espesor, color beige, acabado fratasado, para la realización de la capa de acabado en revestimientos continuos bicapa.	50,975	21,16	<b>1.078,63</b>
6.5 m <sup>2</sup>	Chapado de paramentos interiores, hasta 3 m de altura, con placas de arenisca Niwala Rosa, acabado abujardado, 40x40x2 cm, fijadas con anclaje de varilla de acero galvanizado, de 3 mm de diámetro y retacadas con mortero de cemento M-15; rejuntado con mortero de juntas especial para revestimientos de piedra natural.	133,265	69,50	<b>9.261,92</b>

**RESUMEN PRESUPUESTO DE EDIFICIO**

<b>Nº CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1 Actuaciones Previas	<b>4001,62</b>
2 Acondicionamiento del terreno	<b>27704,01</b>
3 Elementos de Hormigón	<b>17963,92</b>
4 Particiones y Fachadas	<b>5378,37</b>
5 Carpintería y Cerrajería	<b>8157,12</b>
6 Revestimientos	<b>15497,03</b>
Presupuesto de ejecución material	<b>78702,07</b>

**PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

<b>Nº UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
1.1 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación en el interior de hornacina mural, en vivienda unifamiliar o local, de caja de protección y medida CPM1-S2, de hasta 80 A de intensidad, para 1 contador monofásico, formada por una envolvente aislante, precintable, autoventilada y con mirilla de material transparente resistente a la acción de los rayos ultravioletas, para instalación empotrada. Incluso equipo completo de medida, bornes de conexión, bases cortacircuitos y fusibles para protección de la derivación individual. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Totalmente montada, conexionada y probada.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la situación de los conductos y anclajes de la caja. Fijación. Colocación de tubos y piezas especiales. Conexionado.</p>	1,00	149,75	<b>149,75</b>
1.2 m	<p>A) Descripción: Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 16 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R), libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado.</p>	0,34	3,85	<b>1,31</b>
1.3 m	<p>A) Descripción: Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1.5 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R), libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado.</p>	126,45	0,98	<b>123,92</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.4 m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable unipolar ES07Z1-K (AS) con conductor de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado, siendo su tensión asignada de 450/750 V y libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	649,95	0,54	<b>350,97</b>
1.5 m	A) Descripción: Suministro e instalación de cable unipolar ES07Z1-K (AS) con conductor de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado, siendo su tensión asignada de 450/750 V y libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	120,24	0,77	<b>92,58</b>
1.6 M	A) Descripción: Suministro e instalación de cable unipolar ES07Z1-K (AS) con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado, siendo su tensión asignada de 450/750 V y libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Tendido del cable. Conexionado.	120,30	1.10	<b>121,4</b>
1.7 Ud	A) Descripción: Suministro e instalación de cuadro general de interior con caja empotrable de material aislante con puerta opaca, para alojamiento de dispositivos generales e individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro. Conexionado. Montaje de los componentes.	1,00	54,87	<b>54,87</b>

**PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

<b>N° UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
1.8 Ud	A) Descripción: Suministro e instalación de cuadro general de exterior con caja superficial estanca y material aislante con puerta transparente, para alojamiento de dispositivos generales e individuales de mando y protección. Incluso elementos de fijación, regletas de conexión y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Replanteo. Colocación de la caja para el cuadro. Conexionado. Montaje de los componentes.	2,00	47,87	<b>95,74</b>
1.9 Ud	A) Conmutador, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 230 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado, sin incluir la caja de mecanismo. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.	6	11,05	<b>66,30</b>
2.0 Ud	A) Interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 230 V, con tecla simple, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado, sin incluir la caja de mecanismo. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.	2	10,37	<b>20,74</b>
2.1 Ud	A) Doble interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 230 V, con tecla doble, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrado, sin incluir la caja de mecanismo. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.	2	15,53	<b>31,06</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.2 Ud	A) Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrada, sin incluir la caja de mecanismo. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.	13,00	10,32	<b>134,16</b>
2.3 Ud	A) Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, estanco, con grado de protección IP55, monobloc, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 230 V, con tapa y caja con tapa, de color gris, instalada en superficie. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.	16	16,19	<b>259,04</b>
2.4 Ud	A) Base de toma de corriente trifásica con contacto de tierra (4P+T), gama básica, tensión asignada 400 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para un elemento, de color blanco, empotrada, sin incluir la caja de mecanismo. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.	3	21,59	<b>64,77</b>
2.5 Ud	A) Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, estanco, con grado de protección IP55, monobloc, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 230 V, con tapa y caja con tapa, de color gris, instalada en superficie. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Colocación de cajas de derivación y de empotrar. Colocación de mecanismos.	8	33,71	<b>269,68</b>
2.6 m	A) Descripción: Suministro e instalación de canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP 545. Totalmente montada. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo.	335,51	0,90	<b>301,96</b>

**PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

<b>N° UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
2.7 m	A) Descripción: Suministro e instalación de canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP 545. Totalmente montada. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo.	40,10	0,93	<b>37,29</b>
2.8 m	A) Descripción: Suministro e instalación de canalización empotrada en elemento de construcción de obra de fábrica de tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 32 mm de diámetro nominal, con grado de protección IP 545. Totalmente montada. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del tubo.	0.34	1,23	<b>0,42</b>
2.9 Ud	A) Suministro e instalación de toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso grapa abarcón para la conexión del electrodo con la línea de enlace y aditivos para disminuir la resistividad del terreno. B) Incluye: Replanteo. Conexión del electrodo y la línea de enlace. Montaje del punto de puesta a tierra. Trazado de la línea principal de tierra. Sujeción. Trazado de derivaciones de tierra. Conexión de las derivaciones. Conexión a masa de la red. Realización de pruebas de servicio.	1,00	153,72	<b>153,72</b>
3.0 Ud	A) Descripción: Suministro e instalación de luminaria de techo Downlight de óptica fija, de 600x600x71 mm, para 1 LED de 20 W, de color blanco cálido (3000K); con cerco exterior y cuerpo interior de aluminio inyectado, termo esmaltado, en color blanco; protección IP 20 y aislamiento clase F. Incluso lámparas. El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones. B) Incluye: Replanteo. Montaje, conexión y comprobación de su correcto funcionamiento.	10,00	176,82	<b>1.768,20</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
3.1 Ud	<p>A) Descripción: Foco proyector orientable de exterior LED 200 W de altas prestaciones y gran resistencia (IP65). Carcasa de color negro de aluminio de inyección con radiador y eficiente disipación del calor. Iluminación de color blanco fría (6500K) y flujo luminoso de 16000 lm. El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p>	7	240,50	<b>1683,50</b>
3.2 Ud	<p>A) Interruptor combinado magnetotérmico-protector contra sobretensiones permanentes, de 4 módulos, formado por interruptor automático magnetotérmico, bipolar (2P), intensidad nominal 80 A, poder de corte 6 kA, curva de 8 a 12 x In, y protector contra sobretensiones permanentes, de 72x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento</p>	1	112,74	<b>112,74</b>
3.3 Ud	<p>A) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 6 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p>	6	16,71	<b>100,26</b>
3.4 Ud	<p>A) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 16 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.</p>	2	22,94	<b>45,88</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
3.5 Ud	A) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 20 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	2	24,50	<b>49,00</b>
3.6 Ud	A) Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 32 A, poder de corte 6 kA, curva C, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	2	38,75	<b>77,50</b>
3.7 Ud	A) Interruptor diferencial instantáneo, de 2 módulos, bipolar (2P), intensidad nominal 40 A, sensibilidad 10 mA, poder de corte 6 kA, clase AC, de 36x80x77,8 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Replanteo. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento.	4	42,23	<b>168,92</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 INSTALACIONES:</b>				<b>4652,18</b>

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL****PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL INSTALACION ELECTRICA**

<b>Nº CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1 INSTALACIONES	<b>4.652,18</b>
Presupuesto de ejecución material	<b>4.652,18</b>

**Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUATRO MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS**

**PRESUPUESTO PARCIAL SUMINISTRO AGUA Nº 1 REMATES Y AYUDAS**

<b>Nº UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
1.1 m <sup>2</sup>	A) Descripción: Repercusión por m <sup>2</sup> de superficie construida de obra, de ayudas de cualquier trabajo de albañilería, necesarias para la correcta ejecución de la instalación de fontanería formada por: acometida, tubo de alimentación, contador individual, grupo de presión, depósito, montantes, instalación interior, cualquier otro elemento componente de la instalación, accesorios y piezas especiales, con un grado de complejidad medio, en edificio de vivienda unifamiliar. Incluso material auxiliar para realizar todos aquellos trabajos de apertura y tapado de rozas, apertura de huecos en tabiquería, muros, forjados y losas, para paso de instalaciones, fijación de soportes, recibidos y remates precisos para el correcto montaje de la instalación. B) Incluye: Trabajos de apertura y tapado de rozas. Apertura de agujeros en paramentos, muros, forjados y losas, para el paso de instalaciones. Colocación de pasatubos. Colocación y recibido de cajas para elementos empotrados. Sellado de agujeros y huecos de paso de instalaciones.	150,00	3,18	<b>477,00</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 REMATES Y AYUDAS:</b>				<b>477,00</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL SUMINISTRO AGUA N° 2 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.1 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de termo eléctrico para el servicio de A.C.S., mural vertical, resistencia blindada, capacidad 75 l, potencia 2 kW, de 758 mm de altura y 450 mm de diámetro, formado por cuba de acero vitrificado, aislamiento de espuma de poliuretano, ánodo de sacrificio de magnesio. Incluso soporte y anclajes de fijación, válvula de seguridad antirretorno, llaves de corte de esfera y latiguillos flexibles, tanto en la entrada de agua como en la salida. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo del aparato. Fijación en paramento mediante elementos de anclaje. Colocación del aparato y accesorios. Conexionado con las redes de conducción de agua, eléctrica y de tierra. Puesta en marcha.</p>	1,00	262,17	<b>262,17</b>
2.2 Ud	<p>A) Descripción: Suministro y montaje de acometida enterrada para abastecimiento de agua potable de 0,88 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 3/4" DN 20 mm de diámetro, colocada sobre cama o lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 3/4" de diámetro con mando de cuadrillo colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor. Incluso p/p de accesorios y piezas especiales, demolición y levantado del firme existente, posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I, protección de la tubería metálica con cinta anticorrosiva, y conexión a la red. Sin incluir la excavación ni el posterior relleno principal. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo y trazado de la acometida, coordinado con el resto de instalaciones o elementos que puedan tener interferencias. Rotura del pavimento con compresor. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Colocación de la cinta anticorrosiva en la tubería. Colocación de la tubería. Montaje de la llave de corte. Colocación de la tapa. Ejecución del relleno envolvente. Empalme de la acometida con la red general del municipio. Realización de pruebas de servicio.</p>	1,00	172,49	<b>172,49</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL SUMINISTRO AGUA N° 2 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.3 Ud	<p>A) Descripción: Suministro y montaje de arqueta de paso prefabricada de polipropileno, de sección rectangular de 51x37 cm en la base y 30 cm de altura, con tapa de 38x25 cm sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 15 cm de espesor. Incluso conexiones de conducciones y remates. Totalmente montada, sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la arqueta. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Colocación de la arqueta prefabricada. Formación de agujeros para el paso de los tubos. Colocación de la tapa y los accesorios.</p>	1,00	38,84	<b>38,84</b>
2.4 Ud	<p>A) Descripción: Preinstalación de contador general de agua de diámetro DN 20 mm, colocado en hornacina, conectado al ramal de acometida y al tubo de alimentación, formada por llave de corte general de compuerta de latón fundido; grifo de comprobación; filtro retenedor de residuos; válvula de retención de latón y llave de salida de compuerta de latón fundido. Incluso marco y tapa de fundición dúctil para registro y demás material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y probada. Sin incluir el precio del contador.</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación de accesorios y piezas especiales. Conexionado.</p>	1,00	87,32	<b>87,32</b>
2.5 m	<p>A) Descripción: Suministro y montaje de tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, de 16 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 1,8 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio.</p>	71,18	2,90	<b>206,42</b>
2.6 m	<p>A) Descripción: Suministro y montaje de tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, de 20 mm de diámetro exterior, PN=6 atm y 1,9 mm de espesor, suministrado en rollos. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo y trazado. Colocación y fijación de tubo y accesorios. Realización de pruebas de servicio.</p>	2,59	3,70	<b>9,58</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL SUMINISTRO AGUA N° 2 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.7 Ud	A) Descripción: Suministro e instalación de válvula de asiento de latón, de 3/4" de diámetro, con maneta y embellecedor de acero inoxidable. Totalmente montada, conexionada y probada. B) Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos.	2,00	16,98	<b>33,96</b>
2.8 Ud	A) Descripción: Suministro e instalación de grifo de latón para toma de agua libre, con racor de conexión a manguera, de 3/4" de diámetro. Totalmente montado, conexionado y probado. B) Incluye: Replanteo. Conexión de la válvula a los tubos.	3,00	17,02	<b>51,06</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 2 INSTALACIONES:</b>				<b>861,84</b>

**PRESUPUESTO PARCIAL SUMINISTRO AGUA N° 3 AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES**

<b>N°</b>	<b>U</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
3.0	m	A) Descripción: Suministro y colocación de aislamiento térmico en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor, a base de caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones. Incluso p/p de preparación de la superficie soporte, replanteo y cortes. B) Incluye: Preparación de la superficie de las tuberías. Replanteo y corte del aislamiento. Colocación del aislamiento.	15,23	19,28	<b>293,63</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES:</b>					<b>293,63</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL SUMINISTRO DE AGUAS N° 4 SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
4.1 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de taza de inodoro de tanque bajo, de porcelana sanitaria, modelo Meridian "ROCA", color Blanco, de 370x645x790 mm, con cisterna de inodoro, de doble descarga, de 360x140x355 mm, asiento y tapa de inodoro, de caída amortiguada. Incluso llave de regulación, enlace de alimentación flexible, conexión a la red de agua fría y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo y trazado en el paramento soporte de la situación del aparato. Colocación de los elementos de fijación suministrados por el fabricante. Nivelación, aplomado y colocación del aparato. Conexión a la red de evacuación. Conexión a la red de agua fría. Montaje de accesorios y complementos. Sellado de juntas.</p>	1,00	426,77	<b>426,77</b>
4.2 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de lavabo mural, de porcelana sanitaria, modelo Meridian "ROCA", color Blanco, de 1000x460 mm, con juego de fijación, con pedestal de lavabo, equipado con grifería monomando de repisa para lavabo, con cartucho cerámico y limitador de caudal a 6 l/min, acabado cromado, modelo Thesis, y desagüe, acabado cromo con sifón curvo. Incluso conexión a las redes de agua fría y caliente y a la red de evacuación existente, fijación del aparato y sellado con silicona. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento.</p> <p>B) Incluye: Replanteo y trazado en el paramento soporte de la situación del aparato. Colocación de los elementos de fijación suministrados por el fabricante. Nivelación, aplomado y colocación del aparato. Conexión a la red de evacuación. Montaje de la grifería. Conexión a las redes de agua fría y caliente. Montaje de accesorios y complementos. Sellado de juntas.</p>	1,00	655,50	<b>655,50</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 4 SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO:</b>				<b>1.082,27</b>

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL****PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL EVACUACIÓN AGUAS**

<b>N o</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1	REMATES Y AYUDAS	<b>477,00</b>
2	INSTALACIONES	<b>861,84</b>
3	AISLAMIENTOS E IMPERMEABILIZACIONES	<b>293,63</b>
4	SEÑALIZACIÓN Y EQUIPAMIENTO	<b>1.082,27</b>
Presupuesto de ejecución material		<b>2.714,74</b>

**Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DOS MIL QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS**

**PRESUPUESTO EVACUACIÓN AGUAS Nº 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO**

<b>Nº UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
--------------	--------------------	-----------------	---------------	--------------

## PRESUPUESTO EVACUACIÓN AGUAS N° 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.1 Ud	<p>A) Descripción: Formación de arqueta de paso, registrable, enterrada, construida con fábrica de bloque de hormigón vibrado, de 12 cm de espesor, recibido con mortero de cemento, industrial, M-5, de dimensiones interiores 50x50x50 cm, sobre solera de hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb de 15 cm de espesor, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento, industrial, con aditivo hidrófugo, M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores meffíticos. Incluso colector de conexión de PVC, de tres entradas y una salida, con tapa de registro, para encuentros, asentándolo convenientemente con el hormigón en el fondo de la arqueta, conexiones de conducciones y remates. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio), sin incluir la excavación ni el relleno del trasdós.</p> <p>B) Incluye: Replanteo de la arqueta. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Vertido y compactación del hormigón en formación de solera. Formación de la obra de fábrica con ladrillos, previamente humedecidos, colocados con mortero. Empalme y rejuntado de los colectores a la arqueta. Relleno de hormigón para formación de pendientes y colocación del colector de conexión de PVC en el fondo de la arqueta. Enfoscado y bruñido con mortero, redondeando los ángulos del fondo y de las paredes interiores de la arqueta. Realización del cierre hermético y colocación de la tapa y los accesorios. Eliminación de restos, limpieza final y retirada de escombros. Carga de escombros sobre camión o contenedor. Realización de pruebas de servicio.</p>	2,00	391,76	<b>783,52</b>

## PRESUPUESTO EVACUACIÓN AGUAS N° 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.2 m	<p>A) Descripción: Suministro y montaje de acometida general de saneamiento, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, con una pendiente mínima del 2%, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m<sup>2</sup>, de 100 mm de diámetro exterior, pegado mediante adhesivo, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso demolición y levantado del firme existente y posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I, sin incluir la excavación previa de la zanja, el posterior relleno principal de la misma ni su conexión con la red general de saneamiento. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo y trazado de la acometida en planta y pendientes. Rotura del pavimento con compresor. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Presentación en seco de tubos y piezas especiales. Vertido de la arena en el fondo de la zanja. Descenso y colocación de los colectores en el fondo de la zanja. Montaje de la instalación, comenzando por el extremo de cabecera. Limpieza de la zona a unir con el líquido limpiador, aplicación del adhesivo y encaje de piezas. Ejecución del relleno envolvente. Realización de pruebas de servicio.</p>	3,22	41,98	<b>152,39</b>
1.3 Ud	<p>A) Descripción: Suministro y montaje de la conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio a través de pozo de registro (sin incluir). Incluso comprobación del buen estado de la acometida existente, trabajos de conexión, rotura del pozo de registro desde el exterior con martillo compresor hasta su completa perforación, acoplamiento y recibido del tubo de acometida, empalme con junta flexible, repaso y bruñido con mortero de cemento, industrial, M-5 en el interior del pozo, sellado, pruebas de estanqueidad, reposición de elementos en caso de roturas o de aquellos que se encuentren deteriorados en el tramo de acometida existente. Totalmente montada, conexionada y probada. Sin incluir excavación.</p> <p>B) Incluye: Replanteo y trazado de la conexión en el pozo de registro. Rotura del pozo con compresor. Colocación de la acometida. Resolución de la conexión.</p>	1,00	160,39	<b>160,39</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO:</b>				<b>1096,30</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL EVACUACIÓN AGUAS N° 2 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.1 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de red de pequeña evacuación, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de PVC, serie B, de 32 mm de diámetro y 3 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.</p>	3,89	5,85	<b>22,76</b>
2.2 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de red de pequeña evacuación, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de PVC, serie B, de 40 mm de diámetro y 3 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.</p>	2,69	6,88	<b>18,51</b>
2.3 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de red de pequeña evacuación, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro y 3 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.</p>	8,52	8,44	<b>71,91</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL EVACUACIÓN AGUAS N° 2 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.4 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de red de pequeña evacuación, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.</p>	2,9	15,45	<b>44,81</b>
2.5 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de red de pequeña evacuación, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.</p>	10	16,84	<b>168,40</b>
2.6 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de red de pequeña evacuación, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de PVC, serie B, de 100 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, que conecta el aparato con la bajante, el colector o el bote sifónico. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo. Presentación de tubos, accesorios y piezas especiales. Fijación del material auxiliar para montaje y sujeción a la obra. Colocación y fijación de tubos, accesorios y piezas especiales. Realización de pruebas de servicio.</p>	5,42	17,74	<b>96,15</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL EVACUACIÓN AGUAS N° 2 INSTALACIONES

N° UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
2.7 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de bote sifónico de PVC, de 32 mm de diámetro, con cinco entradas y una salida, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador, líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.</p> <p>B) Incluye: Presentación en seco de tubos. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.</p>	1,00	23,81	<b><u>23,81</u></b>
2.8 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de bote sifónico de PVC, de 40 mm de diámetro, con cinco entradas y una salida, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador, líquido limpiador y adhesivo para tubos y accesorios de PVC.</p> <p>B) Incluye: Presentación en seco de tubos. Montaje, conexionado y comprobación de su correcto funcionamiento. Realización de pruebas de servicio.</p>	1	25,79	<b><u>25,79</u></b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL N° 2 INSTALACIONES:</b>				<b><u>472,14</u></b>

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL****PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL EVACUACIÓN AGUAS**

<b>Nº CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	<b>1096,30</b>
2 INSTALACIONES	<b>472,14</b>
Presupuesto de ejecución material	<b>1568,44</b>

**Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de MIL VEINTINUEVE EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS**

**PRESUPUESTO PARCIAL CONTRAINCENDIOS Nº 1 INSTALACIONES**

<b>Nº UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
1.1 Ud	A) Descripción: Suministro y colocación de placa de señalización de equipos contra incendios, de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación. B) Incluye: Replanteo. Fijación al paramento.	6,00	6,95	<b>41,7</b>
1.2 Ud	A) Descripción: Suministro y colocación de placa de señalización de medios de evacuación, de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación. B) Incluye: Replanteo. Fijación al paramento.	5,00	7,27	<b>36,35</b>
1.3 Ud	A) Descripción: Suministro y colocación de extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. B) Incluye: Replanteo. Colocación y fijación del soporte. Colocación del extintor.	6,00	45,42	<b>272,52</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES:</b>				<b>350,57</b>

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL****PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL CONTRAINCENDIOS**

<b>Nº CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1 INSTALACIONES	<b>350,57</b>
Presupuesto de ejecución material	<b>350,57</b>

**Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS**

**PRESUPUESTO PARCIAL SOLAR TERMICA Nº 1 INSTALACIONES**

<b>Nº UD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
1.1 Ud	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, modelo F2/300/FKT-2 "JUNKERS", compuesto por: dos paneles FKT-2 S, superficie útil 4,852 m<sup>2</sup>, rendimiento óptico 0,794, coeficiente de pérdidas primario 3,863 W/m<sup>2</sup>K y coeficiente de pérdidas secundario 0,013 W/m<sup>2</sup>K<sup>2</sup>, según UNE-EN 12975-2, compuesto de: caja de fibra de vidrio con chapa posterior de acero galvanizado y esquinas de plástico, cubierta protectora de vidrio, absorbedor de cobre y aluminio con tratamiento selectivo (PVD), aislamiento térmico de lana mineral de 55 mm de espesor, circuito hidráulico de doble serpentín, uniones mediante manguitos flexibles con abrazaderas de ajuste rápido, estructura de soporte de aluminio sobre cubierta plana, kit de tuberías y accesorios de conexión de acero inoxidable, interacumulador de acero vitrificado, de un serpentín SK 300-5 ZB de 293 litros, controlador solar por diferencial de temperatura, vaso de expansión de 25 litros con soporte y conexiones, válvula de seguridad y purgador automático, incluso líquido de relleno para captador solar térmico. Totalmente montado, conexionado y probado.</p> <p>B) Incluye: Replanteo del conjunto. Colocación de la estructura soporte. Colocación y fijación de los paneles sobre la estructura soporte. Colocación del sistema de acumulación solar. Conexionado con la red de conducción de agua. Llenado del circuito.</p>	1,00	4.416,70	<b>4.416,70</b>

## PRESUPUESTO PARCIAL SOLAR TERMICA Nº 1 INSTALACIONES

Nº UD	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1.2 m	<p>A) Descripción: Suministro e instalación de tubería de distribución de mezcla de agua y anticongelante para circuito primario de sistemas solares térmicos formada por tubo de cobre rígido con pared de 1 mm de espesor y 16/18 mm de diámetro, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio de 35 mm. protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. Totalmente montada, conexiónada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).</p> <p>B) Incluye: Replanteo del recorrido de las tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación y fijación de tuberías, accesorios y piezas especiales. Colocación del aislamiento. Aplicación del revestimiento superficial del aislamiento. Realización de pruebas de servicio.</p>	11,33	23,07	<b>261,38</b>
1.3 m	<p>A) Electrobomba centrífuga, de hierro fundido, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW, impulsor de tecnopolímero, eje motor de acero cromado, bocas roscadas macho de 1", aislamiento clase H, para alimentación monofásica a 230 V. Manómetro con baño de glicerina y diámetro de esfera de 100 mm, con toma vertical, para montaje roscado de 1/2", escala de presión de 0 a 5 bar. Tubo rígido de PVC, enchufable, curvable en caliente, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización fija en superficie. Resistencia a la compresión 1250 N, resistencia al impacto 2 julios, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP 547 según UNE 20324, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22. Incluso abrazaderas, elementos de sujeción y accesorios (curvas, manguitos, tes, codos y curvas flexibles).</p>	1	159,44	<b>159,44</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 INSTALACIONES:</b>				<b>4837,52</b>

### PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL SOLAR TERMICA

Nº	CAPÍTULO	IMPORTE (€)
1	INSTALACIONES	<b>4.837,52</b>
Presupuesto de ejecución material		<b>4.837,52</b>

**Asciende el Presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUATRO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS**

<b>RESUMEN PRESUPUESTO TOTAL DE PROYECTO</b>	
<b>Nº CAPÍTULO</b>	<b>IMPORTE (€)</b>
1 Edificio	<b>78702,07</b>
2 Instalación Eléctrica	<b>4652,18</b>
3 Instalación de Suministro de Agua	<b>2714,74</b>
4 Instalación de Evacuación de Agua	<b>1568,44</b>
5 Instalación Contraincendios	<b>350,57</b>
6 Instalación Solar de Agua Caliente	<b>4837,52</b>
<b>Presupuesto de ejecución material</b>	<b>92825,52</b>

**Asciende el presupuesto total de ejecución material del proyecto a la expresada cantidad de NOVENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS.**

TRABAJO FIN DE GRADO

**PROYECTO DE URBANIZACIÓN DE ZONA  
DEDICADA A INSTALACIÓN DE  
PROTOTIPOS DE EXPERIMENTACIÓN  
CONCLUSIONS**

**Carlos Alfonso Castro Rodríguez**



**Escuela Superior  
de Ingeniería y Tecnología**  
Universidad de La Laguna

Grado en Ingeniería Mecánica

Tutoras: Isabel Martín Mateos y Beatriz Trujillo Martín

San Cristóbal de La Laguna, 2018

- The knowledge of the main regulations of each installation is fundamental because they delimits design and selection of the elements which integrate all the installations.
- The security in the realization of the project and its installations, as well as use of the urbanization are also defined by the each installation's regulation.
- The use and knowledge of specific software in this type of projects has been essential to carry out the design of the installations, their distribution throughout the urbanization, the budgets and several calculations this project required
- Knowing the effects of the climatic parameters of this project's location has been crucial for the treatment of the previous land and the design of the urbanization, which has been designed based on the maximum possible efficiency of the future use of renewable energies.
- The development of this project has served to put into practice many experience acquired during the degree of mechanical engineering, specifically subject's knowledge such as technical office, graphic expression, graphic engineering, thermal installations, etc.
- An important conclusion reached during the development of this final degree project has been the complexity involved in carrying this project because of its many characteristics and the need to control very different fields, taking into account it has been started from scratch, designed from an empty area and has been provided with all the minimum facilities necessary for its exploitation.