



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y
DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

HOJA DE IDENTIFICACIÓN

TÍTULO DEL PROYECTO

Instalación eléctrica, fotovoltaica y domótica de una vivienda unifamiliar.

EMPLAZAMIENTO

Dirección: CI Fortaleza 5

Código Postal: 38840

Localidad: Vallehermoso

Provincia: Santa Cruz de Tenerife

Coordenada UTMX: 277.648

Coordenada UTMY: 3.118.872

DATOS DEL PROYECTISTA

Nombre: Xavier Celestino Moreno González

N.I.F.: 43836812-P

Correo electrónico: alu0101340296@ull.edu.es

Tutora: Silvia Alayón Miranda

Correo electrónico: salayon@ull.es

Cotutor: Benjamín González Díaz

Correo electrónico: bgdiaz@ull.es

PETICIONARIO

Promotor: Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Dirección: Camino San Francisco de Paula, 19, 38200, San Cristóbal de La Laguna

Teléfono de Contacto: 922 31 83 09

Correo electrónico: esit@ull.es

ÍNDICE GENERAL

I.	RESUMEN	11
II.	MEMORIA	14
1.	Objeto.	17
2.	Alcance.....	17
3.	Antecedentes.....	17
4.	Normas y referencias.	19
	4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.	19
	4.2. Bibliografía.....	20
	4.3. Software.....	21
5.	Definiciones y Abreviaturas.....	21
6.	Requisitos de Diseño.....	22
7.	Análisis de Soluciones.	22
	7.1. Instalación Domótica.	22
	7.2. Instalación Fotovoltaica.	23
	7.2.1. Alternativas.	23
	7.2.2. Análisis Económico.....	24
	7.2.3. Solución.....	25
	7.3. Instalación Eléctrica.	25
8.	Resultados Finales.	27
	8.1. Instalación Domótica.	27
	8.1.1. Objetivo.....	27
	8.1.2. Introducción a los sistemas domóticos.....	27
	8.1.3. Funcionalidades Implementadas.	30
	8.1.3.1. Iluminación.....	31
	8.1.3.2. Persianas	32
	8.1.3.3. Escenas.....	32
	8.1.3.4. Gestión de Humedad.....	34
	8.1.3.5. Climatización	35
	8.1.3.6. Riego automatizado en jardín	35
	8.1.3.7. Alarmas en Cocinas.	36
	8.1.3.8. Alarmas en los baños	37
	8.1.3.9. Cierre y Apagado Centralizado de luces y persianas	37
	8.1.3.10. Simulación de Presencia.....	38

8.1.4.	Distribución de Dispositivos.....	38
8.1.4.1.	Elementos del Cuadro de la Planta Principal.....	41
8.1.4.2.	Elementos del Cuadro de la Planta Baja.....	42
8.1.5.	Programación.....	43
8.1.5.1.	Software.....	43
8.1.5.2.	Desarrollo del Proyecto.....	43
8.2.	Instalación Fotovoltaica.....	48
8.2.1.	Objetivo.....	48
8.2.2.	Descripción de la Instalación.....	48
8.2.4.1.	Módulos Fotovoltaicos.....	49
8.2.4.2.	Optimizadores.....	49
8.2.4.3.	Inversor Fotovoltaico.....	50
8.2.4.4.	Batería.....	51
8.2.4.5.	Meter Modbus.....	51
8.2.4.6.	Cableado de Corriente Continua.....	52
8.2.4.7.	Cableado de Corriente Alterna.....	53
8.2.4.8.	Protecciones de Corriente Continua.....	54
8.2.4.9.	Protecciones de Corriente Alterna.....	55
8.2.4.10.	Estructura de Soporte.....	57
8.2.4.11.	Puesta a Tierra.....	57
8.2.4.12.	Localización de Aparata Eléctrica.....	58
8.3.	Instalación Eléctrica en Baja Tensión.....	60
8.3.1.	Objetivo.....	60
8.3.2.	Descripción de la Instalación.....	60
8.3.2.1.	Suministro de Energía.....	60
8.3.2.2.	Acometida.....	60
8.3.2.3.	Caja General de Protección y Medida.....	60
8.3.2.4.	Contadores o Equipos de Medida.....	60
8.3.2.5.	Derivaciones Individual.....	61
8.3.2.6.	Dispositivo de Control de Potencia.....	61
8.3.2.7.	Dispositivos Generales de Mando y Protección. Protecciones.....	61
8.3.2.8.	Instalaciones Interiores o Receptoras.....	61
8.3.2.9.	Instalaciones de Sistemas de Automatización.....	62
8.3.2.10.	Puesta a Tierra.....	62
8.3.2.11.	Suministro de Energías Renovables.....	63
9.	Conclusions.....	63

III.	ANEXO I: INFORMES DE PROGRAMACIÓN DOMÓTICA.....	64
1.	Informe de Estadísticas del Proyecto.	66
2.	Informe de Edificios.	68
3.	Informe de Listado de Aparatos.....	75
4.	Informe de Topología.	78
5.	Informe de Direcciones de Grupo.	88
IV.	ANEXO II: CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	94
1.	Cálculos del Generador Fotovoltaico.	96
1.1.	Adecuación de la Instalación a las Pérdidas Admitidas.	96
1.2.	Diseño de la Planta.	98
1.3.	Informes de Diseño.....	102
1.3.1.	Instalación de 2400 Vatios Pico con Excedentes.....	102
1.3.2.	Instalación de 4000 Vatios Pico con Excedentes.....	107
1.3.3.	Instalación de 2400 Vatios Pico Aislada.	112
2.	Cálculos del Análisis Económico.	118
2.1.	Gastos e Ingresos.....	118
2.2.	Procedimiento.	118
2.3.	Resultados de los Análisis Económicos.....	121
2.3.1.	Instalación de Autoconsumo de 2400 Wp No Acogida a Compensación. 122	
2.3.2.	Instalación de Autoconsumo de 4000 Wp No Acogida a Compensación. 123	
2.3.3.	Instalación de Autoconsumo de 2400 Wp Acogida a Compensación. 124	
2.3.4.	Instalación de Autoconsumo de 4000 Wp Acogida a Compensación. 125	
3.	Dimensionamiento.	126
3.1.	Criterios de las Bases de Cálculo.	126
3.2.	Cálculo de secciones.....	127
3.3.	Protecciones.	127
3.3.1.	Protecciones en Corriente Continua.....	127
3.3.2.	Protecciones en Corriente Alterna.....	128
3.4.	Puesta a Tierra.	129
3.4.1.	Cálculos de la Puesta a Tierra.	131
V.	ANEXO III: CÁLCULOS INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	132
1.	Objeto.	134

2.	Criterios de las Bases de Cálculo.....	134
2.1.	Potencias de Cálculo.....	135
2.2.	Cálculo de secciones.....	137
2.3.	Previsión de Cargas.....	138
VI.	ANEXO IV: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	139
1.	Objeto.	142
2.	Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud.....	142
3.	Normativa.	143
4.	Datos Técnicos de la Obra.....	143
4.1.	Descripción de la Obra.....	144
5.	Agentes Intervinientes.	144
5.1.	Promotor.....	144
5.2.	Proyectista	145
5.3.	Coordinador de Seguridad y Salud en Fase del Proyecto.....	145
5.4.	Coordinador de Seguridad y Salud en Fase de Ejecución.....	145
5.5.	Dirección Facultativa.....	146
5.6.	Contratistas y Subcontratistas	146
5.7.	Trabajadores Autónomos	147
5.8.	Trabajadores por Cuenta Ajena	147
5.9.	Fabricantes y Suministradores de Equipos de Protección y Materiales.	148
5.10.	Recursos Preventivos	148
5.11.	Trabajos Previos.	150
5.11.1.	Señalización	150
5.11.2.	Locales de Obra	150
5.11.3.	Instalaciones Provisionales.....	151
6.	Desarrollo del Estudio.....	151
6.1.	Aspectos Generales	151
6.2.	Factores de Riesgo	152
6.3.	Identificación y Notificación de Riesgos	152
6.4.	Principales Riesgos Ligados a la Seguridad de la Instalación.....	153
6.4.1.	Atrapamiento, atropello, choque contra otro vehículo, vuelco.....	153
6.4.2.	Caídas a distinto nivel	154
6.4.3.	Caídas al mismo nivel y pisadas sobre objetos.....	155

6.4.4.	Caída de objetos en manipulación.....	156
6.4.5.	Caída de objetos por desplome	156
6.4.6.	Contactos eléctricos.....	158
6.4.7.	Contactos térmicos	160
6.4.8.	Golpes y cortes con objetos.....	160
6.4.9.	Incendios.....	161
6.4.10.	Proyección de fragmentos o partículas.....	161
6.5.	Principales Riesgos Ligados a la Higiene Industrial.	162
6.5.1.	Exposición a agentes químicos	162
6.5.2.	Exposición a temperaturas ambientales extremas.....	162
6.5.3.	Radiaciones no ionizantes.....	163
6.5.4.	Ruido	163
6.5.5.	Vibraciones.....	164
6.6.	Riesgos ergonómicos	164
6.6.1.	Posturas forzadas y movimientos repetitivos	165
6.6.2.	Sobreesfuerzos.....	165
6.7.	Riesgos psicosociales	166
6.7.1.	Fatiga mental.....	166
6.7.2.	Insatisfacción laboral.....	167
6.8.	Ropa de trabajo	167
6.8.1.	Equipos de protección	167
6.8.2.	Equipos de protección individual (EPI)	167
6.8.3.	Protecciones colectivas.....	168
6.9.	Primeros Auxilios.	168
6.10.	Libro de Incidencias	169
6.11.	Paralización de los Trabajos	169
6.12.	Derechos de los Trabajadores.....	170
VII.	PLANOS	171
VIII.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	186
1.	Condiciones Generales.....	191
1.1.	Objeto	191
1.2.	Documentos del Proyecto.	191
1.3.	Legislación aplicable.....	192

2. Condiciones Facultativas.....	194
2.2. Delimitación de Funciones de los Agentes Intervinientes.....	194
2.2.1. Técnico Director de la Obra.....	194
2.2.2. Constructor o Instalador	194
2.3. Obligaciones y Derechos del Contratista.....	195
2.3.1. Verificación de los Documentos del Proyecto	195
2.3.2. Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo	196
2.3.3. Presencia del Constructor o Instalador en la Obra	196
2.3.4. Trabajos No Estipulados Expresamente.....	196
2.3.5. Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos. 197	
2.3.6. Reclamaciones Contra la Dirección Facultativa.	197
2.4. Condiciones Generales debidas a los Trabajos y a los Materiales.....	197
2.4.1. Ejecución de las obras.....	197
2.4.2. Subcontratación de las obras.....	198
2.4.3. Faltas de Personal	198
2.4.4. Plazo de Comienzo y Ejecución.....	198
2.4.5. Orden de los Trabajos.	199
2.4.6. Sanciones por retraso	199
2.4.7. Replanteo.....	199
2.4.8. Facilidades para otros Contratistas.....	199
2.4.9. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra. 200	
2.4.10. Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos.	200
2.4.11. Obras Ocultas.	200
2.4.12. Trabajos Defectuosos.	200
2.4.13. Vicios ocultos.....	201
2.4.14. Materiales.....	201
2.4.15. Materiales No Utilizables.	201
2.4.16. Ensayos y reconocimientos	202
2.4.17. Limpieza de las obras	202
2.5. Recepción de las Obras.....	202
2.5.1. Documentación Final de la Obra.....	202
2.5.2. Recepción Provisional de la Obra.....	202

2.5.3.	Plazo de Garantía	203
2.5.4.	Anulación de la garantía.....	204
2.5.5.	Recepción definitiva.....	204
2.5.6.	Prórroga de Garantía.....	204
2.5.7.	Recepciones de Trabajos cuya Contrata haya sido Rescindida	204
3.	Condiciones Económicas	205
3.1.	Precios Unitarios.....	205
3.2.	Abono de los Trabajos	206
3.2.1.	Formas de pago.....	206
3.2.2.	Precios Contradictorios.....	207
3.2.3.	Reclamaciones del Aumento de Precios por Causas Diversas.....	207
3.2.4.	Revisión de Precios Contratados.....	207
3.2.5.	Certificaciones.....	208
3.2.6.	Demora de los Pagos.....	209
3.3.	Fianza	209
3.4.	Sanciones	209
3.4.1.	Importe de Indemnización por Retraso No Justificado en el Plazo de Terminación de las Obras.	210
3.5.	Responsabilidad del Constructor o Instalador en el Bajo Rendimiento de los Trabajadores.	210
3.6.	Mejoras de Obras Libremente Ejecutadas.....	211
3.7.	Mejoras y Aumentos de Obra.....	211
3.8.	Unidades de Obra Defectuosas pero Aceptables.	212
3.9.	Seguro de las Obras.	212
3.10.	Conservación de la Obra.	213
3.11.	Uso por el Contratista del Edificio o Bienes del Propietario.	213
4.	Conndiciones Técnicas.....	214
4.1.	Generalidades.....	214
4.2.	Condiciones Técnicas la Ejecución y Montaje de la Instalaciones en Baja Tensión.....	215
4.2.1.	Canalizaciones Eléctricas.....	215
4.2.1.1.	Conductores Aislados Bajo Tubos.....	215
4.2.1.2.	Conductores Aislados Enterrados	219
4.2.1.3.	Conductores Aislados Directamente	219
4.2.1.4.	Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción	219

4.2.1.5.	Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.....	220
4.2.1.6.	Directivas para la Instalación en Presencia de Otras Canalizaciones No Eléctricas	220
4.2.2.	Conductores	221
4.2.2.1.	Características	221
4.2.2.2.	Dimensionado	222
4.2.2.3.	Identificación de los Conductores	223
4.2.2.4.	Resistencia de Aislamiento.....	223
4.2.3.	Cajas de Conexión	223
4.2.4.	Aparata de Mando y Protección	224
4.2.4.1.	Cuadros Eléctricos	224
4.2.4.2.	Interruptores Diferenciales	224
4.2.4.3.	Interruptores Automáticos.....	226
4.2.4.4.	Fusibles.....	227
4.2.4.5.	Etiquetas.....	227
4.2.5.	Puesta a Tierra	227
4.2.5.1.	Electrodos.....	228
4.2.5.2.	Conductores a Tierra	229
4.2.5.3.	Bornes	229
4.2.5.4.	Conductores de Protección	230
4.2.6.	Pruebas	230
4.3.	Condiciones Técnicas la Ejecución, Montaje y Mantenimiento de la Instalación Fotovoltaica.....	231
4.3.1.	Generadores fotovoltaicos.....	231
4.3.2.	Estructura soporte	232
4.3.3.	Inversores.....	233
4.3.4.	Cableado	235
4.3.5.	Protecciones y puesta a tierra.....	235
4.3.6.	Generalidades del Contrato de Mantenimiento.....	235
4.3.7.	Programa de mantenimiento.....	236
4.3.8.	Pruebas y Ensayos.....	237
IX.	PRESUPUESTO	238



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

I. RESUMEN

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

RESUMEN

En el presente Trabajo Fin de Grado (TFG) se aborda la instalación eléctrica, fotovoltaica y domótica de una vivienda unifamiliar. Con la instalación domótica se desea mejorar la calidad de vida de los habitantes y la seguridad de dicha vivienda, entre otras mejoras.

Por otro lado, para compensar el aumento de la factura de la electricidad resultante del uso de todo este sistema, se estudiará cual es la mejor opción para situar un generador fotovoltaico en la cubierta de la vivienda: una instalación para una vivienda con autoconsumo aislado o una instalación con inyección a la red de la energía no utilizada en la residencia.

El objetivo final del presente proyecto es la superar de la asignatura Trabajo de Fin de Grado, perteneciente al plan de estudios del cuarto curso del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática impartido en la Universidad de La Laguna. En la realización del presente TFG se han aplicado los conocimientos adquiridos durante el Grado relacionados principalmente con la Automatización, la Ingeniería Eléctrica, y Oficina Técnica.

ABSTRACT

This Final Degree Project deals with the electrical, photovoltaic and home automation installation of a single-family house. The aim of the home automation installation is to improve the quality of life of the inhabitants and the security of the house, among other improvements.

On the other hand, to compensate for the increase in the electricity bill resulting from the use of this entire system, it will be studied which is the best option to place a photovoltaic generator on the roof of the house: an installation for a house with isolated self-consumption or an installation with injection into the grid of the energy not used in the residence.

The final objective of this project is to overcome the Final Degree Project subject, which belongs to the fourth year of the Degree in Industrial Electronics and Automation Engineering taught at the University of La Laguna. The knowledge acquired during the degree, mainly related to Automation, Electrical Engineering and Technical Office, has been applied in this TFG.



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

II. MEMORIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

ÍNDICE

- 1. Objeto. 17**
- 2. Alcance..... 17**
- 3. Antecedentes..... 17**
- 4. Normas y referencias. 19**
 - 4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas. 19
 - 4.2. Bibliografía..... 20
 - 4.3. Software..... 21
- 5. Definiciones y Abreviaturas..... 21**
- 6. Requisitos de Diseño..... 22**
- 7. Análisis de Soluciones. 22**
 - 7.1. Instalación Domótica. 22
 - 7.2. Instalación Fotovoltaica. 23
 - 7.2.1. Alternativas. 23
 - 7.2.2. Análisis Económico..... 24
 - 7.2.3. Solución..... 25
 - 7.3. Instalación Eléctrica. 25
- 8. Resultados Finales. 27**
 - 8.1. Instalación Domótica. 27
 - 8.1.1. Objetivo..... 27
 - 8.1.2. Introducción a los sistemas domóticos..... 27
 - 8.1.3. Funcionalidades Implementadas. 30
 - 8.1.3.1. Iluminación..... 31
 - 8.1.3.2. Persianas 32
 - 8.1.3.3. Escenas..... 32
 - 8.1.3.4. Gestión de Humedad..... 34
 - 8.1.3.5. Climatización 35
 - 8.1.3.6. Riego automatizado en jardín 35
 - 8.1.3.7. Alarmas en Cocinas. 36
 - 8.1.3.8. Alarmas en los baños 37
 - 8.1.3.9. Cierre y Apagado Centralizado de luces y persianas 37
 - 8.1.3.10. Simulación de Presencia..... 38
 - 8.1.4. Distribución de Dispositivos..... 38
 - 8.1.4.1. Elementos del Cuadro de la Planta Principal..... 41

8.1.4.2.	Elementos del Cuadro de la Planta Baja.....	42
8.1.5.	Programación.....	43
8.1.5.1.	Software.....	43
8.1.5.2.	Desarrollo del Proyecto.....	43
8.2.	Instalación Fotovoltaica.....	48
8.2.1.	Objetivo.....	48
8.2.2.	Descripción de la Instalación.....	48
8.2.4.1.	Módulos Fotovoltaicos.....	49
8.2.4.2.	Optimizadores.....	49
8.2.4.3.	Inversor Fotovoltaico.....	50
8.2.4.4.	Batería.....	51
8.2.4.5.	Meter Modbus.....	51
8.2.4.6.	Cableado de Corriente Continua.....	52
8.2.4.7.	Cableado de Corriente Alterna.....	53
8.2.4.8.	Protecciones de Corriente Continua.....	54
8.2.4.9.	Protecciones de Corriente Alterna.....	55
8.2.4.10.	Estructura de Soporte.....	57
8.2.4.11.	Puesta a Tierra.....	57
8.2.4.12.	Localización de Aparamenta Eléctrica.....	58
8.3.	Instalación Eléctrica en Baja Tensión.....	60
8.3.1.	Objetivo.....	60
8.3.2.	Descripción de la Instalación.....	60
8.3.2.1.	Suministro de Energía.....	60
8.3.2.2.	Acometida.....	60
8.3.2.3.	Caja General de Protección y Medida.....	60
8.3.2.4.	Contadores o Equipos de Medida.....	60
8.3.2.5.	Derivaciones Individual.....	61
8.3.2.6.	Dispositivo de Control de Potencia.....	61
8.3.2.7.	Dispositivos Generales de Mando y Protección. Protecciones.....	61
8.3.2.8.	Instalaciones Interiores o Receptoras.....	61
8.3.2.9.	Instalaciones de Sistemas de Automatización.....	62
8.3.2.10.	Puesta a Tierra.....	62
8.3.2.11.	Suministro de Energías Renovables.....	63
9.	Conclusions.....	63

1. Objeto.

En el presente Trabajo Fin de Grado (TFG) se aborda la instalación eléctrica, fotovoltaica y domótica de una vivienda unifamiliar.

El objetivo final del presente proyecto es la superar de la asignatura Trabajo de Fin de Grado, perteneciente al plan de estudios del cuarto curso del Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática impartido en la Universidad de La Laguna.

2. Alcance.

Este TFG aborda diferentes instalaciones en la vivienda unifamiliar:

- El diseño de una instalación domótica adecuada a las necesidades de los usuarios de la misma.
- El diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo.
- El diseño de la instalación eléctrica.

No es objeto de este TFG el diseño de cualquier otra instalación u obras de acondicionamiento no descritas en este documento.

3. Antecedentes.

Este proyecto contempla el diseño de tres instalaciones diferentes capaces de satisfacer las necesidades de una familia compuesta por 3 personas, siendo dos de ellas personas de avanzada edad.

La vivienda en concreto es una edificación antigua, que dispone de una instalación eléctrica en baja tensión. Esta instalación será modificada con el fin de adecuarla a la normativa existente, en vistas a las instalaciones domótica y fotovoltaica planeadas. La instalación domótica tendrá como fin mejorar la calidad de vida y la comodidad de los usuarios, mientras que la instalación fotovoltaica ayudará a reducir el gasto de energía proveniente de la red, proporcionando un ahorro económico.

Los datos de la ubicación de la vivienda son los siguientes:

- Dirección: Calle Fortaleza.
- Código Postal: 38840.
- Localidad: Vallehermoso.
- Provincia: Santa Cruz de Tenerife.

La localización cartográfica se puede comprobar en los planos de situación y emplazamientos pertenecientes al documento de Planos del presente Proyecto.

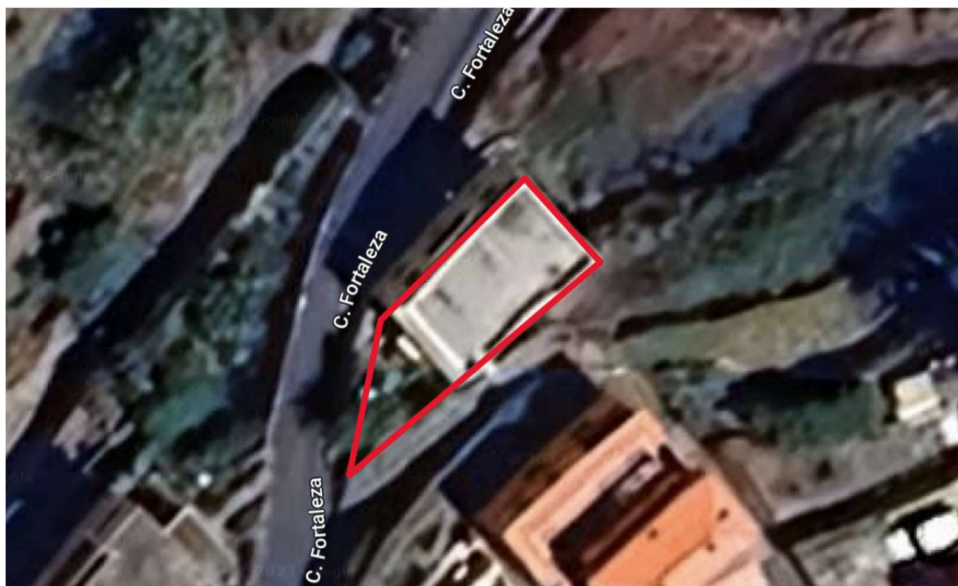


Figura 1: Vista Aérea de la Vivienda.

El inmueble se compone de dos plantas habitables totalmente independientes y una azotea transitable. Cada una de las plantas, incluida la azotea, tienen accesos independientes desde el exterior. La primera planta se distribuye en 7 estancias, contando con las habitaciones numeradas desde la 1 a la 3, una cocina, el baño 1, un comedor, una sala de estar, y un pasillo central que conecta todas y cada una de ellas (figura 2).

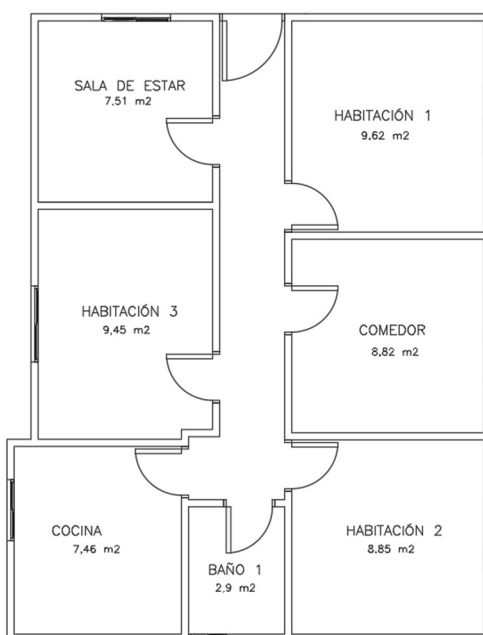


Figura 2: Distribución Planta Principal.

La planta baja por su parte dispone de un espacio más reducido, en el que se distribuye una cocina-comedor, la habitación 4 y el baño 2 (figura 3).

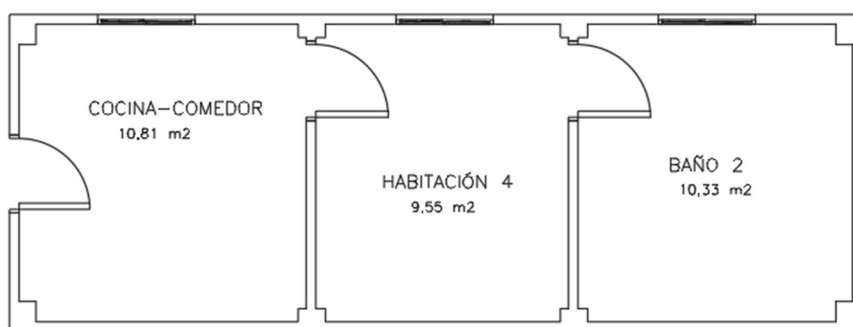


Figura 3: Distribución Planta Baja.

Por último, el acceso a la planta principal de la vivienda se realiza desde la vía pública pasando por un jardín exterior hasta llegar a la puerta de acceso. Para acceder a la planta baja el camino a recorrer es el mismo, con la diferencia de que es necesario descender por unas escaleras situadas en el exterior, junto al jardín, para llegar a la puerta de acceso. Ambas entradas son independientes para cada planta (figura 4).

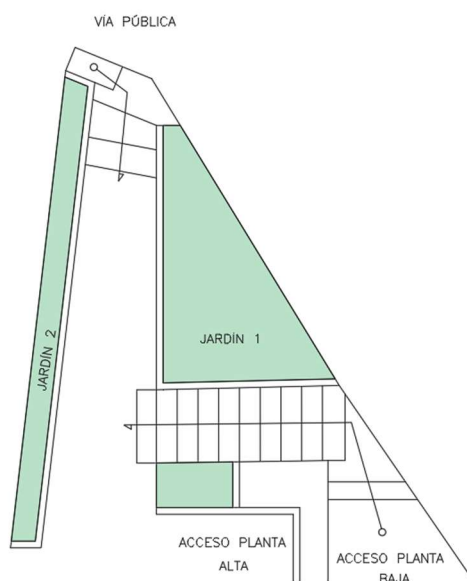


Figura 4: Distribución Exterior.

4. Normas y referencias.

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, según R.D. 842/2002, de 2 de agosto.

- Guías Técnicas de Aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- ORDEN de 16 de abril de 2010, por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, de Julio de 2011, por el Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto de Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

4.2. Bibliografía.

- [1] *SolarEdge Designer*. Sitio web: <https://www.solaredge.com/es/products/installer-tools/designer#/>
- [2] Wikipedia. Sitio web: <https://es.wikipedia.org/wiki/Domótica>
- [3] Asociación Konnex España. Sitio web: www.knx.es/es
- [4] *Engineering Tool Software 5*. Sitio web: https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/training/knx-eacademy/webinars/ETS5/?gad=1&gclid=CjwKCAjw-7OIBhB8EiwAnoOEK-ur07wAiqBt6XxEHKVHK6l1x1BjeA5Hf5c_Tv3yBx-77PublZrp7BoC1PcQAvD_BwE
- [5] SolarEdge. Sitio web: <https://www.solaredge.com/es>
- [6] K2 Systems. Sitio web: <https://k2-systems.com/es/productos/>

4.3. Software.

Las herramientas software utilizadas en el presente proyecto han sido las siguientes:

- AutoCAD 2023.
- *Engineering Tool Software 5 (ETS5)*.
- *SolarEdge Designer*.
- Presto 2023.
- Visor GRAFCAN.
- Generador de Precios de CYPE.
- Microsoft Office Word.
- Microsoft Office Excel.

5. Definiciones y Abreviaturas.

En este apartado se presenta un listado con las abreviaciones y definiciones utilizadas en la extensión del presente proyecto.

- TFG – Trabajo de Fin de Grado
- REBT – Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
- ITC-BT-XX – Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión Número XX
- VAN – Valor Actual Neto
- TIR – Tasa de Rentabilidad Interna
- PR – Período de Recuperación
- HBS – *Home Bus System*
- EIB – *European Installation Bus*
- DALI – *Digital Addressable Lighting Interface*
- BACNET – *Building Automation and Control Network*
- KNX – EIB Konnex
- TP – *Twisted Pair* (Par Trenzado)
- IPC – Índice de Precios al Consumidor
- IMP – Impuesto
- IVPEE – Impuesto Sobre la Venta de Energía Eléctrica
- Apta – Apertura
- E.B.S.S. – Estudio Básico de Seguridad y Salud
- L.O.E. – Ley Orgánica de Edificación

- R.D. – Real Decreto
- ETT – Empresa de Trabajo Temporal
- PCT – Pliego de Condiciones Técnicas
- S.L.U. – Sociedad Limitada Unipersonal
- S.A.U. – Sociedad Anónima Unipersonal
- CC – Corriente Continua
- CA – Corriente Alterna
- PVC – Policloruro de Vinilo
- MC4 – *Multi-Contact 4*
- UNE – Una Norma Española
- IEC – Comisión Electrotécnica Internacional
- EN – Norma Europea
- IP – *Ingress Protection*
- IDAE – Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
- VCC – Voltaje en Corriente Continua
- VRMS – Voltaje Eficaz

6. Requisitos de Diseño.

Se precisa diseñar una instalación domótica que convierta la vivienda en una residencia funcional, mejorando su habitabilidad y la comodidad de sus usuarios.

Junto a este requisito se suma el diseño de una instalación fotovoltaica de autoconsumo que le aporte un plus de eficiencia al edificio, y haga de soporte eléctrico al incremento de consumo que supondrá la implementación de un sistema domótico.

7. Análisis de Soluciones.

7.1. Instalación Domótica.

Respecto a la instalación domótica objeto de diseño se propone una solución diseñada bajo el estándar europeo domótico KNX, teniendo en cuenta las propiedades de la vivienda y los requerimientos del cliente. Para ello se ha optado por un sistema que controle la iluminación, el conjunto de persianas motorizadas, la humedad, la climatización, el riego automático de los jardines, un sistema antirrobo y un conjunto de alarmas varias (incendio, gas, inundación).

7.2. Instalación Fotovoltaica.

Para la instalación fotovoltaica se han planteado diferentes soluciones a lo largo de la redacción de este Proyecto. En un principio se optaba por diseñar una instalación de autoconsumo con excedentes no compensados, es decir, el titular de la instalación recibirá una retribución económica por la venta en el mercado de la energía vertida a la red pública. Para ello fueron diseñadas dos instalaciones con diferentes orientaciones de los módulos fotovoltaicos, uno que permitiera la máxima incidencia de los rayos directamente hacia los paneles, y un segundo que permitiera el llenado al completo de la azotea de la vivienda con paneles, superficie donde serán colocados.

Tras realizar un análisis de rentabilidad estimativo de ambos planteamientos, los resultados no fueron satisfactorios, pues ambas instalaciones carecían de rentabilidad alguna produciendo grandes pérdidas a la larga sin haber recuperado la inversión inicial en ningún momento.

Fue entonces cuando se decidió comprobar la viabilidad de las dos instalaciones nombradas anteriormente, pero acogidas a la modalidad de autoconsumo con compensación de excedentes. Los resultados de dicho estudio resultaron más desfavorables los anteriormente citados, por lo tanto, tampoco se consideraron opciones viables para ser instaladas en la vivienda.

En su defecto, se tomó como solución una instalación de autoconsumo aislado, sin vertidos a la red, que cuenta con acumuladores de energía para satisfacer el consumo de la vivienda a cualquier hora del día. Este diseño es explicado, así como el resto de los detalles de los análisis de rentabilidad. en el apartado 7.2.2. del presente documento.

7.2.1. Alternativas.

Este apartado contemplará las opciones que se han diseñado conforme a la petición de los usuarios. Así, distinguiremos las siguientes dos alternativas:

- Opción 1: instalación de 2,4 kW de potencia pico generados por 6 módulos fotovoltaicos de 400 W cada uno. Dichos módulos se disponen verticalmente en una orientación norte-sur, es decir, con un azimut nulo, y una inclinación de 23° según los cálculos reflejados en el Anexo II.

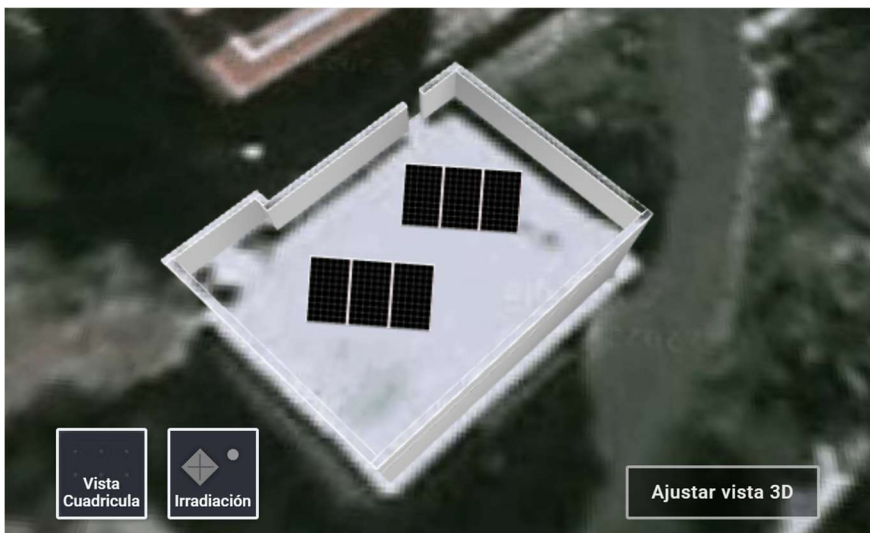


Figura 5: Imagen de Instalación Fotovoltaica Opción 1.

- Opción 2: instalación de 4 kW de potencia pico generados por 10 módulos fotovoltaicos de 400 W cada uno. Dichos módulos se orientan verticalmente con un azimut de 312°, y una inclinación de 22° según los cálculos reflejados en el Anexo II.



Figura 6: Imagen de Instalación Fotovoltaica Opción 2.

7.2.2. Análisis Económico.

Para llevar a cabo el estudio de rentabilidad se han tomado en cuenta los costes de la instalación estimados por el software con el que se ha realizado, *SolarEdge Designer* [1]. Estos costes incluyen el precio de: las placas solares, los optimizadores, el inversor, la mano de obra, y la estructura de las placas.

Los resultados obtenidos para la solicitud del usuario concluyen que ninguna de las dos opciones es válida para una diseñar un sistema como el descrito en el apartado 7.2.1. Los valores actuales netos negativos junto a los largos períodos de recuperación de la inversión que se contrastan en el Anexo II, indican que la inversión no tiene rentabilidad alguna, pudiendo implicar pérdidas de gran valor monetario con el paso de los años.

Conforme a estos resultados, se decide realizar el mismo estudio para una instalación de autoconsumo acogida a compensación de excedentes. Este modelo de autoconsumo se fundamenta en un descuento proporcional a la energía vertida a la red mensualmente sobre la factura de la luz de la vivienda.

El hecho no contar con la remuneración económica que se cita en el apartado 7.2.1 del presente documento, perjudica gravemente la rentabilidad de ambas instalaciones. El Valor Actual Neto (VAN) y el período de recuperación de las inversiones, sean tanto la opción 1 como la opción 2, son aún más desfavorables que los calculados en un principio.

Estos resultados advierten de la inviabilidad de llevar a cabo este proyecto implantando un generador fotovoltaico que vierta a la red el excedente de energía producida. Por estas razones, se concluye con decisión de diseñar un generador fotovoltaico de autoconsumo aislado.

7.2.3. Solución.

El modelo de instalación de generación que se ha optado instalar es un diseño basado en la opción 1 pero con ciertas modificaciones, dado que su producción permite hacer frente al consumo que actualmente sostiene la vivienda. Además, el margen sobrante de energía generada permite afrontar el consumo extra solicitado por la instalación domótica, junto a posibles ampliaciones futuras de la instalación eléctrica de la vivienda o la inclusión de nuevos electrodomésticos tales como, lavavajillas, termos eléctricos, etc.

7.3. Instalación Eléctrica.

Las necesidades de modificación de la instalación eléctrica surgen a partir de la realización de la instalación domótica, según lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Este reglamento estipula los requisitos mínimos de las instalaciones interiores en viviendas, así como sus características. De este modo, especifica como viviendas de electrificación elevada aquellas que, además de los circuitos básicos de los que dispone una vivienda de electrificación básica, cuenten con circuitos destinados a la alimentación de circuitos de automatización, aire acondicionado, etc.

Dado que, tras realizar la instalación del presente proyecto la vivienda pasa a ser categorizada por el reglamento citado como “Vivienda de Electrificación Elevada”, será objeto de adecuación a la normativa aplicable la instalación eléctrica de la residencia en base a las condiciones mínimas que el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión requiera.

8. Resultados Finales.

8.1. Instalación Domótica.

8.1.1. Objetivo.

La instalación domótica se ha diseñado con el fin de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la vivienda, teniendo un impacto significativamente favorecedor en la comodidad, la seguridad y el bienestar de las personas que desarrollan su día a día en ella.

Dicha instalación está adecuada para personas con edad avanzada sin ningún tipo de discapacidad ni enfermedad. Por este motivo, se ha diseñado un sistema domótico con funcionalidades estándar.

8.1.2. Introducción a los sistemas domóticos.

El término domótica proviene de la unión de la palabra latina *domus*, que significa casa, y la palabra griega *αὐτόνομος*, cuyo significado es autónomo [2]. Este término hace referencia al concepto de vivienda que integra automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones y confort, con el fin de brindar al usuario una mejora considerable en todas estas áreas.

La orientación de la domótica depende del país o región en la que se aplique, de manera que podemos encontrar diferentes protocolos dependiendo del lugar donde se implante el sistema. Por ejemplo, el X-10 americano, el HBS japonés o el EIBus usado en Alemania.

Todos estos protocolos de conexión convergieron en otros nuevos que buscaban una mayor estandarización, para facilitar las instalaciones y ofrecer a los clientes un catálogo más amplio de dispositivos. De esta manera surge en Europa el estándar KNX, de la Asociación Konnex [3]. Este sistema representa la visión europea de los sistemas domóticos, más orientada a respetar el medio ambiente y mejorar el bienestar de los usuarios de la vivienda. Aunque KNX es un estándar de protocolo de comunicaciones europeo, tiene una implantación internacional, y puede ser acoplado a otros sistemas como DALI, BACNET, etc.



Figura 7: Logotipo KNX [3].

La arquitectura descentralizada es la más común en los sistemas domóticos [3]. En ella los diferentes dispositivos (actuadores y sensores) transmiten su estado y la información que desean comunicar a un *bus* de datos compartido por todo el conjunto de dispositivos de la instalación. Esto es posible debido a la inteligencia (microprocesadores) de la que dispone cada uno de los elementos del sistema (acopladores de bus), lo que permite a cada aparato conectado al bus tomar sus propias decisiones dependiendo de la información que reciba del mismo.

El medio de transmisión más utilizado para implementar el bus en KNX es el TP-1 (Par Trenzado). Es un cable compuesto por un conjunto de hilos de cobre, que se enlazan en pares de manera helicoidal. El entrelazado evita las interferencias eléctricas con el exterior y con los otros pares, dando lugar a una transmisión de datos más fiable. El cableado cumple dos funciones, alimentar los dispositivos domóticos y transmitir los mensajes (telegramas) entre todos los elementos [3].



Figura 8: Cable de Par Trenzado de 4 Hilos.

La topología de una instalación se divide en los siguientes elementos [3]:

- Área: se define como zona de la instalación donde se distribuyen las líneas de transmisión, con un máximo de 15 líneas conectadas a una línea principal mediante acopladores de línea.

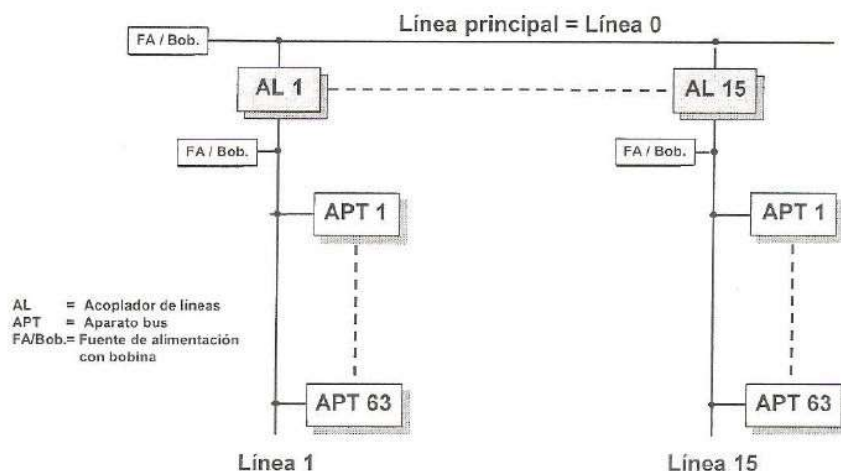


Figura 9: Configuración de un Área.

- Línea: es la unidad más pequeña de KNX, alimentada por una fuente de alimentación y con una capacidad máxima de 64 dispositivos. Se puede aumentar el número de dispositivos mediante el uso de segmentos de línea.
- Segmentos de línea: ampliaciones de una línea no principal mediante uso de un amplificador de línea y una fuente de alimentación. Permiten acoplar hasta 64 nuevos dispositivos hasta un máximo de 255, es decir, solo pueden operar 3 amplificadores en paralelo como máximo.

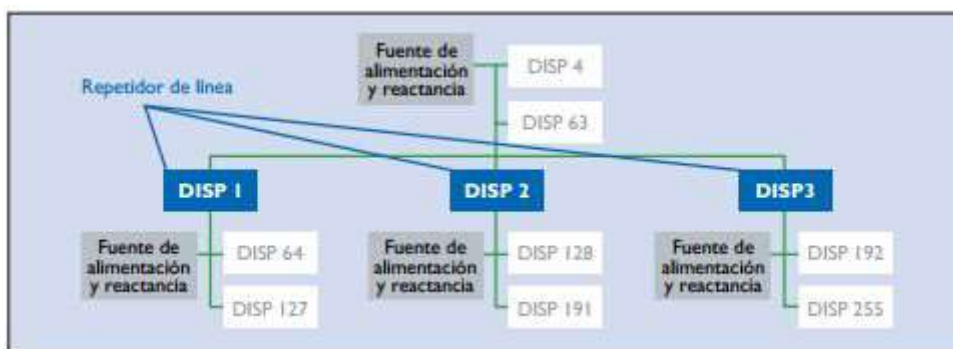


Figura 10: Configuración de una Línea con Amplificadores.

Los dispositivos empleados en la instalación tienen asignados una dirección física única, que describe la localización del componente dentro de la topología de la instalación [3]. Esta dirección consta de tres cifras separadas por puntos, cuya estructura se diferencia de la siguiente manera:

- La primera cifra indica el número de área.
- La segunda cifra indica el número de línea.
- La tercera cifra indica un número correlativo dentro de la línea.

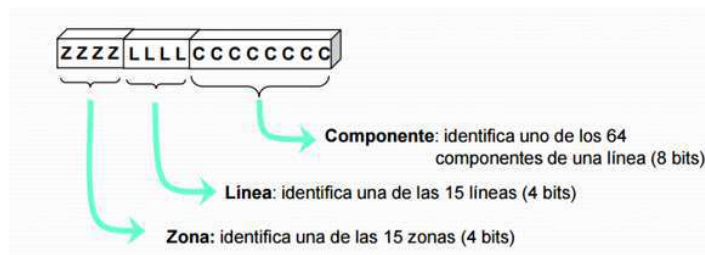


Figura 11: Estructura Dirección Física.

Por último, es importante mencionar que cada componente, además de su dirección física única, tiene asignada una “dirección de grupo”, compartida con todos los elementos que colaboran con él en una tarea domótica concreta [3]. Existirán tantos grupos como funcionalidades tenga la instalación domótica. Dependiendo del tipo de direccionamiento que se emplee se puede hablar de dos clases: direccionamiento de dos niveles y de tres niveles, y se utilizan acorde a la jerarquización que necesite la instalación.

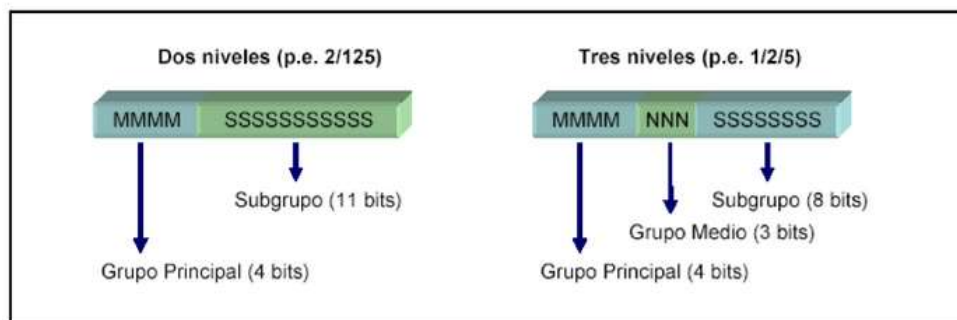


Figura 12: Estructura de Direcciones de Grupo.

Las direcciones de grupo, que asocian sensores con actuadores, se pueden asignar a cualquier dispositivo en cualquier línea (son independientes de las direcciones físicas), con las siguientes condiciones:

- Los sensores sólo pueden enviar una dirección de grupo (sólo se les puede asociar una dirección de grupo).
- Varios actuadores pueden tener la misma dirección de grupo, es decir, responden a un mismo mensaje o telegrama.
- Los actuadores pueden responder a más de una dirección de grupo (pueden estar direccionados o asociados a varios sensores simultáneamente).

8.1.3. Funcionalidades Implementadas.

Las diferentes estancias de la vivienda dispondrán de funcionalidades adecuadas a su uso. Estas funcionalidades, junto con los elementos necesarios para implementarlas, se explican en las siguientes subsecciones.

8.1.3.1. Iluminación

Se contempla en la instalación el encendido/apagado de las luces en todas las estancias de la vivienda mediante pulsadores “On/Off”. Para esto es necesario colocar pulsadores KNX y relacionarlos con una dirección de grupo con salidas binarias, que son módulos de KNX cuya misión es el encendido/apagado de un actuador tipo luminaria.

En el caso del jardín y la entrada exterior, no se han colocado pulsadores, sino sensores de detección de movimiento, que son los encargados de activar/desactivar la salida binaria conectada a las luces del exterior de la vivienda.

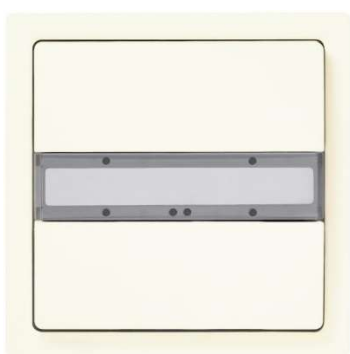


Figura 13: Pulsador Simple KNX de Siemens.



Figura 14: Salida Binaria KNX de Siemens.

En las habitaciones y la sala de estar se instalarán pulsadores con capacidad de regular la luz. Para conseguir esto, es necesario introducir en la instalación actuadores reguladores o *dimmers*. Este dispositivo recibirá el telegrama enviado por el pulsador y en función de la acción registrada encenderá, apagará o regulará la intensidad del punto de luz conectado a su salida.

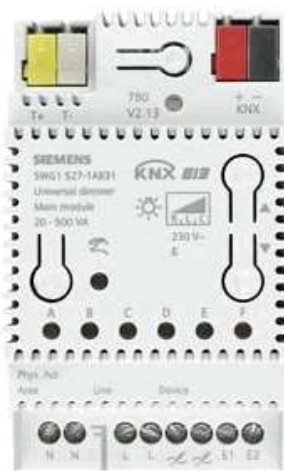


Figura 15: Regulador o Dimmer KNX de Siemens.

8.1.3.2. Persianas

Cada una de las estancias de la vivienda dispone de persianas enrollables que se accionan mediante pulsadores cuyo botón superior permite elevar la persiana, y el inferior bajarla. También se ha incluido en la instalación una estación meteorológica, situada en la azotea, que activa una señal de seguridad para bajar las persianas al superarse un umbral crítico de velocidad del viento.



Figura 16: Estación Meteorológica KNX de Siemens.

El control de accionamiento de los motores lo lleva a cabo un actuador de persianas. Su funcionamiento es similar al de una salida binaria, diferenciados en el tipo de dispositivo que se encuentra a su salida, un motor de corriente continua en este caso. Disponen además de un valor de memoria de 1 byte para colocar la persiana en una determinada posición. Es necesario aclarar que este dispositivo solo controla el funcionamiento del motor, pero no lo alimenta. Cada motor dispone de su propia línea de alimentación a 230 V.



Figura 17: Actuador de Persianas KNX de Siemens.

8.1.3.3. Escenas.

Otra funcionalidad implementada es la programación de escenas. Una escena memoriza un determinado estado de un conjunto de actuadores y es capaz de replicar ese estado

cuando el usuario lo solicita. Dichas escenas se activan mediante pulsadores. Con el módulo de escenas elegido en este proyecto se pueden configurar hasta 4 escenas.



Figura 18: Módulo de Escenas KNX de Siemens.

Una escena puede consistir, por ejemplo, en estados de encendidos y regulaciones de luminarias y posiciones de persianas. También pueden ser grabadas otro tipo de estados, como si se debe conectar o desconectar la climatización o la ventilación o si la temperatura de la habitación cambia a un determinado valor.

Las escenas que se han configurado para las habitaciones son las siguientes:

- Escena de “Buenos Días”: cuando se activa esta escena la persiana se eleva a una altura media, y se enciende una luz tenue que no deslumbre en las primeras horas de la mañana. De esta forma la habitación podrá ventilarse y se evitarán tropiezos inesperados.
- Escena de “Buenas Noches”: esta configuración se encarga de apagar las luces de la habitación y bajar la persiana al completo simultáneamente, dejando la estancia preparada para disfrutar de un sueño reparador.
- Escena de “Lectura Nocturna”: esta escena coloca la persiana en una posición baja dejando un espacio pequeño para la ventilación, y regula la luz a una intensidad media que permita una lectura agradable.

La sala de estar en cambio dispone de otra configuración de escenas más adecuada a su uso. Dichas escenas son:

- Escena “Modo Cine”: con la activación de esta escena la luz principal del salón será apagada, la persiana bajada al completo, y la luz led que se encuentra detrás de la televisión tendrá una intensidad muy baja para evitar el cansancio ocular.
- Escena “Modo Noche”: se usa para disfrutar de una jornada de televisión nocturna evitando el cansancio ocular, para ello las luces se configuran a baja intensidad y la persiana se posiciona casi extendida por completo, únicamente se deja espacio para que la estancia se ventile.
- Escena “Hora de la Siesta”: esta escena es parecida a la escena de “Buenas Noches” implementada en los dormitorios, ya que apaga las luces de la estancia. La única diferencia es que la persiana no quedará completamente extendida, sino que quedará una ligera apertura.
- Escena de “Visitas”: se ha programado esta escena para atender a posibles visitas que se extiendan en horas nocturnas. En esta escena la persiana se situará a un altura media-alta y la luz principal será la única activa a su máxima intensidad.

8.1.3.4. Gestión de Humedad

Las habitaciones individualmente, al igual que los baños, serán provistas de un higrómetro que medirá los niveles de humedad de cada estancia. Si se supera un determinado umbral de humedad, se activará una toma de corriente tipo *SHUKO* donde estará conectado un deshumidificador. Una vez los niveles de humedad se establezcan dentro de un rango normalizado la toma de corriente se desactivará.



Figura 19: Higrómetros o Sensores de Humedad KNX de Elsner Elektronik.

Una toma de corriente *Schuko* KNX es un enchufe con toma de tierra que dispone de un acoplador al bus KNX que controla su funcionamiento. Este acoplador lo habilita o deshabilita a través de una señal del bus contemplada en la programación.



Figura 20: Toma de Corriente Tipo Schuko KNX de Siemens.

8.1.3.5. Climatización

Todos los dormitorios disponen de sistemas de aire acondicionado tipo Split controlados mediante termostatos individuales que se sitúan en cada habitación y en la sala de estar.

Las configuraciones son comunes en todas las estancias, aunque cada sistema de climatización se controla individualmente mediante un único pulsador situado junto al termostato de la estancia en cuestión, que habilita las siguientes funciones:

- El encendido/apagado del dispositivo.
- La selección del modo de funcionamiento (calefacción o aire acondicionado).
- La activación/desactivación del “Modo Confort”, donde el sistema mantendrá en la estancia una temperatura media de 22°C.

Además, un sistema de detección de apertura en las ventanas mediante sensores enviará un mensaje al bus KNX que apagará el sistema de climatización automáticamente de la estancia, en el caso de este se encuentre en funcionamiento, evitando así un malgasto de energía.

8.1.3.6. Riego automatizado en jardín

El jardín cuenta con un sistema de riego automático que se pone en funcionamiento mediante un interruptor horario. Este interruptor habilitará una salida binaria que será la encargada de abrir y cerrar la electroválvula conectada al sistema de riego.

Un interruptor horario es un dispositivo programable que emite automáticamente una señal en los días y horas deseadas por el usuario. Esta señal se puede utilizar para encender/apagar actuadores, en este caso, para encender/apagar la electroválvula del agua del jardín.



Figura 21: Interruptor Horario KNX Modelo TXA022 de Hager.

8.1.3.7. Alarmas en Cocinas.

Ambas cocinas dispondrán de sensores de humo con alarmas integradas que estarán interconectados entre sí, de esta forma si uno de los sensores se activa, todas las alarmas comenzarán a sonar al mismo tiempo. También se instalan sensores de inundación con alarmas integradas debajo de los fregaderos y de la lavadora para detectar posibles fugas de agua. Las alarmas se desactivan mediante un pulsador habilitado en la entrada de cada planta, actuando únicamente sobre los dispositivos de dicha planta.



Figura 22: Detector de Humo KNX de Elsner Elektronik.

Además, cada cocina llevará instalado un sensor de gas, que activará el sistema de alarmas cuando registre un nivel de CO² mayor al umbral preestablecido. Se ha aprovechado el sistema de alarmas integrado de los sensores de humo, que se puede activar mediante una señal de comunicación externa al sensor, de esta manera conseguimos abaratar los costes de la instalación. Para la desactivación de las alarmas se procederá de la misma

manera que se realiza con los sensores de humo, con pulsadores situados en la entrada de cada planta.



Figura 23: Sensor de Gas KNX de Elsner Elektronik.

8.1.3.8. Alarmas en los baños

En los baños de toda la vivienda se utilizan sensores de inundación con alarma integrada debajo de los tanques de los inodoros y en las proximidades de las bañeras. Estos sensores se colocan sobre el suelo mediante un adhesivo, así, cuando una fuga de agua alcanza un cierto nivel el agua actúa de puente entre los electrodos conductores, y consecuentemente, se activa el zumbador de aviso. A su vez envía un mensaje de alarma al bus que leerá el canal de una salida binaria, el cuál controla la apertura y cierre de la electroválvula del sistema de abastecimiento de la planta de la vivienda donde se da lugar la fuga. La alarma dejará de sonar una vez el nivel de agua haya disminuido, y se volverá a abrir la electroválvula correspondiente.

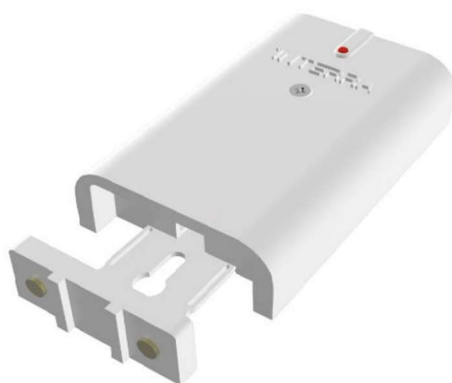


Figura 24: Sensor de Inundaciones KNX de Interra.

8.1.3.9. Cierre y Apagado Centralizado de luces y persianas

Individualmente, ambas plantas cuentan con un pulsador, situado en la entrada, cuya función es el apagado del conjunto completo de luces de esa planta. Además, una tecla

distinta del mismo pulsador es usada para el cierre centralizado de todas las persianas de la planta.

8.1.3.10. Simulación de Presencia

La vivienda dispondrá de un sistema de grabación del modo de vida de sus usuarios. Para esto se utiliza un módulo KNX de simulación de presencia.



Figura 25: Módulo de Simulación de Presencia KNX de Siemens.

El fin de este módulo es obtener un registro horario de la activación/desactivación de los dispositivos domóticos cuya acción se puede ver desde el exterior de la vivienda (luces, persianas, etc). Cuando los habitantes de la vivienda tengan que ausentarse durante un largo período de tiempo, pueden habilitar mediante un pulsador el “modo reproducción” del simulador de presencia. Este modo emulará el comportamiento habitual de los usuarios, por ejemplo, mediante el encendido y apagado de luces, entre otras muchas acciones. De esta manera posibles ladrones pensarán que los usuarios de la vivienda siguen habitándola.

8.1.4. Distribución de Dispositivos.

A continuación, en la tabla 1, se muestra un resumen del conjunto de elementos utilizados en la instalación domótica separados por plantas. La información que se muestra es el nombre del dispositivo, el número de elementos en la planta en la que se encuentra, y una breve descripción de su uso.

Tabla 1: Distribución y Descripción de Dispositivos.

Zona	Dispositivo	Número	Descripción
Planta Baja	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	5	Tecla izquierda: encender/apagar/regular luces Tecla derecha: subir/bajar persiana
	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	1	Encender/apagar luces
	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	1	Tecla izquierda: modo de funcionamiento (calefacción o aire acondicionado) Tecla derecha: activar/desactivar "Modo Confort"
	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	1	Encendido/apagado climatización
	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	1	Tecla 1: Encendido/apagado escena 1 Tecla 2: Encendido/apagado escena 2 Tecla 3: Encendido/apagado escena 3 Tecla 4: Encendido/apagado escena 4
	Pulsador doble UP 286 DELTA style	1	Tecla izquierda: apagado general de luces Tecla derecha: cierre general de persianas
	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca) (entrada)	1	Tecla superior: activación modo simulación de presencia Tecla derecha: activación modo grabación
	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	2	Encendido/apagado de deshumidificador.
	Sewi KNX TH (sensor humedad)	2	Encendido/apagado de deshumidificador.
	Water Flood Detector (sensor de inundación)	4	Encendido/apagado alarmas de inundación y apertura/cierre electroválvula
	Salva KNX basic (sensor de humo)	1	Encendido/apagado alarmas de incendio
	KNX VOC (sensor de gas)	1	Encendido alarmas de fuga de gas
	Room Temperature Controller UP237KB_1	1	Control de climatización
	Fuente de alimentación N 122 (230V)	1	Alimentación dispositivos domóticos.
	Acoplador de líneas / zonas N 140	1	Acoplado de línea de la segunda planta a la línea principal
Interruptor / Regulador N 525/02	1	Control de encendido/apagado/regulación de luces regulables.	

Tabla 1: Distribución y Descripción de Dispositivos.

Zona	Dispositivo	Número	Descripción
Planta Baja	Salida binaria N 566	1	Encender/apagar luces
	Interruptor de persianas N 522/02	1	Control de accionamiento de persianas
	Switching Actuator UP 562/31	1	Adaptador de sensores analógicos al bus KNX
	Módulo de escenas N 300	1	Almacenamiento y encendido/apagado de escenas
Planta Principal	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	7	Tecla izquierda: encender/apagar/regular luces Tecla derecha: subir/bajar persiana
	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	4	Encender/apagar luces
	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	4	Tecla izquierda: modo de funcionamiento (calefacción o aire acondicionado) Tecla derecha: activar/desactivar "Modo Confort"
	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	4	Encendido/apagado climatización
	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	4	Tecla 1: Encendido/apagado escena 1 Tecla 2: Encendido/apagado escena 2 Tecla 3: Encendido/apagado escena 3 Tecla 4: Encendido/apagado escena 4
	Pulsador doble UP 286 DELTA style	1	Tecla izquierda: apagado general de luces Tecla derecha: cierre general de persianas
	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca) (pasillo)	1	Tecla superior: activación modo simulación de presencia Tecla derecha: activación modo grabación
	Pulsador doble UP 243 DELTA perfil (sin símbolo)	1	Subir/bajar persianas
	Pulsador simple UP 210 DELTA studio (lente roja)	3	Encender/apagar/regular luces
	Pulsador doble UP 211 DELTA studio (lente roja)	1	Apagado de alarmas
	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	5	Encendido/apagado de deshumidificador.
	Sewi KNX TH (sensor humedad)	5	Encendido/apagado de deshumidificador.
	Water Flood Detector (sensor de inundación)	4	Encendido/apagado alarmas de inundación y apertura/cierre electroválvula

Tabla 1: Distribución y Descripción de Dispositivos.

Zona	Dispositivo	Número	Descripción
Planta Principal	Salva KNX basic (sensor de humo)	2	Encendido/apagado alarmas de incendio
	KNX VOC (sensor de gas)	1	Encendido alarmas de fuga de gas
	Room Temperature Controller UP237KB_1	4	Control de climatización
	Fuente de alimentación N 122 (230V)	3	Alimentación dispositivos domóticos.
	Acoplador de líneas / zonas N 140	2	Acoplado de línea de la segunda planta a la línea principal
	Interruptor / Regulador N 525/02	4	Control de encendido/apagado/regulación de luces regulables.
	Salida binaria N 566	2	Encender/apagar luces
	Salida binaria N 561	1	Apertura/cierre electroválvulas
	Interruptor de persiana N 524	2	Control de accionamiento de persianas
	Switching Actuator UP 562/31	2	Adaptador de sensores analógicos al bus KNX
	Módulo de escenas N 300	4	Almacenamiento y encendido/apagado de escenas
	2-channel weekly time switch	1	Control de apertura y cierre de electroválvula de riego
	Módulo de simulación de presencia N 345	1	Control modo simulación
Generador de tiempo AP 391	1	Generación de tiempos para la simulación	
Jardín	Sensor de presencia HTS UP 258 12 S1	3	Encender luces exteriores
Azotea	Central meteorológica para 4 sensores AP 257/11	1	Cierre de persianas por alerta de viento.

8.1.4.1. Elementos del Cuadro de la Planta Principal.

Los dispositivos que serán instalados en el cuadro de la planta principal se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Dispositivos en cuadro eléctrico de la planta principal.

Dispositivo	Unidades
Fuente de alimentación N 122 (230V)	3
Acoplador de líneas / zonas N 140	2
Interruptor / Regulador N 525/02	4
Salida binaria N 566	2
Salida binaria N 561	1
Interruptor de persiana N 524	2
Switching Actuator UP 562/31	2
Módulo de escenas N 300	4
2-channel weekly time switch	1
Módulo de simulación de presencia N 345	1
Generador de tiempo AP 391	1
Total	23

Su organización será de libre elección por el contratista de la instalación, pero siempre siguiendo un orden y una limpieza.

8.1.4.2. Elementos del Cuadro de la Planta Baja.

Los dispositivos que se instalarán en el cuadro de la planta baja se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Dispositivos en cuadro eléctrico de la planta baja.

Dispositivo	Unidades
Fuente de alimentación N 122 (230V)	1
Acoplador de líneas / zonas N 140	1
Interruptor / Regulador N 525/02	1
Salida binaria N 566	1
Interruptor de persianas N 522/02	1
Switching Actuator UP 562/31	1
Módulo de escenas N 300	1
Total	7

Su organización será de libre elección por el contratista de la instalación, pero siempre siguiendo un orden y una limpieza.

8.1.5. Programación.

8.1.5.1. Software.

La programación de este proyecto se ha realizado mediante el software *Engineering Tool Software Versión 5* o ETS5 [2] según sus siglas en inglés. Es una herramienta software válida para cualquier fabricante KNX que se usa para diseñar y configurar instalaciones inteligentes de control de viviendas y edificios con el sistema KNX.



Figura 26: Logotipo de ETS.

Este software posee una interfaz sencilla e intuitiva que permite a sus usuarios un aprendizaje rápido, reduciendo así los tiempos empleados para la programación de los diferentes dispositivos que se utilicen en la instalación.

8.1.5.2. Desarrollo del Proyecto.

El proyecto se crea inicialmente en la pestaña de visión general (figura 27), la primera visualización a la que tendremos acceso una vez iniciado el programa. En esta pestaña configuraremos el nombre del proyecto que se creará, así como algunas de sus características, por ejemplo, el tipo de *Backbone* o línea principal que se utilizará.

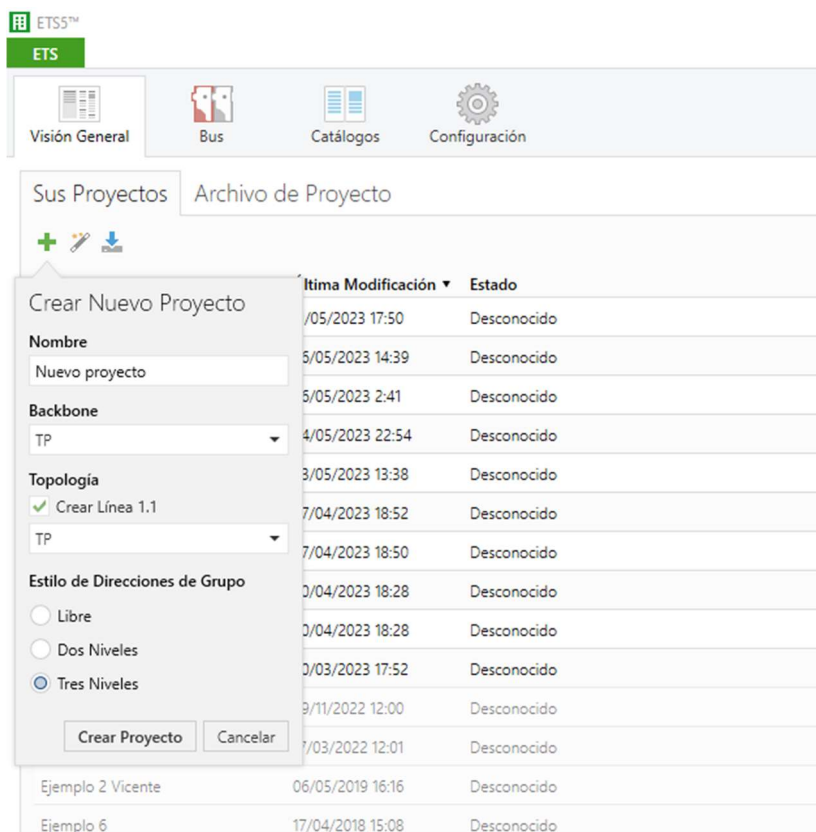


Figura 27: Creación de Nuevo Proyecto en ETS5.

Una vez se ha creado el proyecto, se inicializa la ventana principal de edición como se puede observar en la figura 28. La disposición del entorno de trabajo es configurable al gusto del usuario, donde se pueden distribuir las pestañas de trabajo a lo largo y ancho de la pantalla.

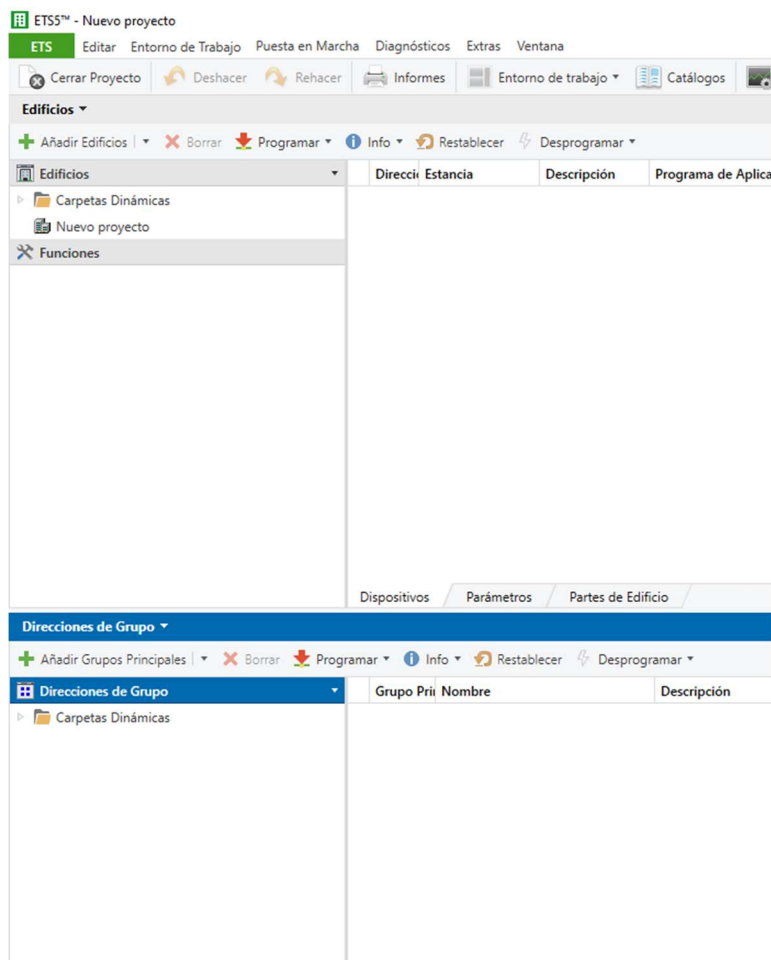


Figura 28: Entorno de Trabajo ETS5.

El primer paso será la creación de la estructura del edificio en la pestaña “Edificios” del entorno de trabajo (figura 29). Aquí se procede a añadir las diferentes partes de la vivienda siguiendo una estructura jerárquica, es decir, la definición del edificio será primordial para luego crear las plantas de las que dispone dentro del edificio. Tras esto se definirán las estancias de las que disponen cada una de las plantas, así como pasillos, escaleras y cuadros eléctricos. De esta forma completaremos la distribución de la vivienda en el programa, para proceder a añadir los dispositivos que incluirá cada estancia.

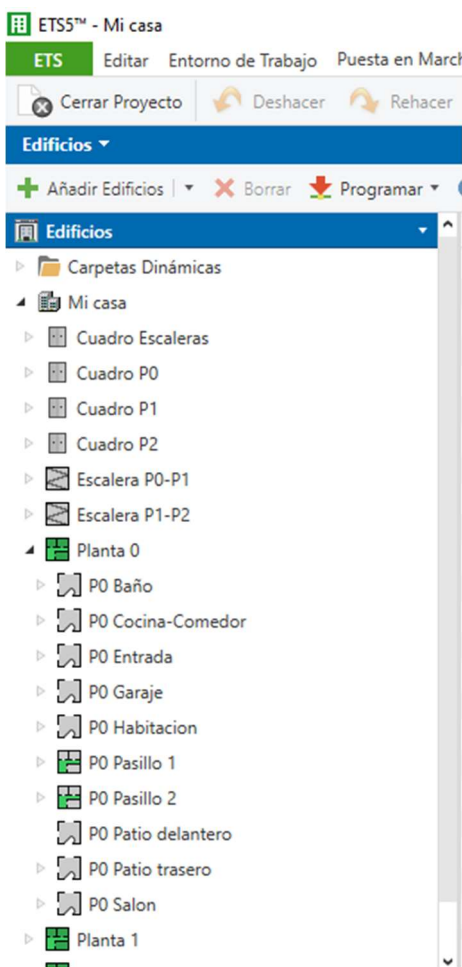


Figura 29: Ventana de Edición de Edificios ETS5.

En cada estancia de la vivienda se deben incluir los elementos necesarios para implementar las funcionalidades domóticas deseadas. Los dispositivos se seleccionan desde la pestaña “Catálogo”, y se arrastran hasta la estancia de la pestaña “Edificios” en la que se desee colocar. Al situar cada dispositivo, ETS le asigna la dirección física automáticamente, aunque esta puede ser modificada manualmente en la pestaña “Topología”.

El catálogo que integra el software es una gran base de datos donde están registrados todos los dispositivos de los fabricantes que tienen una oferta compatible con el estándar KNX (figura 30).

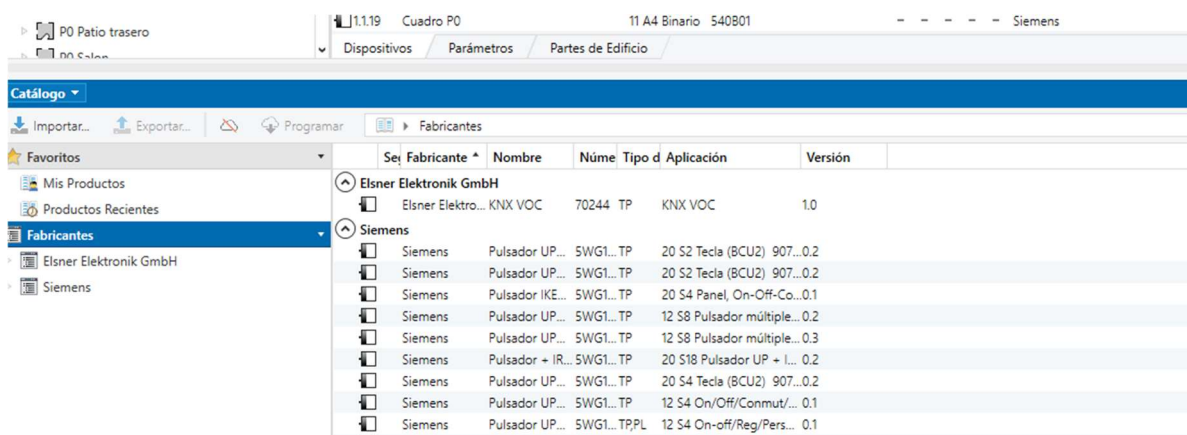


Figura 30: Catálogo de ETS5.

A continuación, se designan las direcciones de grupo (véase Anexo I), encargadas de la comunicación entre dispositivos del bus que colaboren en una misma tarea domótica (figura 31). Esto significa que solo los elementos que compartan dirección de grupo serán capaces de comunicarse, haciendo caso omiso a los mensajes que emitan el resto de los elementos de la instalación.



Figura 31: Ventana de Edición de Direcciones de Grupo ETS5

Una vez completado el proyecto, el mismo software ETS permite al instalador la programación de dispositivos y la realización de un diagnóstico de la instalación. Esto permitirá detectar posibles errores que se hayan podido cometer a la hora de programar todo el proyecto. Si el diagnóstico resulta correcto, en ausencia de errores y avisos, se procederá a la puesta en marcha del proyecto.

En el Anexo I de este documento se muestran los diferentes informes exportados por el software de programación. Dichos informes muestran documentación general y específica sobre el proyecto en su conjunto, como son la distribución de aparatos en el edificio, la topología del proyecto, etc.

8.2. Instalación Fotovoltaica.

8.2.1. Objetivo.

Se diseñará una instalación de módulos solares que, en un principio, sea capaz de abastecer el consumo de la vivienda, actualmente situado en torno a los 1250 kWh anuales. Por otro lado, la instalación deberá suplir el aumento de la demanda de energía resultado de la nueva instalación domótica.

8.2.2. Descripción de la Instalación.

El diseño implementado es el de una instalación de autoconsumo aislado compuesta de 6 placas solares colocadas en serie en un único *string*, cuyo modelo y especificaciones se citan más adelante, orientadas con un azimut 0° y una inclinación de 23° respecto a la superficie horizontal serán colocadas verticalmente. Cada placa dispondrá individualmente de un optimizador compatible con la instalación diseñada, que permitirán el máximo rendimiento de cada una de las placas.

La energía eléctrica producida por la planta generadora será convertida de corriente continua (CC) a corriente alterna (CA) por medio de un inversor, cuya salida ira directamente conectada al cuadro principal de la vivienda para abastecer a las cargas del edificio.

Por otra parte, una salida en corriente continua del mismo inversor se conectará a una batería de almacenamiento para acumular toda esa energía que se produzca en las horas punta del generador y no se utilicen en el instante de generación, en vistas de que el tipo de instalación a realizar no tiene permitido la inyección de energía a la red de distribución.

La inyección de energía a la batería será controlada por el software propio del inversor. El inversor elegido integra una configuración ajustable, así como diferentes entradas de comunicación que le permiten trabajar en conjunto con dispositivos compatibles. De esta manera, se utilizará un contador de energía cuya función es medir la producción, los consumos y controlar la inyección de energía desde el generador hacia la vivienda y la batería, sin verter los excedentes producidos a la red. Véase la figura 32 donde se muestra el esquema de conexión de la instalación sugerido por el fabricante.

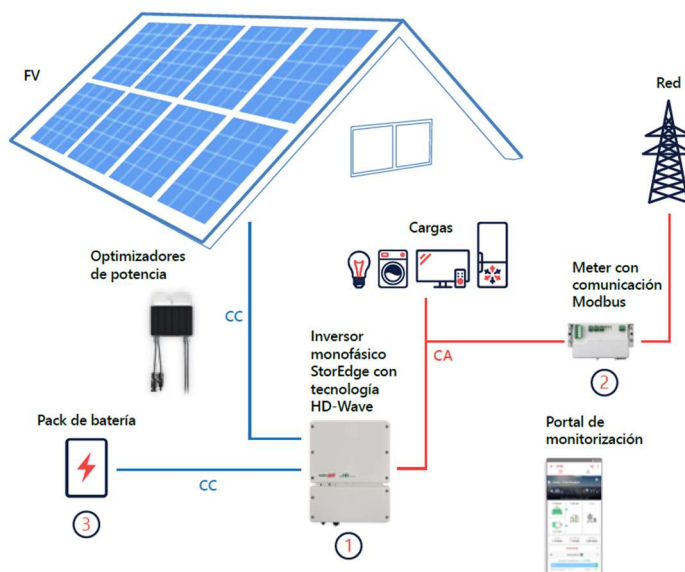


Figura 32: Esquema General de la Instalación.

8.2.4.1. Módulos Fotovoltaicos.

Se usarán paneles solares del fabricante *SunPower*, muy reconocidos en el mercado por su gran eficacia y su reducida degradación anual. Concretamente, el elegido ha sido el panel SPR-MAX3-400 cuyas características son las que se muestran en la siguiente figura 33.



	Datos eléctricos		
	SPR-MAX3-400	SPR-MAX3-395	SPR-MAX3-390
Potencia nominal (P _{nom}) ²	400 W	395 W	390 W
Tolerancia de potencia	+5/0%	+5/0%	+5/0%
Eficiencia de los paneles	22,6%	22,3%	22,1%
Tensión nominal (V _{mpp})	65,8 V	65,4 V	65,0 V
Intensidad nominal (I _{mpp})	6,08 A	6,04 A	6,00 A
Tensión de circuito abierto (V _{oc}) (+/-3)	75,6 V	75,6 V	75,5 V
Intensidad de cortocircuito (I _{sc}) (+/-3)	6,58 A	6,57 A	6,56 A
Máx. tensión del sistema	1000 V IEC		
Fusible de serie máxima	20 A		
Coef. potencia-temperatura	-0,27% / °C		
Coef. tensión-temperatura	-0,236% / °C		
Coef. intensidad-temperatura	0,058% / °C		

Figura 33: Panel Solar SPR-MAX3-400 y sus Características Eléctricas.

8.2.4.2. Optimizadores.

Los optimizadores elegidos, de acuerdo con su compatibilidad con la longitud del *string* de paneles y el inversor utilizado, es el modelo S500B fabricado por SolarEdge [1]. Este

modelo de optimizadores es especialmente diseñado para funcionar con inversores del mismo fabricante de uso residencial.



Figura 34: Optimizador SolarEdge S5000B.

8.2.4.3. Inversor Fotovoltaico.

Para la elección de este dispositivo se ha tenido en la potencia de salida que es capaz de producir, sin llegar a recortar en exceso la producción de la planta fotovoltaica, así como la corriente máxima de entrada soportada. El dispositivo será el modelo SE3000H de SolarEdge de 3 kW de potencia de salida a 230 V.

Además, sus funciones como un sistema anti-vertido a red controlado por un *Meter Modbus*, así como su control de direccionamiento de la energía solar hacia una batería, lo hacen el dispositivo ideal para la instalación.



Figura 35: Inversor SolarEdge SE3000H.

8.2.4.4. Batería.

El almacenaje compatible con el inversor elegido es reducido, por ello, a elección será el modelo de batería *SolarEdge Energy Bank 10 kWh*. Como su nombre indica, proporciona un almacenaje de hasta 10 kWh. Esta batería será situada sobre un soporte comercializado por el propio fabricante, y diferentes accesorios establecerán las conexiones de comunicación y alimentación con el inversor.



Figura 36: SolarEdge Energy Bank 10kWh.

8.2.4.5. Meter Modbus.

Este contador será el encargado de controlar que no se vierta ningún tipo de energía a la red de distribución. Mediante una conexión de comunicación con el inversor, controlará el consumo procedente de la red y de las placas solares ajustando el factor de producción del inversor. Concretamente, se instalará un dispositivo fabricado por SolarEdge, el *Delta Grid Energy Meter with Modbus Connection*. En conjunto a este dispositivo se utilizará un transformador de corriente SolarEdge modelo SE-CTML-0350-070, el cual será el encargado de medir la corriente que consume la vivienda desde la red pública.



Figura 37: Dispositivo Controlador de Consumo.

8.2.4.6. Cableado de Corriente Continua.

Cada módulo fotovoltaico irá conectado a un optimizador que se colocará en la zona posterior del módulo, para posteriormente conectar el cable positivo del optimizador, cuya longitud es de 2,3 m, al polo negativo del siguiente optimizador. Esto se puede realizar a lo largo de las filas de módulos, pero aún es necesario cableado extra para completar el circuito.

El cableado restante de la instalación de corriente continua será de doble aislamiento y adecuado para uso en intemperie, según establece la norma UNE 21123.

Se emplearán conductores unipolares flexibles de cobre con aislamiento de goma libre de halógenos del tipo H1Z2Z2-K (AS), del fabricante TOPSOLAR, de una tensión asignada no inferior a 0,6/1kV y una sección de 2,5 mm². Este tipo de cable es el adecuado para instalaciones solares, tanto en instalación fija como en servicio móvil, ya que cuenta con el certificado por TÜV según IEC 62930 y EN 50618.



Figura 38: Cable H1Z2Z2-K (AS).

Las conexiones entre módulos se realizarán empleando conectores del tipo MC4, tipo de conexión estándar en instalaciones fotovoltaicas.



Figura 39: Conectores MC4.

El cableado discurrirá por tubos corrugados de PVC de 16 mm de diámetro fijados a la superficie mediante abrazaderas.



Figura 40: Tubo Corrugado.

8.2.4.7. Cableado de Corriente Alterna.

Se utilizarán cables de tensión asignada no inferior 450/750 V, concretamente se usarán conductores de cobre con aislamiento de XLPE libre de halógenos del tipo RZ1-K 0,6/1 kV 2x4+4 mm², del fabricante RCT. El cableado discurrirá por tubos corrugados de 20 mm de diámetro anclados sobre superficie mediante abrazaderas.



Figura 41: Cable RZ1-K (AS).

Tal y como se ha nombrado con anterioridad en el presente documento, la canalización de corriente alterna discurrirá desde la salida del inversor hasta el cuadro de la planta principal, el cual alberga toda la aparamenta de protección eléctrica de la instalación interior de la vivienda.

8.2.4.8. Protecciones de Corriente Continua.

En el tramo de corriente continua es necesaria la instalación de fusibles de protección contra sobre intensidades. Para ellos se han elegido fusibles de cartucho NFC, cilíndricos 10 mm x 38 mm, con una corriente nominal de 10 A, y poder de corte de 100 kV.



Figura 42: Fusible de cartucho NFC.

Serán colocados en un seccionador portafusibles del fabricante Schneider Electric.



Figura 43: Seccionador.

Estos dispositivos estarán situados en el interior de un cuadro eléctrico de 12 módulos de capacidad donde irán colocados a su vez las protecciones de la instalación de corriente alterna.



Figura 44: Cuadro Eléctrico de 12 Módulos.

8.2.4.9. Protecciones de Corriente Alterna.

Se instalará un interruptor diferencial instantáneo de alta inmunidad, clase B, bipolar, con una intensidad nominal de 25 A y una sensibilidad de 30 mA, del fabricante General Electric.



Figura 45: Interruptor Diferencial Bipolar Clase B.

A su lado se colocará un interruptor magnetotérmico unipolar con conexión DPN del neutro, intensidad nominal 25 A, poder de corte 6 kA, curva C, modelo iDPN F A9N21647 del fabricante Schneider Electric.



Figura 46: Interruptor Magnetotérmico.

En último lugar, se posiciona un dispositivo limitador de sobretensiones transitorias bipolar, de 20 A de corriente nominal, una descarga de corriente máxima de 20 kA, modelo Acti9 iPF K 20 del fabricante Schneider Electric.



Figura 47: Limitador de Sobretensiones.

El conjunto de dispositivos de protección del cableado de corriente alterna se colocará en el mismo cuadro donde se ubica el portafusibles de la instalación de corriente continua. Su disposición puede comprobarse en el plano unifilar de la instalación fotovoltaica dentro del documento de Planos del presente Proyecto.

8.2.4.10. Estructura de Soporte.

La estructura portante de los paneles fotovoltaicos anteriormente mencionados ha sido diseñada a partir de los modelos ofrecidos por el fabricante *K2 System* [4]. Por tanto, todos los elementos necesarios para el anclaje de los módulos serán tomados de este fabricante.

Como se ha especificado en apartados anteriores, los módulos irán instalados con una inclinación de 23° respecto a la superficie de la azotea de la vivienda, por lo que el sistema más adecuado el fabricante para esta instalación es el *K2 MultiAngle*.

Este sistema facilita enormemente el proceso de ejecución de la instalación por sus características constructivas que permiten un ángulo de elevación ajustable. Estará formado por el soporte de montaje *SpeedRail* para la fijación de la estructura a la superficie horizontal, las guías de montaje *SingleRail*, grapas tanto intermedias como finales para el agarre de módulos y piezas de bloqueo para impedir la movilidad longitudinal de los módulos.

La estructura no será colocada directamente sobre el suelo, sino que se atornillará sobre bordillos prefabricados de hormigón fijados en la superficie con una mezcla de concreto.



Figura 48: Pinza de Anclaje del Módulo Solar a la Estructura.

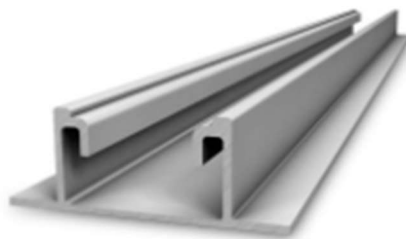


Figura 49: Vista de Perfil del Rail.

8.2.4.11. Puesta a Tierra.

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo estipulado en la ITC BT-18 y con el art. 15 del Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre. La puesta a tierra compone de una pica de cobre de 2 m de longitud situada en el interior de una arqueta de polipropileno con cerco y tapa de registro (atornillada) de fundición, provista de un puente de comprobación mediante caja seccionadora (figura 50).

No obstante, la línea que unirá el electrodo con la instalación de módulos fotovoltaicos se realizará mediante un cable de 2,5 mm² de sección con las mismas características que sus análogos conductores descritos en el cableado de corriente continua (Apartado 8.2.4.6).

Será instalada en el jardín la vivienda para cumplir con los requisitos estipulados en la ITC-BT-18 y la ITC-BT-26, según se puede comprobar en el Anexo II del presente Proyecto.

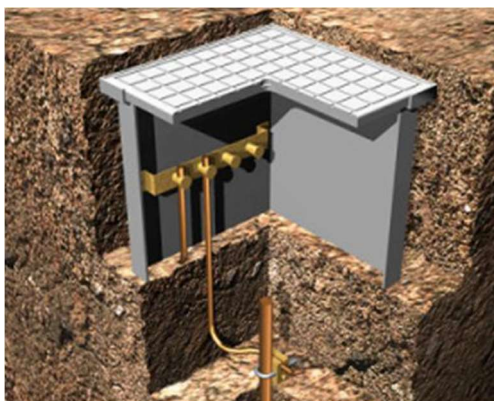


Figura 50: Ejemplo de Puesta a Tierra.

8.2.4.12. Localización de Aparamenta Eléctrica.

Los dispositivos de protección de la instalación fotovoltaica, así como el inversor y la batería se colocarán en el interior de una caseta construida con bloques de 10 cm de ancho. Esta construcción contará con unas dimensiones en su interior de 1 m de ancho, 2,6 m de altura en su punto álgido y 0,8 m de profundidad.

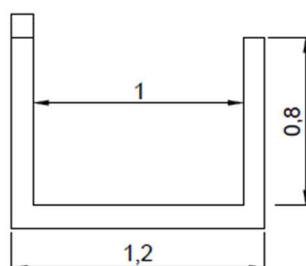


Figura 51: Vista Inferior de la Caseta del Inversor.

El techo será a un agua con una inclinación de 26°, cubierto por tejas cerámicas curvas sobre un faldón de hormigón de 10 cm de espesor. Su acceso será libre, de forma que no existirán puertas ni obstáculos ante los dispositivos eléctricos. La protección IP65 de la que disponen los diferentes aparatos ubicados en el interior de la caseta será suficiente para protegerlos de los agentes externos.

Todos los detalles constructivos del local se pueden observar en el plano de la caseta perteneciente al documento de Planos del presente Proyecto.

8.3. Instalación Eléctrica en Baja Tensión.

8.3.1. Objetivo.

El objeto de esta instalación es adecuar la instalación eléctrica existente en base a los requisitos establecidos por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) para instalaciones interiores en viviendas, debido a la ampliación de la instalación mediante la implantación del sistema domótico y demás circuitos descritos a continuación.

8.3.2. Descripción de la Instalación.

8.3.2.1. Suministro de Energía.

El punto de conexión de la compañía suministradora se encuentra en la Caja General de Protección y Medida, la cual se ubica en la fachada lateral de acceso a la vivienda. La alimentación eléctrica se efectúa mediante una acometida aérea existente formada por conductores de 0,6/1kV. La línea de conexión mencionada es una línea de corriente alterna monofásica con neutro a tierra, y una tensión nominal 230 V. La frecuencia de suministro es de 50 Hz, que es el estándar en la mayoría de los países en el mundo, y en nuestro caso, de España.

Esta conexión no será objeto de modificación dado que la potencia consumida por la vivienda no supondrá una gran variación tras la instalación de los nuevos circuitos de la instalación. Sumado a esto, la instalación fotovoltaica ayudará a descargar la carga de trabajo que soportan los conductores de la acometida de la vivienda.

8.3.2.2. Acometida.

En este proyecto la acometida no será objeto de modificación, dado que la potencia consumida por la vivienda no supondrá una gran variación tras la instalación de los dispositivos domóticos. Sumado a esto, la instalación fotovoltaica ayudará a descargar la carga de trabajo que soportan los conductores de la acometida de la vivienda.

8.3.2.3. Caja General de Protección y Medida.

No sufrirá modificación alguna, se mantendrá en las condiciones precedentes al diseño y ejecución del proyecto.

8.3.2.4. Contadores o Equipos de Medida.

No sufrirá modificación alguna, se mantendrá el mismo dispositivo precedente al diseño y ejecución del proyecto.

8.3.2.5. Derivaciones Individual.

No sufrirá modificación alguna, se mantendrá en las condiciones precedentes al diseño y ejecución del proyecto.

8.3.2.6. Dispositivo de Control de Potencia.

No sufrirá modificación alguna, se mantendrá el mismo dispositivo precedente al diseño y ejecución del proyecto.

8.3.2.7. Dispositivos Generales de Mando y Protección. Protecciones.

Regulado por la ITC-BT-17 y el apartado 12 de las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la empresa suministradora.

El cuadro general mantendrá su ubicación y así como el conjunto de dispositivos de protección albergados en su interior. Únicamente se sustituirá el interruptor general automático por uno de calibre de 40 A, al considerarse la residencia como “Vivienda de Electrificación Elevada”. Se añadirán cuantos Pequeños Interruptores Automáticos (PIA) sean necesarios que serán los encargados de la conexión y desconexión a la red de los nuevos circuitos de la vivienda.



Figura 52: Pequeño Interruptor Automático Schneider Electric.

8.3.2.8. Instalaciones Interiores o Receptoras.

Para las instalaciones interiores o receptoras existe un apartado concreto del Reglamento de Baja Tensión en el que se describen una serie de instrucciones de carácter general (ITC-BT-19 a ITC-BT-24). Para el caso particular de viviendas, aplican las ITC-BT-25 e ITC-BT-26.

La instalación interior está reflejada en los planos unifilares del Documento de Planos incluido en el presente Proyecto, los cuales incluyen:

- Descripción de la canalización (tubo, bandeja, canal, etc.) y dimensionado de la misma.
- Características, sección y aislamiento de los conductores.
- Secciones y cumplimiento de las caídas de tensión exigidas.
- Descripción y características de los circuitos interiores.

Serán objeto de obra únicamente los circuitos de aire acondicionado, los circuitos de alimentación persianas motorizadas, y el circuito de domótica. El resto de los circuitos ya existentes en la edificación no serán modificados. Se pueden comprobar las características de los circuitos citados en el anexo III del presente documento, así como en el plano unifilar de la vivienda.

8.3.2.9. Instalaciones de Sistemas de Automatización.

La vivienda dispondrá de un sistema de automatización de nueva creación según se ha descrito con anterioridad en el apartado 5 de este documento del presente Proyecto.

Según establece la ITC-BT-51 del REBT el cableado de par trenzados usado en la instalación serán de características equivalentes a los cables de las normas de la serie EN 61.196 y CEI 60.189-2. Esto permitirá que discurran por las canalizaciones de la instalación eléctrica.

En cuanto al cableado de alimentación del conjunto de dispositivos alojados en el cuadro de la primera planta, se utilizarán cables de tensión asignada no inferior 450/750 V, concretamente se usarán conductores de cobre con aislamiento de PVC del tipo H07V-K 450/750 V 2x1,5+1,5 mm².

El cableado para la alimentación de los dispositivos ubicados en el cuadro de la planta baja dispondrá de las mismas características que citado en el párrafo anterior, discurriendo este, desde el cuadro principal hasta su llegada al cuadro de la planta baja, en una instalación empotrada bajo tubo corrugado de PVC de 20 mm de diámetro.

8.3.2.10. Puesta a Tierra.

La puesta a tierra de la que disponía la vivienda no sufrirá modificación alguna, se mantendrá en las condiciones precedentes al diseño y ejecución del proyecto.

8.3.2.11. Suministro de Energías Renovables.

El suministro procedente del generador fotovoltaico será conectado directamente al cuadro según el esquema mostrado en el plano unifilar de la vivienda, perteneciente al documento de Planos del presente Proyecto. Además, seguirá las indicaciones dispuestas con anterioridad en el apartado 6 de este documento.

9. Conclusions.

This project has been a great complement to my formation as an engineer, allowing me to broaden my knowledge beyond what was taught in the degree. Proof of this are the hours invested in order to find out what types of self-consumption installations exist and how they should be designed.

On the other hand, learning how automation systems work outside industrial environments has been quite rewarding. This has allowed me to get to know another perspective of automation, more focused on a domestic environment, as well as the solutions that are capable of implementing this type of system in buildings.

Finally, the drafting of this project has helped me to consolidate the concepts taught in the different subjects related to the drafting of low voltage installation projects taught in the degree course, as well as being a practical example for my future career.

Conclusiones

Este proyecto ha sido un gran complemento para mi formación como ingeniero, permitiendo ampliar mis conocimientos más allá de lo impartido en el grado. Muestra de esto son las horas invertidas con el fin de conocer qué tipos de instalaciones de autoconsumo existen y cómo han de diseñarse.

Por otro lado, conocer cómo funcionan los sistemas de automatización fuera de los entornos industriales ha resultado bastante gratificante. Esto me ha permitido conocer otra perspectiva de la automatización, más enfocada a un entorno doméstico, así como las soluciones que son capaces de implantar este tipo de sistemas en edificios.

Ya por último, la redacción de este proyecto me ha ayudado a afianzar conceptos impartidos en las diferentes materias relacionadas con la redacción de proyectos de instalaciones en baja tensión impartidas en el grado, además de suponer un ejemplo práctico de cara a mi futuro laboral.



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

III. ANEXO I: INFORMES DE PROGRAMACIÓN DOMÓTICA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

ÍNDICE

1.	Informe de Estadísticas del Proyecto.	66
2.	Informe de Edificios.	68
3.	Informe de Listado de Aparatos.....	75
4.	Informe de Topología.	78
5.	Informe de Direcciones de Grupo.....	88

1. Informe de Estadísticas del Proyecto.



Estadísticas del Proyecto

Proyecto: Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Fecha de inicio: jueves, 20 de abril de 2023




















Fecha de importación: domingo, 25 de junio de 2023

Fecha de impresión: domingo, 25 de junio de 2023

Hora de impresión: 17:41:20

Estado: Diseño Finalizado

Estadísticas del Proyecto Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dispositivos		
	Dispositivos	108
	Objetos de Comunicación	744
	Asignaciones de Direcciones de Grupo	356
Direcciones de Grupo		
	Direcciones de Grupo	126
Topología		
	Áreas	2
	Líneas	4
Edificios		
	Edificios	1
	Partes de Edificio	0
	Plantas	3
	Escaleras	0
	Pasillos	3
	Estancias	15
	Cuadros de distribución	2
Funciones		
	Funciones	0
	Sub-Función	0
Productos por Fabricante		
	Elsner Elektronik GmbH	12
	Hager Electro	1
	Interra	8
	Siemens	87

2. Informe de Edificios.



Edificios

Proyecto: Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Fecha de inicio: jueves, 20 de abril de 2023

Fecha de importación: domingo, 25 de junio de 2023

Fecha de impresión: domingo, 25 de junio de 2023

Hora de impresión: 17:37:37

Estado: Diseño Finalizado

Edificios Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Vivienda Unifamiliar TFG					
Azotea					
1.0.4	Siemens	5WG1 257-3AB11	Central meteorológica para 4 sensores AP 257/11	20 CO Estación meteorológica 4S 905402	
Jardín					
Escaleras					
1.0.3	Siemens	5WG1 258-2AB11	Sensor de presencia HTS UP 258	12 S1 Luz,HVAC,Claro/Oscuro,Puls. ON/OFF 212202	
Jardín 1					
Jardin 2					
Pasillo					
1.0.1	Siemens	5WG1 258-2AB11	Sensor de presencia HTS UP 258	12 S1 Luz,HVAC,Claro/Oscuro,Puls. ON/OFF 212202	
1.0.2	Siemens	5WG1 258-2AB11	Sensor de presencia HTS UP 258	12 S1 Luz,HVAC,Claro/Oscuro,Puls. ON/OFF 212202	
Rellano Inferior					
Rellano Superior					
Planta Baja					
Baño 2					
1.2.15	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.2.16	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
1.2.17	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
1.2.18	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
1.2.19	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
1.2.20	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
Cocina/Comedor					
1.2.9	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.2.10	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.2.11	Elsner Elektronik GmbH	70405	Salva KNX basic	Salva KNX basic	
1.2.12	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
1.2.13	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	

domingo, 25 de junio de 2023

17:37:37

2/7

Edificios Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Vivienda Unifamiliar TFG					
Cocina/Comedor					
1.2.14	Siemens	5WG1 286-2AB_1	Pulsador doble UP 286 DELTA style	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.2.26	Elsner Elektronik GmbH	70244	KNX VOC	KNX VOC	
1.2.27	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
Cuadro Planta Baja					
1.2.-	Siemens	5WG1 122-1AB01	Fuente de alimentación N 122 (230V)		
1.2.0	Siemens	5WG1 140-1AB02	Acoplador de líneas / zonas N 140	Acoplador	
1.2.21	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001	
1.2.22	Siemens	5WG1 566-1AB01	Salida binaria N 566	11 A6 Binario-Forzado 561201	
1.2.23	Siemens	5WG1 522-1AB02	Interruptor de persianas N 522/02	20 A4 Persianas 540E03	
1.2.24	Siemens	5WG1 562-2AB31	Switching Actuator UP 562/31	12 A2S2 Switching, 2 x Inputs 207101	
1.2.25	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601	
Habitación 4					
1.2.1	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.2.2	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.2.3	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001	
1.2.4	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
1.2.5	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
1.2.6	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
1.2.7	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
1.2.8	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02	
Planta Principal					
Baño					
1.1.55	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	

Edificios Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Vivienda Unifamiliar TFG					
Baño					
1.1.56	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
1.1.57	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
1.1.58	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
1.1.59	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
1.1.60	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
Cocina					
1.1.61	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.1.62	Elsner Elektronik GmbH	70405	Salva KNX basic	Salva KNX basic	
1.1.63	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
1.1.64	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
1.1.70	Elsner Elektronik GmbH	70244	KNX VOC	KNX VOC	
Comedor					
1.1.53	Siemens	5WG1 243-2AB_1	Pulsador doble UP 243 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.1.54	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
Cuadro Principal					
1.0.-	Siemens	5WG1 122-1AB01	Fuente de alimentación N 122 (230V)		
1.1.-	Siemens	5WG1 122-1AB01	Fuente de alimentación N 122 (230V)		
1.1.-	Siemens	5WG1 122-1AB01	Fuente de alimentación N 122 (230V)		
1.1.0	Siemens	5WG1 140-1AB02	Acoplador de líneas / zonas N 140	Acoplador	
1.1.1	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001	
1.1.2	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001	
1.1.3	Siemens	5WG1 566-1AB01	Salida binaria N 566	11 A6 Binario-Forzado 561201	
1.1.4	Siemens	5WG1 566-1AB01	Salida binaria N 566	11 A6 Binario-Forzado 561201	

Edificios Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Vivienda Unifamiliar TFG					
Cuadro Principal					
1.1.5	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001	
1.1.6	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001	
1.1.7	Siemens	5WG1 524-1AB01	Interruptor de persiana N 524	21 A4 Persianas 908201	
1.1.8	Siemens	5WG1 524-1AB01	Interruptor de persiana N 524	21 A4 Persianas 908201	
1.1.9	Siemens	5WG1 562-2AB31	Switching Actuator UP 562/31	12 A2S2 Switching, 2 x Inputs 207101	
1.1.10	Siemens	5WG1 562-2AB31	Switching Actuator UP 562/31	12 A2S2 Switching, 2 x Inputs 207101	
1.1.11	Siemens	5WG1 561-1AB01	Salida binaria N 561	11 A4 Binario 540101	
1.1.13	Hager Electro	TXA022	2-channel weekly time switch	TLA022A V1.0	
1.1.14	Siemens	5WG1 345-1AB01	Módulo de simulación de presencia N 345	01 07 Simulación de presencia 800D02	
1.1.15	Siemens	5WG1 391-3AR01	Generador de tiempo AP 391	11 CO Master de tiempo (DCF77) 710401	
1.1.16	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601	
1.1.17	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601	
1.1.18	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601	
1.1.19	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601	
1.1.52	Siemens	5WG1 140-1AB02	Acoplador de líneas / zonas N 140	Acoplador	
Habitación 1					
1.1.28	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02	
1.1.29	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.1.30	Siemens	5WG1 210-2AB_1	Pulsador simple UP 210 DELTA studio (lente roja)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211401	
1.1.31	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
1.1.32	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
1.1.33	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001	
1.1.34	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
1.1.35	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
Habitación 2					
1.1.36	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02	

Edificios Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Vivienda Unifamiliar TFG					
Habitación 2					
1.1.37	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.1.38	Siemens	5WG1 210-2AB_1	Pulsador simple UP 210 DELTA studio (lente roja)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211401	
1.1.39	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
1.1.40	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
1.1.41	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001	
1.1.42	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
1.1.43	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
Habitación 3					
1.1.44	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02	
1.1.45	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.1.46	Siemens	5WG1 210-2AB_1	Pulsador simple UP 210 DELTA studio (lente roja)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211401	
1.1.47	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
1.1.48	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
1.1.49	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001	
1.1.50	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
1.1.51	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
Pasillo					
1.1.65	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
1.1.66	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
1.1.67	Siemens	5WG1 286-2AB_1	Pulsador doble UP 286 DELTA style	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	

domingo, 25 de junio de 2023

17:37:37

6/7

Edificios Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Vivienda Unifamiliar TFG					
Paseo					
1.1.68	Elsner Elektronik GmbH	70405	Salva KNX basic	Salva KNX basic	
1.1.69	Siemens	5WG1 211-2AB_1	Pulsador doble UP 211 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
1.1.71	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
Salón					
1.1.20	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.1.21	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
1.1.22	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02	
1.1.23	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
1.1.24	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
1.1.25	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001	
1.1.26	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
1.1.27	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	

3. Informe de Listado de Aparatos.



Listado de aparatos

Proyecto: Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Fecha de inicio: jueves, 20 de abril de 2023

Fecha de importación: domingo, 25 de junio de 2023

Fecha de impresión: domingo, 25 de junio de 2023

Hora de impresión: 17:42:00

Estado: Diseño Finalizado

*¡Atención! Este listado parcial no incluye todos los dispositivos necesarios para este proyecto.
Dispositivos posiblemente no incluidos son la interfaz serie, la fuente de alimentación, ...!*

domingo, 25 de junio de 2023

17:42:00

1/3

Listado de aparatos Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Contador de Dispositivos	Número de pedido	Producto	Color	Series	Montado en carril?	Ancho
Elsner Elektronik GmbH						
2	70244	KNX VOC			No	
7	70393	Sewi KNX TH			No	
3	70405	Salva KNX basic			No	
Hager Electro						
1	TXA022	2-channel weekly time switch			No	
Interra						
8	ITR401-0000	Water Flood Detector			No	
Siemens						
4	5WG1 122-1AB01	Fuente de alimentación N 122 (230V)			No	
4	5WG1 140-1AB02	Acoplador de líneas / zonas N 140			No	
3	5WG1 210-2AB_1	Pulsador simple UP 210 DELTA studio (lente roja)			No	
1	5WG1 211-2AB_1	Pulsador doble UP 211 DELTA studio (lente roja)			No	
7	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)			No	
5	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)			No	
5	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA profil			No	
5	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1			No	
5	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA profil (sin símbolo)			No	
1	5WG1 243-2AB_1	Pulsador doble UP 243 DELTA profil (sin símbolo)			No	
12	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA profil (con símbolo)			No	
1	5WG1 257-3AB11	Central meteorológica para 4 sensores AP 257/11			No	
3	5WG1 258-2AB11	Sensor de presencia HTS UP 258			No	
2	5WG1 286-2AB_1	Pulsador doble UP 286 DELTA style			No	
5	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300			No	

¡Atención! Este listado parcial no incluye todos los dispositivos necesarios para este proyecto. Dispositivos posiblemente no incluidos son la interfaz serie, la fuente de alimentación, ...!

Listado de aparatos Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Contador de Dispositivos	Número de pedido	Producto	Color	Series	Montado en carril?	Ancho
Siemens						
1	5WG1 345-1AB01	Módulo de simulación de presencia N 345			Sí	
1	5WG1 391-3AR01	Generador de tiempo AP 391			No	
1	5WG1 522-1AB02	Interruptor de persianas N 522/02			No	
2	5WG1 524-1AB01	Interruptor de persiana N 524			Sí	
5	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02			No	
1	5WG1 561-1AB01	Salida binaria N 561			No	
3	5WG1 562-2AB31	Switching Actuador UP 562/31			No	
7	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO			No	
3	5WG1 566-1AB01	Salida binaria N 566			Sí	

*¡Atención! Este listado parcial no incluye todos los dispositivos necesarios para este proyecto.
Dispositivos posiblemente no incluidos son la interfaz serie, la fuente de alimentación, ...!*

4. Informe de Topología.



Topología

Proyecto: Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Fecha de inicio: jueves, 20 de abril de 2023

Fecha de importación: domingo, 25 de junio de 2023

Fecha de impresión: domingo, 25 de junio de 2023

Hora de impresión: 17:40:45

Estado: Diseño Finalizado

domingo, 25 de junio de 2023

17:40:45

0.0

Línea principal
(Backbone)

1/10

Topología Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Descripción			Función		
Estancia					
Comentarios					
Notas de Instalación					
0			Área principal (Backbone)		
0.0	TP		Línea principal (Backbone)		
1			Área 1		
1.0	TP		Línea principal		
6 dispositivos en la línea					
1.0.-	Siemens	5WG1 122-1AB01	Fuente de alimentación N 122 (230V)		
Cuadro Principal					
1.0.0	Siemens	5WG1 140-1AB02	Acoplador de líneas / zonas N 140	Repetidor	
1.0.1	Siemens	5WG1 258-2AB11	Sensor de presencia HTS UP 258	12 S1 Luz,HVAC,Claro/Oscuro,Puls. ON/OFF 212202	
Pasillo					
1.0.2	Siemens	5WG1 258-2AB11	Sensor de presencia HTS UP 258	12 S1 Luz,HVAC,Claro/Oscuro,Puls. ON/OFF 212202	
Pasillo					
1.0.3	Siemens	5WG1 258-2AB11	Sensor de presencia HTS UP 258	12 S1 Luz,HVAC,Claro/Oscuro,Puls. ON/OFF 212202	
Escaleras					
1.0.4	Siemens	5WG1 257-3AB11	Central meteorológica para 4 sensores AP 257/11	20 CO Estación meteorológica 4S 905402	
Azotea					
1.1	TP		Línea 1 Planta Alta		
73 dispositivos en la línea					
1.1.-	Siemens	5WG1 122-1AB01	Fuente de alimentación N 122 (230V)		
Cuadro Principal					
1.1.-	Siemens	5WG1 122-1AB01	Fuente de alimentación N 122 (230V)		
Cuadro Principal					
1.1.0	Siemens	5WG1 140-1AB02	Acoplador de líneas / zonas N 140	Acoplador	
Cuadro Principal					
1.1.1	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001	
Cuadro Principal					
1.1.2	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001	
Cuadro Principal					
<hr/>					
domingo, 25 de junio de 2023		17:40:45	0.0	Línea principal (Backbone)	2/10

Topología Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado	
Descripción	Función					
Estancia						
Comentarios						
Notas de Instalación						
1	Área 1					
1.1	TP	Línea 1 Planta Alta				
1.1.3	Siemens	5WG1 566-1AB01	Salida binaria N 566	11 A6 Binario-Forzado 561201		
Cuadro Principal						
1.1.4	Siemens	5WG1 566-1AB01	Salida binaria N 566	11 A6 Binario-Forzado 561201		
Cuadro Principal						
1.1.5	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001		
Cuadro Principal						
1.1.6	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001		
Cuadro Principal						
1.1.7	Siemens	5WG1 524-1AB01	Interruptor de persiana N 524	21 A4 Persianas 908201		
Cuadro Principal						
1.1.8	Siemens	5WG1 524-1AB01	Interruptor de persiana N 524	21 A4 Persianas 908201		
Cuadro Principal						
1.1.9	Siemens	5WG1 562-2AB31	Switching Actuator UP 562/31	12 A2S2 Switching, 2 x Inputs 207101		
Cuadro Principal						
1.1.10	Siemens	5WG1 562-2AB31	Switching Actuator UP 562/31	12 A2S2 Switching, 2 x Inputs 207101		
Cuadro Principal						
1.1.11	Siemens	5WG1 561-1AB01	Salida binaria N 561	11 A4 Binario 540101		
Cuadro Principal						
1.1.13	Hager Electro	TXA022	2-channel weekly time switch	TLA022A V1.0		
Cuadro Principal						
1.1.14	Siemens	5WG1 345-1AB01	Módulo de simulación de presencia N 345	01 07 Simulación de presencia 800D02		
Cuadro Principal						
1.1.15	Siemens	5WG1 391-3AR01	Generador de tiempo AP 391	11 CO Master de tiempo (DCF77) 710401		
Cuadro Principal						
1.1.16	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601		
Cuadro Principal						
1.1.17	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601		
Cuadro Principal						
1.1.18	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601		
Cuadro Principal						
1.1.19	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601		
Cuadro Principal						
domingo, 25 de junio de 2023		17:40:45	0.0	Línea principal (Backbone)	3/10	

Topología Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado	
Descripción	Función					
Estancia						
Comentarios						
Notas de Instalación						
1	Área 1					
1.1	TP	Línea 1 Planta Alta				
1.1.20	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off- Conmut/Reg/Pers/Display 221301		
Salón						
1.1.21	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off- Conmut/Reg/Pers/Display 221301		
Salón						
1.1.22	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02		
Salón						
1.1.23	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601		
Salón						
1.1.24	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202		
Salón						
1.1.25	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001		
Salón						
1.1.26	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH		
Salón						
1.1.27	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02		
Salón						
1.1.28	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02		
Habitación 1						
1.1.29	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off- Conmut/Reg/Pers/Display 221301		
Habitación 1						
1.1.30	Siemens	5WG1 210-2AB_1	Pulsador simple UP 210 DELTA studio (lente roja)	12 S1 On-off- Conmut/Reg/Pers/Display 211401		
Habitación 1						
1.1.31	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601		
Habitación 1						
1.1.32	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202		
domingo, 25 de junio de 2023 17:40:45 0.0 Línea principal (Backbone) 4/10						

Topología Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Descripción			Función		
Estancia					
Comentarios					
Notas de Instalación					
1	Área 1				
1.1	TP	Línea 1 Planta Alta			
Habitación 1					
1.1.33	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001	
Habitación 1					
1.1.34	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
Habitación 1					
1.1.35	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
Habitación 1					
1.1.36	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02	
Habitación 2					
1.1.37	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
Habitación 2					
1.1.38	Siemens	5WG1 210-2AB_1	Pulsador simple UP 210 DELTA studio (lente roja)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211401	
Habitación 2					
1.1.39	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
Habitación 2					
1.1.40	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
Habitación 2					
1.1.41	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001	
Habitación 2					
1.1.42	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
Habitación 2					
1.1.43	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
Habitación 2					
1.1.44	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02	
Habitación 3					
1.1.45	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display	

domingo, 25 de junio de 2023		17:40:45	0.0	Línea principal (Backbone)	5/10

Topología Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Descripción	Estancia		Función		
Comentarios					
Notas de Instalación					
1	Área 1				
1.1	TP	Línea 1 Planta Alta		221301	
Habitación 3					
1.1.46	Siemens	5WG1 210-2AB_1	Pulsador simple UP 210 DELTA studio (lente roja)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211401	
Habitación 3					
1.1.47	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
Habitación 3					
1.1.48	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
Habitación 3					
1.1.49	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001	
Habitación 3					
1.1.50	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
Habitación 3					
1.1.51	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
Habitación 3					
1.1.52	Siemens	5WG1 140-1AB02	Acoplador de líneas / zonas N 140	Acoplador	
Cuadro Principal					
1.1.53	Siemens	5WG1 243-2AB_1	Pulsador doble UP 243 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
Comedor					
1.1.54	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
Comedor					
1.1.55	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
Baño					
1.1.56	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
Baño					
1.1.57	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
domingo, 25 de junio de 2023 17:40:45 0.0 Línea principal (Backbone) 6/10					

Topología Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Descripción			Función		
Estancia					
Comentarios					
Notas de Instalación					
1	Área 1				
1.1	TP	Línea 1 Planta Alta			
	Baño				
1.1.58	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
	Baño				
1.1.59	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
	Baño				
1.1.60	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
	Baño				
1.1.61	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
	Cocina				
1.1.62	Elsner Elektronik GmbH	70405	Salva KNX basic	Salva KNX basic	
	Cocina				
1.1.63	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
	Cocina				
1.1.64	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
	Cocina				
1.1.65	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
	Pasillo				
1.1.66	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
	Pasillo				
1.1.67	Siemens	5WG1 286-2AB_1	Pulsador doble UP 286 DELTA style	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
	Pasillo				
1.1.68	Elsner Elektronik GmbH	70405	Salva KNX basic	Salva KNX basic	
	Pasillo				
1.1.69	Siemens	5WG1 211-2AB_1	Pulsador doble UP 211 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
	Pasillo				
1.1.70	Elsner Elektronik GmbH	70244	KNX VOC	KNX VOC	
	Cocina				
1.1.71	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
domingo, 25 de junio de 2023	17:40:45	0.0	Línea principal (Backbone)		7/10

Topología Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Descripción	Estancia		Función		
Comentarios					
Notas de Instalación					
1	Área 1				
1.1	TP	Línea 1 Planta Alta			
Pasillo					
1.2	TP	Línea 2 - Planta Baja			
29 dispositivos en la línea					
1.2.-	Siemens	5WG1 122-1AB01	Fuente de alimentación N 122 (230V)		
Cuadro Planta Baja					
1.2.0	Siemens	5WG1 140-1AB02	Acoplador de líneas / zonas N 140	Acoplador	
Cuadro Planta Baja					
1.2.1	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
Habitación 4					
1.2.2	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
Habitación 4					
1.2.3	Siemens	5WG1 237-2KB_1	Room Temperature Controller UP237KB_1	0705 CO Room Temperature Controller H+C 803001	
Habitación 4					
1.2.4	Siemens	5WG1 216-2AB_1	Pulsador doble UP 216 DELTA studio (lente roja)	10 S2 Off / On 220202	
Habitación 4					
1.2.5	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
Habitación 4					
1.2.6	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
Habitación 4					
1.2.7	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
Habitación 4					
1.2.8	Siemens	5WG1 235-2AB_1	Pulsador cuádruple + IR, UP 235 DELTA perfil	20 S18 Pulsador UP + IR 900B02	
Habitación 4					
1.2.9	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
Cocina/Comedor					
<hr/>					
domingo, 25 de junio de 2023		17:40:45	0.0	Línea principal (Backbone)	8/10

Topología Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Descripción	Estancia		Función		
Comentarios					
Notas de Instalación					
1	Área 1				
1.2	TP	Línea 2 - Planta Baja			
1.2.10	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
	Cocina/Comedor				
1.2.11	Elsner Elektronik GmbH	70405	Salva KNX basic	Salva KNX basic	
	Cocina/Comedor				
1.2.12	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
	Cocina/Comedor				
1.2.13	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
	Cocina/Comedor				
1.2.14	Siemens	5WG1 286-2AB_1	Pulsador doble UP 286 DELTA style	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
	Cocina/Comedor				
1.2.15	Siemens	5WG1 244-2AB_1	Pulsador doble UP 244 DELTA perfil (con símbolo)	12 S2 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 221301	
	Baño 2				
1.2.16	Siemens	5WG1 241-2AB_1	Pulsador simple UP 241 DELTA perfil (sin símbolo)	12 S1 On-off-Conmut/Reg/Pers/Display 211301	
	Baño 2				
1.2.17	Siemens	5WG1 563-2AB01	Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO	20 A1 Base de enchufe conectable 900F02	
	Baño 2				
1.2.18	Elsner Elektronik GmbH	70393	Sewi KNX TH	Sewi KNX TH	
	Baño 2				
1.2.19	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
	Baño 2				
1.2.20	Interra	ITR401-0000	Water Flood Detector	Water Flood Detector	
	Baño 2				
1.2.21	Siemens	5WG1 525-1AB02	Interruptor / Regulador N 525/02	20 A1 Interruptor / Regulador 905001	
	Cuadro Planta Baja				
1.2.22	Siemens	5WG1 566-1AB01	Salida binaria N 566	11 A6 Binario-Forzado 561201	
	Cuadro Planta Baja				
1.2.23	Siemens	5WG1 522-1AB02	Interruptor de persianas N 522/02	20 A4 Persianas 540E03	
	Cuadro Planta Baja				
domingo, 25 de junio de 2023		17:40:45	0.0	Línea principal (Backbone)	9/10

Topología Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección	Fabricante	Número de pedido	Producto	Aplicación	Estado
Descripción			Función		
Estancia					
Comentarios					
Notas de Instalación					
1	Área 1				
1.2	TP	Línea 2 - Planta Baja			
1.2.24	Siemens	5WG1 562-2AB31	Switching Actuator UP 562/31	12 A2S2 Switching, 2 x Inputs 207101	
Cuadro Planta Baja					
1.2.25	Siemens	5WG1 300-1AB01	Módulo de escenas N 300	12 CO Escenas 740601	
Cuadro Planta Baja					
1.2.26	Elsner Elektronik GmbH	70244	KNX VOC	KNX VOC	
Cocina/Comedor					
1.2.27	Siemens	5WG1 215-2AB_2	Pulsador simple UP 215 DELTA studio (lente blanca)	10 S1 Off / On 210601	
Cocina/Comedor					

domingo, 25 de junio de 2023 17:40:45 0.0 Línea principal (Backbone) 10/10

5. Informe de Direcciones de Grupo.



Direcciones de Grupo

Proyecto: Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Fecha de inicio: jueves, 20 de abril de 2023

Fecha de importación: domingo, 25 de junio de 2023

Fecha de impresión: domingo, 25 de junio de 2023

Hora de impresión: 17:38:25

Estado: Diseño Finalizado

Direcciones de Grupo Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección Descripción Comentarios	Nombre	Longitud	Central	Pasar a través del Acoplador de Línea
0	Iluminación			No
0/0	Planta baja			No
0/0/1	Luz on/off baño 2	1 bit	No	No
0/0/2	Luz on/off hab 4	1 bit	No	No
0/0/3	Luz reg hab 4	4 bit	No	No
0/0/4	Luz on/off cocina-comedor	1 bit	No	No
0/0/5	Luz on/off baño 2 espejo	1 bit	No	No
0/1	Planta Principal			No
0/1/0	Luz on/off pasillo	1 bit	No	No
0/1/1	Luz on/off baño 1	1 bit	No	No
0/1/2	Luz on/off baño 1 espejo	1 bit	No	No
0/1/3	Luz on/off cocina 1	1 bit	No	No
0/1/4	Luz on/off comedor	1 bit	No	No
0/1/5	Luz on/off hab 1	1 bit	No	No
0/1/6	Luz reg hab 1	4 bit	No	No
0/1/7	Luz on/off hab 2	1 bit	No	No
0/1/8	Luz reg hab 2	4 bit	No	No
0/1/9	Luz on/off hab 3	1 bit	No	No
0/1/10	Luz reg hab 3	4 bit	No	No
0/1/11	Luz on/off 1 salón	1 bit	No	No
0/1/12	Luz reg 1 salón	4 bit	No	No
0/1/13	Luz reg 2 salón	4 bit	No	No
0/1/14	Luz on/off 2 salón	1 bit	No	No
0/2	Jardín			No
0/2/0	Luz on/off pasillo jardín	1 bit	No	No
0/2/1	Luz on/off escaleras	1 bit	No	No
1	Persianas			No
1/0	Planta baja			No
1/0/0	pers hab 4	1 bit	No	No
1/0/1	pers cocina-comedor	1 bit	No	No
1/0/2	pers baño 2	1 bit	No	No
1/1	Planta principal			No
1/1/0	pers hab 1	1 bit	No	No
1/1/1	pers hab 2	1 bit	No	No
1/1/2	pers hab 3	1 bit	No	No
1/1/3	pers baño 1	1 bit	No	No
1/1/4	pers salón	1 bit	No	No
1/1/5	pers cocina	1 bit	No	No
1/1/6	pers 1 comedor	1 bit	No	No
1/1/7	pers 2 comedor	1 bit	No	No
1/2	Seguridad			No

Direcciones de Grupo Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección Descripción Comentarios	Nombre	Longitud	Central	Pasar a través del Acoplador de Línea
1/2	Seguridad			No
1/2/0	Seguridad	1 bit	No	No
2	Climatización			No
2/0	Planta Baja			No
2/0/0	on/off termostato hab 4	switch	No	No
2/0/1	comfort hab 4	switch	No	No
2/0/2	heat/cool hab 4	switch	No	No
2/0/3	sensor ventana hab 4	switch	No	No
2/1	Planta Principal			No
2/1/0	on/off hab 1	switch	No	No
2/1/1	comfort hab 1	switch	No	No
2/1/2	heat/cool hab 1	switch	No	No
2/1/3	sensor ventana hab 1	switch	No	No
2/1/4	on/off hab 2	switch	No	No
2/1/5	comfort hab 2	switch	No	No
2/1/6	heat/cool hab 2	switch	No	No
2/1/7	sensor ventana hab 2	switch	No	No
2/1/8	on/off hab 3	switch	No	No
2/1/9	comfort hab 3	switch	No	No
2/1/10	heat/cool hab 3	switch	No	No
2/1/11	sensor ventana hab 3	switch	No	No
2/1/12	on/off salón	switch	No	No
2/1/13	comfort salón	switch	No	No
2/1/14	heat/cool salón	switch	No	No
2/1/15	sensor ventana salón	switch	No	No
3	Humedad			No
3/0	Planta baja			No
3/0/0	hab 4	switch	No	No
3/0/1	baño 2	switch	No	No
3/1	Planta principal			No
3/1/0	hab 1	switch	No	No
3/1/1	hab 2	switch	No	No
3/1/2	hab 3	switch	No	No
3/1/3	salón	switch	No	No
3/1/4	baño 1	switch	No	No
4	Cierre Centralizado			No
4/0	Planta Principal			No
4/0/0	Apagado Luces General	1 bit	No	No
4/0/1	Cierre Persianas General	1 bit	No	No
4/1	Planta Baja			No
4/1/0	Apagado Luces General	1 bit	No	No









Direcciones de Grupo Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección Descripción Comentarios	Nombre	Longitud	Central	Pasar a través del Acoplador de Línea
4/1	Planta Baja			No
4/1/1	Cierre Persianas General	1 bit	No	No
5	Detección incendio			No
5/0	Incendio Activo			No
5/0/0	Alarma Activa	switch	No	No
6	Detección inundaciones			No
6/0	Cerrar Electroválvula			No
6/0/0	Planta Principal	alarm	No	No
6/0/1	Planta Baja	alarm	No	No
6/1	Apagar alarmas			No
6/1/0	Planta baja	boolean	No	No
6/1/1	Planta principal	boolean	No	No
7	Riego automático			No
7/0	jardín			No
7/0/0	riego horario	switch	No	No
8	Detección Gas			No
8/0	Planta Principal			No
8/0/0	Alarma ON	switch	No	No
8/1	Planta Baja			No
8/1/0	Alarma ON	switch	No	No
9	Simulador Presencia			No
9/0	Control			No
9/0/0	Grabación	1 bit	No	No
9/0/1	Reproducción	1 bit	No	No
9/0/2	Fecha	3 bytes	No	No
9/0/3	Hora	time of day	No	No
9/1	Control Hab 1			No
9/1/0	On/Off Luz CH1	1 bit	No	No
9/1/1	Regulación Luz CH1	4 bit	No	No
9/1/2	Persiana CH2	1 bit	No	No
9/2	Control Salón			No
9/2/0	On/Off Luz CH3	1 bit	No	No
9/2/1	Regulación Luz CH3	4 bit	No	No
9/2/2	Persiana CH4	1 bit	No	No
9/3	Control Hab 2			No
9/3/0	On/Off Luz CH5	1 bit	No	No
9/3/1	Regulación Luz CH5	4 bit	No	No
9/3/2	Persiana CH6	1 bit	No	No
9/4	Control Comedor			No
9/4/0	Persiana Derecha CH8	1 bit	No	No
9/4/1	Persiana Izquierda CH9	1 bit	No	No

Direcciones de Grupo Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección Descripción	Nombre	Longitud	Central	Pasar a través del Acoplador de Línea
Comentarios				
9/4	Control Comedor			No
9/4/2	On/Off Luz CH7	1 bit	No	No
9/5	Control Cocina			No
9/5/0	On/Off Luz CH10	1 bit	No	No
9/5/1	Persiana CH11	1 bit	No	No
9/6	Control Comedor-Cocina			No
9/6/0	On/Off Luz CH12	1 bit	No	No
9/6/1	Persiana CH13	1 bit	No	No
9/7	Control Hab 4 y Baño 2			No
9/7/0	On/Off Baño 2 CH14	1 bit	No	No
9/7/1	Persiana Baño 2 CH15	1 bit	No	No
9/7/2	On/Off Hab 4 CH17	1 bit	No	No
9/7/3	Regulación Hab 4 CH17	4 bit	No	No
9/7/4	Persiana Hab 4 CH16	1 bit	No	No
10	Escenas			No
10/0	Salón			No
10/0/0	Luz Techo	1 byte	No	No
10/0/1	Luz TV	1 byte	No	No
10/0/2	Persiana	1 byte	No	No
10/0/3	Escena 1 - Modo Cine	1 bit	No	No
10/0/4	Escena 2 - Modo Noche	1 bit	No	No
10/0/5	Escena 3 - Hora de la Siesta	1 bit	No	No
10/0/6	Escena 4 - Visitas	1 bit	No	No
10/1	Hab 4			No
10/1/0	Luz	1 byte	No	No
10/1/1	Persiana	1 byte	No	No
10/1/2	Escena 1 - Buenos días	1 bit	No	No
10/1/3	Escena 2 - Buenas noches	1 bit	No	No
10/1/4	Escena 3 - Lectura Nocturna	1 bit	No	No
10/1/6	Escena 4 - Modo Cine	1 bit	No	No
10/2	Hab 1			No
10/2/0	Luz	1 byte	No	No
10/2/1	Persiana	1 byte	No	No
10/2/2	Escena 1 - Buenos días	1 bit	No	No
10/2/3	Escena 2 - Buenas noches	1 bit	No	No
10/2/4	Escena 3 - Lectura Nocturna	1 bit	No	No
10/3	Hab 2			No
10/3/0	Escena 3 - Lectura Nocturna	1 bit	No	No
10/3/1	Escena 2 - Buenas noches	1 bit	No	No
10/3/2	Escena 1 - Buenos días	1 bit	No	No
10/3/3	Persiana	1 byte	No	No

Direcciones de Grupo Instalación Domótica Vivienda Unifamiliar

Dirección Descripción Comentarios	Nombre	Longitud	Central	Pasar a través del Acoplador de Línea
 10/3	Hab 2			No
 10/3/4	Luz	1 byte	No	No
 10/4	Hab 3			No
 10/4/0	Luz	1 byte	No	No
 10/4/1	Persiana	1 byte	No	No
 10/4/2	Escena 1 - Buenos días	1 bit	No	No
 10/4/3	Escena 2 - Buenas noches	1 bit	No	No
 10/4/4	Escena 3 - Lectura Nocturna	1 bit	No	No



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

IV. ANEXO II: CÁLCULOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

ÍNDICE

1. Cálculos del Generador Fotovoltaico.	96
1.1. Adecuación de la Instalación a las Pérdidas Admitidas.	96
1.2. Diseño de la Planta.	98
1.3. Informes de Diseño.	102
1.3.1. Instalación de 2400 Vatios Pico con Excedentes.	102
1.3.2. Instalación de 4000 Vatios Pico con Excedentes.	107
1.3.3. Instalación de 2400 Vatios Pico Aislada.	112
2. Cálculos del Análisis Económico.	118
2.1. Gastos e Ingresos.	118
2.2. Procedimiento.	118
2.3. Resultados de los Análisis Económicos.	121
2.3.1. Instalación de Autoconsumo de 2400 Wp No Acogida a Compensación. 122	
2.3.2. Instalación de Autoconsumo de 4000 Wp No Acogida a Compensación. 123	
2.3.3. Instalación de Autoconsumo de 2400 Wp Acogida a Compensación. 124	
2.3.4. Instalación de Autoconsumo de 4000 Wp Acogida a Compensación. 125	
3. Dimensionamiento.	126
3.1. Criterios de las Bases de Cálculo.	126
3.2. Cálculo de secciones.	127
3.3. Protecciones.	127
3.3.1. Protecciones en Corriente Continua.	127
3.3.2. Protecciones en Corriente Alterna.	128
3.4. Puesta a Tierra.	129
3.4.1. Cálculos de la Puesta a Tierra.	131

1. Cálculos del Generador Fotovoltaico.

Para llevar a cabo este diseño se han seguido los criterios establecidos en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE para Instalaciones Conectadas a Red.

1.1. Adecuación de la Instalación a las Pérdidas Admitidas.

En primer término, deben calcularse las características de orientación e inclinación con el fin de cumplir con el porcentaje de pérdidas admitido.

Para ello se calculan las inclinaciones máximas y mínimas permisibles adecuadas al azimut del generador. Haciendo uso de la figura 53 nos situamos sobre el límite de pérdidas del 10%, el máximo admisible para el caso general, y trazamos una recta para hallar los valores que nos indica el gráfico.

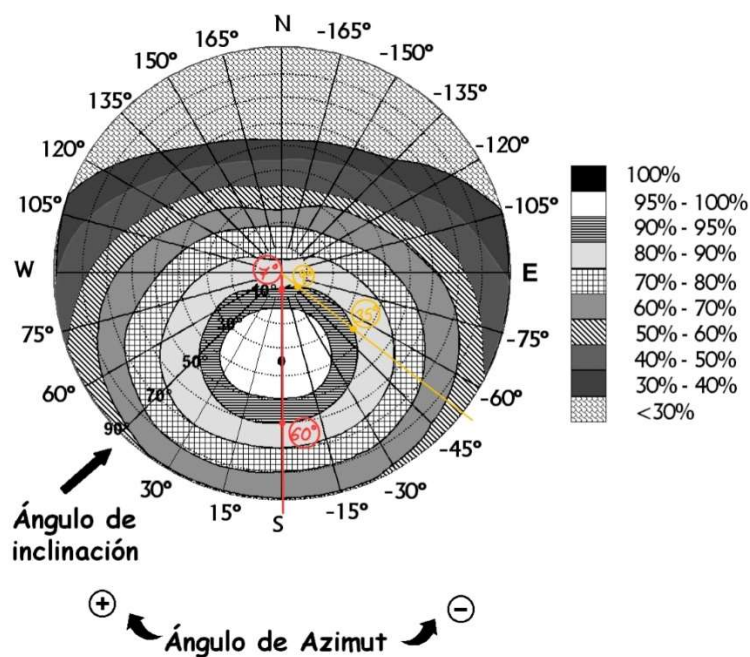


Figura 53: Gráfico de Pérdidas por Orientación e Inclinación para Latitud de 41°.

Los valores obtenidos no se observan con claridad en el gráfico, por ello se disponen en la figura 54.

Pérdidas por Orientación e Inclinación	
Azimut 0º	
Inclinación Máx	60
Inclinación Mín	7
Azimut 312º	
Inclinación Máx	35
Inclinación Mín	9

Figura 54: Inclinaciones Admisibles para Latitud de 41°.

Es necesario corregir los valores obtenidos a la latitud en la que se instalará el generador, en este caso serán 28° al situarse en las Islas Canarias.

Pérdidas por Orientación e Inclinación	
Azimut 0º	
Inclinación Máx	47
Inclinación Mín	0
Azimut 312º	
Inclinación Máx	22
Inclinación Mín	0

Figura 55: Inclinaciones Admisibles para Latitud 28°.

Los valores reflejados en la figura 55 serán los límites que se usarán a para continuar diseñando la instalación.

Dado que no existen elementos ni obstáculos que se interpongan entre la radiación solar y la planta generadora, no se ha hecho ningún análisis de sombras más allá de las separaciones entre filas de paneles y obstáculos, como pueden ser paredes y/o elementos similares.

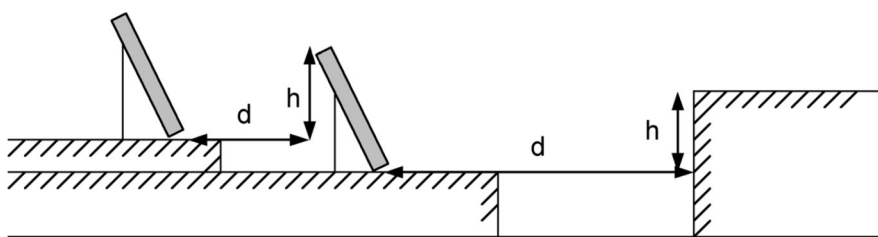


Figura 56: Parámetros de Separación.

Las ecuaciones para calcular dichos parámetros son las siguientes:

$$d = h * k \quad \text{Ecuación 1.}$$

$$k = \frac{1}{\tan (61^\circ - \text{latitud})} \quad \text{Ecuación 2.}$$

A continuación, se muestran los resultados de las distancias mínimas a cumplir para el diseño de la instalación. Estas distancias son válidas para paneles solares del fabricante SunPower, concretamente para el modelo SPR-MAX3-400.

Panel Seleccionado	
Fabricante	SunPower
Modelo	SPR-MAX3-400

Características del Panel	
L [m]	1,69
A [m]	1,046
G [cm]	4
Eficiencia	22,60%
Degradación Anual	0,25%
Potencia [W]	400
Latitud [°]	28

Figura 57: Características del Panel Fotovoltaico.

Azimut 0°		Azimut 312°	
Distancia Entre Placas Verticales		Distancia Entre Placas Verticales	
Latitud [°]	28	Latitud [°]	28
tan (61-β)	0,65	tan (61-β)	0,65
k	1,54	k	1,54
Inclinación [°]	23	Inclinación [°]	22
h [m] (placa)	0,66	h [m] (placa)	0,63
d _{min} [m] (placa-placa)	1,02	d _{min} [m] (placa-placa)	0,97
h [m] (pared)	1,20	h [m] (pared)	1,20
d _{min} [m] (placa-pared)	1,85	d _{min} [m] (placa-pared)	1,85

Figura 58: Distancias de Separación Mínimas.

1.2. Diseño de la Planta.

Mediante la herramienta de diseño *SolarEdge Designer* [1], del propio fabricante SolarEdge [5], se ha llevado a cabo la configuración de las plantas fotovoltaicas objeto del estudio económico.

SolarEdge Designer es una plataforma web de uso gratuito que ayuda a los profesionales dedicados al diseño fotovoltaico, permitiendo planificar, construir y validar instalaciones de placas solares.

Comenzamos con la creación del proyecto, definiendo el nombre que tomará, la dirección donde se instalará y las características de la instalación a diseñar, tales como el tipo de red (monofásica o trifásica), factor de potencia de la instalación, etc.

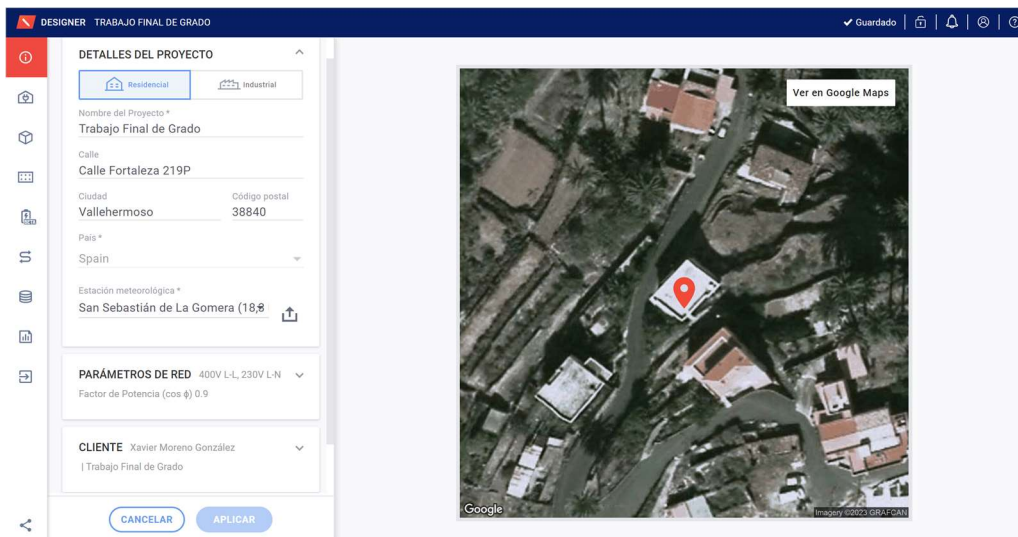


Figura 59: Creación de Proyecto en SolarEdge Designer.

Definidos los detalles del proyecto, se procede al diseño 3D de la superficie sobre la que serán instalados los módulos. De esta manera, se selecciona la superficie útil de la vivienda, en este caso una azotea sin inclinación, y se limita mediante la colocación de los obstáculos que contenga, como son los muros, a los cuales se les dará como parámetro su altura.

Ya definida la zona de trabajo, la volvemos a delimitar una vez más imponiendo las distancias mínimas entre los muros y la instalación calculadas en el apartado anterior, obteniendo de esta manera la zona libre de sombras. La superficie restante será aquella donde distribuiremos los paneles solares elegidos, para esta instalación serán paneles solares de 400W de potencia fabricados por SolarPower. Estos paneles sobresalen entre el resto por su elevada eficiencia energética (22,6%) y su baja degradación anual (0,25%), según indica el propio fabricante.

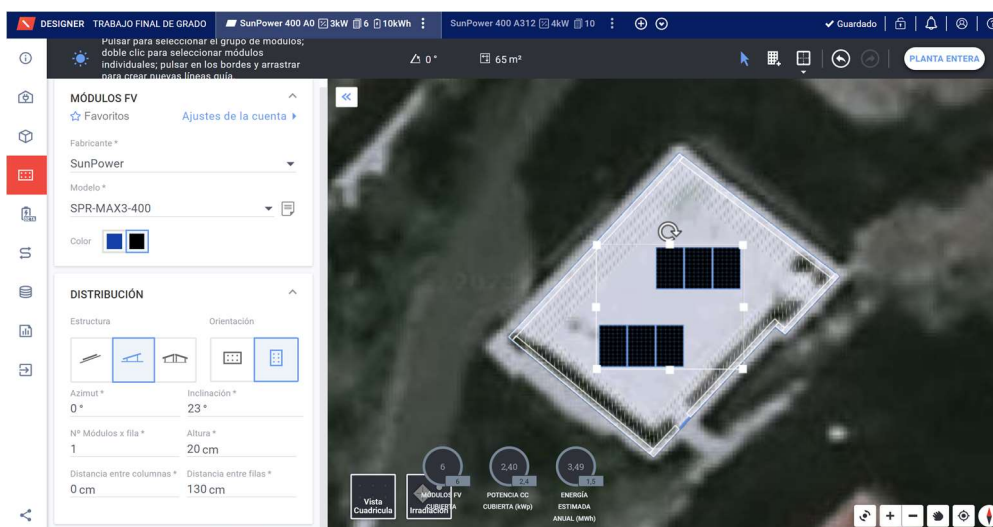


Figura 60: Distribución de Módulos Fotovoltaicos.

El siguiente paso, tras localizar todos los paneles correctamente, será determinar las cadenas de *strings* (líneas de módulos en serie) de los paneles. Para esta tarea es necesario tener en cuenta los requisitos mínimos de paneles en serie que se recogen en la hoja de datos de los optimizadores utilizados. Por ello, será primordial definir el tipo de optimizadores que serán empleados, y elegir un tipo de inversor compatible con dichos dispositivos y la potencia pico de la instalación.

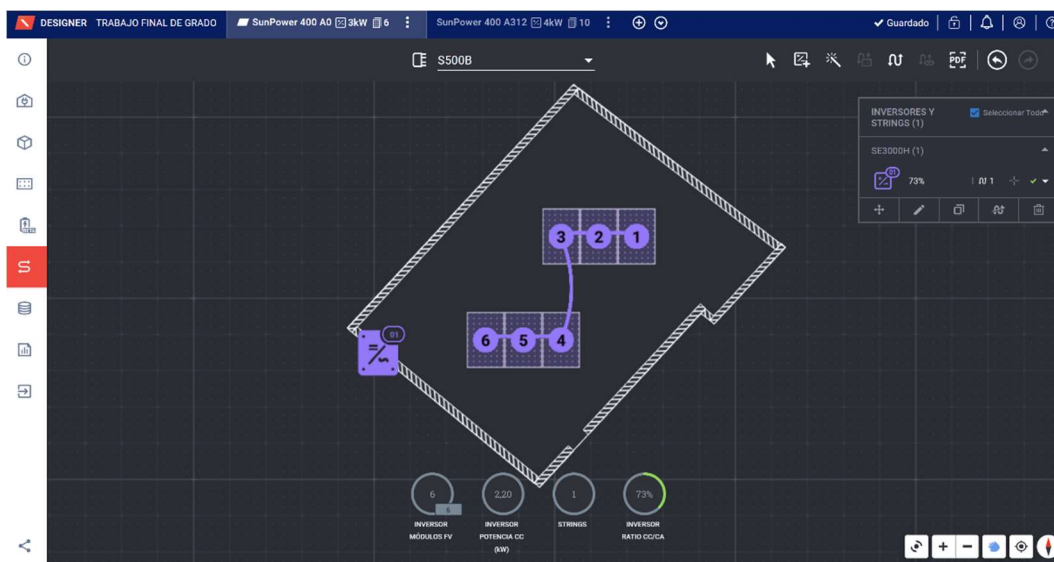


Figura 61: Diseño Eléctrico.

Llegado este punto, la instalación está completamente diseñada a falta de establecer la lista de costes que implica su realización. De esta manera, el software permite una interfaz presupuestaria donde se pueden reflejar los costes de los materiales necesarios para la ejecución de la obra, así como de la mano de obra, entre otros costes.

Equipos	Código de Producto	Cantidad	Precio (€)	Total (€)	Notas
Tipo de Precios Precio base		1	350,00	350,00	
SE3000H		1	695,00	695,00	
S500B		6	66,00	396,00	
SPR-MAX3-400		6	275,00	1650,00	
Mano de Obra		6	60,00	360,00	
... Estructura		6	86,00	516,00	

Figura 62: Elaboración de Presupuesto Orientativo.

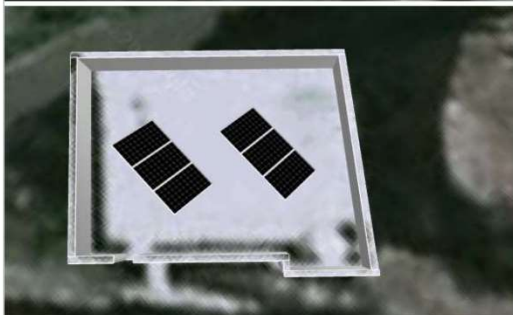
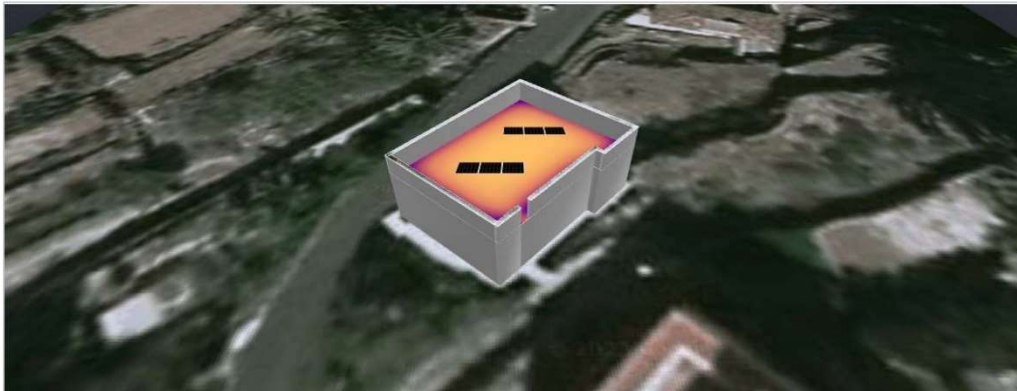
Este sería el último paso, antes de obtener el informe final de la instalación diseñada, donde se incluyen imágenes simuladas de la situación de los paneles solares, un resultado de simulación de la energía producida por la instalación, un resumen presupuestario, etc. Estos informes se adjuntan en el siguiente apartado.

1.3. Informes de Diseño.


1.3.1. Instalación de 2400 Vatios Pico con Excedentes.

TRABAJO FINAL DE GRADO

Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 jul 2023



RESUMEN DEL SISTEMA

 6 Módulos FV

 1 Inversor

 6 Optimizadores

RESUMEN FINANCIERO

Precio de sistema

€ 4800

Coste nivelado de la energía (LCOE)

0,095 €/kWh

TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 Jul 2023

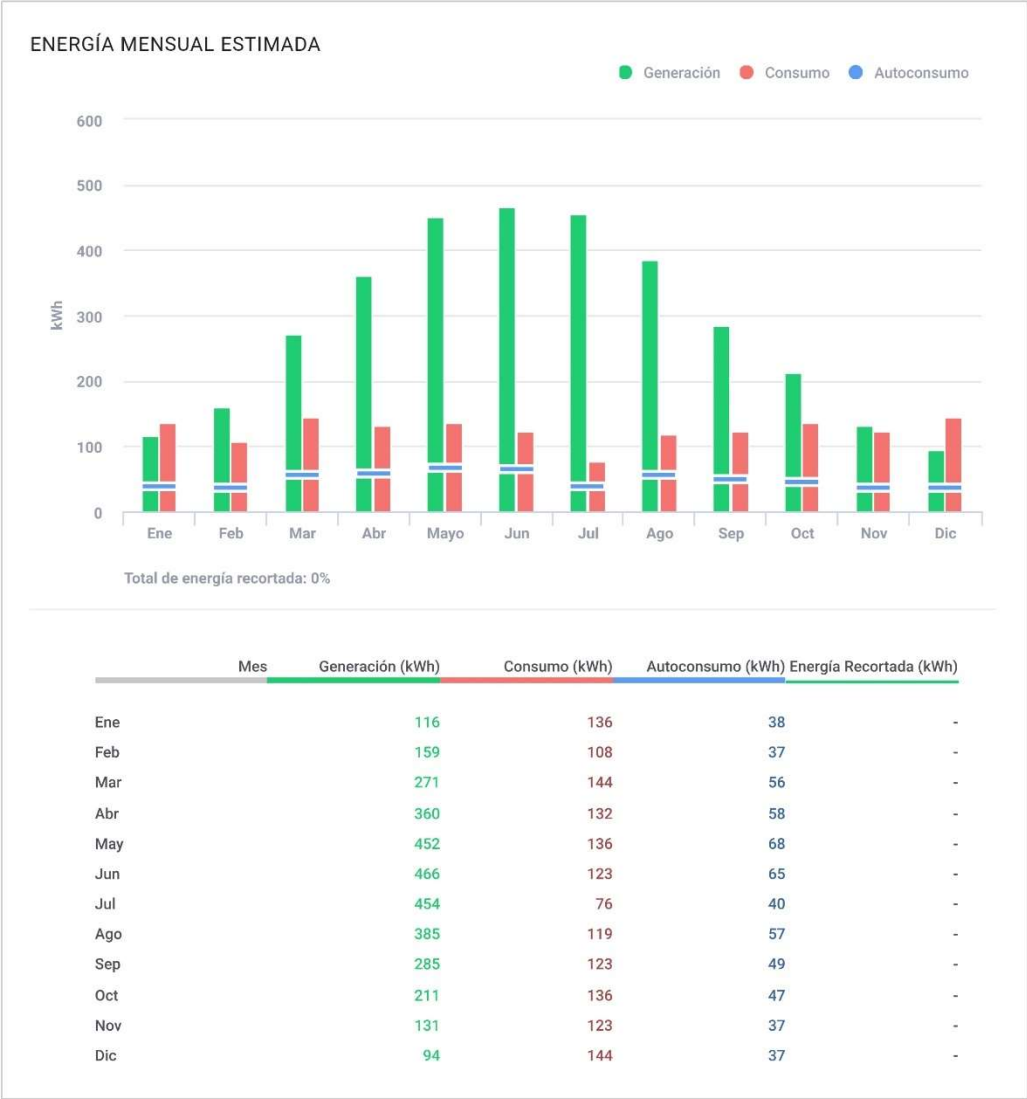
RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

 Potencia CC Instalada 2,40 kWp	 Máx. Pca Alcanzada 2,20 kW	 Energía Producida Anual 3,38 MWh	 Emisiones CO2 Ahorradas 896,92 kg	 Arboles Equivalentes Plantados 41
---	---	---	---	--

 Máx. Pcc Calculada 2,20 kW	 Ratio CC/CA 73 %	 Pca Activa Nominal 2,70 kW	 Potencia Reactiva 1,31 kW	 Potencia Aparente 3,00 kW	 Índice De Rendimiento 85 %	 Índice De Rendimiento 1410 kWh/kWp
---	---	---	--	--	---	---

<p>PRODUCCIÓN DEL SISTEMA</p> <ul style="list-style-type: none"> █ Producción Total - 100 % 3,38 MWh █ Autoconsumo - 17 % 590,08 kWh █ Exportación - 83 % 2,79 MWh 	<p>CONSUMO</p> <ul style="list-style-type: none"> █ Consumo Total - 100 % 1,50 MWh █ Autoconsumo - 39 % 590,08 kWh █ Importación - 61 % 909,92 kWh 
---	---

TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 Jul 2023



TRABAJO FINAL DE GRADO

Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 Jul 2023

MÓDULOS FV

Nº Módulo	Modelo	Potencia pico	Tipo de estructura	Orientación	AzimutInclinación
6	SunPower, SPR-MAX3-400	2,4 kWp			0° 23°
Total:	6	2,4 kWp			

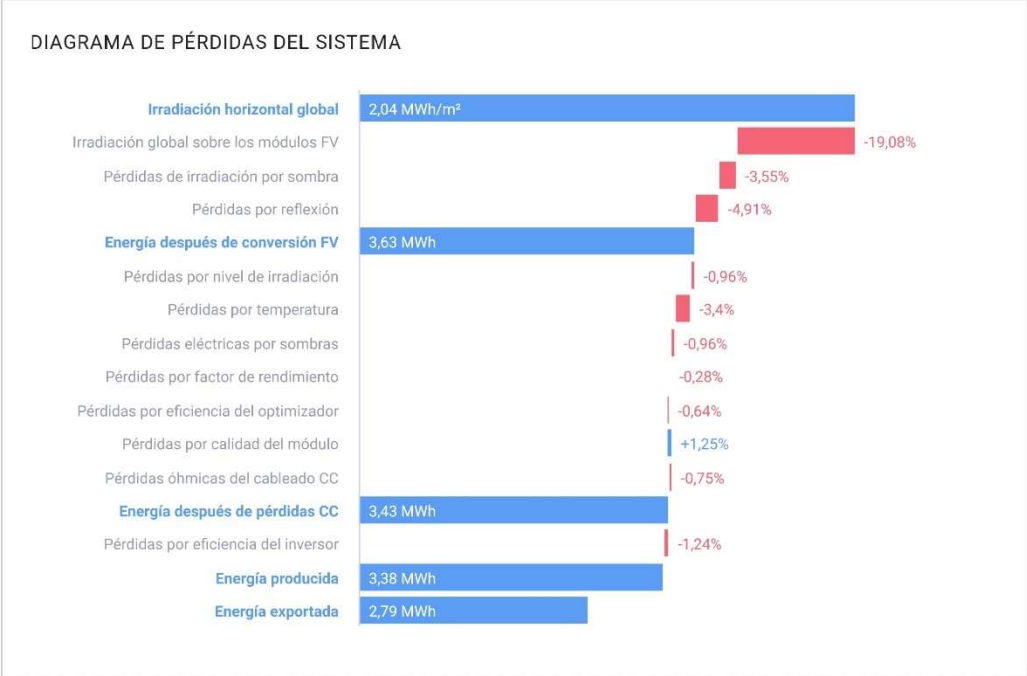
LISTA DE MATERIALES (BOM)

Equipos	Código de Producto	Cantidad	Precio (€)	
Total (€)				
Precio base		1	350,00	350,00
SE3000H		1	695,00	695,00
S500B		6	66,00	396,00
SPR-MAX3-400		6	275,00	1650,00
Mano de Obra		6	60,00	360,00
Estructura		6	86,00	516,00
IVA		21 %		833,07
			Precio total: 4800,07 €	

DISEÑO ELÉCTRICO

Inversores y Almacenamiento	Strings por Inversor	Optimizadores por String	Módulos FV por string
1 x SE3000H 2.2kW 73% Sobredimensionado	1 x string	6 x S500B	6

TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 Jul 2023

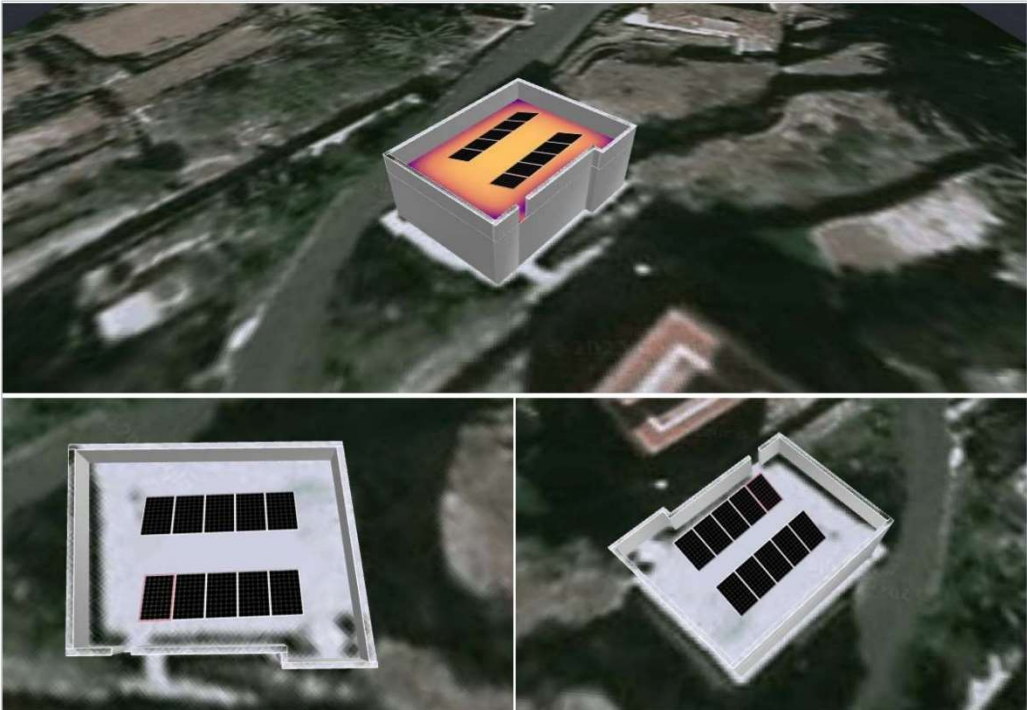


PARÁMETROS DE SIMULACIÓN



UBICACIÓN Y RED		FACTORES DE PERDIDAS	
Zona horaria	WEST (Canary)	Sombra cercana	Habilitado
Estación meteorológica	San Sebastián de La Gomera (distancia 18,3 km)	Albedo	0,20
Altitud estación	0 m	Suciedad y Nieve	0%
Fuente de datos estación	Meteonorm 7.1	Modificador de ángulo de incidencia, param. ASHRAE b0	0,05
Red	400V L-L, 230V L-N	Coefficiente de pérdidas térmicas Uc (const) Coplanar	20
Factor de potencia (cos φ)	0.9	Coefficiente de pérdidas térmicas Uc (const) Inclinado	29
		Factor de pérdidas por LID	0%
		Indisponibilidad del sistema	0%

1.3.2. Instalación de 4000 Vatios Pico con Excedentes.

TRABAJO FINAL DE GRADO
Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 jul 2023



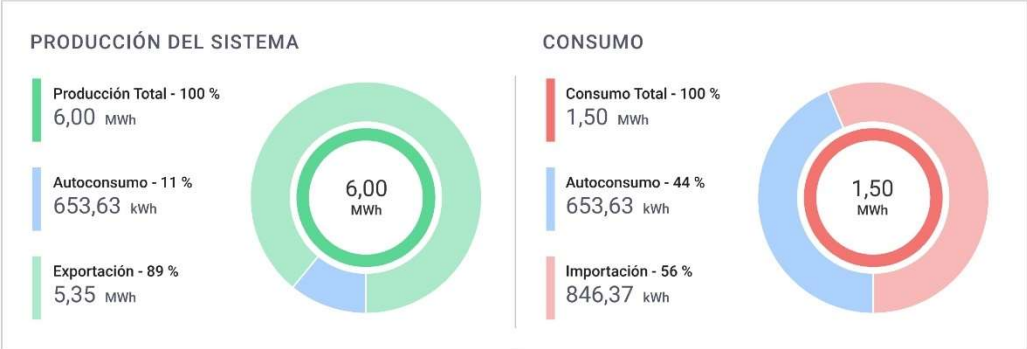
RESUMEN DEL SISTEMA

 10 Módulos FV	 1 Inversor	 10 Optimizadores
---	--	--

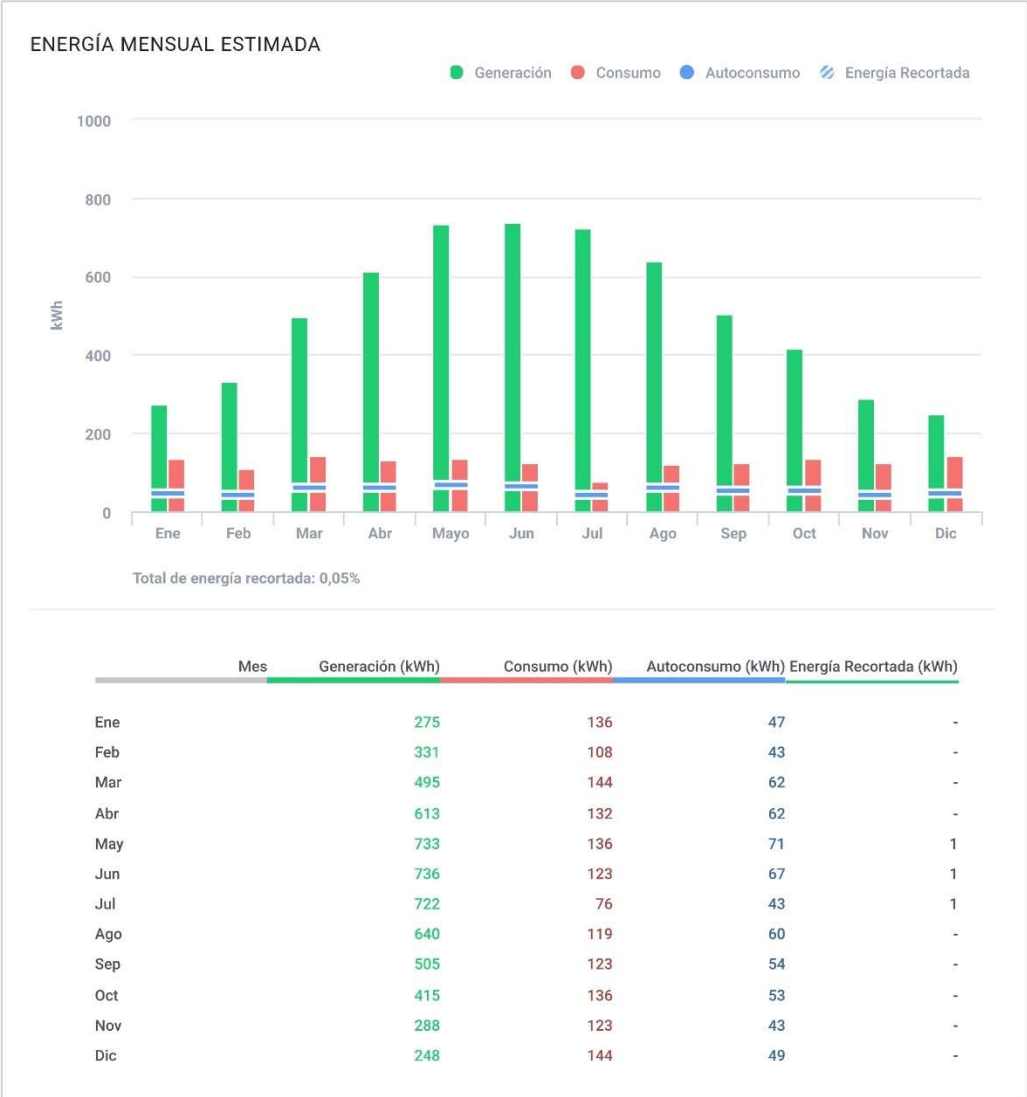
RESUMEN FINANCIERO

Precio de sistema	Coste nivelado de la energía (LCOE)
€ 7872	0,089 €/kWh

TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 Jul 2023




TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 Jul 2023







TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 Jul 2023


MÓDULOS FV

Nº Módulo	Modelo	Potencia pico	Tipo de estructura	Orientación	AzimutInclinación
10	SunPower, SPR-MAX3-400	4 kWp			312° 22°
Total:	10	4 kWp			

LISTA DE MATERIALES (BOM)

Equipos	Código de Producto	Cantidad	Precio (€)	
Total (€)				
Precio base		1	570,00	570,00
 SE4000H		1	1066,00	1066,00
 S500B		10	66,00	660,00
 SPR-MAX3-400		10	275,00	2750,00
 Mano de Obra		10	60,00	600,00
Estructura		10	86,00	860,00
IVA		21 %		1366,26
			Precio total: 7872,26 €	

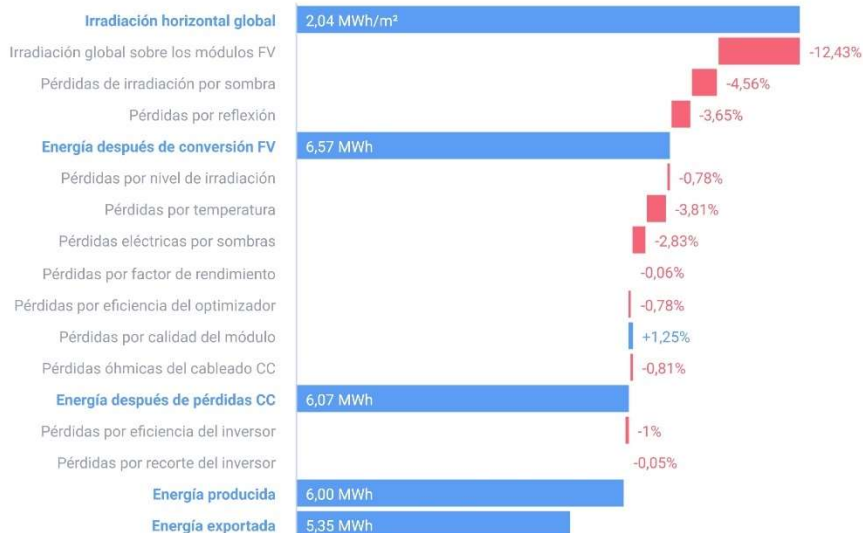
DISEÑO ELÉCTRICO

Inversores y Almacenamiento	Strings por Inversor	Optimizadores por String	Módulos FV por string
 1 x SE4000H 3.88kW 97% Sobredimensionado	 1 x string	 10 x S500B	 10

TRABAJO FINAL DE GRADO

Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 4 Jul 2023

DIAGRAMA DE PÉRDIDAS DEL SISTEMA



PARÁMETROS DE SIMULACIÓN

UBICACIÓN Y RED

Zona horaria	WEST (Canary)
Estación meteorológica	San Sebastián de La Gomera (distancia 18,3 km)
Altitud estación	0 m
Fuente de datos estación	Meteonorm 7.1
Red	400V L-L, 230V L-N
Factor de potencia (cos φ)	0.9

FACTORES DE PERDIDAS

Factor	Habilitado
Sombra cercana	Habilitado
Albedo	0,20
Suciedad y Nieve	0%
Modificador de ángulo de incidencia, param. ASHRAE b0	0,05
Coefficiente de pérdidas térmicas Uc (const) Coplanar	20
Coefficiente de pérdidas térmicas Uc (const) Inclinado	29
Factor de pérdidas por LID	0%
Indisponibilidad del sistema	0%

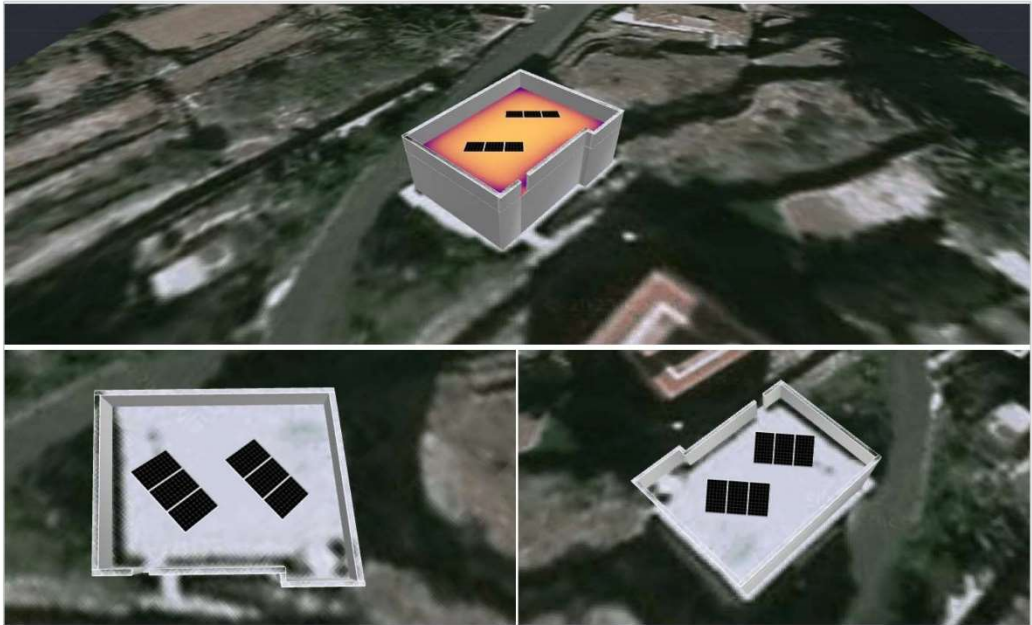
1.3.3. Instalación de 2400 Vatios Pico Aislada.

TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 5 Jul 2023

ALMACENAMIENTO

SolarEdge Home Battery 10kWh

Autoconsumo	Autoconsumo desde baterías		Capacidad de almacenamiento total	Potencia total de las baterías
95%	58%		10 kWh	3 kW



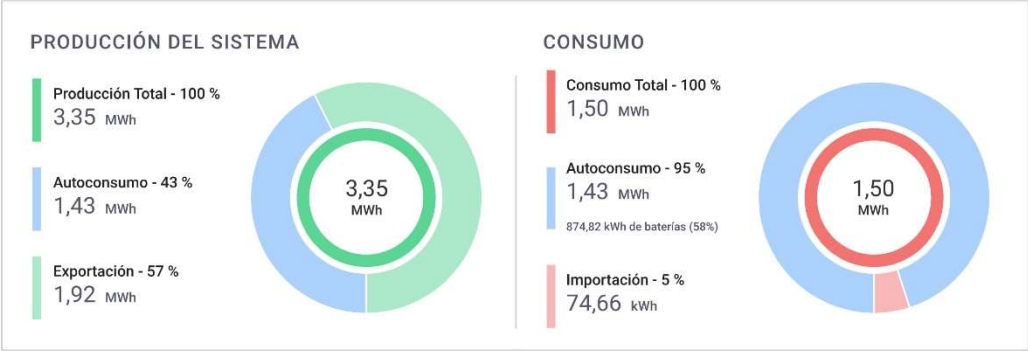
RESUMEN DEL SISTEMA

 6 Módulos FV	 1 Inversor	 6 Optimizadores	 1 Batería
--	--	---	---

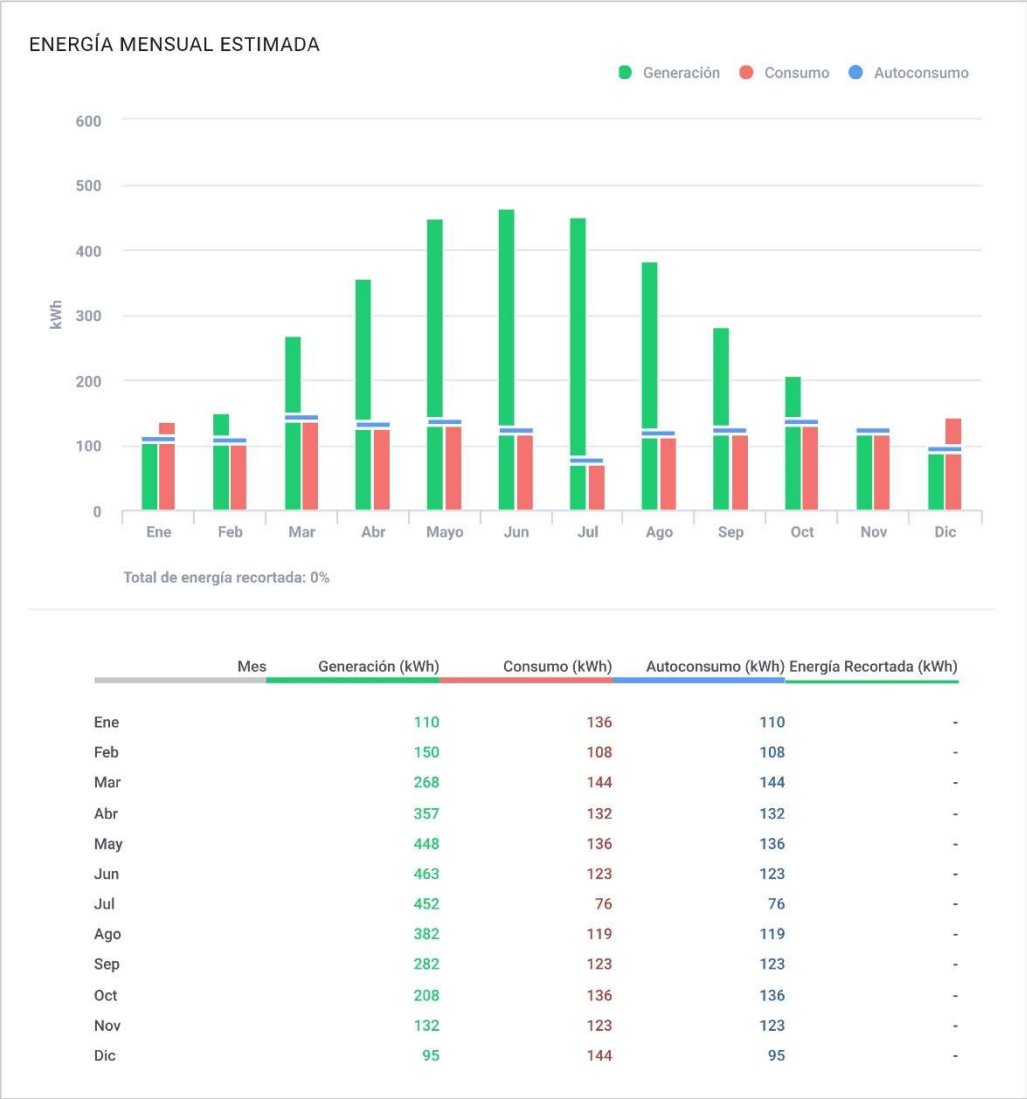
RESUMEN FINANCIERO

Precio de sistema € 13.320	Coste nivelado de la energía (LCOE) 0,265 €/kWh
--	--

TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 5 jul 2023





TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 5 jul 2023









TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 5 jul 2023

MÓDULOS FV

Nº Módulo	Modelo	Potencia pico	Tipo de estructura	Orientación	AzimutInclinación
6	SunPower, SPR-MAX3-400	2,4 kWp			0° 23°
Total:	6	2,4 kWp			

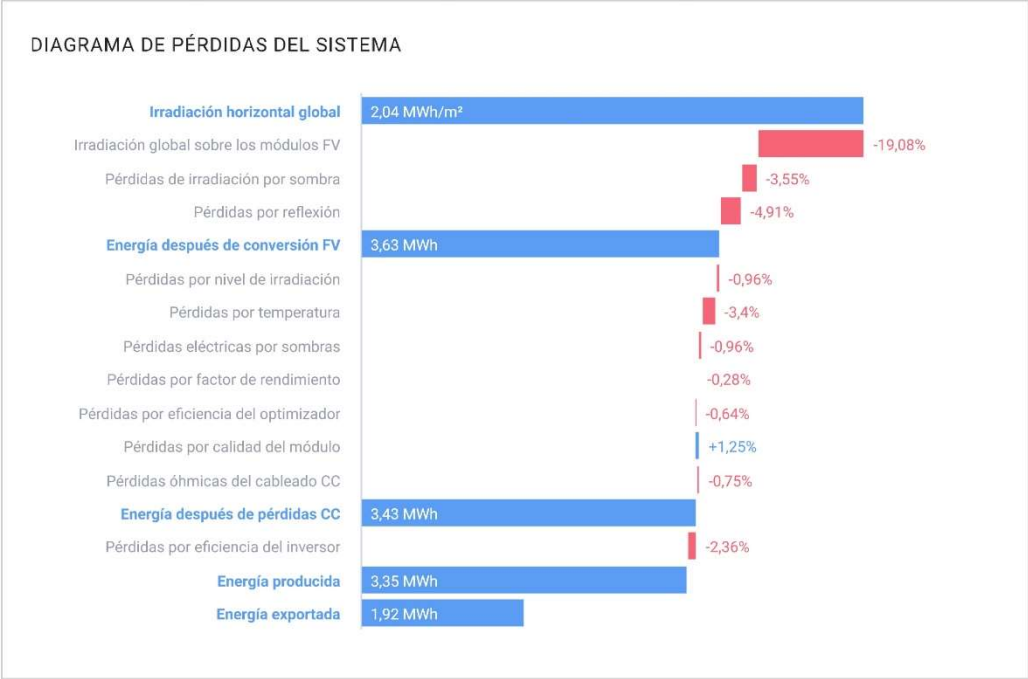
LISTA DE MATERIALES (BOM)

Equipos	Código de Producto	Cantidad	Precio (€)	
Total (€)				
Precio base		1	1000,00	1000,00
 SE3000H		1	695,00	695,00
 S500B		6	66,00	396,00
 SolarEdge Home Battery 10kWh		1	6201,46	6201,46
 SPR-MAX3-400		6	275,00	1650,00
 Mano de Obra		6	60,00	360,00
Estructura		6	86,00	516,00
 SolarEdge Energy Meter Modbus		1	189,60	189,60
IVA		21 %		2311,69
			Precio total: 13.319,75 €	



TRABAJO FINAL DE GRADO
 Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 5 jul 2023

DISEÑO ELÉCTRICO

Inversores y Almacenamiento	Strings por Inversor Optimizadores por String	Módulos FV por string
 1 x SE3000H 2.2kW 73% Sobredimensionado  1 x SolarEdge Home Battery 10kWh	 1 x string  6 x S500B	 6



TRABAJO FINAL DE GRADO
Calle Fortaleza 219P, Vallehermoso, 38840, Spain | Xavier Moreno González | 5 jul 2023

PARÁMETROS DE SIMULACIÓN			
 UBICACIÓN Y RED	 FACTORES DE PERDIDAS		
Zona horaria	WEST (Canary)	Sombra cercana	Habilitado
Estación meteorológica	San Sebastián de La Gomera (distancia 18,3 km)	Albedo	0,20
Altitud estación	0 m	Suciedad y Nieve	0%
Fuente de datos estación	Meteonorm 7.1	Modificador de ángulo de incidencia, param. ASHRAE b0	0,05
Red	400V L-L, 230V L-N	Coficiente de perdidas térmicas Uc (const) Coplanar	20
Factor de potencia (cos ϕ)	0.9	Coficiente de perdidas térmicas Uc (const) Inclinado	29
		Factor de pérdidas por LID	0%
		Indisponibilidad del sistema	0%

2. Cálculos del Análisis Económico.

Tal y como se ha especificado en el apartado 1.2 del presente Anexo de la Memoria, el coste estimado por el software *SolarEdge Designer* [1] es aquel que se ha utilizado como desembolso inicial de la instalación fotovoltaica. Conste que no es un valor real del coste que tendrá la obra, sino de un valor estimado a partir de los costes de los materiales como placas solares, inversor, y optimizadores; sumados al coste orientativo de la mano de obra y el beneficio industrial de la instalación. Además, el precio final estimado aplica el 21% de IVA (Impuesto Sobre el Valor Añadido).

2.1. Gastos e Ingresos.

Los gastos considerados para realizar el análisis han sido los siguientes:

- Inversión inicial.
- Mantenimiento Anual.
- Seguro de Responsabilidad Civil (obligado para instalaciones conectadas a la red de distribución).
- Cuota de Autónomo (solo primer año, 80 €/mensuales).
- IVPEE (Impuesto sobre la Venta de Energía Eléctrica).
- Impuesto de Sociedades.

Los últimos tres elementos de la lista solo son aplicables para la instalación de autoconsumo con excedentes no acogido a compensación, dado que son obligaciones del régimen fiscal español. Por ello toda actividad mercantil, como es la venta de energía eléctrica, es gravada por dichos impuestos.

En cuanto a los que ingresos se refiere, se han tomado en cuenta las siguientes fuentes:

- Remuneración por venta de excedentes (solo en instalación no acogida a compensación).
- Ahorro anual en la factura de la luz.

El uso de estos parámetros será lo que determinará los flujos de caja de la inversión a lo largo de 20 años, que luego serán utilizados para calcular los respectivos índices de rentabilidad, el VAN y el TIR (Tasa Interna de Retorno).

2.2. Procedimiento.

En primer lugar, establecemos los parámetros característicos del proyecto, es decir, su potencia en vatios pico y su coste.

INSTALACIÓN	
Potencia Wp	2400
Precio €/Wp	1,36E-04
Coste	4.800,00 €
Subvención	0,00%
FONDOS PROPIOS	100,00%

Figura 63: Características de la Instalación.

Continuamos configurando los costos que supondrá la instalación según su configuración, es decir, si se trata de una instalación con compensación de excedentes tendrá unos costos diferentes a un generador no acogido a compensación.

COSTOS	
Mantenimiento	100,00 €
Seguro	100,00 €
Precio Venta (kWh)	0,10 €
Cuota Autónomo (1er año)	960,00 €

Figura 64: Costos Excedentes No Compensados.

COSTOS	
Mantenimiento	100,00 €
Seguro	100,00 €
Precio Venta (kWh)	0,00 €
Cuota Autónomo (1er año)	0,00 €

Figura 65: Costos Excedentes Compensados.

Una vez configurados todos los parámetros iniciales, procedemos al cálculo de los costes de mantenimiento y el seguro teniendo en cuenta una subida anual del IPC (Índice de Precios al Consumidor) del 2,7%. Una vez tenemos calculados los costes de la instalación a lo largo de los 20 años, período de muestra elegido para el análisis, su suma dará lugar a los costes anuales que supondrá la instalación. Conste que el primer año, junto a esos costes nombrados, se ha añadido los costes referidos a la cuota de autónomo, pero solo el primer año. El resto anualidades no contempla los pagos de dicha cuota.

Luego, a la hora de calcular la producción se ha elegido aquella estimada por el software de SolarEdge, para la que anualmente se ha considerado una degradación del 0,25%, dato ofrecido por el fabricante de los paneles fotovoltaicos que han utilizado en el diseño.

A la producción se le restará la energía anual que consumirá la vivienda, teniendo en cuenta una media de 125 kWh mensuales. Esta resta da lugar a los excedentes que serán vertidos a la red, los que multiplicados por el precio de venta del kWh en el mercado libre tendrán como resultado la remuneración anual que recibirá el titular de la instalación. Se ha tomado como precio de venta 0,1 €/kWh dado que es el precio de compra que establece Endesa, la empresa suministradora de la vivienda, a sus clientes para este tipo de instalaciones.

Las facturas generadas por la venta de la energía eléctrica excedida son gravadas por el IVPEE, reduciendo los beneficios comerciales en un 7% sobre el valor original de la venta.

Una vez aplicada esta reducción, obtenemos los beneficios netos de la venta a los que se le restan los gastos anuales (Cuota Real en el Excel) que supone la instalación, obtenemos el balance de la instalación.

Dicho balance entre gastos y beneficios es gravado por el Impuesto de Sociedades, al definirse como una actividad mercantil, por lo que se aplica el 23% de impuestos sobre el valor resultante de la resta. Si el balance anual resultase negativo, este impuesto no se aplica.

Tras esto, se realiza el cálculo del ahorro que supondrá el uso de la energía provista por la instalación de autoconsumo. Para ello, teniendo en cuenta que el gasto mensual medio en las Islas Canarias asciende a los 80 €, el ahorro vendrá estipulado por el cociente entre el autoconsumo anual de la vivienda y el consumo anual citado anteriormente. El porcentaje restante resulta del pago de los costes fijos que se incluyen la factura, junto a gastos procedentes del uso de energía durante horarios en los que el generador fotovoltaico no está produciendo energía.

Si el resultado del ahorro se suma al balance neto, se obtiene el ahorro total (o flujos de caja) que supondrá el uso de la instalación. Además, si se suman todos estos flujos anuales teniendo en cuenta la inversión inicial (año 0), podremos calcular visualmente el período de retorno de la inversión.

Este sería el procedimiento que seguir en una instalación de autoconsumo no acogida a compensación de excedentes. Si los excedentes fueran compensados existirían algunas diferencias notorias, por ejemplo, la remuneración por la venta de excedentes será nula dado que no se estará comercializando la energía vertida a la red. Tampoco sería necesario darse de alta como Autónomo, por lo que se ahorraría el pago de la cuota que conlleva desempeñar esta profesión. Esto provoca un balance anual más desfavorable, que no será gravado por el impuesto de sociedades dado que no se desempeña una actividad mercantil. Aun así, al no estar compensados los gastos con la remuneración de excedentes, el ahorro total será menor lo que conlleva a un período de retorno de la inversión mucho mayor.

Finalmente, teniendo calculados todos los parámetros descritos se procede a al cálculo de los índices de rentabilidad de la instalación. Para determinar la viabilidad de esta inversión se han elegido tres parámetros:

- VAN o Valor Actual Neto, con una tasa de descuento del 10%.
- TIR o Tasa Interna de Retorno.
- PR o Período de Recuperación.

2.3. Resultados de los Análisis Económicos.

A continuación, se mostrarán los resultados de cada una de las alternativas descritas.

2.3.1. Instalación de Autoconsumo de 2400 Wp No Acogida a Compensación.

INSTALACIÓN	
Potencia Wp	2400
Precio €/Wp	1,36E-04
Coste	4.800,00 €
Subvención	0,00%
FONDOS PROPIOS	100,00%

COSTOS	
Mantenimiento	100,00 €
Seguro	100,00 €
Precio Venta (kWh)	0,10 €
Cuota Autónomo (1er año)	960,00 €

TRÁMITES FISCALES	
Gastos Escritura	0,50%
Comisión Apta	0,50%
IPC	2,70%
IMP. Sociedades	23,00%
IPVEE	7,00%

Año	Anualidad	Mantenimiento	Seguro	Cuota Real	Producción	Autoconsumo	Excedentes	Remuneración	Remuneración Tras IPVEE	Balance Anual	Balance Tras IMP.	Ahorro Anual	Ahorro Total	Ahorro Acumulado	ÍNDICES DE RENTABILIDAD	
0	4.800,00 €	0,00 €	0,00 €	4.800,00 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-4.800,00 €	-4.800,00 €	VAN	-2.262,78 €
1		0,00 €	100,00 €	1.060,00 €	3.380,00 kWh	590,08 kWh	2.789,92 kWh	278,99 €	259,46 €	-800,54 €	-800,54 €	377,65 €	-422,89 €	-5.222,89 €		
2		100,00 €	102,70 €	202,70 €	3.371,55 kWh	590,08 kWh	2.781,47 kWh	278,15 €	258,68 €	55,98 €	43,10 €	377,65 €	420,75 €	-4.802,13 €	TIR	3%
3		102,70 €	105,47 €	208,17 €	3.363,12 kWh	590,08 kWh	2.773,04 kWh	277,30 €	257,89 €	49,72 €	38,28 €	377,65 €	415,94 €	-4.386,20 €		
4		105,47 €	108,32 €	213,79 €	3.354,71 kWh	590,08 kWh	2.764,63 kWh	276,46 €	257,11 €	43,32 €	33,35 €	377,65 €	411,01 €	-3.975,19 €	PR	15 AÑOS
5		108,32 €	111,25 €	219,57 €	3.346,33 kWh	590,08 kWh	2.756,25 kWh	275,62 €	256,33 €	36,76 €	28,31 €	377,65 €	405,96 €	-3.569,23 €		
6		111,25 €	114,25 €	225,49 €	3.337,96 kWh	590,08 kWh	2.747,88 kWh	274,79 €	255,55 €	30,06 €	23,15 €	377,65 €	400,80 €	-3.168,44 €	OBSERVACIONES	VAN < 0 Inversión no rentable.
7		114,25 €	117,33 €	231,58 €	3.329,62 kWh	590,08 kWh	2.739,54 kWh	273,95 €	254,78 €	23,19 €	17,86 €	377,65 €	395,51 €	-2.772,92 €		
8		117,33 €	120,50 €	237,84 €	3.321,29 kWh	590,08 kWh	2.731,21 kWh	273,12 €	254,00 €	16,17 €	12,45 €	377,65 €	390,10 €	-2.382,82 €		
9		120,50 €	123,76 €	244,26 €	3.312,99 kWh	590,08 kWh	2.722,91 kWh	272,29 €	253,23 €	8,97 €	6,91 €	377,65 €	384,56 €	-1.998,26 €		
10		123,76 €	127,10 €	250,85 €	3.304,71 kWh	590,08 kWh	2.714,63 kWh	271,46 €	252,46 €	1,61 €	1,24 €	377,65 €	378,89 €	-1.619,37 €		
11		127,10 €	130,53 €	257,62 €	3.296,44 kWh	590,08 kWh	2.706,36 kWh	270,64 €	251,69 €	-5,93 €	-5,93 €	377,65 €	371,72 €	-1.247,66 €		
12		130,53 €	134,05 €	264,58 €	3.288,20 kWh	590,08 kWh	2.698,12 kWh	269,81 €	250,93 €	-13,66 €	-13,66 €	377,65 €	364,00 €	-883,66 €		
13		134,05 €	137,67 €	271,72 €	3.279,98 kWh	590,08 kWh	2.689,90 kWh	268,99 €	250,16 €	-21,56 €	-21,56 €	377,65 €	356,09 €	-527,57 €		
14		137,67 €	141,39 €	279,06 €	3.271,78 kWh	590,08 kWh	2.681,70 kWh	268,17 €	249,40 €	-29,66 €	-29,66 €	377,65 €	347,99 €	-179,58 €		
15		141,39 €	145,21 €	286,60 €	3.263,60 kWh	590,08 kWh	2.673,52 kWh	267,35 €	248,64 €	-37,96 €	-37,96 €	377,65 €	339,69 €	160,11 €		
16		145,21 €	149,13 €	294,33 €	3.255,44 kWh	590,08 kWh	2.665,36 kWh	266,54 €	247,88 €	-46,45 €	-46,45 €	377,65 €	331,20 €	491,31 €		
17		149,13 €	153,15 €	302,28 €	3.247,31 kWh	590,08 kWh	2.657,23 kWh	265,72 €	247,12 €	-55,16 €	-55,16 €	377,65 €	322,49 €	813,80 €		
18		153,15 €	157,29 €	310,44 €	3.239,19 kWh	590,08 kWh	2.649,11 kWh	264,91 €	246,37 €	-64,08 €	-64,08 €	377,65 €	313,58 €	1.127,37 €		
19		157,29 €	161,54 €	318,82 €	3.231,09 kWh	590,08 kWh	2.641,01 kWh	264,10 €	245,61 €	-73,21 €	-73,21 €	377,65 €	304,44 €	1.431,82 €		
20		161,54 €	165,90 €	327,43 €	3.223,01 kWh	590,08 kWh	2.632,93 kWh	263,29 €	244,86 €	-82,57 €	-82,57 €	377,65 €	295,08 €	1.726,90 €		

2.3.2. Instalación de Autoconsumo de 4000 Wp No Acogida a Compensación.

INSTALACIÓN	
Potencia Wp	2400
Precio €/Wp	1,36E-04
Coste	7.872,00 €
Subvención	0,00%
FONDOS PROPIOS	100,00%

COSTOS	
Mantenimiento	100,00 €
Seguro	100,00 €
Precio Venta (kWh)	0,10 €
Cuota Autónomo (1er año)	960,00 €

TRÁMITES FISCALES	
Gastos Escritura	0,50%
Comisión Apta	0,50%
IPC	2,70%
IMP. Sociedades	23,00%
IPVEE	7,00%

Año	Anualidad	Mantenimiento	Seguro	Cuota Real	Producción	Autoconsumo	Excedentes	Remuneración	Remuneración Tras IVPEE	Balance Anual	Balance Tras IMP.	Ahorro Anual	Ahorro Total	Ahorro Acumulado	ÍNDICES DE RENTABILIDAD	
0	7.872,00 €	0,00 €	0,00 €	7.872,00 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-7.872,00 €	-7.872,00 €	VAN	-3.386,06 €
1		0,00 €	100,00 €	1.060,00 €	6.000,00 kWh	653,63 kWh	5.346,37 kWh	534,64 €	497,21 €	-562,79 €	-562,79 €	418,32 €	-144,46 €	-8.016,46 €		
2		100,00 €	102,70 €	202,70 €	5.985,00 kWh	653,63 kWh	5.331,37 kWh	533,14 €	495,82 €	293,12 €	225,70 €	418,32 €	644,02 €	-7.372,44 €		
3		102,70 €	105,47 €	208,17 €	5.970,04 kWh	653,63 kWh	5.316,41 kWh	531,64 €	494,43 €	286,25 €	220,41 €	418,32 €	638,74 €	-6.733,70 €		
4		105,47 €	108,32 €	213,79 €	5.955,11 kWh	653,63 kWh	5.301,48 kWh	530,15 €	493,04 €	279,24 €	215,02 €	418,32 €	633,34 €	-6.100,36 €		
5		108,32 €	111,25 €	219,57 €	5.940,22 kWh	653,63 kWh	5.286,59 kWh	528,66 €	491,65 €	272,09 €	209,51 €	418,32 €	627,83 €	-5.472,53 €		3%
6		111,25 €	114,25 €	225,49 €	5.925,37 kWh	653,63 kWh	5.271,74 kWh	527,17 €	490,27 €	264,78 €	203,88 €	418,32 €	622,20 €	-4.850,33 €		
7		114,25 €	117,33 €	231,58 €	5.910,56 kWh	653,63 kWh	5.256,93 kWh	525,69 €	488,89 €	257,31 €	198,13 €	418,32 €	616,45 €	-4.233,88 €	PR	15 AÑOS
8		117,33 €	120,50 €	237,84 €	5.895,78 kWh	653,63 kWh	5.242,15 kWh	524,22 €	487,52 €	249,68 €	192,26 €	418,32 €	610,58 €	-3.623,29 €		
9		120,50 €	123,76 €	244,26 €	5.881,04 kWh	653,63 kWh	5.227,41 kWh	522,74 €	486,15 €	241,89 €	186,26 €	418,32 €	604,58 €	-3.018,71 €		
10		123,76 €	127,10 €	250,85 €	5.866,34 kWh	653,63 kWh	5.212,71 kWh	521,27 €	484,78 €	233,93 €	180,13 €	418,32 €	598,45 €	-2.420,26 €	OBSERVACIONES	
11		127,10 €	130,53 €	257,62 €	5.851,68 kWh	653,63 kWh	5.198,05 kWh	519,80 €	483,42 €	225,79 €	173,86 €	418,32 €	592,18 €	-1.828,08 €		
12		130,53 €	134,05 €	264,58 €	5.837,05 kWh	653,63 kWh	5.183,42 kWh	518,34 €	482,06 €	217,48 €	167,46 €	418,32 €	585,78 €	-1.242,30 €		
13		134,05 €	137,67 €	271,72 €	5.822,45 kWh	653,63 kWh	5.168,82 kWh	516,88 €	480,70 €	208,98 €	160,91 €	418,32 €	579,23 €	-663,07 €		
14		137,67 €	141,39 €	279,06 €	5.807,90 kWh	653,63 kWh	5.154,27 kWh	515,43 €	479,35 €	200,29 €	154,22 €	418,32 €	572,54 €	-90,52 €		
15		141,39 €	145,21 €	286,60 €	5.793,38 kWh	653,63 kWh	5.139,75 kWh	513,97 €	478,00 €	191,40 €	147,38 €	418,32 €	565,70 €	475,18 €		
16		145,21 €	149,13 €	294,33 €	5.778,90 kWh	653,63 kWh	5.125,27 kWh	512,53 €	476,65 €	182,32 €	140,38 €	418,32 €	558,71 €	1.033,89 €		
17		149,13 €	153,15 €	302,28 €	5.764,45 kWh	653,63 kWh	5.110,82 kWh	511,08 €	475,31 €	173,03 €	133,23 €	418,32 €	551,55 €	1.585,44 €		
18		153,15 €	157,29 €	310,44 €	5.750,04 kWh	653,63 kWh	5.096,41 kWh	509,64 €	473,97 €	163,52 €	125,91 €	418,32 €	544,24 €	2.129,68 €		
19		157,29 €	161,54 €	318,82 €	5.735,66 kWh	653,63 kWh	5.082,03 kWh	508,20 €	472,63 €	153,80 €	118,43 €	418,32 €	536,75 €	2.666,43 €		
20		161,54 €	165,90 €	327,43 €	5.721,32 kWh	653,63 kWh	5.067,69 kWh	506,77 €	471,30 €	143,86 €	110,77 €	418,32 €	529,10 €	3.195,53 €		

2.3.3. Instalación de Autoconsumo de 2400 Wp Acogida a Compensación.

INSTALACIÓN	
Potencia Wp	2400
Precio €/Wp	1,36E-04
Coste	4.800,00 €
Subvención	0,00%
FONDOS PROPIOS	100,00%

COSTOS	
Mantenimiento	100,00 €
Seguro	100,00 €
Precio Venta (kWh)	0,00 €
Cuota Autónomo (1er año)	0,00 €

TRÁMITES FISCALES	
Gastos Escritura	0,50%
Comisión Apta	0,50%
IPC	2,70%
IMP. Sociedades	0,00%
IPVEE	7,00%

Año	Anualidad	Mantenimiento	Seguro	Cuota Real	Producción	Autoconsumo	Excedentes	Remuneración	Remuneración Tras IVPEE	Balance Anual	Balance Tras IMP.	Ahorro Anual	Ahorro Total	Ahorro Acumulado	ÍNDICES DE RENTABILIDAD	
0	4.800,00 €	0,00 €	0,00 €	4.800,00 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-4.800,00 €	-4.800,00 €		
1		100,00 €	100,00 €	100,00 €	3.380,00 kWh	590,08 kWh	2.789,92 kWh	0,00 €	0,00 €	-100,00 €	-100,00 €	377,65 €	277,65 €	-4.522,35 €	VAN	-3.515,31 €
2		100,00 €	102,70 €	202,70 €	3.371,55 kWh	590,08 kWh	2.781,47 kWh	0,00 €	0,00 €	-202,70 €	-202,70 €	377,65 €	174,95 €	-4.347,40 €		
3		102,70 €	105,47 €	208,17 €	3.363,12 kWh	590,08 kWh	2.773,04 kWh	0,00 €	0,00 €	-208,17 €	-208,17 €	377,65 €	169,48 €	-4.177,92 €		
4		105,47 €	108,32 €	213,79 €	3.354,71 kWh	590,08 kWh	2.764,63 kWh	0,00 €	0,00 €	-213,79 €	-213,79 €	377,65 €	163,86 €	-4.014,06 €	TIR	-7%
5		108,32 €	111,25 €	219,57 €	3.346,33 kWh	590,08 kWh	2.756,25 kWh	0,00 €	0,00 €	-219,57 €	-219,57 €	377,65 €	158,09 €	-3.855,98 €		
6		111,25 €	114,25 €	225,49 €	3.337,96 kWh	590,08 kWh	2.747,88 kWh	0,00 €	0,00 €	-225,49 €	-225,49 €	377,65 €	152,16 €	-3.703,82 €		
7		114,25 €	117,33 €	231,58 €	3.329,62 kWh	590,08 kWh	2.739,54 kWh	0,00 €	0,00 €	-231,58 €	-231,58 €	377,65 €	146,07 €	-3.557,75 €	PR	NO SE RECUPERA
8		117,33 €	120,50 €	237,84 €	3.321,29 kWh	590,08 kWh	2.731,21 kWh	0,00 €	0,00 €	-237,84 €	-237,84 €	377,65 €	139,82 €	-3.417,94 €		
9		120,50 €	123,76 €	244,26 €	3.312,99 kWh	590,08 kWh	2.722,91 kWh	0,00 €	0,00 €	-244,26 €	-244,26 €	377,65 €	133,39 €	-3.284,54 €		
10		123,76 €	127,10 €	250,85 €	3.304,71 kWh	590,08 kWh	2.714,63 kWh	0,00 €	0,00 €	-250,85 €	-250,85 €	377,65 €	126,80 €	-3.157,74 €		
11		127,10 €	130,53 €	257,62 €	3.296,44 kWh	590,08 kWh	2.706,36 kWh	0,00 €	0,00 €	-257,62 €	-257,62 €	377,65 €	120,03 €	-3.037,72 €		
12		130,53 €	134,05 €	264,58 €	3.288,20 kWh	590,08 kWh	2.698,12 kWh	0,00 €	0,00 €	-264,58 €	-264,58 €	377,65 €	113,07 €	-2.924,64 €		
13		134,05 €	137,67 €	271,72 €	3.279,98 kWh	590,08 kWh	2.689,90 kWh	0,00 €	0,00 €	-271,72 €	-271,72 €	377,65 €	105,93 €	-2.818,72 €		
14		137,67 €	141,39 €	279,06 €	3.271,78 kWh	590,08 kWh	2.681,70 kWh	0,00 €	0,00 €	-279,06 €	-279,06 €	377,65 €	98,59 €	-2.720,13 €		
15		141,39 €	145,21 €	286,60 €	3.263,60 kWh	590,08 kWh	2.673,52 kWh	0,00 €	0,00 €	-286,60 €	-286,60 €	377,65 €	91,06 €	-2.629,07 €		
16		145,21 €	149,13 €	294,33 €	3.255,44 kWh	590,08 kWh	2.665,36 kWh	0,00 €	0,00 €	-294,33 €	-294,33 €	377,65 €	83,32 €	-2.545,75 €		
17		149,13 €	153,15 €	302,28 €	3.247,31 kWh	590,08 kWh	2.657,23 kWh	0,00 €	0,00 €	-302,28 €	-302,28 €	377,65 €	75,37 €	-2.470,38 €		
18		153,15 €	157,29 €	310,44 €	3.239,19 kWh	590,08 kWh	2.649,11 kWh	0,00 €	0,00 €	-310,44 €	-310,44 €	377,65 €	67,21 €	-2.403,18 €		
19		157,29 €	161,54 €	318,82 €	3.231,09 kWh	590,08 kWh	2.641,01 kWh	0,00 €	0,00 €	-318,82 €	-318,82 €	377,65 €	58,83 €	-2.344,35 €		
20		161,54 €	165,90 €	327,43 €	3.223,01 kWh	590,08 kWh	2.632,93 kWh	0,00 €	0,00 €	-327,43 €	-327,43 €	377,65 €	50,22 €	-2.294,13 €		
															OBSERVACIONES	
															VAN < 0	
															Inversión no rentable.	
															No se recupera la inversión.	

2.3.4. Instalación de Autoconsumo de 4000 Wp Acogida a Compensación.

INSTALACIÓN	
Potencia Wp	2400
Precio €/Wp	1,36E-04
Coste	7.872,00 €
Subvención	0,00%
FONDOS PROPIOS	100,00%

COSTOS	
Mantenimiento	100,00 €
Seguro	100,00 €
Precio Venta (kWh)	0,00 €
Cuota Autónomo (1er año)	0,00 €

TRÁMITES FISCALES	
Gastos Escritura	0,50%
Comisión Apta	0,50%
IPC	2,70%
IMP. Sociedades	0,00%
IPVEE	7,00%

Año	Anualidad	Mantenimiento	Seguro	Cuota Real	Producción	Autoconsumo	Excedentes	Remuneración	Remuneración Tras IVPEE	Balance Anual	Balance Tras IMP.	Ahorro Anual	Ahorro Total	Ahorro Acumulado	ÍNDICES DE RENTABILIDAD	
0	7.872,00 €	0,00 €	0,00 €	7.872,00 €	-	-	-	-	-	-	-	-	-7.872,00 €	-7.872,00 €	VAN	-6.241,05 €
1		0,00 €	100,00 €	100,00 €	6.000,00 kWh	653,63 kWh	5.346,37 kWh	0,00 €	0,00 €	-100,00 €	-100,00 €	418,32 €	318,32 €	-7.553,68 €	TIR	-8%
2		100,00 €	102,70 €	202,70 €	5.985,00 kWh	653,63 kWh	5.331,37 kWh	0,00 €	0,00 €	-202,70 €	-202,70 €	418,32 €	215,62 €	-7.338,05 €	PR	NO SE RECUPERA
3		102,70 €	105,47 €	208,17 €	5.970,04 kWh	653,63 kWh	5.316,41 kWh	0,00 €	0,00 €	-208,17 €	-208,17 €	418,32 €	210,15 €	-7.127,90 €	OBSERVACIONES	
4		105,47 €	108,32 €	213,79 €	5.955,11 kWh	653,63 kWh	5.301,48 kWh	0,00 €	0,00 €	-213,79 €	-213,79 €	418,32 €	204,53 €	-6.923,37 €	VAN < 0	
5		108,32 €	111,25 €	219,57 €	5.940,22 kWh	653,63 kWh	5.286,59 kWh	0,00 €	0,00 €	-219,57 €	-219,57 €	418,32 €	198,76 €	-6.724,62 €	Inversión no rentable.	
6		111,25 €	114,25 €	225,49 €	5.925,37 kWh	653,63 kWh	5.271,74 kWh	0,00 €	0,00 €	-225,49 €	-225,49 €	418,32 €	192,83 €	-6.531,79 €	No se recupera la inversión.	
7		114,25 €	117,33 €	231,58 €	5.910,56 kWh	653,63 kWh	5.256,93 kWh	0,00 €	0,00 €	-231,58 €	-231,58 €	418,32 €	186,74 €	-6.345,05 €		
8		117,33 €	120,50 €	237,84 €	5.895,78 kWh	653,63 kWh	5.242,15 kWh	0,00 €	0,00 €	-237,84 €	-237,84 €	418,32 €	180,49 €	-6.164,56 €		
9		120,50 €	123,76 €	244,26 €	5.881,04 kWh	653,63 kWh	5.227,41 kWh	0,00 €	0,00 €	-244,26 €	-244,26 €	418,32 €	174,07 €	-5.990,49 €		
10		123,76 €	127,10 €	250,85 €	5.866,34 kWh	653,63 kWh	5.212,71 kWh	0,00 €	0,00 €	-250,85 €	-250,85 €	418,32 €	167,47 €	-5.823,02 €		
11		127,10 €	130,53 €	257,62 €	5.851,68 kWh	653,63 kWh	5.198,05 kWh	0,00 €	0,00 €	-257,62 €	-257,62 €	418,32 €	160,70 €	-5.662,32 €		
12		130,53 €	134,05 €	264,58 €	5.837,05 kWh	653,63 kWh	5.183,42 kWh	0,00 €	0,00 €	-264,58 €	-264,58 €	418,32 €	153,74 €	-5.508,58 €		
13		134,05 €	137,67 €	271,72 €	5.822,45 kWh	653,63 kWh	5.168,82 kWh	0,00 €	0,00 €	-271,72 €	-271,72 €	418,32 €	146,60 €	-5.361,98 €		
14		137,67 €	141,39 €	279,06 €	5.807,90 kWh	653,63 kWh	5.154,27 kWh	0,00 €	0,00 €	-279,06 €	-279,06 €	418,32 €	139,26 €	-5.222,72 €		
15		141,39 €	145,21 €	286,60 €	5.793,38 kWh	653,63 kWh	5.139,75 kWh	0,00 €	0,00 €	-286,60 €	-286,60 €	418,32 €	131,73 €	-5.090,99 €		
16		145,21 €	149,13 €	294,33 €	5.778,90 kWh	653,63 kWh	5.125,27 kWh	0,00 €	0,00 €	-294,33 €	-294,33 €	418,32 €	123,99 €	-4.967,00 €		
17		149,13 €	153,15 €	302,28 €	5.764,45 kWh	653,63 kWh	5.110,82 kWh	0,00 €	0,00 €	-302,28 €	-302,28 €	418,32 €	116,04 €	-4.850,96 €		
18		153,15 €	157,29 €	310,44 €	5.750,04 kWh	653,63 kWh	5.096,41 kWh	0,00 €	0,00 €	-310,44 €	-310,44 €	418,32 €	107,88 €	-4.743,08 €		
19		157,29 €	161,54 €	318,82 €	5.735,66 kWh	653,63 kWh	5.082,03 kWh	0,00 €	0,00 €	-318,82 €	-318,82 €	418,32 €	99,50 €	-4.643,58 €		
20		161,54 €	165,90 €	327,43 €	5.721,32 kWh	653,63 kWh	5.067,69 kWh	0,00 €	0,00 €	-327,43 €	-327,43 €	418,32 €	90,89 €	-4.552,69 €		

3. Dimensionamiento.

3.1. Criterios de las Bases de Cálculo.

Los conductores deben, por una parte, soportar la intensidad que circula por ellos y no provocar una caída de tensión excesiva según se marca en las diferentes instrucciones del REBT, y por otra ser la elección más rentable económicamente hablando para lo cual se hará necesario determinar para cada parte de la instalación la sección económica del conductor, atendiendo a la caída máxima de tensión reglamentaria, a la intensidad máxima admisible y a la intensidad de cortocircuito resultante.

Es importante aportar los cálculos de las líneas y circuitos de las que se compone la instalación, con el contenido mínimo de los cálculos a aportar (por cada tramo y cada circuito) que serán:

- Tensión de cálculo.
- Intensidad de cálculo.
- Factor de Potencia del Circuito
- Caída de Tensión Máxima Admisible.
- Longitud.
- Material y Sección del Conductor.
- Tipo de Aislamiento.
- Tipo de Instalación.
- Intensidad Máxima Admisible del Conductor.
- Caída de Tensión del Circuito.
- Diámetro de la Canalización

Una vez tenemos todos los datos necesarios se calcula la sección del conductor. Esta se obtiene de la siguiente, expresión útil únicamente para circuitos monofásicos:

$$S = \frac{2 \cdot \rho \cdot I \cdot L \cdot \cos \phi}{\Delta V} \quad \text{Ecuación 3.}$$

Donde:

- S → Sección calculada según criterio de caída de tensión máxima admisible en mm²
- L → Longitud del conductor
- ρ → Resistividad del material conductor a temperatura de 40 °C.
- I → Intensidad nominal que circulará por el conductor.

- $\Delta V \rightarrow$ Caída de tensión máxima permitida en la línea

Tabla 4: Características de los Materiales Conductores.

Material	ρ_{20} ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	ρ_{40} ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	ρ_{70} ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	ρ_{90} ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	α ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Cobre	0,0176	0,0190	0,0210	0,0224	0,00392
Aluminio	0,0286	0,0310	0,0344	0,0367	0,00403
Almelec	0,0325	0,0347	0,0383	0,0407	0,00336

Los límites de caída de tensión vienen detallados en el apartado 5 de la ITC-BT-40.

3.2. Cálculo de secciones.

La tensión de trabajo estipulada para el funcionamiento de las placas es el resultado de la suma de las tensiones nominales de cada módulo, actuando como generadores independientes en serie. A su vez, la corriente tomada para el cálculo ha sido la corriente nominal de salida sobredimensionada, es decir, se le ha aplicado un factor de sobredimensionamiento del 125% según indica la ITC-BT-40.

El circuito de conexión entre el inversor y la instalación de la vivienda se ha calculado al igual que se calcula una acometida, a pesar de que este cableado recibe el nombre de “Línea Individual del Generador”. Por lo cual, la tensión de trabajo serán los 230 V convencionales, y la corriente resultará de su cálculo a partir de la potencia máxima de salida del inversor (3000 W), sobredimensionada con el mismo factor que el circuito anterior.

Tabla 5: Características Cableado Instalación Fotovoltaica.

INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA																
Circuito	Descripción	V [V]	FP	I [A]	$\Delta V_{\text{Máx}}$ (%)	L [m]	Material	ρ	S [mm ²]	S_N [mm ²]	Aislamiento	Tipo	I_{ADM}	ΔV (%)	D_{TUBO} [mm]	
C1	Placas-Inversor	394,8	1	7,600	1,5	30	Cobre	0,019	1,267	2,5	XLPE2	B1	28	0,760	16	
C2	Inversor-Cargas	230	0,9	17,500	1,5	20	Cobre	0,019	3,470	4	XLPE2	B1	38	1,301	20	

3.3. Protecciones.

Se distinguirán las protecciones de instalación de corriente continua y de corriente alterna.

3.3.1. Protecciones en Corriente Continua.

Para la protección de la parte de continua de la fotovoltaica, se emplearán fusibles tipo gG calibrados para la intensidad del circuito al que protegen.

Para que el dimensionamiento de los fusibles sea el correcto, deberá cumplirse la siguiente condición.

$$I_{STRING} \leq I_N \leq I_{ADM} \quad \text{Ecuación 4.}$$

Donde:

- I_{ST} → corriente que circula por el cable sobredimensionada un 125%.
- I_N → intensidad nominal del magnetotérmico.
- I_{ADM} → corriente máxima admisible según REBT.

Teniendo en cuenta que la intensidad máxima que circula por el *string* de módulos fotovoltaicos es de 6,08 A, dimensionada en un 125% equivale a 7,6 A; y que los cables de 4 2,5 mm² que realizan la conexión tienen una intensidad admisible de 28 A, obtenemos que el calibre de los fusibles debe ser de 10 A.

$$7,6 A \leq 10 A \leq 28 A$$

3.3.2. Protecciones en Corriente Alterna.

Según lo estipulado en la ITC-BT-40, en el tramo de corriente alterna será necesario colocar un interruptor magnetotérmico y diferencial, junto a un dispositivo de protección contra sobretensiones.

Siguiendo la misma condición que en el apartado anterior, la máxima intensidad circulante por el cable sobredimensionada un 125% será de 17,5 A. Por otro lado, la intensidad máxima admisible para el cable de 4 mm² de sección será, según ITC-BT-19 del REBT, de 38 A. Por lo tanto, el calibre de magnetotérmico escogido será de 25 A, de modo que se cumpla que:

$$17,5 A \leq 25 A \leq 38 A$$

Además de lo anterior, el poder de corte del magnetotérmico vendrá dado por la corriente de cortocircuito que se pueda dar en el conductor. Para estimarla:

$$R = \frac{L * \rho}{S} = \frac{20 * 0,019}{4} = 0,095 m\Omega$$

$$I_{cc} = 0,8 * \frac{V}{R} = 0,8 * \frac{230}{0,095} = 1,936 kA$$

Por tanto, se instalará un interruptor diferencial de 25 A, 2 polos y una sensibilidad de 30 mA.

Además, en base a los cálculos realizados, será necesario 1 interruptor magnetotérmico con una intensidad nominal de 25 A y poder de corte de 20 kA.

3.4. Puesta a Tierra.

La puesta a tierra se establece principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

En nuestro caso, será necesario el dimensionamiento de la puesta a tierra correspondiente a la unión de todas las partes metálicas de los módulos fotovoltaicos. Por otro lado, la tierra necesaria para el correcto funcionamiento de inversores y del cableado en alterna será directamente acoplado a la toma de tierra existente de la instalación eléctrica de la vivienda.

Según el REBT en su ITC-BT-18:

“El electrodo de la puesta a tierra se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado por ella, en cada caso. Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.”

Asimismo, en la ITC-BT-26, se indica que:

“La resistencia a tierra obtenida con la aplicación de valores de esta tabla debería ser, en la práctica, inferior a 15 ohm para edificios con pararrayos y de 37 Ω para edificios sin pararrayos.”

Para realizar el cálculo, será necesario identificar anteriormente la naturaleza del terreno donde se instalará la puesta a tierra. En este caso, se ubicará en el jardín exterior de la vivienda, considerado como terreno cultivable y fértil, así como de naturaleza húmeda favoreciendo la conducción eléctrica.

La resistividad de este terreno se corresponde con 50 Ω·m de media, según la tabla 6.

Tabla 6: Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Por lo tanto, haciendo uso de las fórmulas estipuladas por la ITC-BT-18 para el cálculo de la resistencia de tierra en función del terreno y el electrodo (tabla 7), calculamos el número de picas necesario para cumplir con la resistencia máxima estipulada en la ITC-BT-26. (Véase apartado 3.4.1)

Tabla 7: Fórmulas de estimación de la resistencia a tierra.

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$
ρ , resistividad del terreno (Ohm.m) P, perímetro de la placa (m) L, longitud de la pica o del conductor (m)	

En conclusión, la puesta a tierra la constituirá una pica de 2 m de longitud, enterrada verticalmente en un terreno de naturaleza fértil y húmeda como es el jardín de la vivienda.

3.4.1. Cálculos de la Puesta a Tierra.

Instalación de Puesta a Tierra										
	Características Generales del Solar		Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)	Tipo de Terreno	Resistividad del Terreno (Ω·m)	Elemento	Longitud de las picas (m)
			-	-	96	-	Suelo pedregoso desnudo	3000	Picas	2
	Características Generales del Jardín		Longitud (m)	Ancho (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)				
			-	-	-	-				
Cálculo de la Puesta a Tierra de la Instalación										
	Diferencial (A)	Voltaje	Máxima Valor de la Resistencia de la Toma Tierra (Ω)	R0 terreno (Ω·m)	N° Picas Paralelo	N° Picas Redondeando	Separación Entre Picas (m)	Distancia en Línea Recta (m)	Resistencia a Tierra Resultante (Ω)	¿Válido?
Instalación de protección diferencial de 30 mA	0,03	50 V	1666,67	3000	0,90	1	4	0	1500	SÍ
		24 V	800		1,88	2	4	4	750	SÍ
Observaciones	Tras realizar los cálculos correspondientes, obtenemos que solamente con picas cumplimos con el reglamento, ya que el valor de la resistencia resultante es inferior al valor máximo admitido. Ahora pasamos a comprobar si cumplimos con los 37 ohmios que se nos obliga a obtener como mínimo.									
¿Cumplimos con el mínimo de 37 ohmios?	-	-	37	3000	40,54	41	2	82	36,59	NO
Observaciones	Al realizar los cálculos correspondientes obtenemos que no podemos poner las 41 picas que nos salen para poder obtener los 37 ohmios, y como en nuestro edificio podemos llegar a instalar 41 picas cumpliendo con los 4 metros de separación entre picas, esta opción en válida para cumplir con los 37 ohmios exigidos por la ITC-BT-26.									
Cálculo de la Puesta a Tierra en jardín con tierra fértil y picas verticales enterradas en este										
	Resistencia Desada (Ω)	R0 terreno (Ω·m)	N° de Picas	N° Picas Redondeando	Separación Entre Picas (m)	Distancia en Línea Recta (m)	Resistencia a Tierra Resultante (Ω)	¿Válido?		
Picas en Jardín con Tierra Fértil	37	50	0,68	1	4	0	25,00	SÍ		
Solución										
Si queremos cumplir con una resistencia igual o inferior a 37 ohmios, debemos tener un jardín con tierra fértil en el cual se instalará una pica de 2 metros de longitud.										



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

V. ANEXO III: CÁLCULOS INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

ÍNDICE

1. Objeto.....	134
2. Criterios de las Bases de Cálculo.....	134
2.1. Potencias de Cálculo.....	135
2.2. Cálculo de secciones.....	137
2.3. Previsión de Cargas.....	138

1. Objeto.

El objeto de este Anexo es la justificación de las prescripciones técnicas del cableado y los elementos de la instalación eléctrica expuesta en la Memoria del presente Proyecto. Para ello se han hecho cálculos en base a la normativa aplicable para el diseño de instalaciones en baja tensión, y tomando como guía de diseño el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

2. Criterios de las Bases de Cálculo.

Los conductores deben, por una parte, soportar la intensidad que circula por ellos y no provocar una caída de tensión excesiva según se marca en las diferentes instrucciones del REBT, y por otra ser la elección más rentable económicamente hablando para lo cual se hará necesario determinar para cada parte de la instalación la sección económica del conductor, atendiendo a la caída máxima de tensión reglamentaria, a la intensidad máxima admisible y a la intensidad de cortocircuito resultante.

Es importante aportar los cálculos de las líneas y circuitos de las que se compone la instalación, con el contenido mínimo de los cálculos a aportar (por cada tramo y cada circuito) que serán:

- Potencia de cálculo.
- Tensión de cálculo.
- Intensidad de cálculo.
- Factor de Potencia del Circuito
- Factores de Utilización y Simultaneidad.
- Caída de Tensión Máxima Admisible.
- Longitud.
- Material y Sección del Conductor.
- Tipo de Aislamiento.
- Tipo de Instalación.
- Intensidad Máxima Admisible del Conductor.
- Caída de Tensión del Circuito.
- Diámetro de la Canalización

2.1. Potencias de Cálculo.

La potencia total de la vivienda se calculará en base a lo dictado en la ITC-BT-10. Dado que no se trata de un edificio de viviendas, ni de ningún tipo de local comercial o industrial, el cálculo de la potencia total de la instalación será realizado mediante un cálculo previo de la potencia consumida por cada uno de los circuitos que componen la instalación eléctrica de la edificación.

Cabe señalar que se han tomado los valores de coeficientes de simultaneidad y utilización especificados en la ITC-BT-25, Instalaciones Interiores en Viviendas, para determinar la potencia de cada uno de los circuitos. Esta instrucción del REBT se ha tenido en cuenta también para la elección de las secciones mínimas de los conductores. De esta manera, la fórmula general para el cálculo de las potencias de cada uno de los circuitos sería la siguiente:

$$P = n_{\text{unidades}} * P_{\text{unitaria}} * K_S * K_U \quad \text{Ecuación 5.}$$

Una vez obtenidas las potencias de cada uno de los circuitos, se procede a la estimación de la corriente que soportará cada circuito. Esta se obtiene de la siguiente: expresión útil únicamente para circuitos monofásicos:

$$I = \frac{P}{V * \cos \phi} \quad \text{Ecuación 6.}$$

Donde:

P → Potencia de cálculo de la línea

V → Tensión simple fase-neutro.

Cos φ → Factor de potencia de la instalación (Considerar 0'85 para toda instalación cuyo factor de potencia es desconocido)

Finalmente, para calcular la sección mínima que garantiza una caída de tensión límite previamente establecida se aplica la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 * \rho * I * L * \cos \phi}{\Delta V}$$

Donde:

- S → Sección calculada según criterio de caída de tensión máxima admisible en mm²
- L → Longitud del conductor

- $\rho \rightarrow$ Resistividad del material conductor a temperatura de 40 °C.
- $I \rightarrow$ Intensidad nominal que circulará por el conductor.
- $\Delta V \rightarrow$ Caída de tensión máxima permitida en la línea

Tabla 8: Características de los Materiales Conductores.

Material	ρ_{20} ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	ρ_{40} ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	ρ_{70} ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	ρ_{90} ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)	α ($^{\circ}\text{C}^{-1}$)
Cobre	0,0176	0,0190	0,0210	0,0224	0,00392
Aluminio	0,0286	0,0310	0,0344	0,0367	0,00403
Almelec	0,0325	0,0347	0,0383	0,0407	0,00336

Tabla 9: Caída de Tensión Máxima.

Tipo	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro
Un solo usuario	-
Contadores concentrados	0,5%
Centralización parcial de contadores	1%
Un solo usuario	1,5%
Contadores concentrados	1%
Centralización parcial de contadores	0,5%
Circuitos interiores viviendas	3%
Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%
Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%

2.2. Cálculo de secciones.

Tal y como se observa en el apartado XXX, la sección mínima necesaria para cumplir con la caída de tensión máxima permisible en cada circuito es menor a 1,5 mm² en la mayoría de los casos. Teniendo esto en cuenta, se ha optado por elegir las secciones de los conductores según indica la ITC-BT-25, instrucción técnica que especifica las características de los circuitos interiores de viviendas. De esta manera aseguramos un correcto funcionamiento de la instalación.

Por otro lado, la ITC-BT-15 fija la sección mínima de las derivaciones individuales en 6 mm², por lo tanto, como la sección mínima no supera este valor se usará un cable de dicha sección.

Para la acometida, se seguido el procedimiento de cálculo y selección indicado en la ITC-BT-07 para líneas de distribución subterráneas en baja tensión.

Tabla 10: Características Eléctricas de los Circuitos Interiores ITC-BT-25.

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma – W	Factor simultaneidad – Fs	Factor utilización – Fu	Tipo de toma – (7)	Interruptor automático – A	Máximo n.º de puntos de utilización o tomas por circuito	Conductores sección mínima – mm ² (5)	Tubo o conducto – Diámetro mm (3)
C ₁ Iluminación.	200	0,75	0,5	Punto de luz ⁽⁹⁾ .	10	30	1,5	16
C ₂ Tomas de uso general.	3.450	0,2	0,25	Base 16 A 2p+T.	16	20	2,5	20
C ₃ Cocina y horno.	5.400	0,5	0,75	Base 25 A 2p+T.	25	2	6	25
C ₄ Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico.	3.450	0,66	0,75	Base 16 A 2p+T combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A ⁽⁸⁾ .	20	3	4 ⁽⁶⁾	20
C ₅ Baño, cuarto de cocina.	3.450	0,4	0,5	Base 16 A 2p+T.	16	6	2,5	20
C ₈ Calefacción.	⁽²⁾	–	–	–	25	–	6	25
C ₉ Aire acondicionado.	⁽²⁾	–	–	–	25	–	6	25
C ₁₀ Secadora.	3.450	1	0,75	Base 16 A 2p+T.	16	1	2,5	20
C ₁₁ Automatización.	⁽⁴⁾	–	–	–	10	–	1,5	16
C ₁₃ Recarga del vehículo eléctrico.	⁽¹⁰⁾	1	1	⁽¹⁰⁾ .	⁽¹⁰⁾	3	2,5	20

2.3. Previsión de Cargas.

Círculo	Descripción	Pot/Ud [W/Ud]	Uds	K _S	K _U	Pot [W]	V [V]	FP	I [A]	ΔV _{MAX} (%)	L [m]	Material	ρ	S [mm ²]	S _N [mm ²]	Aislamiento	Tipo	I _{ADM}	ΔV (%)	D _{TUBO} [mm]	
C1	Iluminación	12,0	15	0,75	0,50	67,5	230	0,9	0,326	3	150	Cobre	0,019	0,242	1,5	PVC2	A1	13	0,485	16	
C2	TC Generales Planta Principal	3450,0	4	0,20	0,25	690,0	230	0,9	3,333	5	75	Cobre	0,019	0,743	2,5	PVC2	A1	17,5	1,487	20	
C3	TC Generales Planta Baja	3450,0	1	0,20	0,25	172,5	230	0,9	0,833	5	50	Cobre	0,019	0,124	2,5	PVC2	A1	17,5	0,248	20	
C4	Lavadora Planta Principal	3450,0	1	0,66	0,75	1707,8	230	0,9	8,250	5	20	Cobre	0,019	0,491	4	PVC2	A1	23	0,613	20	
C5	Lavadora Planta Baja	3450,0	1	0,66	0,75	1707,8	230	0,9	8,250	5	15	Cobre	0,019	0,368	4	PVC2	A1	23	0,460	20	
C6	TC Baño y Cocina PP	3450,0	3	0,40	0,50	2070,0	230	0,9	10,000	5	30	Cobre	0,019	0,892	2,5	PVC2	A1	17,5	1,784	20	
C7	TC Baño y Cocina PB	3450,0	3	0,40	0,50	2070,0	230	0,9	10,000	5	20	Cobre	0,019	0,595	2,5	PVC2	A1	17,5	1,190	20	
C8	Aire Acondicionado	1000,0	5	0,50	0,30	750,0	230	0,9	3,623	5	100	Cobre	0,019	1,078	6	PVC2	A1	30	0,898	25	
C9	Motores Persianas	145,0	11	0,50	0,50	398,8	230	0,9	1,926	5	100	Cobre	0,019	0,573	2,5	PVC2	A1	17,5	1,146	20	
C10	Automatización	18,6	4	1,00	0,80	59,4	230	0,9	0,287	5	15	Cobre	0,019	0,013	1,5	PVC2	A1	13	0,043	16	
DI	Derivación Individual	9693,6	1	1,00	1,00	9693,6	230	0,9	46,829	1,5	20	Cobre	0,019	9,284	16	PVC2	A1	54	0,870	32	
ACO	Acometida	9693,6	1	1,00	1,00	9693,6	230	0,9	46,829	1,18	20	Cobre	0,019	11,802	16	XLPE2	Aérea	86	0,870	-	
POTENCIA TOTAL DE LA EDIFICACIÓN [W]		9693,6																			

***NOTA:** todos los circuitos están sobre dimensionados en longitud, por lo tanto, las caídas de tensión son menores en la instalación real*



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

VI. ANEXO IV: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

ÍNDICE

1.	Objeto	142
2.	Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud	142
3.	Normativa	143
4.	Datos Técnicos de la Obra	143
4.1.	Descripción de la Obra.....	144
5.	Agentes Intervinientes	144
5.1.	Promotor.....	144
5.2.	Proyectista	145
5.3.	Coordinador de Seguridad y Salud en Fase del Proyecto	145
5.4.	Coordinador de Seguridad y Salud en Fase de Ejecución.....	145
5.5.	Dirección Facultativa.....	146
5.6.	Contratistas y Subcontratistas	146
5.7.	Trabajadores Autónomos	147
5.8.	Trabajadores por Cuenta Ajena	147
5.9.	Fabricantes y Suministradores de Equipos de Protección y Materiales .	148
5.10.	Recursos Preventivos	148
5.11.	Trabajos Previos.	150
5.11.1.	Señalización	150
5.11.2.	Locales de Obra	150
5.11.3.	Instalaciones Provisionales.....	151
6.	Desarrollo del Estudio	151
6.1.	Aspectos Generales	151
6.2.	Factores de Riesgo	152
6.3.	Identificación y Notificación de Riesgos	152
6.4.	Principales Riesgos Ligados a la Seguridad de la Instalación.....	153
6.4.1.	Atrapamiento, atropello, choque contra otro vehículo, vuelco.....	153
6.4.2.	Caídas a distinto nivel	154
6.4.3.	Caídas al mismo nivel y pisadas sobre objetos	155
6.4.4.	Caída de objetos en manipulación.....	156
6.4.5.	Caída de objetos por desplome	156
6.4.6.	Contactos eléctricos.....	158
6.4.7.	Contactos térmicos	160

6.4.8.	Golpes y cortes con objetos.....	160
6.4.9.	Incendios.....	161
6.4.10.	Proyección de fragmentos o partículas.....	161
6.5.	Principales Riesgos Ligados a la Higiene Industrial.	162
6.5.1.	Exposición a agentes químicos	162
6.5.2.	Exposición a temperaturas ambientales extremas.....	162
6.5.3.	Radiaciones no ionizantes.....	163
6.5.4.	Ruido	163
6.5.5.	Vibraciones.....	164
6.6.	Riesgos ergonómicos	164
6.6.1.	Posturas forzadas y movimientos repetitivos	165
6.6.2.	Sobreesfuerzos.....	165
6.7.	Riesgos psicosociales	166
6.7.1.	Fatiga mental.....	166
6.7.2.	Insatisfacción laboral.....	167
6.8.	Ropa de trabajo	167
6.8.1.	Equipos de protección	167
6.8.2.	Equipos de protección individual (EPI)	167
6.8.3.	Protecciones colectivas.....	168
6.9.	Primeros Auxilios.....	168
6.10.	Libro de Incidencias	169
6.11.	Paralización de los Trabajos	169
6.12.	Derechos de los Trabajadores.....	170

1. Objeto.

El objeto de éste estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello, relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo éste Estudio de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes y demás aspectos contemplados en su artículo 24 sobre coordinación de actividades empresariales.

En base a este Estudio Básico de Seguridad, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto de este Proyecto.

2. Justificación del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que el Promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos siguientes supuestos:

- Presupuesto de ejecución incluido en el Proyecto superior o igual a 450.000 euros.
- Duración estimada de ejecución mayor a 30 días, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Volumen de mano de obra (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores) superior 500.
- Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Al no encontrarse el presente proyecto dentro de ninguno de los supuestos anteriores, se debe redactar el Estudio Básico de Seguridad y Salud (a partir de ahora, E.B.S.S).

3. Normativa.

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del Contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y R.D. 842/2002.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/1997, relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001. protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Cualquier otra disposición sobre la materia en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

4. Datos Técnicos de la Obra.

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se redacta para el proyecto de una instalación eléctrica, domótica y fotovoltaica de una vivienda unifamiliar situada en Vallehermoso (La Gomera), calle Fortaleza.

El presupuesto de ejecución por contrata de las obras es de 46.281,19 euros, inferior en cualquier caso a 450.759 euros a partir del cual no sería preciso un Estudio de Seguridad y Salud.

La superficie total en m² construidos es de: 96 m².

Se prevé un plazo de ejecución de las mismas de 25 días.

El número de operarios previstos que intervengan en la obra en sus diferentes fases es de 4.

No concurrirá la circunstancia de una duración de obra superior a 30 días y coincidir 20 trabajadores simultáneamente que según R.D. 1627/97 requeriría de Estudio de Seguridad y Salud.

El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra es menor a 500 h.

4.1. Descripción de la Obra.

Datos técnicos de la construcción:

- Se trata del proyecto de una vivienda unifamiliar cuya fachada da a la calle de acceso, formada por una primera planta, una segunda planta y una azotea no transitable.
- El edificio objeto del E.B.S.S. es un edificio integrado en la trama urbana de la población, con fácil acceso a través de vías consolidadas. Su situación se indica en el Plano de Situación del documento de Planos del presente Trabajo de Fin de Grado.

5. Agentes Intervinientes.

Son agentes todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones vendrán determinadas por lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones que sea de aplicación y por el contrato que origina su intervención con especial referencia a la L.O.E. y R.D. 1627/97.

5.1. Promotor.

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a

terceros bajo cualquier título. Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2009.

A los efectos del R.D. 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto para los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Es el promotor quien facilitará copia del E.S.S. a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el promotor, exigiendo la presentación del Plan de Seguridad y Salud previo al comienzo de las obras. Velará por que el/los contratistas/s presentan ante la autoridad laboral la comunicación de la apertura del centro de trabajo y sus posibles actualizaciones.

5.2. Projectista

El projectista el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Deberá tomar en consideración, de conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra.

5.3. Coordinador de Seguridad y Salud en Fase del Proyecto

Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra: el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud durante la fase de proyecto.

5.4. Coordinador de Seguridad y Salud en Fase de Ejecución

Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra es el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las siguientes tareas:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva.

- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.
- Asegurarse de que las empresas subcontratistas han sido informadas del Plan de Seguridad y Salud y están en condiciones de cumplirlo.

El Coordinador en materia de seguridad podrá paralizar los tajos o la totalidad de la obra, en su caso, cuando observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud establecidas, dejándolo por escrito en el libro de incidencias. Además, se deberá comunicar la paralización al Contratista, Subcontratistas afectados, Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente y representantes de los trabajadores.

5.5. Dirección Facultativa

Dirección facultativa: el técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Asumirá las funciones de Coordinador de Seguridad y Salud en el caso de que no sea necesaria su contratación dadas las características de la obra y lo dispuesto en el R.D. 1627/97.

En ningún caso las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

5.6. Contratistas y Subcontratistas

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2009.

A los efectos del R.D. 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asuma contractualmente ante el contratista u otro subcontratista comitente el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra.

5.7. Trabajadores Autónomos

Trabajador autónomo: la persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra. Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista a los efectos de la Ley 32/2009 y del R.D. 1627/97.

5.8. Trabajadores por Cuenta Ajena

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en obra.

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes se realizarán, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

Usarán adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad. Utilizarán correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario. No pondrán fuera de funcionamiento y utilizarán correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que esta tenga lugar. Informarán de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores. Contribuirán al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

5.9. Fabricantes y Suministradores de Equipos de Protección y Materiales

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo están obligados a asegurar que estos no constituyan una fuente de peligro para el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por ellos.

Los fabricantes, importadores y suministradores de productos y sustancias químicas de utilización en el trabajo están obligados a envasar y etiquetar los mismos, de forma que se permita su conservación y manipulación en condiciones de seguridad, y se identifique claramente su contenido y los riesgos para la seguridad o la salud de los trabajadores que su almacenamiento o utilización comporten.

Deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal, como su manipulación o empleo inadecuado.

Los fabricantes, importadores y suministradores de elementos para la protección de los trabajadores están obligados a asegurar la efectividad de los mismos, siempre que sean instalados y usados en las condiciones y de la forma recomendada por ellos. A tal efecto, deberán suministrar la información que indique el tipo de riesgo al que van dirigidos, el nivel de protección frente al mismo y la forma correcta de su uso y mantenimiento.

Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

5.10. Recursos Preventivos

Con el fin de ejercer las labores de recurso preventivo según lo establecido en la Ley 31/1995, Ley 54/2003 y Real Decreto 604/2006 el empresario designará para la obra los recursos preventivos que podrán ser:

- Uno o varios trabajadores designados de la empresa.
- Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos.

La empresa contratista garantizará la presencia de dichos recursos preventivos

en obra en los siguientes casos:

- Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados, en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollan sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo.
- Cuando se realicen las siguientes actividades o procesos peligrosos o con riesgos especiales:
 1. Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura.
 2. Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento.
 3. Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad, que sean del mismo tipo que aquellas para las que la normativa sobre comercialización de máquinas requiere la intervención de un organismo notificado en el procedimiento de certificación, cuando la protección del trabajo no esté suficientemente garantizada no obstante haberse adoptado las medidas reglamentarias de aplicación.
 4. Trabajos en espacios confinados.
- Cuando se requiera por la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. También será precisa su presencia, en base a los criterios técnicos publicados por el Ministerio, cuando en la obra se empleen trabajadores menores de 18 años, trabajadores especialmente sensibles, trabajadores de reciente incorporación en fase inicial de adiestramiento o cedidos por ETT.

En el apartado correspondiente de este Estudio Básico de Seguridad y Salud se especifica cuando esta presencia es necesaria en función de la concurrencia de los casos antes señalados en las fases de obra y en el montaje, desmontaje y utilización de medios auxiliares y maquinaria empleada.

Ante la ausencia del mismo, o de un sustituto debidamente cualificado y nombrado por escrito, se paralizarán los trabajos incluyendo los de las empresas subcontratadas o posible personal autónomo.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, en caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que se adopte las medidas necesarias para corregir las deficiencias observadas y al coordinador de seguridad y salud y resto de la dirección facultativa.

El Plan de Seguridad y Salud especificará expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin y se detallarán las tareas que inicialmente se prevén necesaria su presencia por concurrir alguno de los casos especificados anteriormente.

5.11. Trabajos Previos.

5.11.1. Señalización

Es necesario la instalación de un mínimo de elementos de señalización que garanticen la presencia de informaciones básicas relativas a la Seguridad y Salud en diversos puntos de la obra.

Para ello se instalarán las siguientes medidas señalización:

- Señalización mediante paneles en el acceso de la obra con los pictogramas indicados en los esquemas gráficos de este documento y como mínimo señales de “Prohibido el acceso a personal no autorizado”, “Uso obligatorio del casco” y pictogramas y textos de los riesgos presentes en la obra.
- Cartel informativo ubicado en un lugar preferente de la obra en el que se indiquen los teléfonos de interés de la misma y en el que como mínimo aparezcan reflejados los teléfonos de urgencia: servicios sanitarios, bomberos, policía, centros asistenciales, instituto toxicológico y los teléfonos de contacto de técnicos de obra y responsables de la empresa contratista y subcontratista.

5.11.2. Locales de Obra

La magnitud de las obras y las características de las mismas hacen necesario la instalación de los siguientes locales provisionales de obra:

- No es necesario la instalación de vestuarios: Dadas las características de la obra, la cercanía a los domicilios de los operarios y/o a la sede de las empresas contratistas se considera innecesario la instalación de vestuarios en la propia obra.
- No es necesario la instalación de aseos y duchas: Dadas las características de la obra, la cercanía a los domicilios de los operarios y/o a la sede de las empresas contratistas se considera innecesario la instalación de aseos y duchas en la propia obra.
- No es necesario la instalación de Comedor y Cocina: Dadas las características de la obra, la cercanía a los domicilios de los operarios y/o a la sede de las empresas

contratistas se considera innecesario la instalación de comedor y cocina en la propia obra.

- No es necesario la instalación de Oficina de Obra: Dadas las características de la obra, la cercanía a los domicilios de los operarios y/o a la sede de las empresas contratistas se considera innecesario la instalación de oficina en la propia obra.

5.11.3. Instalaciones Provisionales

En la instalación eléctrica de obra, las envolventes, tomas de corriente y elementos de protección que estén expuestos a la intemperie contarán con un grado de protección mínima IP45 y un grado de protección contra impactos mecánicos de IK08. Así mismo, las tomas de corriente estarán protegidas con diferenciales de 30 mA o inferior. Los cuadros de distribución integrarán dispositivos de protección contra sobrecorrientes, contra contactos indirectos y base de toma de corriente.

Se realizará toma de tierra para la instalación.

La instalación será realizada por personal cualificado según las normas del REBT.

Contará con tensiones de 220/380 V y tensión de seguridad de 24 V.

Instalación Contra incendios: Se dispondrán de extintores en los puntos de especial riesgo de incendio de manera que al menos quede ubicado un extintor de CO₂ junto al cuadro eléctrico, y extintores de polvo químico próximos a las salidas de los locales que almacenen materiales combustibles.

Estos extintores serán objeto de revisión periódica y se mantendrán protegidos de las incidencias meteorológicas.

6. Desarrollo del Estudio.

6.1. Aspectos Generales

El Contratista acreditará ante el Promotor, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios, de forma especial, frente a los riesgos eléctricos y de caída de altura.

La Dirección Facultativa comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente de las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlos o minimizarlos. Deberán cerciorarse de que todos lo han entendido.

6.2. Factores de Riesgo

Los factores de riesgo son las situaciones del trabajo que pueden afectar negativamente a la salud de los trabajadores.

En la siguiente tabla se reflejan los principales factores de riesgo que aparecen en el trabajo, sus consecuencias y la técnica preventiva adecuada para cada uno de ellos.

Tabla 11.

Factores de riesgo	Consecuencias	Técnicas preventivas
<ul style="list-style-type: none"> → Falta de orden y limpieza. → Mal estado de las máquinas. → Falta de protección colectiva. → No utilización de los EPIs. → Realización de actos inseguros. 	<ul style="list-style-type: none"> → Accidente de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> → Seguridad.
<ul style="list-style-type: none"> → Uso de productos peligrosos. → Exposición a ruido y vibraciones. → Exposición a contaminantes. 	<ul style="list-style-type: none"> → Enfermedad profesional. → Enfermedad relacionada con el trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> → Higiene industrial.
<ul style="list-style-type: none"> → Exigencias físicas del trabajo. → Manipulación de cargas. → Movimientos repetitivos. → Posturas forzadas o inadecuadas. 	<ul style="list-style-type: none"> → Fatiga física. → Enfermedad profesional. 	<ul style="list-style-type: none"> → Ergonomía.
<ul style="list-style-type: none"> → Malas condiciones de trabajo (horarios, salario, etc.). → Ritmo acelerado de trabajo. → Falta de comunicación. → Estilo de mando. → Falta de estabilidad en el empleo. 	<ul style="list-style-type: none"> → Fatiga mental. → Insatisfacción laboral. 	<ul style="list-style-type: none"> → Psicología.

6.3. Identificación y Notificación de Riesgos

Según la ley de prevención, tanto los empresarios como los trabajadores tienen una serie de derechos, pero también de obligaciones. Entre los deberes, los trabajadores están obligados a utilizar correctamente los medios y equipos de protección, así como los dispositivos de seguridad; además, deben comunicar los riesgos observados durante el

desarrollo de la actividad y, en su caso, proponer medidas de prevención y protección. Con la notificación se puede conocer y actuar sobre los riesgos antes de que se materialicen en accidentes u otros daños para la salud.

Cómo actuar:

- Observación del riesgo. Antes de iniciar cualquier tarea debemos analizar los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que vayamos a utilizar, identificando los riesgos evitables y aquellos que no puedan evitarse, para establecer las medidas correctoras pertinentes.
- Notificación del riesgo. Si durante el transcurso del trabajo observamos la existencia de algún riesgo que no hayamos identificado anteriormente, relacionado con las instalaciones, maquinaria, equipos o lugar de trabajo, o bien esté relacionado con la organización o la falta de prevención, lo pondremos inmediatamente en conocimiento de la dirección de la empresa o del delegado de prevención.
- Medidas correctoras. Una vez identificado y notificado el riesgo, se aplicarán las medidas correctoras pertinentes relativas a las protecciones técnicas, acciones formativas e informativas sobre la organización y planificación del trabajo, anteponiendo siempre la protección colectiva a la individual.

6.4. Principales Riesgos Ligados a la Seguridad de la Instalación

La seguridad en el trabajo pretende prevenir los accidentes laborales. Estos se producen por un contacto directo entre un agente material (como equipos de trabajo, maquinaria, vehículos, herramientas o materiales) y el trabajador.

6.4.1. Atrapamiento, atropello, choque contra otro vehículo, vuelco

La utilización de diversa maquinaria como la empleada para cargar y transportar materiales (carretilla elevadora o grúa), para el transporte de personas (plataforma elevadora móvil de personal) o excavadoras para el acondicionamiento y nivelado del terreno (cuando se va a instalar un huerto solar fotovoltaico), puede ocasionar diversos riesgos.

Medidas preventivas:

- Exigir que todos los medios de transporte dispongan de pórticos de seguridad o bastidor antivuelco debidamente homologados.

- Asegurarse de que los vehículos y máquinas se revisen antes de su uso.
- Transportar la carga colocándola uniformemente en la carretilla o vehículo que utilices.
- Limitar la velocidad en función del vehículo, la carga y la zona de circulación.
- Evitar cambios de dirección bruscos (virajes con poco radio, a velocidad excesiva o en la parte baja de un descenso rápido).
- Para circular en vacío, hacerlo con la horquilla bajada.
- No elevar una carga que exceda de la capacidad nominal de la máquina.
- No embragar ni acelerar bruscamente.
- Nunca situarse en la zona de maniobras de una máquina o vehículo.
- No bajarse del vehículo sin asegurarse de que está correctamente parado y con el freno puesto.

6.4.2. Caídas a distinto nivel

La mayoría de las veces que se produce un accidente de este tipo se debe a negligencias a la hora de realizar una tarea (utilización de elementos inapropiados como apoyo para subir), al mal estado de las instalaciones o a la incorrecta utilización de las mismas (escaleras, andamios, plataformas elevadoras), a no ponerse el equipo de protección adecuado, a la falta de protección horizontal o vertical en los elementos estructurales y en las cubiertas del edificio o a la falta de estabilidad y/o solidez suficiente en los elementos de soporte utilizados (escaleras fijas y de mano, andamios, tejados).

Medidas preventivas:

- Antes de comenzar el trabajo, realizar una inspección visual del equipo de protección individual y, ante cualquier duda sobre su seguridad, sustituir lo que se crea necesario.
- Señalizar la zona de trabajo donde exista el riesgo de caída.
- Extremar las precauciones en trabajos sobre cubiertas, techos o tejados con pendiente acusada, especialmente si están húmedos o resbaladizos.
- Emplear medidas de protección colectivas (barandillas o redes).
- Utilizar los equipos de trabajo adecuados (andamios, escaleras de mano, plataformas elevadoras móviles).
- Usar equipos de protección individual que impidan o limiten las caídas (arnés anticaídas o cinturón de sujeción junto a un elemento de amarre) cuando se

vaya a estar a una altura superior a 3,5 metros; así como calzado de seguridad con suela antideslizante.

- Respetar y prestar atención a las señales en zonas delimitadas, como agujeros en el suelo.

6.4.3. Caídas al mismo nivel y pisadas sobre objetos

Las principales causas de este riesgo son las superficies resbaladizas, el desorden imperante con cables, placas, tornillos, tuberías o herramientas en la zona de trabajo, el transporte manual de cargas voluminosas o una deficiente iluminación.

Medidas preventivas:

- Mantener limpio y ordenado el lugar de trabajo, así como los lugares de paso, libres de cables, piezas, estructuras, herramientas, restos de cascotes o recortes de material, que aumenten el riesgo de caída.
- Usar botas de seguridad con suela antideslizante y con puntera y plantilla metálica.
- Señalizar los obstáculos existentes y las diferencias de nivel en el suelo.
- Almacenar los materiales apilándolos sobre una base sólida, evitando alturas excesivas y respetando las zonas de paso.
- Guardar los materiales de poca estabilidad en cajones o contenedores para impedir su caída.
- Calzar los objetos circulares, como tubos, para evitar que rueden.
- Limpiar inmediatamente los derrames de líquidos en el suelo o cubrirlos con un compuesto absorbente y señalar la zona.
- Procurar que las zonas de circulación y las salidas se encuentren señalizadas y libres de obstáculos.
- Recoger los residuos y recortes de material sobrante y depositarlos en recipientes adecuados.
- Si no hay suficiente luz, utilizar medios auxiliares y comunicar dicha situación para que se corrija.
- Evitar las prisas y distracciones porque pueden provocar un accidente.
- Manipulando alguna carga, evitar que esta te obstaculice la visibilidad.

6.4.4. Caída de objetos en manipulación

Este riesgo se produce durante el transporte de cargas (en algunos casos muy pesadas, como los paneles o las estructuras, o muy voluminosas, como los depósitos de acumulación en las instalaciones térmicas) o la utilización de herramientas manuales.

Medidas preventivas:

- Antes de iniciar la tarea, analizar cuál es la operación más adecuada para realizar la manipulación de objetos.
- No manipular manualmente cargas pesadas, utilizar elementos mecánicos.
- Colocar correctamente la carga a transportar.
- Usar guantes y botas de seguridad con puntera reforzada.
- Usar herramientas cuya forma permita el mayor contacto posible con la mano.
- Procurar que las herramientas ofrezcan una distancia de empuñadura menor de 10 cm entre los dedos pulgar e índice.

6.4.5. Caída de objetos por desplome

Este riesgo se produce, fundamentalmente, durante el izado de cargas; cuando se sube el material a las azoteas o a los tejados de edificios o cuando se suben los paneles para colocarlos sobre las estructuras. Entre sus causas podemos resaltar, por ejemplo, un deficiente eslingado de materiales largos, la falta de paletizado y enjaulado de elementos cortos, la falta de protección y apantallamiento del nivel inferior, el transporte de cargas por encima del personal, la colocación incorrecta de la carga o la ubicación de la grúa, carretilla elevadora o pluma, sin respetar la distancia de seguridad reglamentaria.

Medidas preventivas:

- Comprobar que la zona de izado se encuentre acotada en un perímetro de dos metros.
- Asegurarse de que la carga queda correctamente colocada, sin que pueda dar lugar a basculamientos.
- Realizar un correcto proceso de eslingado, paletizado y enjaulado de los materiales.
- No sobrepasar la carga máxima permitida en los elevadores.
- No situarse debajo de las cargas suspendidas.
- Utilizar casco de protección, guantes y botas de seguridad.

- Manejar los aparatos de elevación de cargas (grúa, carretilla, plataforma elevadora) solo si estás capacitado para ello y autorizado por la empresa.
- Revisar diariamente el estado del cable y de las eslingas, detectando deshilachados, roturas o cualquier otro desperfecto que impida el uso seguro de los mismos.
- Asegurarse de que el cable está provisto de un limitador de altura, el cual pulsará un interruptor que parará la elevación antes de que el gancho llegue a golpear la pluma del maniquillo y produzca la caída de la carga izada. El gancho, a su vez, debe ir provisto de un pestillo de seguridad.
- Si al iniciar el izado de la carga se notara que hay corrimiento de esta a causa de la mala fijación de las líneas de sujeción, no continuar con la maniobra y colocarla correctamente.
- Realizar las maniobras de elevación y descenso suavemente, sin arrancadas ni paradas bruscas, en sentido vertical y sin balancear la carga.
- No transportar cargas por encima de la zona de paso de personas o vehículos.
- No dejar cargas suspendidas con la máquina parada.
- Manejando una grúa:
 - Diariamente, antes de comenzar el trabajo con la grúa, comprobar el perfecto funcionamiento de todos los elementos relacionados con la seguridad: los frenos, los limitadores de elevación, las señales de advertencia sonoras y/o luminosas y el dispositivo general de corte de corriente.
 - Al finalizar la jornada situar el gancho en lo alto, en su posición normal de reposo, y siempre a una altura superior a 2 metros.
 - Si se necesita la ayuda de algún compañero, se debe estar seguro de que se ha separado a una distancia prudencial antes de iniciar la elevación.
 - Cuando un obstáculo impide ver la carga, el guiado debe realizarse por una única persona.
 - Asegurarse de que nadie circula o se estaciona bajo cargas suspendidas.
 - Nunca balancear la carga para depositarla en un punto que no puede ser alcanzado normalmente.
 - Inspeccionar el lugar donde se vaya a depositar la carga, quitando previamente los estrobo que existan.

6.4.6. Contactos eléctricos

Los accidentes eléctricos se producen cuando la persona entra en contacto con la corriente eléctrica. Este contacto puede ser de dos tipos:

- Directo. Se produce por el contacto de personas con las partes activas de la instalación o los equipos.
- Indirecto. Se produce por el contacto de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

Este riesgo se produce fundamentalmente durante la instalación de los circuitos eléctricos, de los inversores y de los transformadores y durante la conexión a la línea eléctrica (en el caso de instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red), así como durante las labores de reparación y mantenimiento de las instalaciones solares. Por otro lado, también existe el riesgo durante la utilización de herramientas, maquinaria y equipos eléctricos o al tocar accidentalmente una línea eléctrica aérea.

Medidas preventivas:

- Señalizar la zona de trabajo donde exista el riesgo.
- Asegurarse de que las herramientas eléctricas como taladradoras, cortadoras de tuberías o radiales estén dotadas de doble aislamiento.
- Emplear herramientas con mangos aislantes.
- Si se utiliza un cable prolongador, comprobar que el enchufe tenga el mismo número de patillas que la herramienta eléctrica a la que va a ser conectado y que hagan conexión estanca entre ambas clavijas.
- Si se sospecha que alguna herramienta o equipo eléctrico presenta algún problema, señalarlo para que no se utilice hasta que sea revisado por personal competente.
- Desconectar de la red eléctrica las herramientas y equipos antes de proceder a su limpieza, ajuste o mantenimiento.
- Utilizar clavijas normalizadas para la conexión de cables eléctricos a los cuadros de alimentación.
- Comprobar que la corriente esté cortada cuando manipules las instalaciones.
- Mantener todos los dispositivos y elementos que componen una instalación eléctrica en correcto estado de funcionamiento y conservación.

- Asegurarse de que los cuadros eléctricos, receptores, clavijas y bases de enchufes están protegidos de contactos con parte en tensión en operaciones ordinarias.
- Colocar una señal en los armarios y cuadros eléctricos donde se haga referencia al tipo de riesgo a que se está expuesto.
- Alejarse de las partes activas de la instalación para evitar contactos fortuitos.
- Recubrir las partes activas con el aislamiento apropiado.
- Interponer pantallas o elementos de seguridad para impedir todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.
- Utilizar el equipo de protección individual adecuado: guantes aislantes, mangos aislantes en las herramientas, calzado de seguridad con suela aislante y alfombras o banquetas de seguridad aislantes.
- En las instalaciones fotovoltaicas:
 - Antes de iniciar la instalación de los inversores, comprobar que el interruptor automático de entrada de corriente continua y el de salida de corriente alterna están desconectados.
 - Una vez que los inversores están fijados, proceder a la conexión de los terminales de salida hacia la red de corriente alterna, sin olvidar la conexión a tierra.
 - Verificar que el interruptor automático de entrada de corriente continua está desconectado, antes de conectar el generador fotovoltaico a los terminales de entrada a corriente continua, siempre respetando la polaridad. Seguidamente, actuando sobre el interruptor automático, los inversores, gracias a su funcionamiento automático, empezarán a funcionar.
 - Emplear un sistema de detección de defecto de aislamiento, ya que el generador fotovoltaico no estará unido a tierra. Si una persona hiciera un contacto con un elemento eléctrico (toca un cable) el contacto no afectara a la persona puesto que no existe retorno de la corriente por estar aislado de tierra. Si por el paso del tiempo en la instalación se produjera un defecto en la parte de corriente continua, la instalación seguirá funcionando ya que el defecto no se manifiesta con la derivación a tierra. En este caso, si se produjera el contacto de la persona con la

instalación, sí existe riesgo grave, teniendo en cuenta la elevada tensión de corriente continua a la que se trabaja.

6.4.7. Contactos térmicos

Son especialmente importantes durante los trabajos de soldadura, el manejo de lámparas de soldar portátiles o la manipulación de tubos u otros elementos calientes.

Medidas preventivas:

- Utilizar guantes, pantalla de protección facial o casco integral, mandil y ropa adecuada que te protejan del calor.
- Revisar periódicamente el estado de los equipos y lleva a cabo un mantenimiento adecuado.
- No tocar las piezas recientemente soldadas o que hayan estado expuestas al sol durante mucho tiempo.

6.4.8. Golpes y cortes con objetos

Las causas que pueden provocar estos riesgos son muy variadas. Entre ellas, podemos resaltar el traslado o manejo de los materiales y las piezas necesarias para la instalación, la realización de tareas adoptando posturas forzadas o inadecuadas en lugares con espacio reducido (por ejemplo, debajo de los paneles), la inadecuada utilización de las herramientas, la falta de resguardos en las máquinas (como taladro, sierra o roscadora), el contacto con superficies peligrosas (como los captadores o la estructura soporte), o la falta de iluminación.

Medidas preventivas:

- Respetar las instrucciones de uso de los equipos o herramientas y utilícelos únicamente para el fin para el que estén destinados.
- Mantener inclinada hacia abajo la parte posterior de tubos, escaleras de mano y materiales largos cuando los traslades de lugar.
- Limpiar las herramientas y colocarlas en los lugares destinados para ello.
- Usar máquinas que cumplan la normativa de seguridad con el marcado CE y seguir las instrucciones de seguridad indicadas por el fabricante.
- Emplear dispositivos de protección: barreras, cubiertas, dobles mandos, resguardos.
- Instalar, utilizar y mantener de forma adecuada la maquinaria y sustituir aquella que no reúna las condiciones adecuadas.

- Asegurarse de que los equipos de trabajo tienen mangos seguros e interruptores de seguridad.
- Usar guantes y botas de seguridad.

6.4.9. Incendios

Pueden producirse por chispas de máquinas eléctricas, durante las operaciones de soldadura de las tuberías para las instalaciones térmicas (por ejemplo, por el empleo de boquillas inadecuadas en los sopletes o por un retardo en el encendido) o por un cortocircuito eléctrico.

Medidas preventivas:

- Exigir la presencia de extintores en los lugares donde sea necesario y comprobar que se realicen revisiones periódicas de los mismos.
- Asegurarse del correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos.
- Comprobar que las herramientas tienen los dispositivos de seguridad adecuados.
- Cuando se utilice soplete:
 - Revisar el estado de las mangueras, sustituyéndolas por otras cuando su estado así lo aconseje.
 - La unión de las mangueras a los racores y al soplete se efectuará con los elementos recomendados por el suministrador del gas, nunca emplear alambres que puedan llegar a cortar la manguera al apretarlos.
 - Utilizar un sistema de reducción de llama automático al apoyarlo, así como un sistema de paro temporal de funcionamiento y con válvula antirretroceso de llama.
 - Cortar automáticamente el suministro de gas si la llama se apaga.
 - Colocar reductores de presión entre el recipiente de gas y el soplete.

6.4.10. Proyección de fragmentos o partículas

Es especialmente peligroso cuando se utiliza la radial para cortar las estructuras o en las labores de cimentación y construcción de los pilares sobre los que irán las estructuras, o de las casetas donde se situarán los cuadros de mando.

Medidas preventivas:

- Utilizar siempre equipos con marcado CE.

- Comprobar que la maquinaria dispone de protecciones que eviten la proyección de fragmentos y partículas.
- Seguir las instrucciones del fabricante de las herramientas o equipos.
- Utilizar el yelmo de soldar o la pantalla de mano durante los trabajos de soldadura.
- Antes de comenzar a soldar, comprobar que no transitan personas en el entorno del puesto de trabajo.
- Usar el equipo de protección adecuado a la tarea que se vaya a realizar: gafas, pantalla facial, guantes, delantal, manguitos o polainas.

6.5. Principales Riesgos Ligados a la Higiene Industrial.

El entorno en el que desarrollamos las diferentes tareas de nuestro trabajo puede llegar a deteriorar nuestra salud, ya que podemos estar expuestos a la acción de productos químicos, a diversos contaminantes en el aire, a temperaturas ambientales inadecuadas o a la energía electromagnética.

6.5.1. Exposición a agentes químicos

Los mayores peligros se encuentran cuando se manejan baterías o cuando se realizan trabajos de soldadura.

Medidas preventivas:

- En los trabajos de mantenimiento y manipulación de baterías, evitar entrar en contacto con las sustancias que contienen mediante la utilización de guantes, pantallas faciales y mascarillas contra ácidos.
- Asegurarse de que el sistema de ventilación general y extracción localizada de gases durante los trabajos de soldadura sea suficiente e idóneo para la eliminación del riesgo.

6.5.2. Exposición a temperaturas ambientales extremas

La instalación de los captadores solares térmicos y de los módulos fotovoltaicos exige permanecer durante mucho tiempo a la intemperie, por lo que se debe estar preparado para la exposición a condiciones climáticas adversas, tanto de frío como de calor.

Medidas preventivas:

- Frente al frío:

- Utilizar ropa adecuada que aisle del frío, el viento y la humedad, que permita la transpiración y la disipación de parte del calor que se genera al trabajar y que permita trabajar más cómodamente.
- Procurar tener los pies siempre secos y protegidos con calzado de abrigo e impermeable al agua.
- Limitar la duración de la exposición al frío aumentando la frecuencia de los descansos.
- Realizar rotación de puestos de trabajo y de tareas.
- Beber frecuentemente líquidos, preferiblemente calientes.
- Frente al calor:
 - Utilizar protección para la cabeza (si no es obligatorio el uso de casco) y crema solar en las zonas del cuerpo expuestas al sol.
 - Disminuir la intensidad del trabajo, sobre todo al mediodía y realiza descansos periódicos en lugares frescos y en la sombra.
 - Usar ropa adecuada y transpirable (ligera, fresca y de colores claros).
 - Beber agua frecuentemente.
 - Evitar la ingesta de comidas copiosas antes de la actividad laboral.

6.5.3. Radiaciones no ionizantes

La exposición a este riesgo se produce fundamentalmente en las instalaciones de energía solar térmica, durante los trabajos de soldadura que se realizan para colocar los elementos de distribución del agua caliente (tuberías).

Medidas preventivas:

- Limitar el tiempo de exposición a las radiaciones.
- Realizar controles médicos periódicos.
- No mirar directamente al arco voltaico si se realizan trabajos de soldadura eléctrica.
- Utilizar el equipo de protección individual: pantalla de mano o de cabeza en soldadura eléctrica, gafas o pantalla facial en soldadura con soplete, guantes, polainas y manguitos.

6.5.4. Ruido

La exposición a niveles altos de ruido se produce, principalmente, por el uso de herramientas (como la radial para las operaciones de corte de estructuras o del taladro o los

atornilladores eléctricos durante la instalación de los paneles) o por la utilización de maquinaria (excavadora, grúas, plataformas elevadoras).

Medidas preventivas:

- Emplear herramientas con el marcado CE.
- Realizar un mantenimiento adecuado de las máquinas y herramientas.
- Usar protectores auditivos (tapones, orejeras, cascos o auriculares).
- Reducir el tiempo de exposición al ruido.
- Acudir al especialista para que te realice una audiometría de forma periódica.

6.5.5. Vibraciones

Podemos diferenciar dos tipos de vibraciones:

- Las que afectan al sistema mano-brazo, y que son producidas por el manejo de las herramientas.
- Las que afectan a todo el cuerpo (sobre todo a la zona lumbar) y que se producen cuando conducimos vehículos o maquinaria.

Medidas preventivas:

- Manejo de herramientas:
 - Emplear las herramientas de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
 - Sujetar las máquinas de forma ligera, sin agarrarlas fuertemente, pues la transmisión de la vibración se produce con mayor facilidad de esta última manera. La forma de agarre, aun siendo ligera, debe ser consistente con la naturaleza de la tarea que se lleva a cabo y las características de las máquinas.
- Conducción de vehículos u otra maquinaria:
 - Exigir que el asiento esté diseñado de modo que absorba las vibraciones y comprobar que esté en perfecto estado.
 - Si es necesario, utilizar cinturón lumbo-abdominal.

6.6. Riesgos ergonómicos

Para realizar cualquier trabajo se debe invertir cierta cantidad de energía, tanto física como mental, por lo que es lógico aparezca fatiga. Esto es una consecuencia lógica del esfuerzo que se ha realizado, pero siempre que se mantenga dentro de unos límites que

permitan recuperarse después de una jornada de descanso. El problema surge cuando el trabajo realizado supera dichos límites y el tiempo dedicado a descansar y a realizar otras actividades no es suficiente. De ahí, la importancia que tiene que el entorno de trabajo esté diseñado y organizado de tal manera que ayude a no sobrepasar dichos límites.

6.6.1. Posturas forzadas y movimientos repetitivos

Gran parte de las actividades realizadas en las instalaciones solares requiere que se adopten posturas que no son las más cómodas para trabajar, tanto si se colocan sobre tejados como si son sobre el suelo.

Medidas preventivas:

- Mantener un ritmo de trabajo adecuado.
- Procurar adoptar posturas correctas.
- Intentar rotar las tareas, evitando permanecer mucho tiempo realizando lo mismo.
- Planificar el trabajo teniendo en cuenta que el calor y el ruido pueden incrementar el esfuerzo y la fatiga.
- Administrar bien el tiempo de trabajo, realizando pausas que eviten la fatiga muscular.
- Si la tarea requiere permanecer mucho tiempo agachado, usar rodilleras.
- Prestar atención a la altura en la que se realizan los trabajos. Colocar apoyos cuando se realicen funciones con los brazos por encima de los hombros.

6.6.2. Sobreesfuerzos

Se producen durante las operaciones de transporte o sujeción de una carga, como son el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento de dicha carga. Para reducir los riesgos asociados a la manipulación manual de cargas se deberá tener en cuenta varios aspectos como son: el peso, el tamaño y la forma de la carga, las posturas que se deben adoptar para su manipulación y la frecuencia de repetición de los movimientos.

Medidas preventivas:

1. Antes de iniciar una tarea, informarse sobre la mejor manera de realizarla para reducir la posibilidad de lesiones.
2. Valorar cuál puede ser el peso aproximado de la pieza a levantar, dónde está su centro de gravedad, así como el estado de su embalaje y la firmeza de los

asideros; prestar atención a las piezas o partes salientes de las cargas o, si es posible, eliminarlas.

3. No manipular una carga cuando las manos o la carga estén impregnadas de alguna sustancia deslizante.
4. No levantar objetos de más de 25 kg para hombres y de 15 para mujeres.
5. Si la carga es muy pesada o voluminosa, pedir ayuda a otros compañeros.
6. Si se manipula carga con ayuda de otra persona, evitar las rotaciones bruscas.
7. Emplear, siempre que sea posible, medios auxiliares para transportar objetos como carretillas o transpaletas; principalmente si las cargas son pesadas, voluminosas o si la frecuencia con la que estas se manipulan es alta.
8. Usar los equipos de protección adecuados (protecciones lumbares, guantes, calzado de seguridad).

6.7. Riesgos psicosociales

Para finalizar con los riesgos a los que se puede enfrentar cualquier profesional que se dedique a la instalación de energía solar, bien sea térmica o fotovoltaica, se ha decidido incluir los riesgos psicosociales ya que, aunque no se derivan del modo técnico de realizar las actividades propias de instalación sino que se deben a los factores organizativos, pueden pasar más desapercibidos, porque sus consecuencias (como la fatiga mental o la insatisfacción laboral) no suelen ser tan evidentes como las de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.

6.7.1. Fatiga mental

Cuando el trabajo exige una gran concentración, un esfuerzo prolongado de atención, etc., a los que no es posible acostumbrarse, es decir, existe una sobrecarga que se va repitiendo y de la cual no se es capaz de recuperarse, es cuando puede aparecer un estado de fatiga que debe preocupar.

Medidas preventivas:

- Procurar adaptar la carga de trabajo a las características de cada uno.
- Organizar las jornadas de manera que diversifiques las tareas.
- Realizar descansos periódicos.
- Comunicar al superior al mando las dificultades o la carga excesiva de trabajo.
- Exigir una formación técnica adecuada a cada puesto.

- Utilizar técnicas de relajación, meditación, respiración o practicar algún deporte para controlar mejor el cuerpo.

6.7.2. Insatisfacción laboral

La insatisfacción laboral se define como el grado de malestar que experimenta un trabajador a consecuencia de su trabajo, es decir, las características de su trabajo no se adaptan a lo que él espera de dicho trabajo. Las causas pueden ser muy diversas como el salario, la falta de responsabilidad o de iniciativa, las malas relaciones con los compañeros y/o los superiores, la imposibilidad de aplicar sus conocimientos y aptitudes, la presión del tiempo o los horarios, que no le permiten compaginar su vida laboral con la familiar.

Medidas preventivas:

- Analizar el trabajo y resaltar los aspectos positivos para encontrar mayor sentido a la ocupación.
- Procurar mantener buenas relaciones personales con los compañeros.
- Reivindicar en la empresa modelos de planificación de las tareas que faciliten la participación y el trabajo en grupo, huyendo de los trabajos monótonos y repetitivos.
- Exigir que la participación en el trabajo sea igualitaria.
- Marcar objetivos razonables, tanto laborales como personales.

6.8. Ropa de trabajo

Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores relacionados con la obra.

6.8.1. Equipos de protección

Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos de este tipo. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

6.8.2. Equipos de protección individual (EPI)

Se detallan a continuación los equipos de protección individual (EPI) a utilizar, de acuerdo con las normas UNE:

- Calzado de seguridad
- Casco de seguridad

- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
- Guantes de protección mecánica
- Pantalla contra proyecciones
- Gafas de seguridad
- Cinturón de seguridad
- Discriminador de baja tensión
- Equipo contra caídas desde alturas (arnés anticaída, pértiga, cuerdas, etc.)

6.8.3. Protecciones colectivas

Se señalan a continuación una serie de medidas para garantizar la protección colectiva de las personas relacionadas con la obra.

- Señalización: cintas, banderolas, etc.
- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de Alta o Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.
- Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes, aros de protección.

6.9. Primeros Auxilios.

En lugar visible de la obra se dispondrá el cartel con los teléfonos de urgencias.

El centro sanitario más próximo a la obra al que se evacuarán los heridos es: Centro de Salud de Vallehermoso.

- La evacuación de heridos a los centros sanitarios se realizará exclusivamente en ambulancia y será llevado a cabo por personal especializado. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios siempre que así lo disponga el responsable de emergencias de la obra.
- La obra dispondrá de un botiquín portátil debidamente equipado para la realización de los primeros auxilios que contenga como mínimo desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

- El material de primeros auxilios se revisará periódicamente por el responsable de emergencias y se irá reponiendo tan pronto como caduque o sea utilizado.

6.10. Libro de Incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los Contratistas y Subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo. (Sólo se podrán hacer anotaciones en el Libro de Incidencias relacionadas con el cumplimiento del Plan).

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

6.11. Paralización de los Trabajos

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

6.12. Derechos de los Trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

VII. PLANOS

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

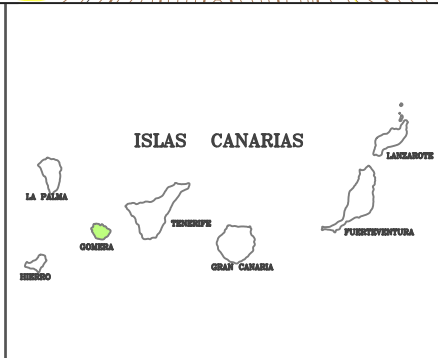
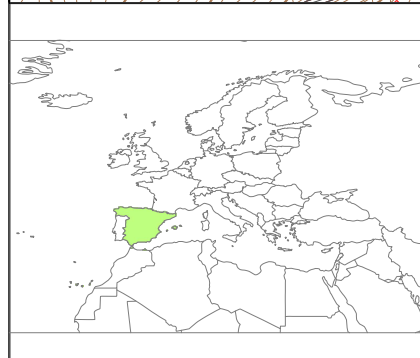
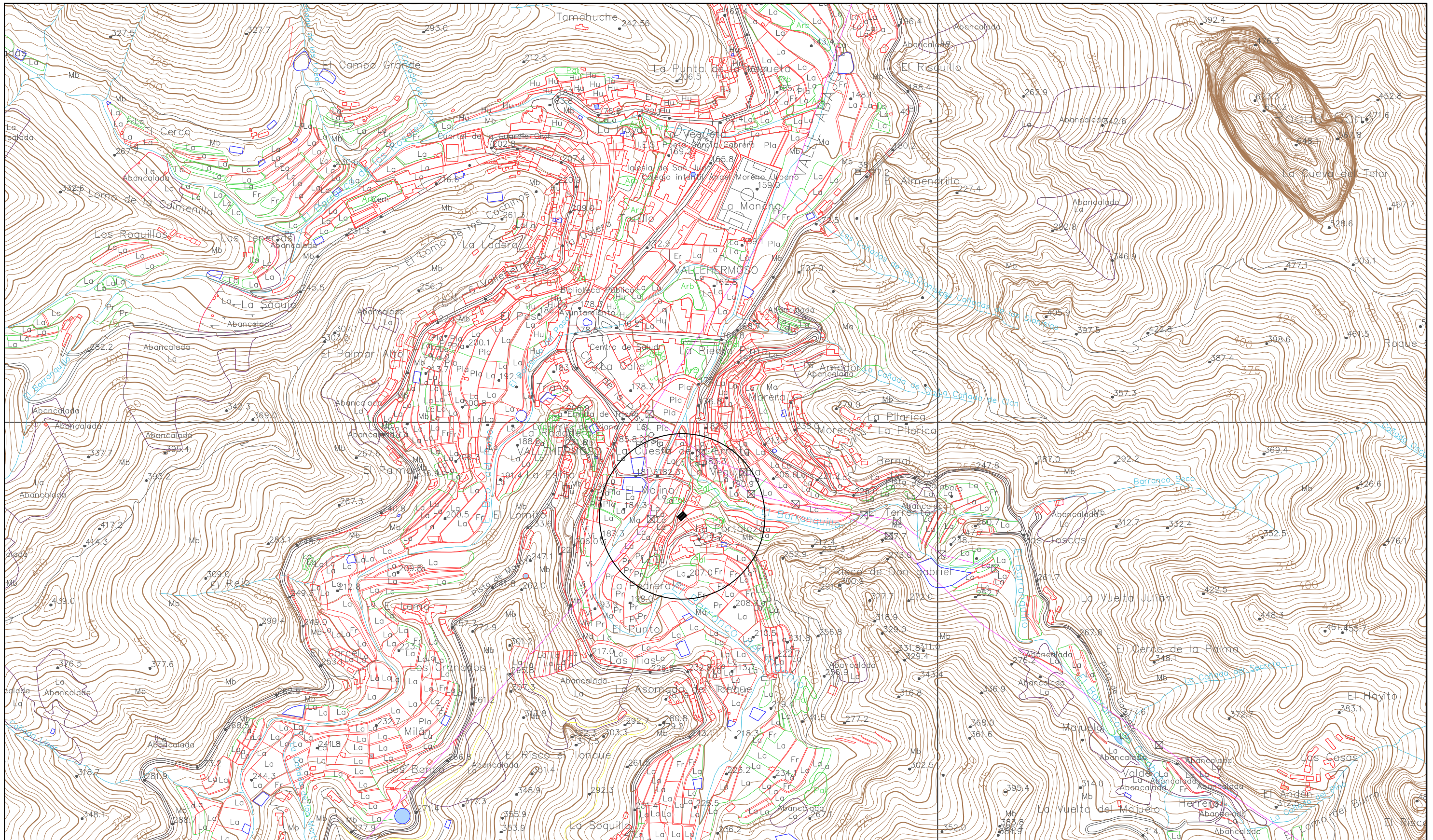
Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

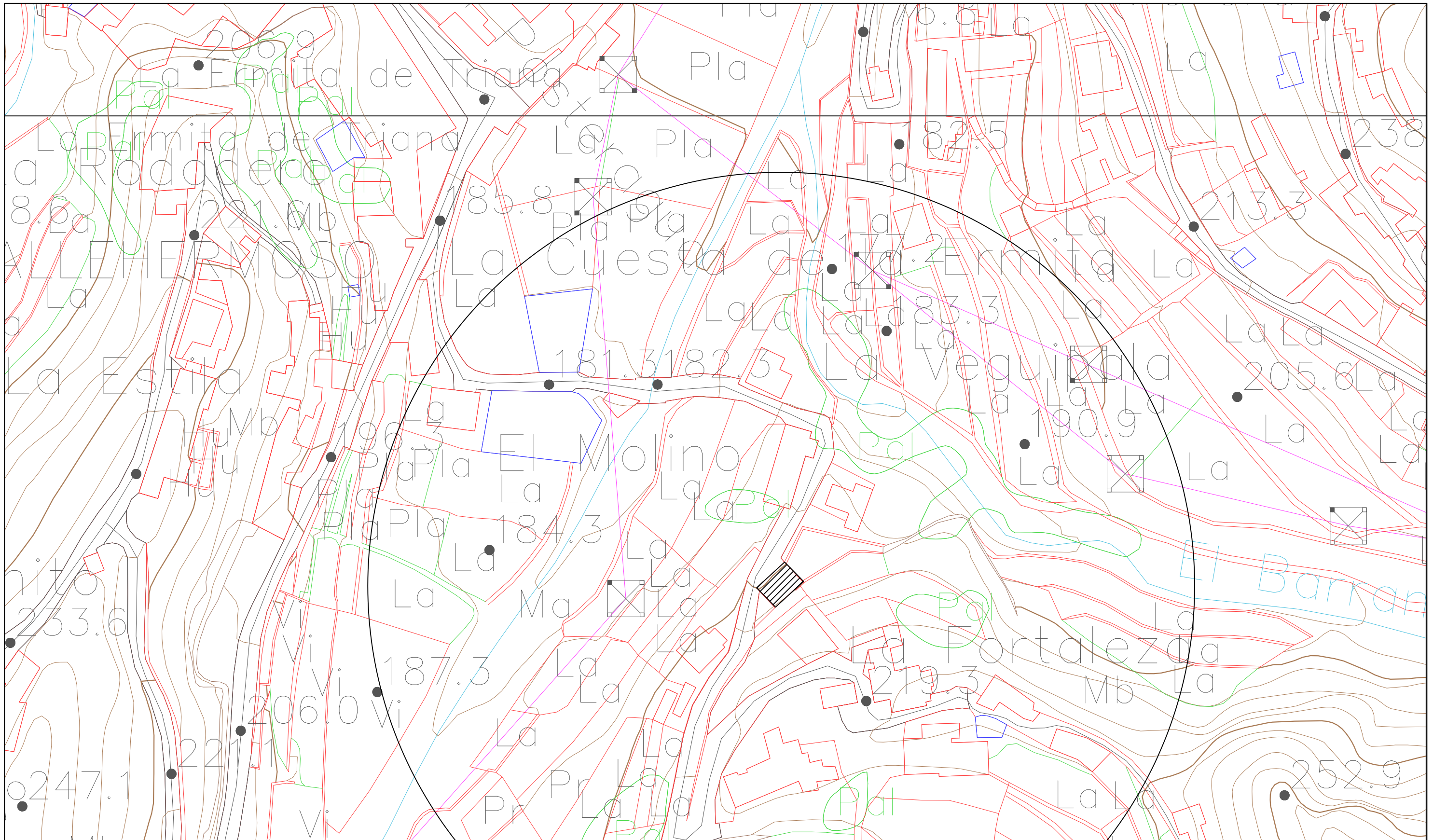
Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

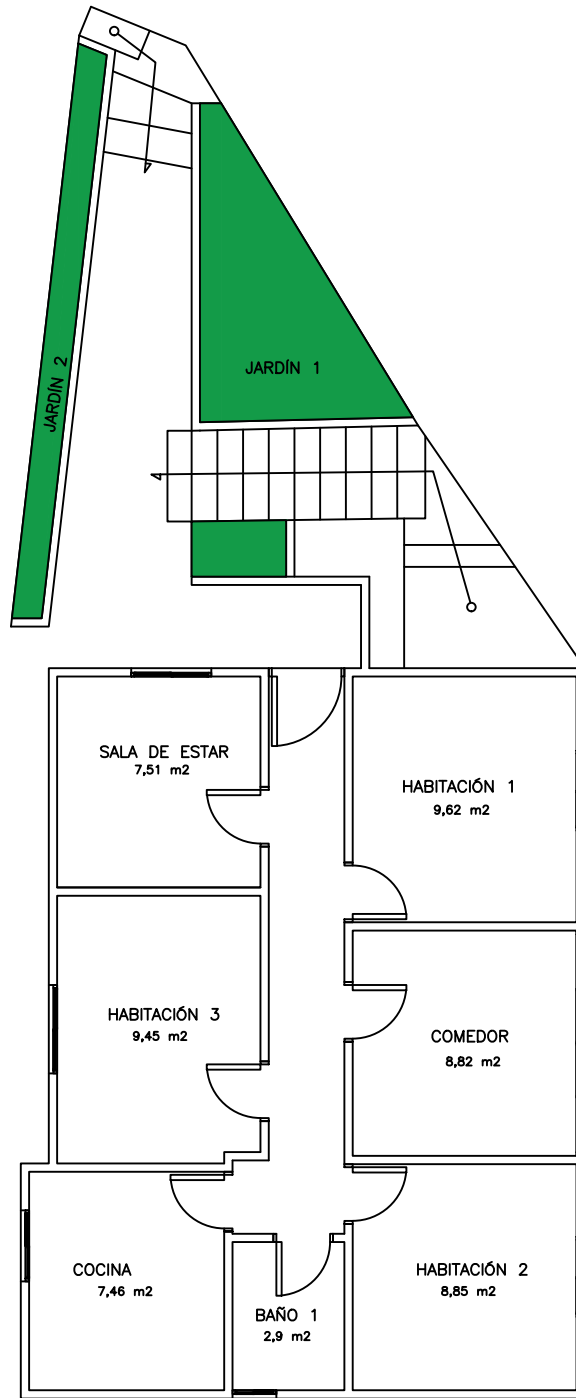


PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Fecha	13/07/2023	Autor	
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		 Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dib.(apellidos)			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano de Situación.		PLANO Nº 1
E 1:5000			



CL FORTALEZA 5
38840 VALLEHERMOSO [VALLEHERMOSO] [S.C. TENERIFE]
 Superficie: 96 m2
 Coord. X: 277.648
 Coord. Y: 3.118.872

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Fecha	13/07/2023	Autor	
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		 E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dib.(apellidos)			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	E 1:1000		Plano de Emplazamiento. PLANO Nº 2

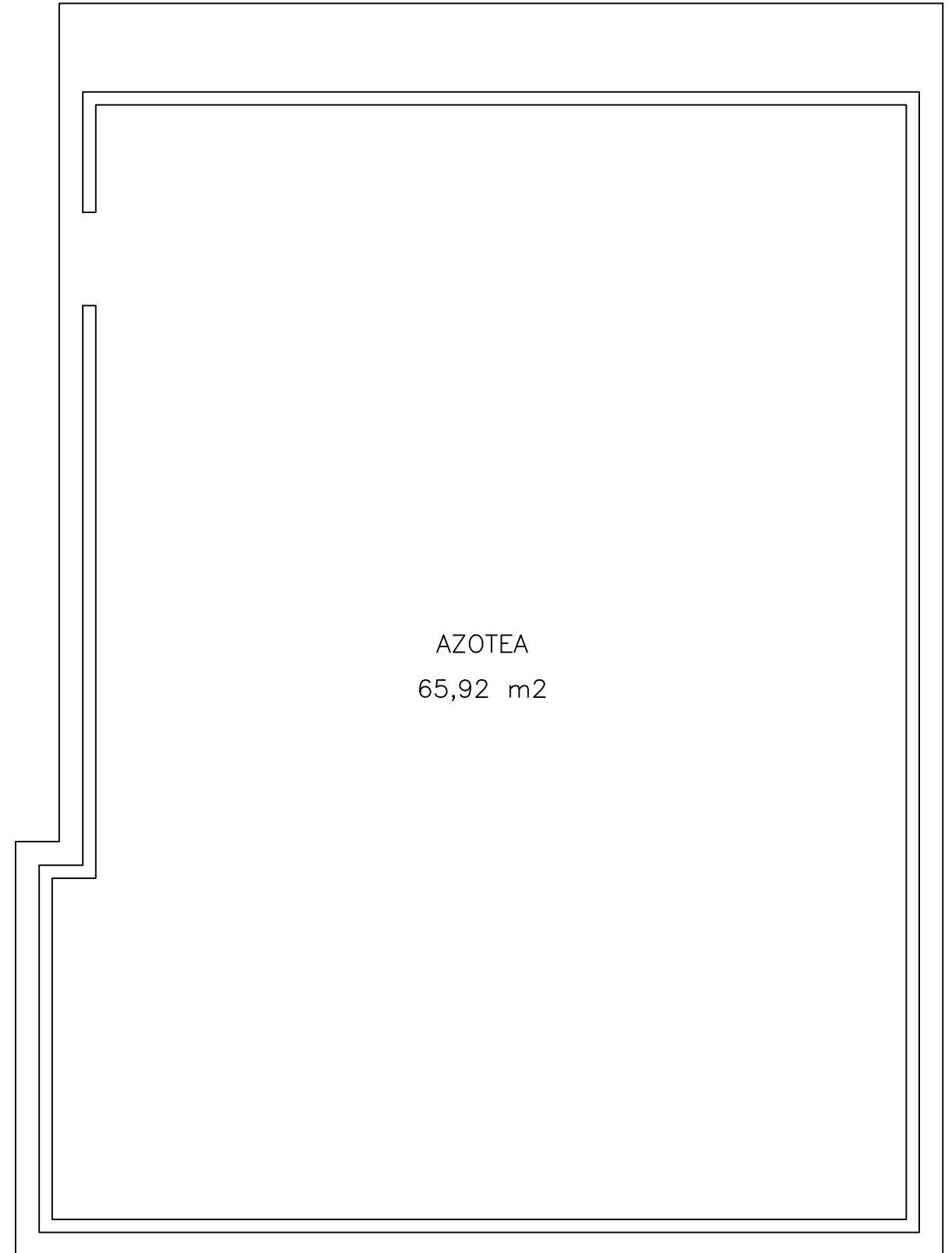


PLANTA PRINCIPAL O PLANTA ALTA

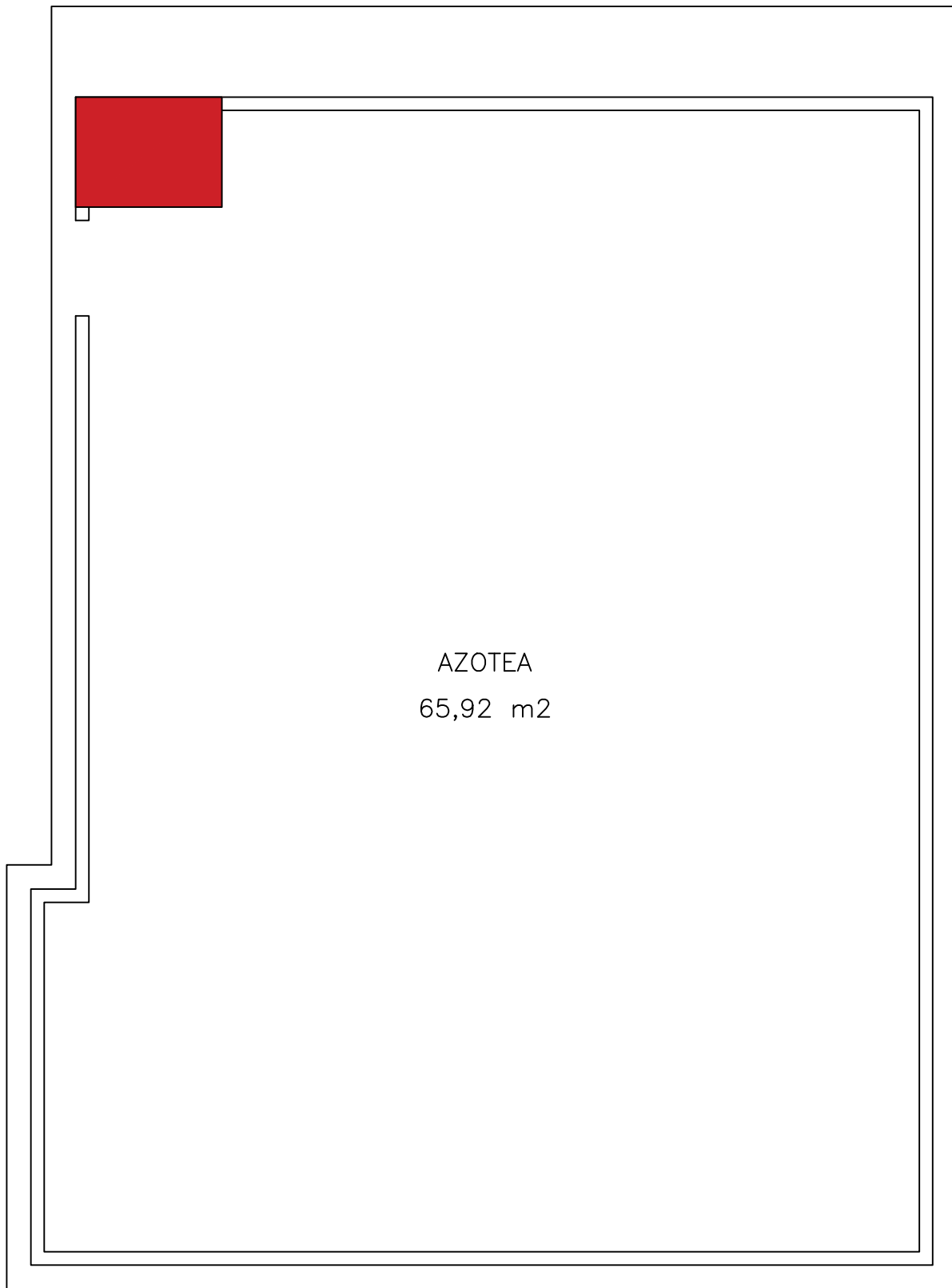
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Fecha	13/07/2023	Autor	E.S.I.T. <i>Grado Ing. Electrónica Industrial Automática</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		
Dib.(apellidos)			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:100	Plano de Planta 1		PLANO Nº 3



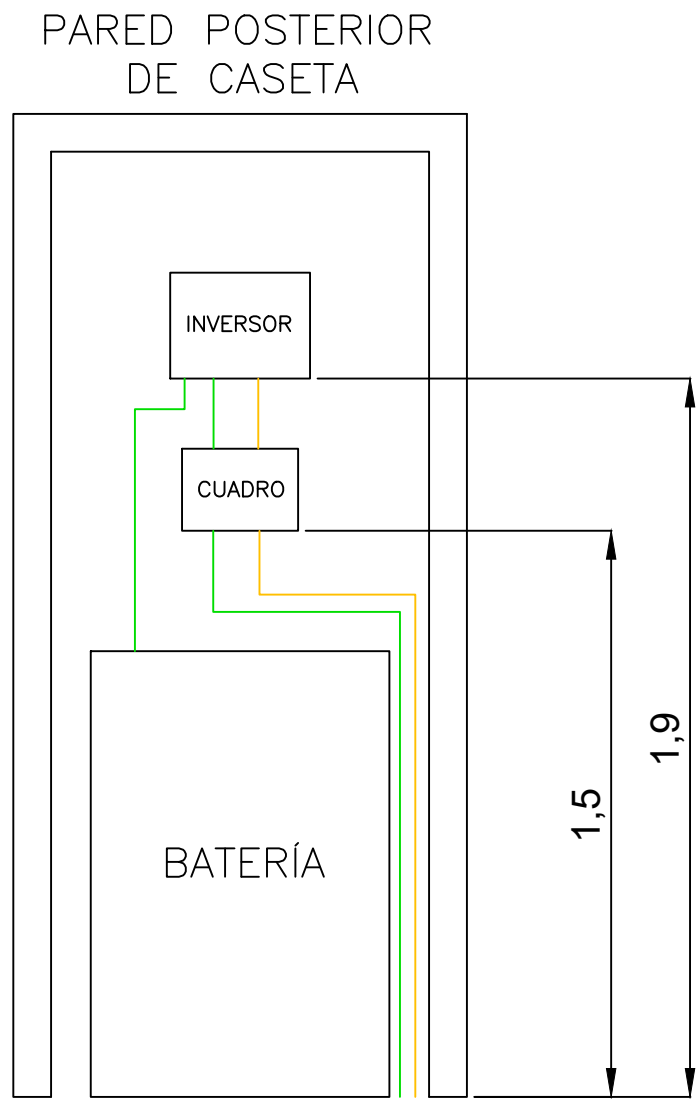
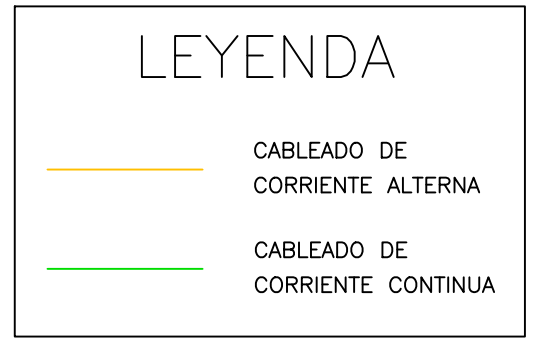
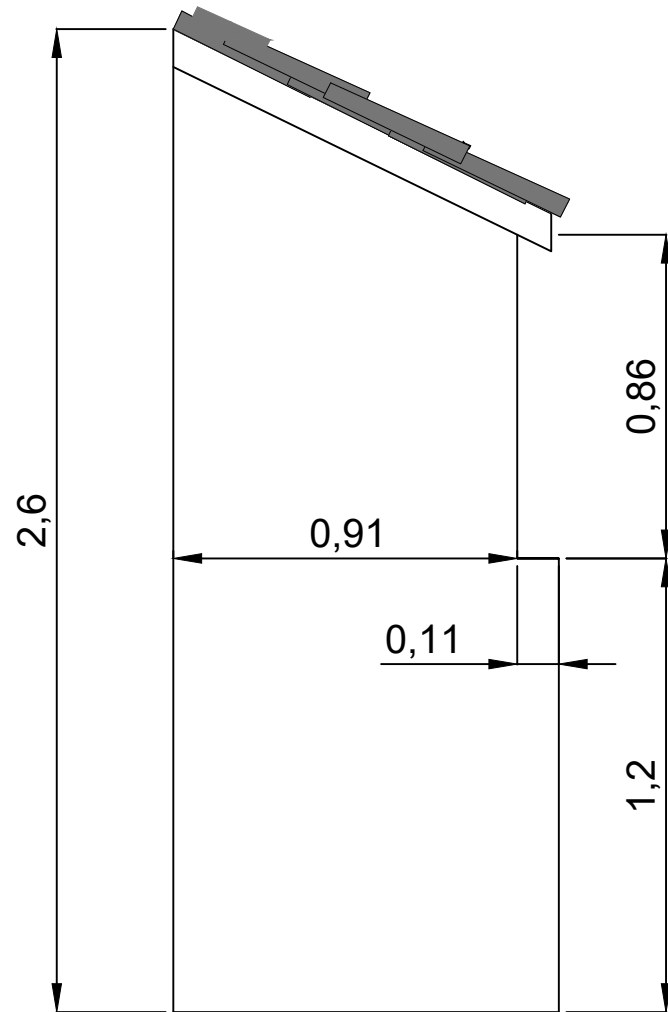
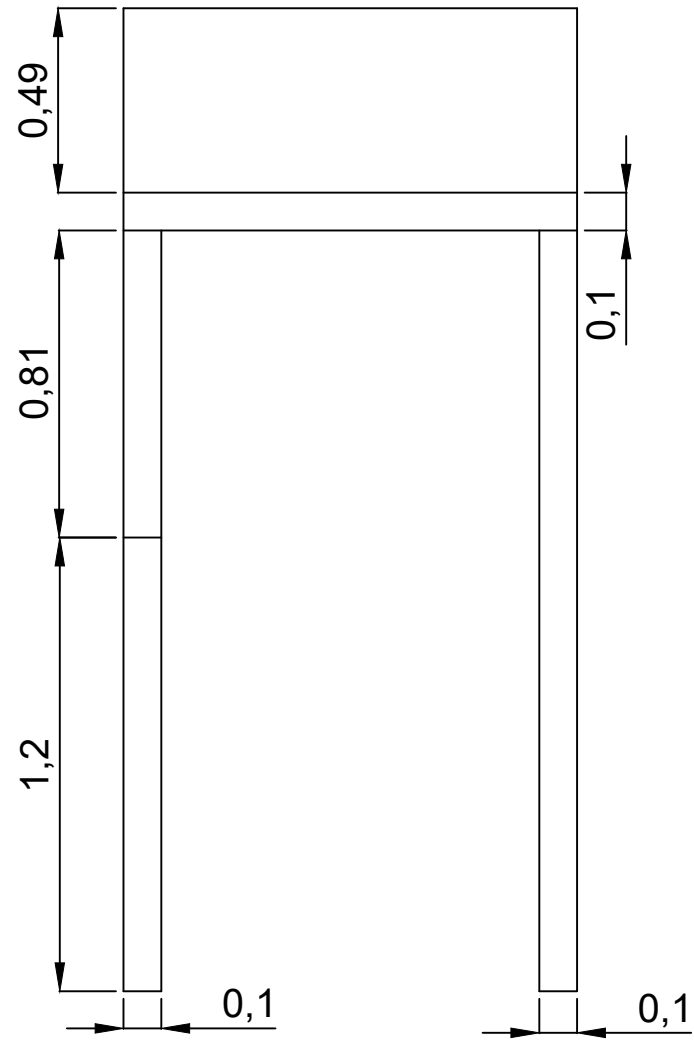
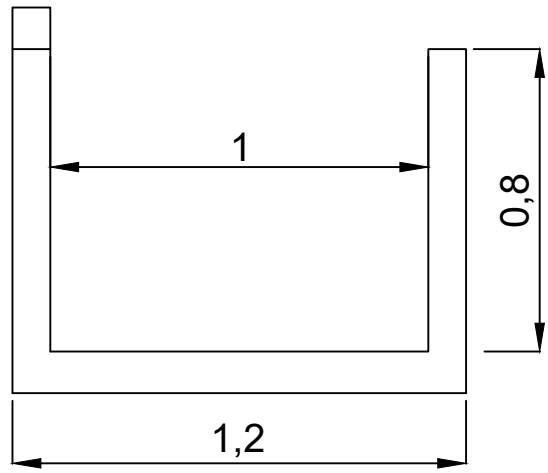
PLANTA BAJA




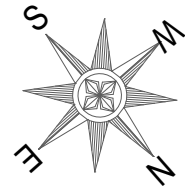
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Fecha	13/07/2023	Autor	
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dib.(apellidos)			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:50	Plano de Planta 2		PLANO Nº 4






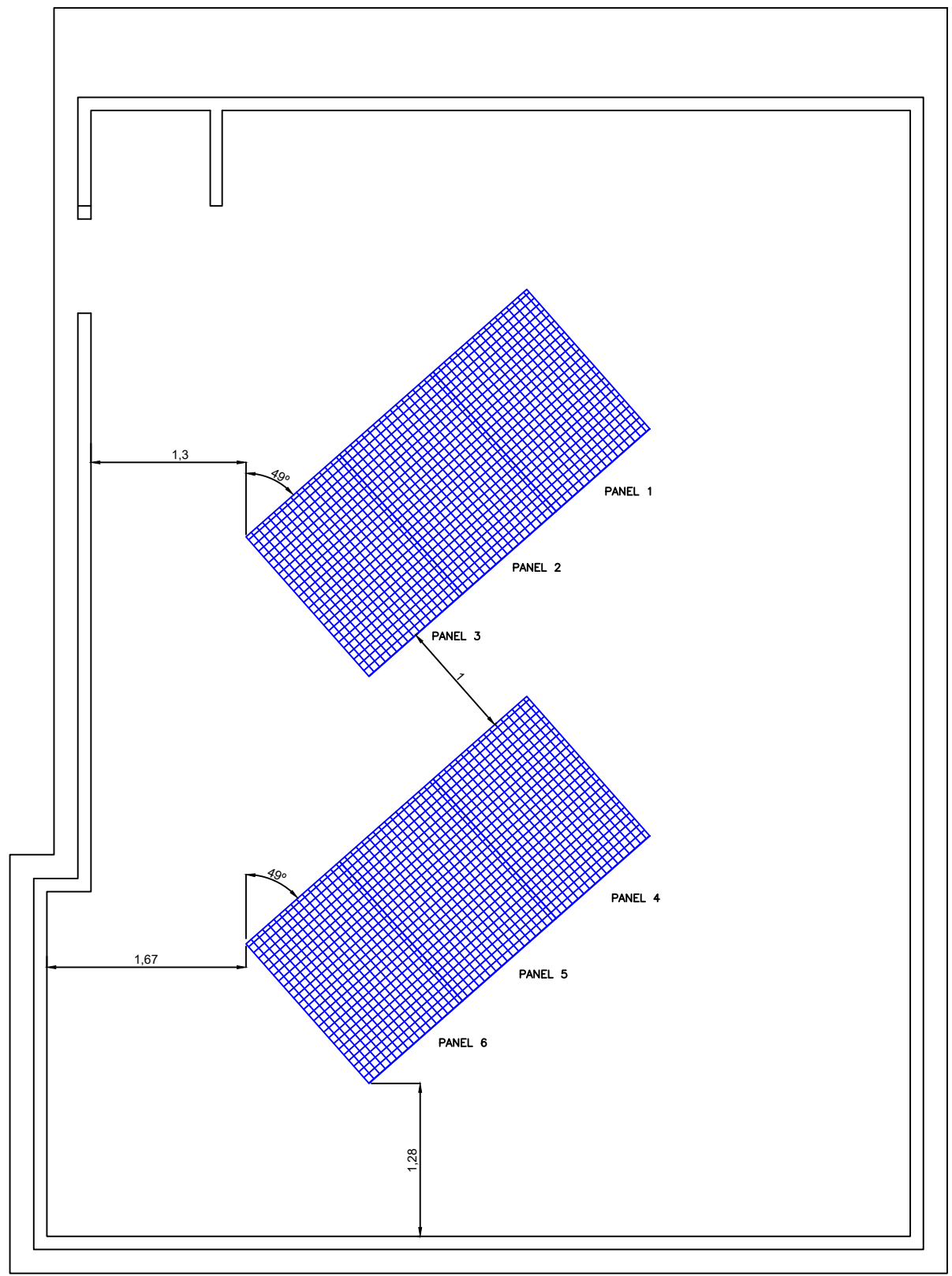
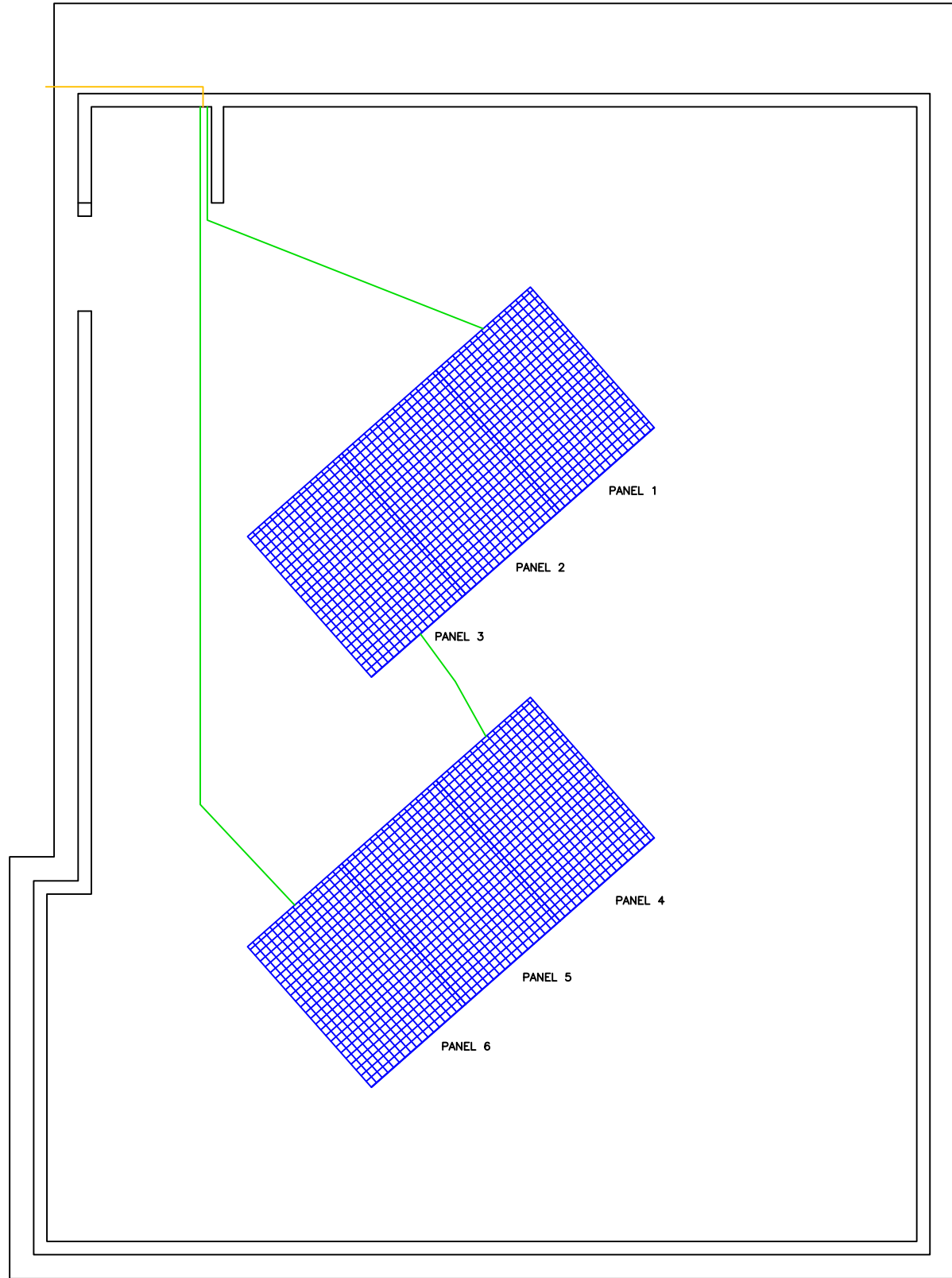
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR				
Fecha	13/07/2023	Autor		E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		 Universidad de La Laguna	
Dib.(apellidos)				
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA: E 1:50	Ubicación de la Caseta del Inversor			PLANO Nº 5



PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Fecha	13/07/2023	Autor	
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		 E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dib.(apellidos)			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:20	Detalle de Caseta y Distribución de Dispositivos		PLANO Nº 6



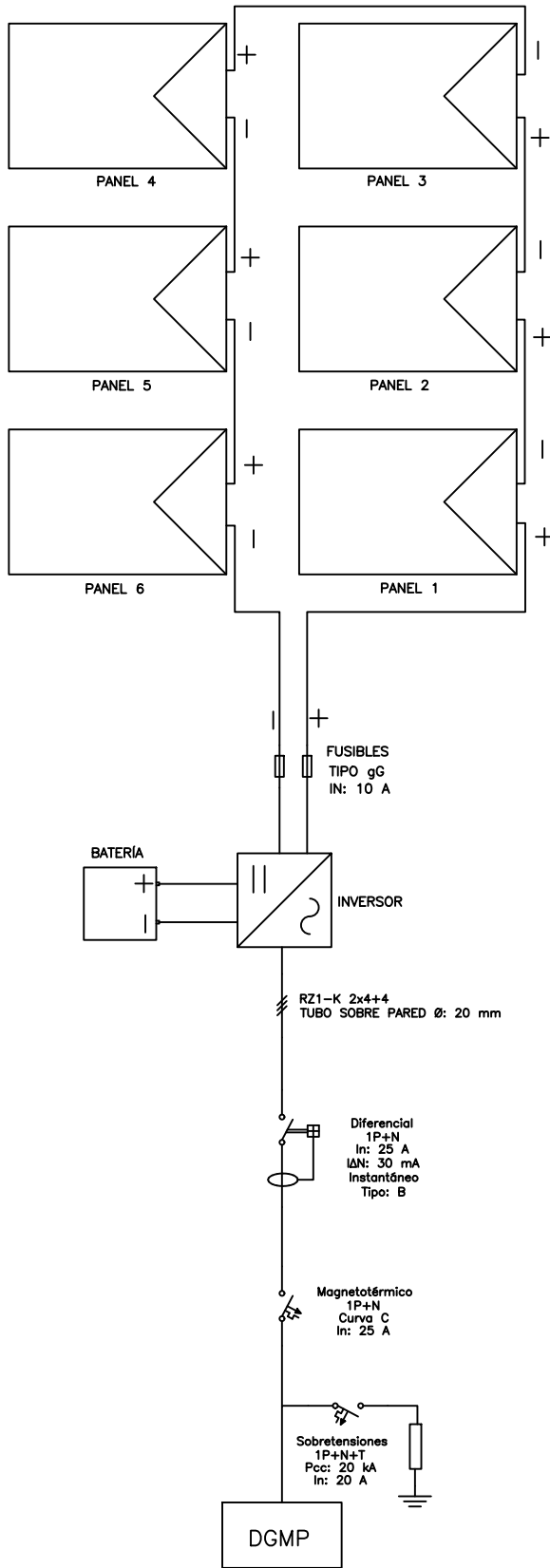
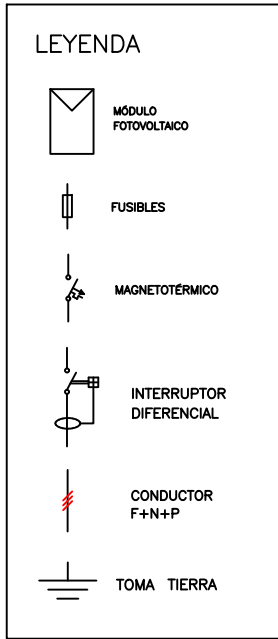
LEYENDA	
	CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA
	CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA
	MÓDULO FOTOVOLTAICO



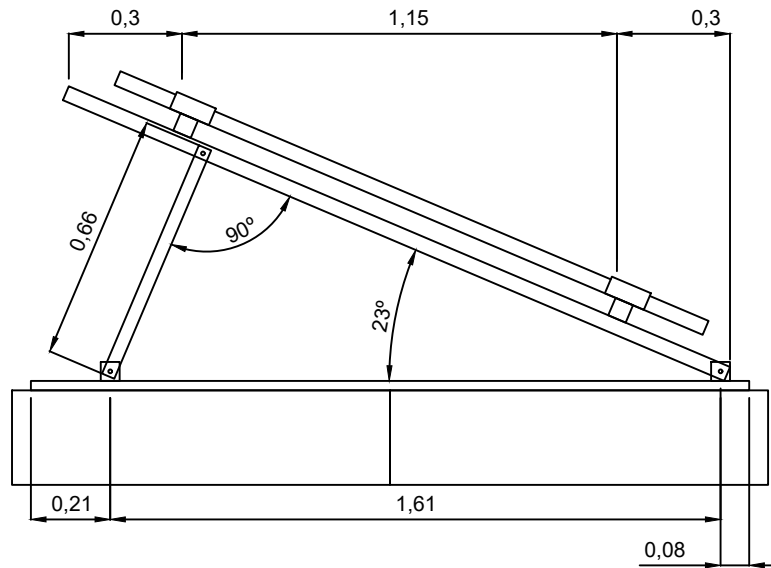
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Fecha	13/07/2023	Autor		E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dibujado(nombre)		Xavier Moreno González		
Dib.(apellidos)				
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			

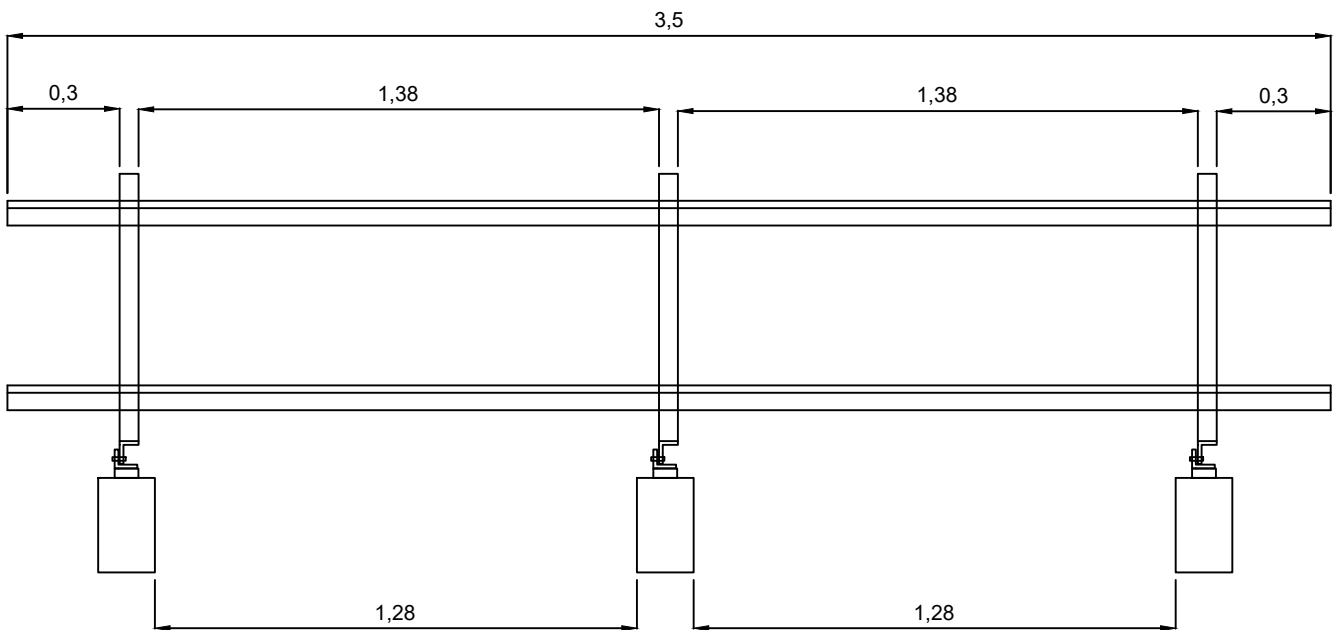
ESCALA: E 1:50	Distribución Módulos Fotovoltaicos	PLANO Nº 7
-------------------	------------------------------------	------------



PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Fecha	13/07/2023	Autor	E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		
Dib.(apellidos)			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano Unifilar de la Instalación Fotovoltaica		PLANO Nº 8
S/E			

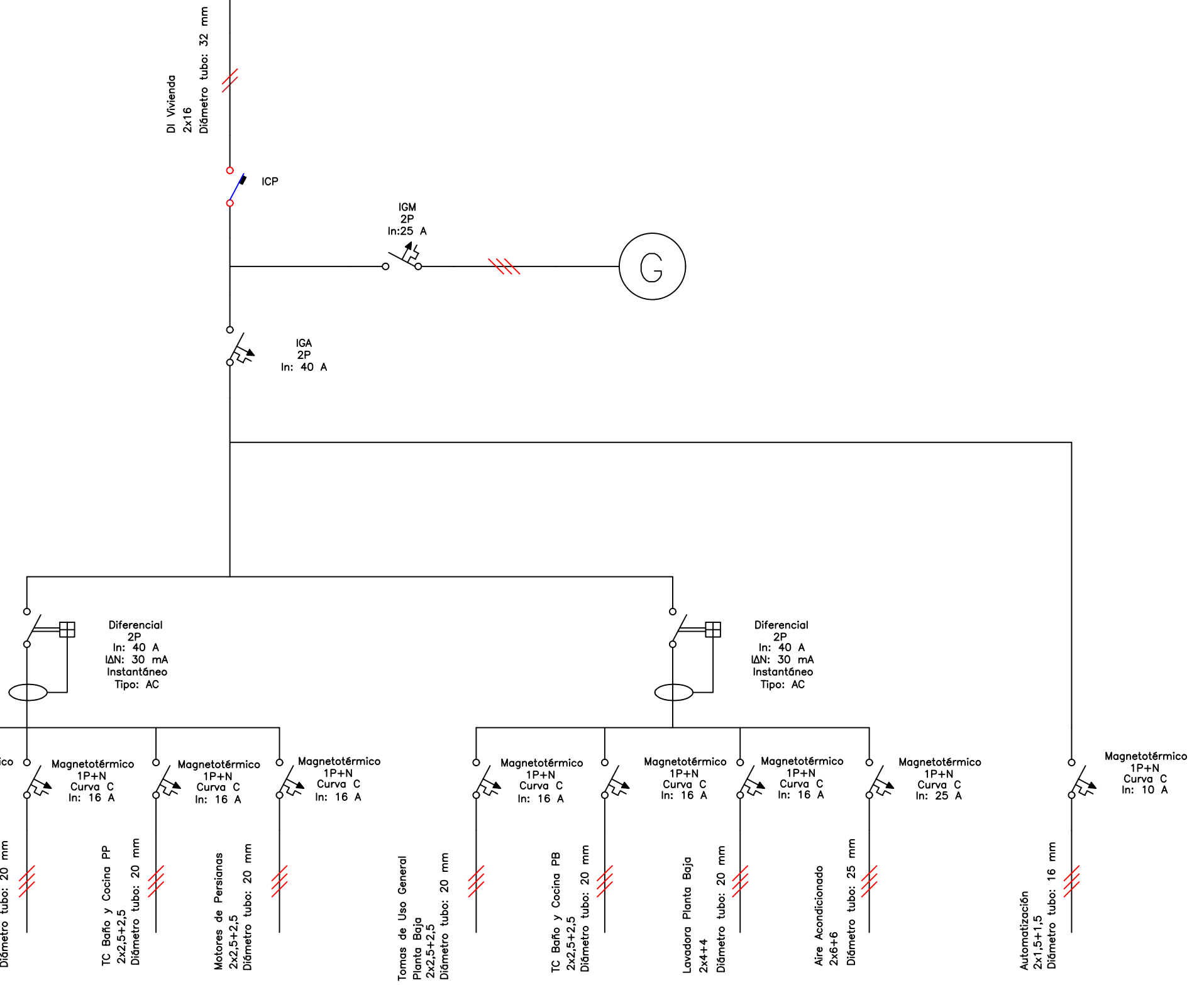
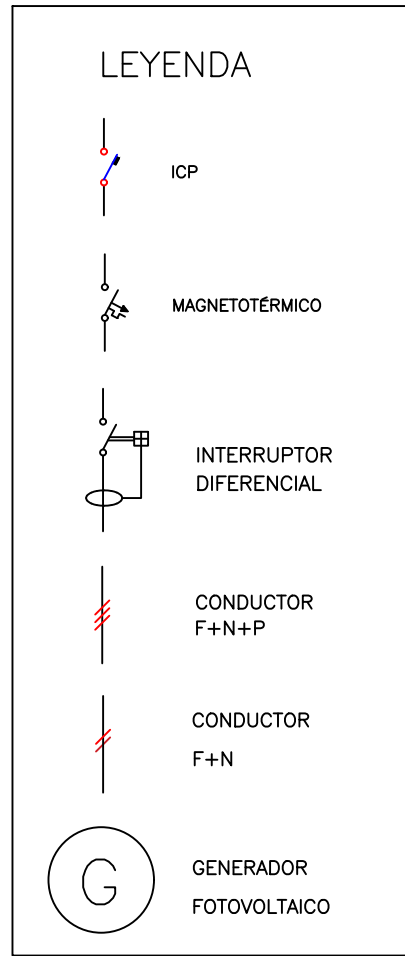


VISTA DE PERFIL



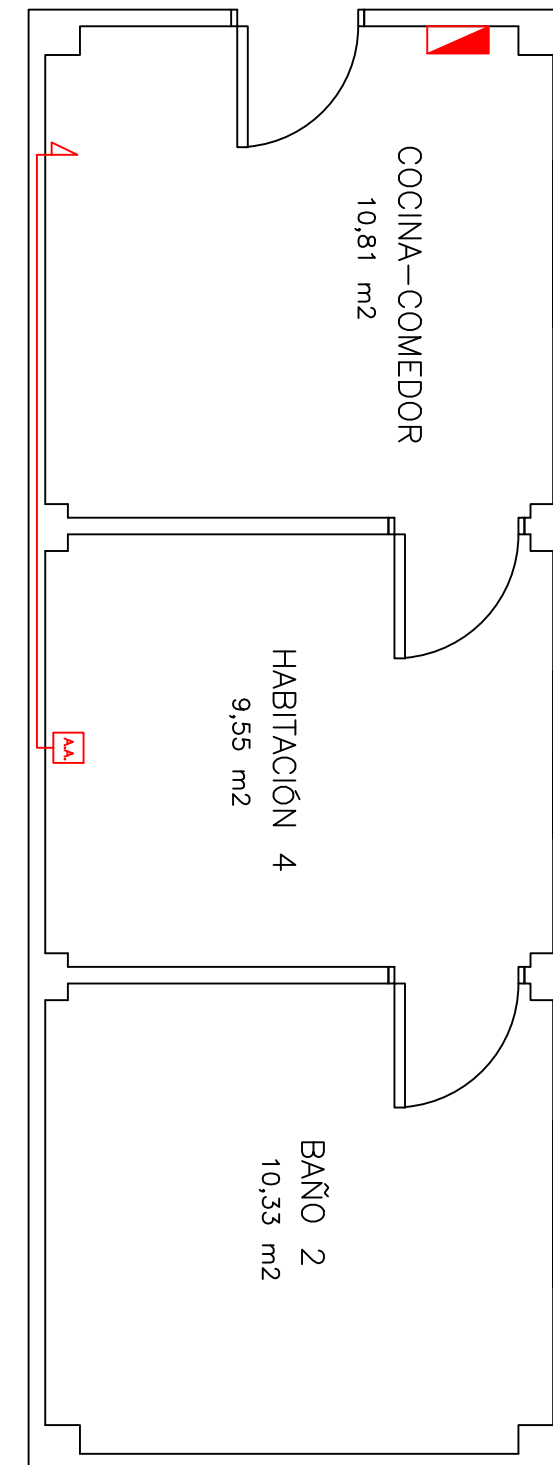
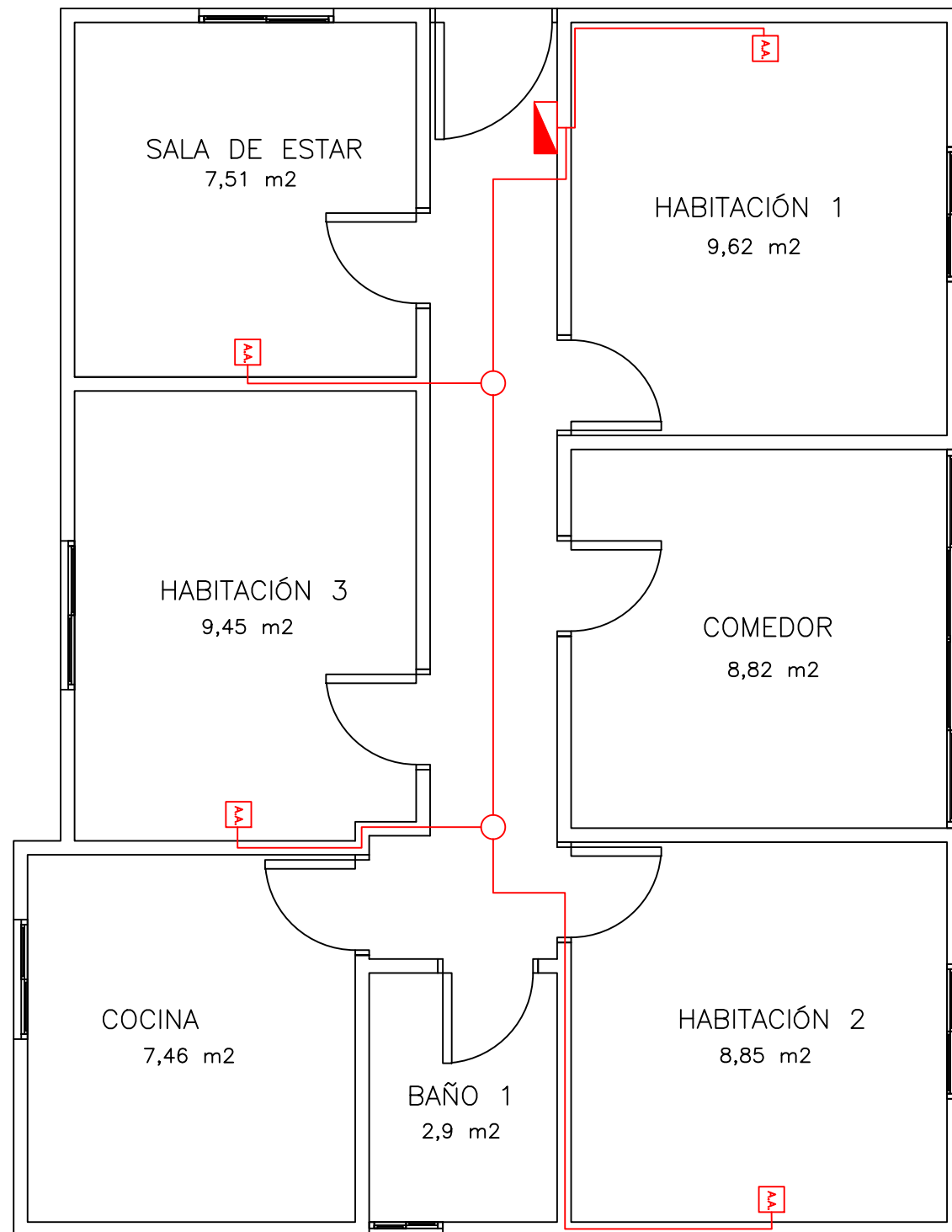
VISTA ALZADA

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Fecha	13/07/2023	Autor	 E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		
Dib.(apellidos)			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: E 1:20	Plano de Vistas del Soporte de la Instalación Fotovoltaica		PLANO Nº 9



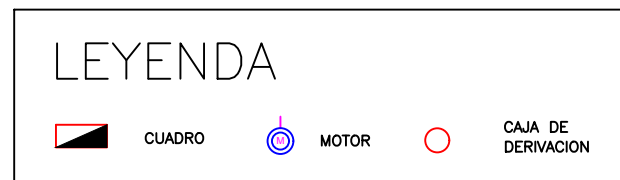
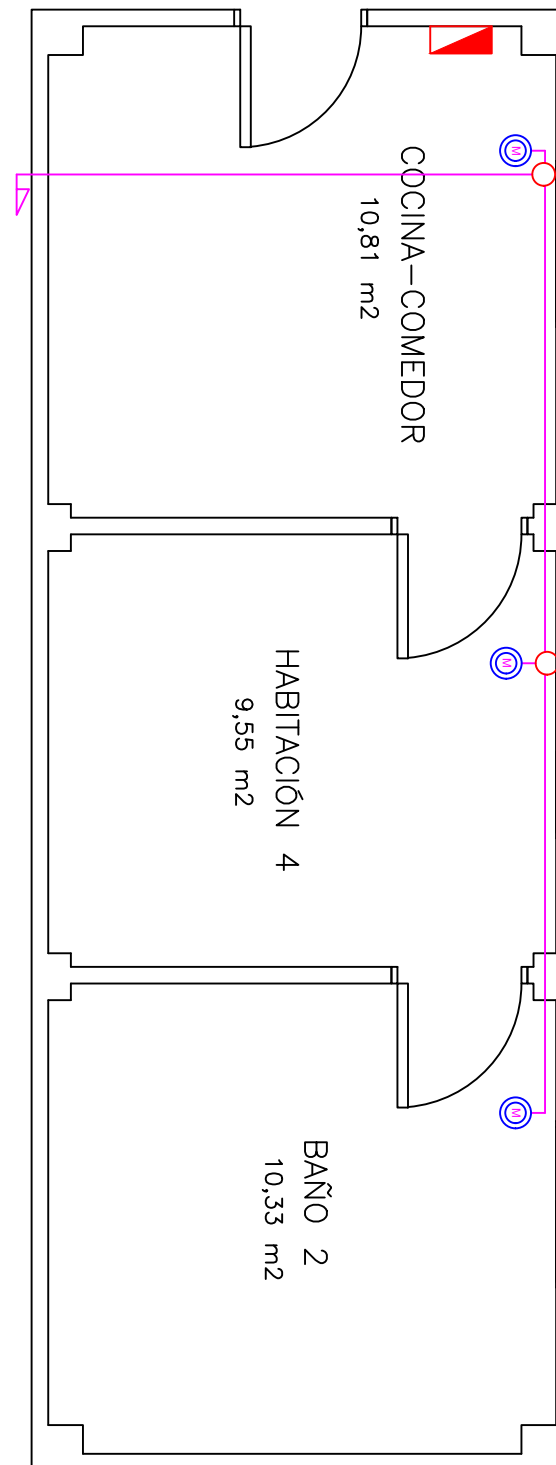
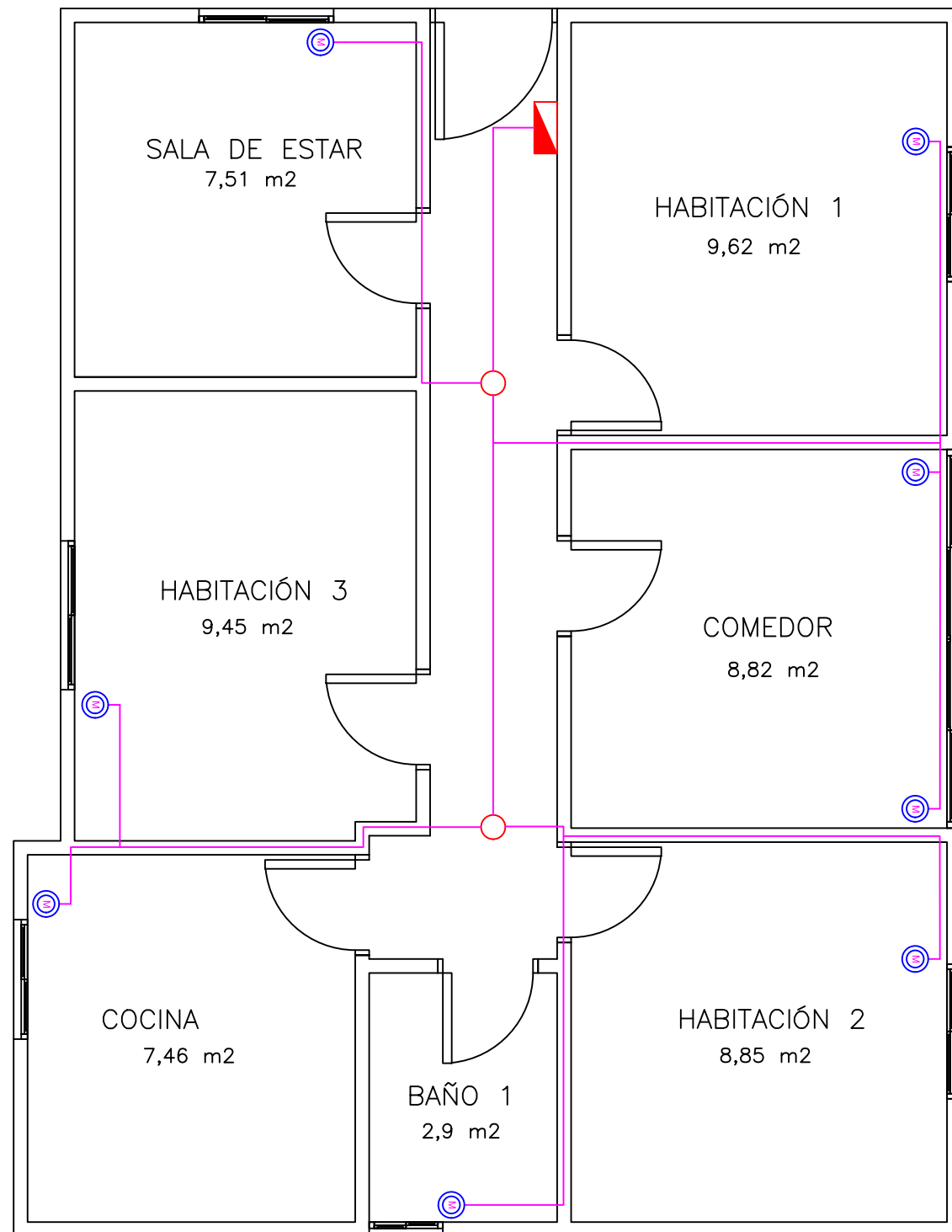
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Fecha	13/07/2023	Autor	
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		 E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dib.(apellidos)			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Plano Unifilar de la Vivienda		PLANO Nº 10

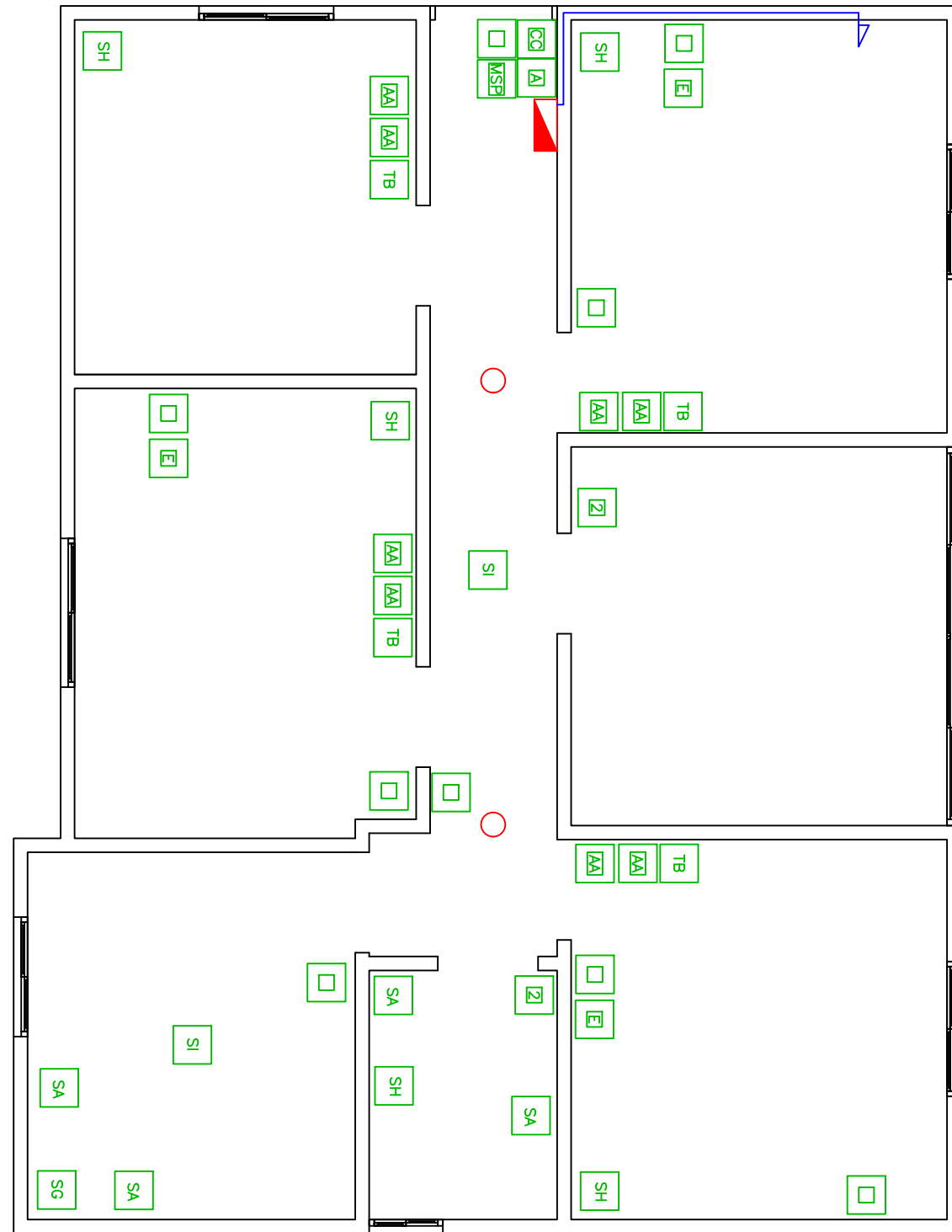


LEYENDA					
	CUADRO		AIRE ACONDICIONADO		CAJA DE DERIVACION

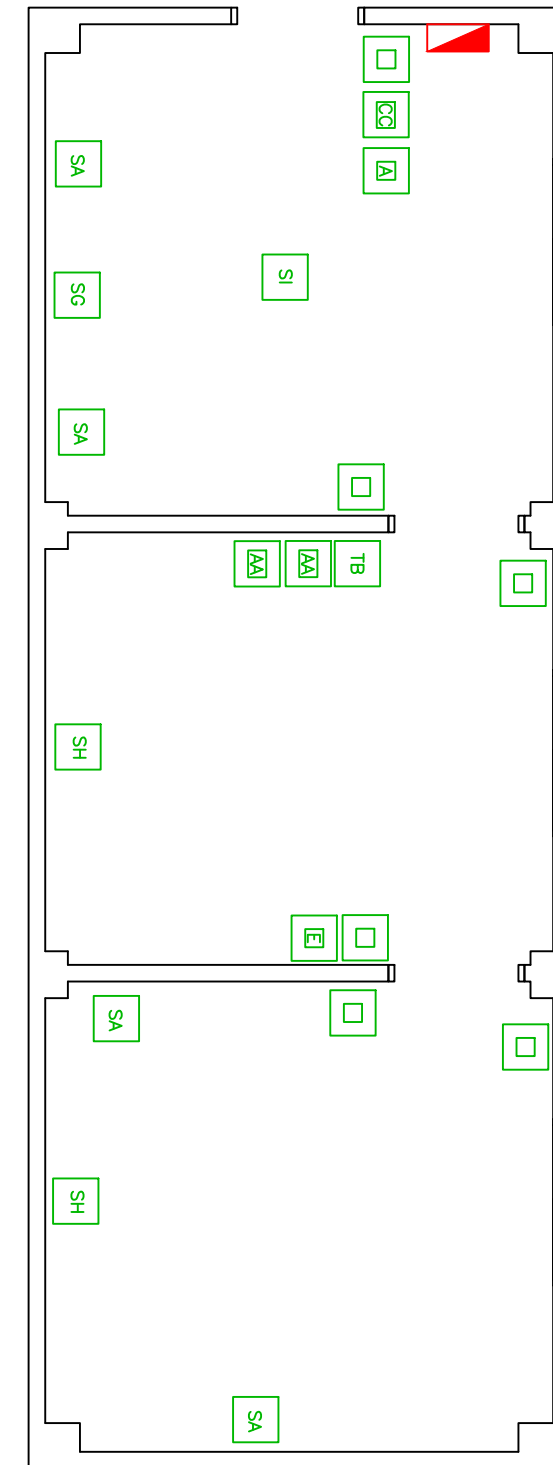
PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR					
Fecha	13/07/2023	Autor		E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna	
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González				
Dib.(apellidos)	UNE-EN-DIN				
Id. s. normas	UNE-EN-DIN				
ESCALA:	E 1:50			Circuito de Aire Acondicionado	PLANO Nº 11



PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR					
Fecha	13/07/2023	Autor		E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna	
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González				
Dib.(apellidos)	UNE-EN-DIN				
Id. s. normas	UNE-EN-DIN				
ESCALA:	E 1:50			Circuito de Persianas Motorizadas	PLANO Nº 12



PLANTA PRINCIPAL

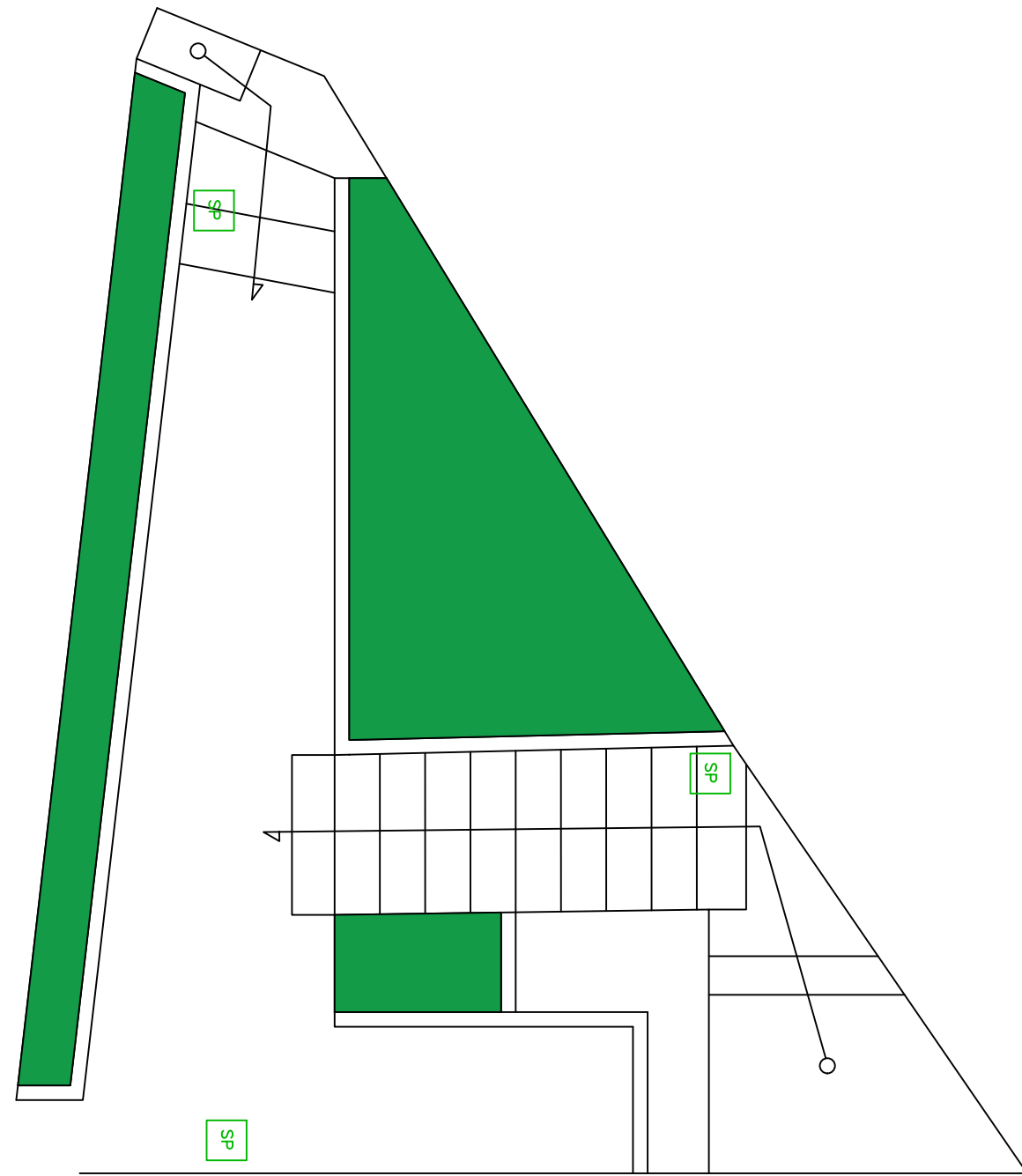


PLANTA BAJA

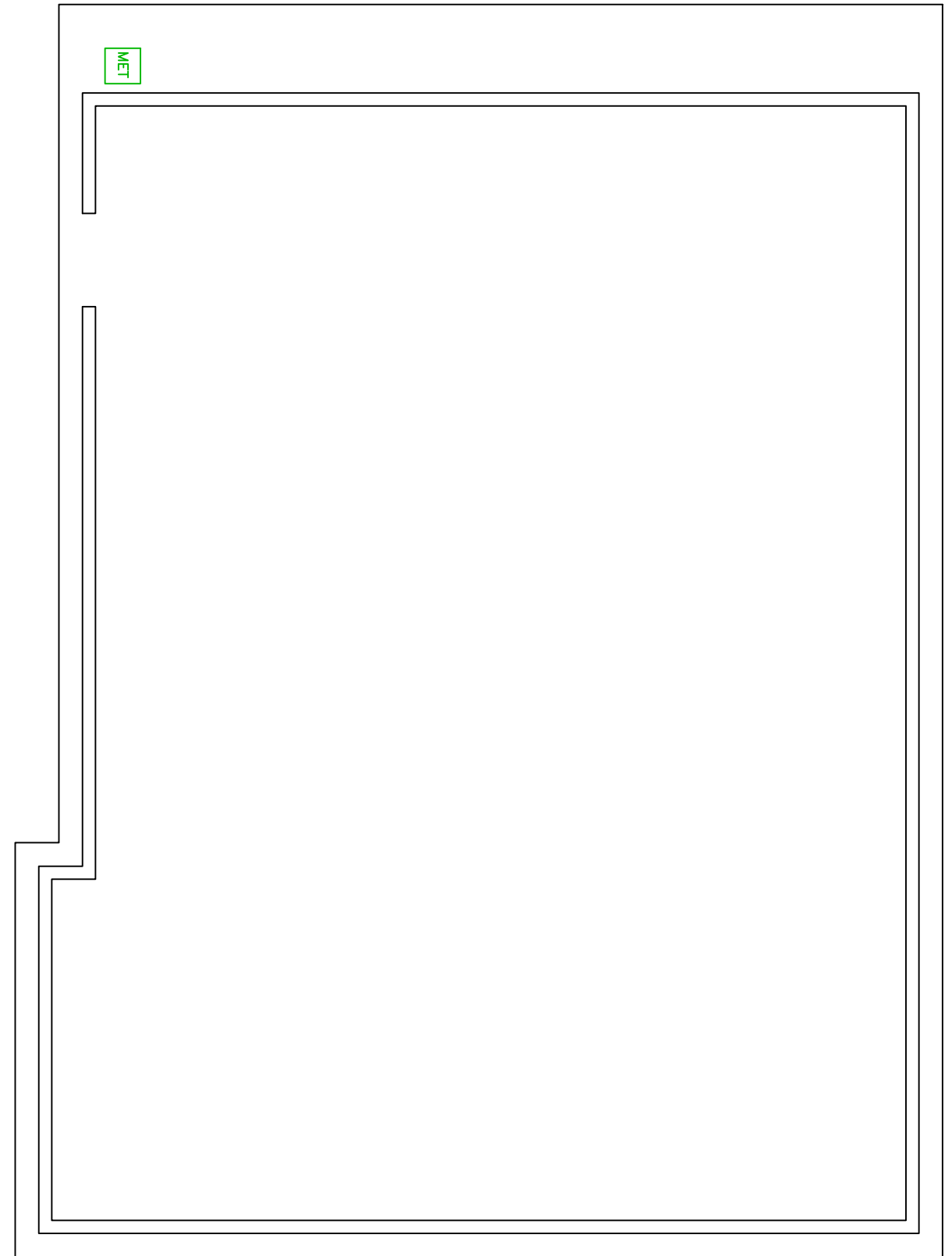
LEYENDA

	PULSADOR		PULSADOR APAGADO ALARMAS		SENSOR GAS		CUADRO
	N PULSADORES JUNTOS		PULSADOR CONTROL CLIMATIZACIÓN		SENSOR INCENDIO		CAJA DE DERIVACION
	PULSADOR ESCENAS		PULSADOR SIMULACIÓN DE PRESENCIA		SENSOR HUMEDAD		
	PULSADOR CIERRE CENTRALIZADO		TERMOSTATO		SENSOR INUNDACIÓN		

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR			
Fecha	13/07/2023	Autor	
Dibujado(nombre)	Xavier Moreno González		E.S.I.T. Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dib.(apellidos)			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	E 1:50		PLANO Nº 13
Distribución Instalación Domótica 1			




PATIO EXTERIOR



AZOTEA

LEYENDA	
MET	CENTRAL METEOROLÓGICA
SP	SENSOR PROXIMIDAD

PROYECTO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR				
Fecha	13/07/2023	Autor		E.S.I.T.
Dibujado(nombre)		Xavier Moreno González	 Universidad de La Laguna	Grado Ing. Electrónica Industrial Automática Universidad de La Laguna
Dib.(apellidos)				
Id. s. normas		UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Distribución Instalación Domótica 2			PLANO Nº 14
E 1:50				



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

VIII. PLIEGO DE CONDICIONES

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

ÍNDICE

1. Condiciones Generales.....	191
1.1. Objeto.....	191
1.2. Documentos del Proyecto.	191
1.3. Legislación aplicable.	192
2. Condiciones Facultativas.	194
2.2. Delimitación de Funciones de los Agentes Intervinientes.....	194
2.2.1. Técnico Director de la Obra.....	194
2.2.2. Constructor o Instalador	194
2.3. Obligaciones y Derechos del Contratista.	195
2.3.1. Verificación de los Documentos del Proyecto	195
2.3.2. Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo	196
2.3.3. Presencia del Constructor o Instalador en la Obra	196
2.3.4. Trabajos No Estipulados Expresamente.....	196
2.3.5. Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos. 197	
2.3.6. Reclamaciones Contra la Dirección Facultativa.	197
2.4. Condiciones Generales debidas a los Trabajos y a los Materiales.....	197
2.4.1. Ejecución de las obras.....	197
2.4.2. Subcontratación de las obras.....	198
2.4.3. Faltas de Personal	198
2.4.4. Plazo de Comienzo y Ejecución.....	198
2.4.5. Orden de los Trabajos.	199
2.4.6. Sanciones por retraso	199
2.4.7. Replanteo.....	199
2.4.8. Facilidades para otros Contratistas.....	199
2.4.9. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra. 200	
2.4.10. Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos.	200
2.4.11. Obras Ocultas.	200
2.4.12. Trabajos Defectuosos.	200
2.4.13. Vicios ocultos.....	201
2.4.14. Materiales.....	201
2.4.15. Materiales No Utilizables.	201

2.4.16.	Ensayos y reconocimientos	202
2.4.17.	Limpieza de las obras	202
2.5.	Recepción de las Obras.....	202
2.5.1.	Documentación Final de la Obra.....	202
2.5.2.	Recepción Provisional de la Obra.....	202
2.5.3.	Plazo de Garantía	203
2.5.4.	Anulación de la garantía.....	204
2.5.5.	Recepción definitiva.....	204
2.5.6.	Prórroga de Garantía.....	204
2.5.7.	Recepciones de Trabajos cuya Contrata haya sido Rescindida	204
3.	Condiciones Económicas	205
3.1.	Precios Unitarios.....	205
3.2.	Abono de los Trabajos	206
3.2.1.	Formas de pago.....	206
3.2.2.	Precios Contradictorios.....	207
3.2.3.	Reclamaciones del Aumento de Precios por Causas Diversas	207
3.2.4.	Revisión de Precios Contratados.....	207
3.2.5.	Certificaciones.....	208
3.2.6.	Demora de los Pagos.....	209
3.3.	Fianza	209
3.4.	Sanciones.....	209
3.4.1.	Importe de Indemnización por Retraso No Justificado en el Plazo de Terminación de las Obras.	210
3.5.	Responsabilidad del Constructor o Instalador en el Bajo Rendimiento de los Trabajadores.	210
3.6.	Mejoras de Obras Libremente Ejecutadas.....	211
3.7.	Mejoras y Aumentos de Obra.....	211
3.8.	Unidades de Obra Defectuosas pero Aceptables.	212
3.9.	Seguro de las Obras.	212
3.10.	Conservación de la Obra.	213
3.11.	Uso por el Contratista del Edificio o Bienes del Propietario.	213
4.	Conndiciones Técnicas.....	214
4.1.	Generalidades.....	214

4.2. Condiciones Técnicas la Ejecución y Montaje de la Instalaciones en Baja Tensión.....	215
4.2.1. Canalizaciones Eléctricas.....	215
4.2.1.1. Conductores Aislados Bajo Tubos.....	215
4.2.1.2. Conductores Aislados Enterrados	219
4.2.1.3. Conductores Aislados Directamente	219
4.2.1.4. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción	219
4.2.1.5. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.....	220
4.2.1.6. Directivas para la Instalación en Presencia de Otras Canalizaciones No Eléctricas	220
4.2.2. Conductores	221
4.2.2.1. Características	221
4.2.2.2. Dimensionado	222
4.2.2.3. Identificación de los Conductores	223
4.2.2.4. Resistencia de Aislamiento.....	223
4.2.3. Cajas de Conexión	223
4.2.4. Aparata de Mando y Protección	224
4.2.4.1. Cuadros Eléctricos	224
4.2.4.2. Interruptores Diferenciales	224
4.2.4.3. Interruptores Automáticos.....	226
4.2.4.4. Fusibles.....	227
4.2.4.5. Etiquetas.....	227
4.2.5. Puesta a Tierra	227
4.2.5.1. Electrodo.....	228
4.2.5.2. Conductores a Tierra	229
4.2.5.3. Bornes	229
4.2.5.4. Conductores de Protección	230
4.2.6. Pruebas	230
4.3. Condiciones Técnicas la Ejecución, Montaje y Mantenimiento de la Instalación Fotovoltaica.....	231
4.3.1. Generadores fotovoltaicos.....	231
4.3.2. Estructura soporte	232
4.3.3. Inversores.....	233
4.3.4. Cableado	235
4.3.5. Protecciones y puesta a tierra.....	235
4.3.6. Generalidades del Contrato de Mantenimiento.....	235

4.3.7.	Programa de mantenimiento.....	236
4.3.8.	Pruebas y Ensayos.....	237

1. Condiciones Generales.

1.1. Objeto

Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.

Se valorará la calidad final de la instalación por el servicio de energía eléctrica proporcionado cuanto a su rendimiento, producción e integración.

El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.

En determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

1.2. Documentos del Proyecto.

El presente Proyecto se compone de los siguientes documentos:

- Una Memoria que considera las necesidades a satisfacer y los factores de carácter general a tener en cuenta durante la realización del Proyecto.
- Cálculos que especifican el dimensionado de los elementos a emplear dentro de la instalación eléctrica del edificio.
- Planos que permiten que la instalación quede perfectamente definida.
- Un Presupuesto Industrial en el que quedan definidos los costes de la instalación.
- El Pliego de Condiciones Particulares Técnicas y Económicas, en el que se recogen las especificaciones de los materiales y elementos constitutivos y las normas para la ejecución de los trabajos, así como las bases económicas y legales que regirán en la obra.
- Estudio Básico de Seguridad y Salud, que precisará las normas básicas de seguridad y salud aplicables a la obra.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas. Dentro del documento Planos, la cota prevalece sobre la medida a escala. En caso de duda se consultará con el Director Facultativo.

Las omisiones en los Planos y en el Pliego de Condiciones, o las descripciones erróneas de los detalles de las obras que sean manifiestamente indispensables para respetar el espíritu o intención expuestos en los Documentos del presente Proyecto, o que, por uso y costumbre deben ser realizados, no sólo, no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completados y especificados en los Planos y en el Pliego de Condiciones.

1.3. Legislación aplicable.

Las leyes y normativas en las cuales se basa el presente proyecto, y por las cuales se definirán las características técnicas de los elementos de la instalación y la calidad mínima de la misma son las siguientes:

- Ley 54/1997 de noviembre del sector eléctrico (BOE n o 285 de 28/11/1977)
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE no 126, de 26/05/2007).

En cuanto al ámbito de seguridad y salud para el desarrollo de la obra, la legislación es la siguiente:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de riesgos laborales.
- Real decreto del 24 de Octubre de 1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real decreto 485/97 del 14 de abril; disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real decreto 1407/1992 modificado por el real decreto de 159/1995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual- EPI.

- Real decreto 773/1997 del 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.
- Real decreto 1215/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real decreto 1435/1992 modificado por el real decreto 56/1995, dictan las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre las maquinas.
- Real decreto 1495/1986 modificada por el real decreto 830/1991, aprueba el reglamento de seguridad en las maquinas.
- Real decreto 1316/1989, del ministerio de relaciones con las cortes y de la secretaria del gobierno. 27/10/1989 Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real decreto 245/1989 del ministerio de industria y energía. 27/02/1989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del ministerio de industria y energía.17/11/1989. Modificación del real decreto 245/1989,27/02/1989.
- Orden del ministerio de industria, comercio y turismo. 18/07/1991 modificación del anexo I del real decreto 245/1989, 27/02/1989.
- Real decreto 711992 del ministerio de industria, 31/01/1992. Se amplía el ámbito de aplicación del real decreto 245/1989, 27/02/1989 y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del ministerio de industria y energía. 29/03/1996. Modificación del anexo I del real decreto 245/1989.
- Real decreto 487/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores.

2. Condiciones Facultativas.

2.2. Delimitación de Funciones de los Agentes Intervinientes.

2.2.1. Técnico Director de la Obra

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de la obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

2.2.2. Constructor o Instalador

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

2.3. Obligaciones y Derechos del Contratista.

2.3.1. Verificación de los Documentos del Proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

2.3.2. Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

2.3.3. Presencia del Constructor o Instalador en la Obra

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.3.4. Trabajos No Estipulados Expresamente.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tiene que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc. Y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

2.3.5. Interpretaciones, Aclaraciones y Modificaciones de los Documentos.

Cuando se trate aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.3.6. Reclamaciones Contra la Dirección Facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, su son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Directo, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

2.4. Condiciones Generales debidas a los Trabajos y a los Materiales.

2.4.1. Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director Facultativo, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director Facultativo.

El Contratista no podrá utilizar personal en los trabajos que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

2.4.2. Subcontratación de las obras

El Contratista podrá dar a destajo o en subcontrata cualquier parte de la obra, pero con la previa autorización del Director de las Obras. El Director de las Obras, está facultado para decidir la exclusión de un destajista por ser incompetente o no reunir las condiciones necesarias. Comunicada esta decisión al Contratista, este deberá tomar las medidas precisas e inmediatas para la rescisión de este trabajo.

El contratista será siempre responsable ante el Director de las Obras de todas las actividades de los subcontratistas y de las obligaciones derivadas del cumplimiento de las condiciones expresadas en este Pliego.

2.4.3. Faltas de Personal

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependiente u operarios causantes de la perturbación.

2.4.4. Plazo de Comienzo y Ejecución.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plano marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos, en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

En caso de que no se cumplan los plazos de comienzo o de ejecución, el propietario de la instalación será indemnizado por el retraso según lo acordado en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.4.5. Orden de los Trabajos.

En general, la determinación del orden de los trabajos queda en facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.4.6. Sanciones por retraso

Si el contratista, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto, el propietario de la instalación podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del contrato privado entre propiedad y contrata.

Cuando el Director de Obra advierta la posibilidad de que un retraso en la ejecución de las obras o en el montaje, no va a repercutir en la puesta en marcha de la instalación ni causar perjuicios a terceros, podrá acordar libremente la supresión de multas, o la ampliación de los plazos de ejecución.

2.4.7. Replanteo.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalado las referencias principales que mantendrá como base ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Directo y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

2.4.8. Facilidades para otros Contratistas.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.4.9. Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el Retraso de la Obra.

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

2.4.10. Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

2.4.11. Obras Ocultas.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

2.4.12. Trabajos Defectuosos.

El Contratista, como es natural, debe emplear los materiales que cumplan las condiciones generales exigidas en el presente Pliego de Condiciones y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento, y en los demás que se recogen en este Pliego.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos por los que ha sido contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el Director Facultativo o sus auxiliares, no se le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Así mismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director Facultativo o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo preceptuado y todo ello a expensas del Contratista.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia, el propietario de la instalación podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección Facultativa, por la rescisión del contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer al Contratista en concepto de indemnización.

2.4.13. Vicios ocultos

Si el Director Facultativo tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier momento y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que crea defectuosos.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionan, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario, correrán a cargo del Promotor.

2.4.14. Materiales

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.4.15. Materiales No Utilizables.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

2.4.16. Ensayos y reconocimientos

Los ensayos y reconocimientos verificados por el Director de las Obras o por sus delegados durante la ejecución de sus trabajos, no tienen otro carácter que el de simples antecedentes para la recepción. Por lo tanto, la admisión de materiales o elementos de la obra, antes de la recepción definitiva, no atenúa las obligaciones que contrae el Contratista de subsanar o reponer, si las obras o instalaciones resultasen inaceptables, parcial o totalmente, en el reconocimiento final y pruebas de recepción.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.4.17. Limpieza de las obras

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

2.5. Recepción de las Obras.

2.5.1. Documentación Final de la Obra

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

2.5.2. Recepción Provisional de la Obra

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la Recepción Provisional. El Contratista lo pondrá en conocimiento del Promotor, mediante carta certificada con acuso de recibo. Si el Contratista no acude a la convocatoria, se hará mención de su ausencia en el Acta de Recepción.

En la Recepción Provisional será necesaria la asistencia de un representante de la Propiedad, del Director Facultativo, del Contratista o su representante y de un representante de la Intervención General del Ayuntamiento.

El Interventor General comprobará que todo lo que se haya realizado es lo que realmente se aprobó en los Presupuestos Generales del Ayuntamiento. Si no coincidiese con lo aprobado, tendrá la potestad de no firmar el Acta, con las consecuencias derivadas de ello.

Tras practicar un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta por triplicado, firmada por los cuatro asistentes legales antes indicados.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía de un año.

Seguidamente los Técnicos de la Dirección Facultativa, extenderán el correspondiente Certificado Final de Obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el Acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al Contratista, que la Dirección Facultativa considere necesarias para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, e efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido el plazo, se considerará rescindido el contrato con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente otorgarle un nuevo e improrrogable plazo.

Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte del Contratista a la Dirección Facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como las pertinentes autorizaciones de los

Organismos Oficiales de la Provincia, para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran.

2.5.3. Plazo de Garantía

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

2.5.4. Anulación de la garantía

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.

2.5.5. Recepción definitiva

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades de la provisional. Si se encontraran las instalaciones en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En el caso de que hubiese sido necesario conceder un plazo para subsanar los defectos hallados, el Contratista no tendrá derecho a cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía, debiendo continuar encargado de la conservación de las obras durante esa ampliación.

2.5.6. Prórroga de Garantía.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

2.5.7. Recepciones de Trabajos cuya Contrata haya sido Rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

3. Condiciones Económicas

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

3.1. Precios Unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considera Costes Directos:

- La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad y salud, para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considera Costes Indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc. También se consideran los gastos del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considera Gastos Generales:

- Los gastos de la empresa no incluidos en los puntos anteriores, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública, este porcentaje se suele establecer en un 13%).

Se considera Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas.

El Precio de Ejecución Material será el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos e Indirectos.

El Precio de Contrata es la suma de los Costes Directos, Costes Indirectos, Gastos Generales y Beneficio Industrial. El IGIC gira sobre esta suma, pero no integra el precio.

3.2. Abono de los Trabajos

3.2.1. Formas de pago

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras el abono de los trabajos se podrá efectuar de las siguientes formas, no existiendo posibilidad de escoger entre varias de ellas:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.
- Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las contrapartidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
- Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Director Facultativo.
- Se abonará al Contratista en idénticas condiciones el caso anterior.
- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente Pliego de Condiciones determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el Contrato.

3.2.2. Precios Contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad de alguna de las previstas, o cuando se necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudiría en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.2.3. Reclamaciones del Aumento de Precios por Causas Diversas

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

3.2.4. Revisión de Precios Contratados

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5%) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5%.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

3.2.5. Certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el Contrato o en el Pliego de Condiciones que rija en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Director Facultativo.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente Pliego de Condiciones, respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Director Facultativo los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el Director Facultativo aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Promotor contra la resolución del Director Facultativo en la forma prevenida en el presente Pliego de Condiciones.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, el Director Facultativo expedirá a la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al propietario, dentro del mes siguiente al periodo a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones la aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En caso de que el Director Facultativo lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Director Facultativo, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

3.2.6. Demora de los Pagos.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.3. Fianza

A la firma del Contrato, el Contratista deberá constituir la fianza definitiva por un importe igual al 5% del Presupuesto Total de Adjudicación.

En cualquier caso, el Propietario se reserva el derecho de modificar el anterior porcentaje, estableciendo previamente en las bases del concurso el importe de esta fianza.

La fianza se constituirá en efectivo o por Aval Bancario realizable a satisfacción del Propietario. En el caso de que el Aval Bancario sea prestado por varios Bancos, todos ellos quedarán obligados solidariamente con el Propietario y con renuncia expresa a los beneficios de división y exclusión.

El modelo de Aval Bancario será facilitado por el Propietario, debiendo ajustarse el Contratista obligatoriamente a dicho modelo.

La fianza tendrá carácter de irrevocable desde el momento de la firma del Contrato hasta la liquidación final de las obras, siendo devuelta una vez realizada ésta.

Dicha liquidación seguirá a la recepción definitiva de la obra, que tendrá lugar una vez transcurrido el plazo de garantía, a partir de la fecha de la recepción provisional. Esta fianza inicial responde del cumplimiento de todas las obligaciones del Contratista, y quedará a beneficio del Propietario en los casos de abandono del trabajo o rescisión del Contrato por causa imputable al Contratista.

3.4. Sanciones

En el caso de incumplimiento de los plazos fijados por causas directamente imputables al Contratista, satisfará éste las multas con cargo a las certificaciones, fondo de retenciones o fianza definitiva, sucesivamente, sin perjuicio de la responsabilidad por daños.

Si el retraso producido en el incumplimiento de los plazos ocasionara a su vez retrasos en otros Contratistas, lesionando los intereses de estos, el Promotor podrá hacer repercutir sobre el Contratista las indemnizaciones a que hubiera lugar por tales perjuicios.

En el caso de que los retrasos se produzcan por causas imputables al Promotor en los suministros a que venga obligada la Empresa, por órdenes expresas de la Dirección Facultativa o por demoras en los montajes de maquinaria o equipos, se prorrogarán los plazos en un tiempo igual al estimado por el Promotor como retraso producido.

Cuando el promotor advierta la posibilidad de que un retraso en la ejecución de las obras o en el montaje, no va a repercutir en la puesta en marcha de la instalación ni causar perjuicios a terceros, podrá acordar libremente la supresión de multas, o la ampliación de los plazos de ejecución.

En este último caso, el Promotor podrá diferir a la nueva fecha de terminación, y en el supuesto de que ésta tampoco se cumpla, la ampliación de las multas establecidas.

El Promotor podrá establecer premios en el caso de cumplimiento de los plazos parciales y totales contratados y/o un sistema de primas para premiar los posibles adelantos sobre dichos plazos de terminación de obras.

Las cantidades, tanto de las multas como de las primas, serán pactadas en el contrato entre ambas partes.

3.4.1. Importe de Indemnización por Retraso No Justificado en el Plazo de Terminación de las Obras.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

3.5. Responsabilidad del Constructor o Instalador en el Bajo Rendimiento de los Trabajadores.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las

gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15%) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.6. Mejoras de Obras Libremente Ejecutadas

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.7. Mejoras y Aumentos de Obra.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato.

Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.8. Unidades de Obra Defectuosas pero Aceptables.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.9. Seguro de las Obras.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasado a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.10. Conservación de la Obra.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardaría y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente “Pliego de Condiciones Económicas”.

3.11. Uso por el Contratista del Edificio o Bienes del Propietario.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

4. Condiciones Técnicas.

4.1. Generalidades

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 VRMS ó 120 VCC. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en la lengua oficial del lugar donde se sitúa la instalación, en este caso el castellano.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, 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.

4.2. Condiciones Técnicas la Ejecución y Montaje de la Instalaciones en Baja Tensión.

4.2.1. Canalizaciones Eléctricas

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

4.2.1.1. Conductores Aislados Bajo Tubos

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubos y accesorios no metálicos.
- Tubos y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086-2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se correspondan con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Las características mínimas de los tubos utilizados en canalizaciones serán las estipuladas en la ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección 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 precise 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 especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086-2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocarlos 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.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de

60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, 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. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores, aunque se produzca un retorcimiento parcial de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes a lo establecido en la correspondiente parte de la norma UNE-EN 60.998.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado 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 los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar 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 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provisto de codos o "T" 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 cerrados y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

4.2.1.2. Conductores Aislados Enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en las Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

4.2.1.3. Conductores Aislados Directamente

Para estas canalizaciones son necesarios conductos aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de la instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

4.2.1.4. Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción

Estas canalizaciones están constituidas por cables colocados en el interior de huecos de la construcción según UNE 20.460-5-52. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire. En el caso de conductos continuos, éstos no podrán destinarse simultáneamente a otro fin (ventilación, etc.).

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Normalmente, como los cables solamente podrán fijarse en puntos bastante alejados entre sí, puede considerarse que el esfuerzo resultante de un recorrido vertical libre no superior a 3 metros quede dentro de los límites admisibles. Se tendrá en cuenta al disponer de puntos de fijación que no debe quedar comprometida ésta, cuando se suelten los bornes de conexión especialmente en recorridos verticales y se trate de bornes que están en su parte superior.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquélla en partes bajas del hueco, etc.

Cuando no se tomen las medidas para evitar los riesgos anteriores, las canalizaciones cumplirán las prescripciones establecidas para las instalaciones en locales húmedos e incluso mojados que pudieran afectarles.

4.2.1.5. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460-5-52.

4.2.1.6. Directivas para la Instalación en Presencia de Otras Canalizaciones No Eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de

agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

4.2.2. Conductores

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indicará en Memoria, Planos y Mediciones.

4.2.2.1. Características

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4.000 V.
 - Instalación: al aire o en bandeja.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20°C será del 98% al 100%. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorhídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20°C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

4.2.2.2. Dimensionado

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5% para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5%. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas. Para el cableado de la instalación fotovoltaica la caída de tensión máxima será del 1,5%, según ITC-BT-40.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la

instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

4.2.2.3. Identificación de los Conductores

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para lo que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

4.2.2.4. Resistencia de Aislamiento

Los conductores cumplirán las disposiciones estipuladas en el artículo 2.9 de la ITC-BT-19 del RETB sobre resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

4.2.3. Cajas de Conexión

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. 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, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductores se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente

apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductores y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

4.2.4. Aparata de Mando y Protección

4.2.4.1. Cuadros Eléctricos

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del +5% sobre el valor nominal.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El orden de colocación y las conexiones entre aparatos se regirán por lo estipulado en los planos unifilares del presente Proyecto.

4.2.4.2. Interruptores Diferenciales

La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

- Protección por aislamiento de las partes activas:

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

- Protección por medio de barreras o envolventes:

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

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo el grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- Con la ayuda de una llave o de una herramienta.
 - Después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes
 - Si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual: Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos indirectos. El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

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

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

Donde

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

4.2.4.3. Interruptores Automáticos

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

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. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismo de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el

esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensiones nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

4.2.4.4. Fusibles

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad de ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

4.2.4.5. Etiquetas

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresos al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

El cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

4.2.5. Puesta a Tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar

la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficies próxima del terreno no aparezcan diferenciadas de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descargas de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

4.2.5.1. Electrodo.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones.
- Armaduras de hormigón enterradas, con excepción de las armaduras pretensadas.
- Otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de constitución y resistencia eléctrica según la clase 2 de norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima de valor previsto.

La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

4.2.5.2. Conductores a Tierra

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla 12. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tabla 12.

Tipo	Protegido Mecánicamente	No Protegido Mecánicamente
Protegido contra la corrosión	Igual a los conductores de protección.	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro	

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

4.2.5.3. Bornes

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por

medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

4.2.5.4. Conductores de Protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la siguiente tabla 13.

Tabla 13.

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

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- Conductores en los cables multiconductores.
- Conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos.
- Conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

4.2.6. Pruebas

La aparata se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

4.3. Condiciones Técnicas la Ejecución, Montaje y Mantenimiento de la Instalación Fotovoltaica.

4.3.1. Generadores fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

4.3.2. Estructura soporte

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.

La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.

En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37- 508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

4.3.3. Inversores

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de tensión y frecuencia de salida fijos). Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.

Los inversores se conectarán a la salida de los módulos o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobreintensidades. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

- $V_{NOM} \pm 5 \%$, siendo $V_{NOM} = 220 V_{RMS}$ o $230 V_{RMS}$
- $50 \text{ Hz} \pm 2\%$

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de las cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “Stand-By” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la siguiente tabla 14.

Tabla 14.

Tipo de inversor		Rendimiento al 20% de la potencia nominal	Rendimiento a potencia nominal
Onda Senoidal (*)	PNOM ≤ 5 00VA	>85%	>75%
	PNOM > 5 00VA	>90%	>85%
Onda NO Senoidal		>90%	>85%

(*) Se considerará que los inversores son de onda senoidal si la distorsión armónica total de la tensión de salida es inferior al 5% cuando el inversor alimenta cargas lineales, desde el 20 % hasta el 100 % de la potencia nominal.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (V) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

4.3.4. Cableado

Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

Para conocer la legislación vigente, dirigirse al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

4.3.5. Protecciones y puesta a tierra

Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.

La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

4.3.6. Generalidades del Contrato de Mantenimiento

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años.

El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

4.3.7. Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- **Mantenimiento preventivo:** 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 instalación.
- **Mantenimiento correctivo:** todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
 - La visita a la instalación en los plazos estipulados y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
 - El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias 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 más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.

- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.

- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

4.3.8. Pruebas y Ensayos

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
- Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado.

Además, se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Entrega de la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.



**Universidad
de La Laguna**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA, FOTOVOLTAICA Y DOMÓTICA DE
UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR**

IX. PRESUPUESTO

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

AUTOR:

Xavier Celestino Moreno González

TUTORES:

Silvia Alayón Miranda

Benjamín González Díaz

JULIO 2023

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Domótica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
DIS	Dispositivos Domóticos			
FA	u Fuente de Alimentación Siemens KNX 640mA N122 5WG1 122-1AB01			
	Total cantidades alzadas	4,00		
		4,00	315,95	1.263,80
ALZ	u Acoplador de línea-área N 140 5WG1 140-1AB02			
	Total cantidades alzadas	4,00		
		4,00	361,82	1.447,28
PUL1	u Pulsador simple UP 210 DELTA studio 5WG1 210-2AB_1			
	Total cantidades alzadas	3,00		
		3,00	120,87	362,61
PUL2	u Pulsador doble UP 211 DELTA studio 5WG1 211-2AB_1			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	131,84	131,84
PUL3	u Pulsador simple UP 215 DELTA studio 5WG1 215-2AB_2			
	Total cantidades alzadas	7,00		
		7,00	126,93	888,51
PUL4	u Pulsador doble UP 216 DELTA studio 5WG1 216-2AB_1			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	156,23	781,15
PUL5	u Pulsador cuádruple + IR, UP 235 5WG1 235-2AB_1			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	182,49	912,45
RTC	u Room Temperature Controller UP237KB_1 5WG1 237-2KB_1			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	146,15	730,75
PUL6	u Pulsador simple UP 241 DELTA perfil 5WG1 241-2AB_1			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	39,50	197,50
PUL7	u Pulsador doble UP 243 DELTA perfil 5WG1 243-2AB_1			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	135,37	135,37
PUL8	u Pulsador doble UP 244 DELTA perfil 5WG1 244-2AB_1			
	Total cantidades alzadas	12,00		
		12,00	142,93	1.715,16
CMET	u Central meteorológica para 4 sensores AP 257/11 5WG1 257-3AB11			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	1.011,09	1.011,09
SP	u Sensor de presencia HTS UP 2 5WG1 258-2AB11			
	Total cantidades alzadas	3,00		
		3,00	183,28	549,84
PUL9	u Pulsador doble UP 286 DELTA style 5WG1 286-2AB_1			
	Total cantidades alzadas	2,00		
		2,00	138,52	277,04
MODES	u Módulo de escenas N 300 5WG1 300-1AB01			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	83,72	418,60
MODSP	u Módulo de simulación de presencia N 345			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	118,50	118,50
GT	u Generador de tiempo AP 391 5WG1 391-3AR01			

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Domótica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Total cantidades alzadas	1,00		
INTP1	u Interruptor de persianas N 522/02 5WG1 522-1AB02	1,00	122,36	122,36
	Total cantidades alzadas	1,00		
INTP2	u Interruptor de persiana N 524 5WG1 524-1AB01	1,00	272,53	272,53
	Total cantidades alzadas	2,00		
DIMM	u Interruptor / Regulador N 525/02 5WG1 525-1AB02	2,00	305,46	610,92
	Total cantidades alzadas	5,00		
SB1	u Salida binaria N 561 5WG1 561-1AB01	5,00	221,99	1.109,95
	Total cantidades alzadas	1,00		
SA	u Switching Actuator UP 562/31 5WG1 562-2AB31	1,00	303,32	303,32
	Total cantidades alzadas	3,00		
MODSH	u Mód. función UP563 para toma de corriente SCHUKO 5WG1 563-2AB01	3,00	77,08	231,24
	Total cantidades alzadas	7,00		
SB2	u Salida binaria N 566 5WG1 566-1AB01	7,00	147,03	1.029,21
	Total cantidades alzadas	3,00		
SGAS	u KNX VOC 70244	3,00	461,48	1.384,44
	Total cantidades alzadas	2,00		
SHUM	u Sewi KNX TH 70393	2,00	172,06	344,12
	Total cantidades alzadas	7,00		
HIG	u Salva KNX basic 70405	7,00	128,12	896,84
	Total cantidades alzadas	3,00		
TSW	u 2-channel weekly time switch TXA022	3,00	267,02	801,06
	Total cantidades alzadas	1,00		
WFD	u Water Flood Detector ITR401-0000	1,00	255,60	255,60
	Total cantidades alzadas	8,00		
		8,00	76,00	608,00
	TOTAL DIS			18.911,08

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Domótica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAB	Cableado			
CUAD	<p>u Caja empotrable con 3 filas y capacidad para 54 módulos</p> <p>Caja empotrable con puerta opaca con 3 filas y 54 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	37,99	37,99
TPKNX	<p>m Cable bus rígido, apantallado, de 4 hilos, de 0,8 mm² de sección por hilo</p> <p>Cable apantallado constituido por 4 conductores de cobre rígido aislados en polietileno, de 0,8 mm² por hilo, y cubierta exterior de Poliolefina termoplástica.</p>			
	Descomposición			
	<i>mt35cun210a</i> m Cable bus rígido, apantallado, de 4 hilos, de 0,8 mm ² de sección por hilo	1,000	0,86	0,86
	<i>mo003</i> h Oficial 1ª electricista.	0,010	19,64	0,20
	<i>mo102</i> h Ayudante electricista.	0,010	18,56	0,19
	Total cantidades alzadas	300,00		
		300,00	1,25	375,00
CUAD2	<p>u Caja empotrable con 2 filas y capacidad para 36 módulos</p> <p>Caja empotrable con puerta opaca con 2 filas y 36 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP40, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010. Según UNE-EN 60670-1.</p>			
	Total cantidades alzadas	2,00		
		2,00	30,04	60,08
mt35aia010b	<p>m Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal</p> <p>Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.</p>			
	Total cantidades alzadas	330,00		
		330,00	0,45	148,50
	TOTAL CAB			621,57

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Domótica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
MO	Mano de Obra			
mo003	h Oficial 1ª electricista.			
	Total cantidades alzadas	29,00		
		29,00	19,64	569,56
mo102	h Ayudante electricista.			
	Total cantidades alzadas	29,00		
		29,00	18,56	538,24
m0123	h Especialista en la puesta en marcha de instalaciones			
	Total cantidades alzadas	58,00		
		58,00	41,37	2.399,46
	TOTAL MO			3.507,26
	TOTAL			23.039,91

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
APA	Aparamenta			
PS	u Panel Solar SunPower 400w SPR-MAX3-400			
	Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 400 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 65,8 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 6,08 A, tensión en circuito abierto (Voc) 75,6 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 6,58 A, eficiencia 22,6%, 104 células, vidrio exterior templado, dimensiones 1690x1046x40 mm, resistencia a la carga del viento 244 kg/m ² , resistencia a la carga de la nieve 550 kg/m ² , peso 19 kg, con caja de conexiones con diodos, cables y conectores. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. El precio no incluye la estructura soporte.			
	Total cantidades alzadas	6,00		
		6,00	275,00	1.650,00
INV	u Inversor SE3000H			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	797,09	797,09
OPT	u Optimizadores S500B			
	Total cantidades alzadas	6,00		
		6,00	66,00	396,00
EST	u Estructura			
	Total cantidades alzadas	6,00		
		6,00	86,00	516,00
BAT	u Batería SolarEdge Energy Bank De 10kWh			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	5.663,44	5.663,44
MET	u SolarEdge Energy Meter Modbus			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	189,60	189,60
TRF	u Transformador de Corriente SolarEdge SE-CTML-0350-070			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	50,56	50,56
mo009	h Oficial 1º instalador de captadores solares			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	19,64	98,20
mo108	h Ayudante instalador de captadores solares			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	18,56	92,80
mo003	h Oficial 1º electricista.			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	19,64	98,20
mo102	h Ayudante electricista.			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	18,56	92,80
Sop	u SOLAREEDGE Energy Bank Kit Soporte Suelo			
	Referencia: IAC-RBAT-FLRSTD-01			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	375,25	375,25
Suj	u 4 Sujeciones para elevación Energy Bank			
	Referencia: IAC-RBAT-HANDLE-01			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	94,00	94,00

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
Derv	u Juego 2 Cables de Conexión Energy Bank - Inversor Referencia: IAC-RBAT-RWYCBL-01			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	32,40	32,40
PIIn	u SolarEdge 5x Energy Net Plug-in Plataforma de comunicación de SolarEdge.			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	41,24	41,24
TOTAL APA.....				10.187,58

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CBE	Cableado			
MC4	u Conjunto Conector Solar PV XUNKLIK-XUNZEL-4. Macho+Hembra			
	Total cantidades alzadas	5,00		
		5,00	3,95	19,75
mt35pry026d	m Cable eléctrico unipolar, H1Z2Z2-K (AS) 0,6/1 kV, sección de 2,5 mm ² Cable eléctrico unipolar resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 30 años, tipo H1Z2Z2-K (AS), tensión nominal 0,6/1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x2,5 mm ² de sección, aislamiento de goma, cubierta de elastómero reticulado, de tipo EM5, aislamiento clase II, de color negro, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Según DKE/VDE AK 411.2.3.			
	Total cantidades alzadas	35,00		
		35,00	1,06	37,10
mt35cun030a	m Cable eléctrico unipolar, RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, sección de 4 mm ² Cable unipolar RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 4 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) libre de halógenos (Z1) y cubierta de poliolefina termoplástica.			
	Total cantidades alzadas	25,00		
		25,00	1,23	30,75
mt35aia010b	m Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.			
	Total cantidades alzadas	60,00		
		60,00	0,45	27,00
mo003	h Oficial 1º electricista.			
	Total cantidades alzadas	6,20		
		6,20	19,64	121,77
mo102	h Ayudante electricista.			
	Total cantidades alzadas	6,20		
		6,20	18,56	115,07
	TOTAL CBE.....			351,44

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IEP021	Toma de tierra con pica			
mt35tte010b	u Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	19,32	19,32
mt35tta040	u Grapa abarcón para conexión de pica.			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	1,07	1,07
mt35tta010	u Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	79,45	79,45
mt35tta030	u Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	49,39	49,39
mt35tta060	u Saco de 5 kg de sales minerales para la mejora de la conductividad de puestas a tierra.			
	Total cantidades alzadas	0,33		
		0,33	3,76	1,24
mt35www020	u Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	1,23	1,23
mo003	h Oficial 1º electricista.			
	Total cantidades alzadas	0,25		
		0,25	19,64	4,91
mo102	h Ayudante electricista.			
	Total cantidades alzadas	0,25		
		0,25	18,56	4,64
mo113	h Peón ordinario construcción.			
	Total cantidades alzadas	0,02		
		0,02	18,30	0,37
	TOTAL IEP021			161,62

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PRT	Protecciones			
CUAD3	<p>u Caja sobre superficie con 1 filas y capacidad para 12 módulos</p> <p>Caja sobre superficie con puerta opaca con 1 filas y 12 módulos. Fabricada en ABS autoextinguible, con grado de protección IP65, doble aislamiento (clase II), color blanco RAL 9010.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	17,54	17,54
mt35gee034bb	<p>u Interruptor diferencial modular, "GENERAL ELECTRIC"</p> <p>Interruptor diferencial instantáneo de alta inmunidad, clase B, bipolar (2P), intensidad nominal 25 A, sensibilidad 30 mA, FPB 2 25/030 "GENERAL ELECTRIC", montaje sobre carril DIN, según UNE-EN 61008-1.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	1.363,56	1.363,56
mt35cgm021bbab20	<p>Interruptor automático magnetotérmico</p> <p>Interruptor automático magnetotérmico, de 2 módulos, bipolar (2P), con 25 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, incluso accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	15,12	15,12
mt35amc330a	<p>u Protector contra sobretensiones transitorias</p> <p>Protector contra sobretensiones transitorias, de 2 módulos, bipolar (2P), tipo 2 (onda 8/20 µs), nivel de protección 1,1 kV, intensidad máxima de descarga 20 kA, de 36x81x69 mm, grado de protección IP20, montaje sobre carril DIN (35 mm) y fijación a carril mediante garras, según IEC 61643-11.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	212,08	212,08
mt35amc800bag	<p>u Fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 10 A</p> <p>Fusible cilíndrico, curva gG, intensidad nominal 10 A, poder de corte 100 kA, tamaño 10x38 mm, según UNE-EN 60269-1.</p>			
	Total cantidades alzadas	2,00		
		2,00	0,78	1,56
mt35amc811a	<p>u Base modular para fusibles cilíndricos, bipolar</p> <p>Base modular para fusibles cilíndricos, bipolar (2P), intensidad nominal 32 A, según UNE-EN 60269-1.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	9,84	9,84
mo003	<p>h Oficial 1º electricista.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	19,64	19,64
mo102	<p>h Ayudante electricista.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	18,56	18,56
	TOTAL PRT			1.657,90

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Instalación Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAS	Caseta			
mt09mif010cb	u Mortero industrial para albañilería saco 25 kg Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm ²), suministrado a granel, según UNE-EN 998-2.			
	Total cantidades alzadas	3,00		
		3,00	4,19	12,57
bh	u Bloques de hormigón de 40x20x10 cm			
	Total cantidades alzadas	60,00		
		60,00	0,69	41,40
ag	m ³ Saco Arena Gruesa 25 kg			
	Total cantidades alzadas	8,00		
		8,00	1,29	10,32
mo041	h Oficial 1ª construcción de obra civil.			
	Total cantidades alzadas	4,79		
		4,79	19,11	91,54
mo087	h Ayudante construcción de obra civil.			
	Total cantidades alzadas	4,79		
		4,79	18,59	89,05
TOTAL CAS.....				244,88
TOTAL				12.603,42

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Trabajo de Fin de Grado

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IE	Instalación Eléctrica			
IEH010A	<p>m Cable unipolar H07V-K, 450/750 V, 1,5 mm² de sección, Color Azul</p> <p>Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3. Color Azul.</p>			
	Total cantidades alzadas	20,00		
		20,00	0,43	8,60
IEH010M	<p>m Cable unipolar H07V-K, 450/750 V, 1,5 mm² de sección, Color Marrón</p> <p>Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3. Color Marrón.</p>			
	Total cantidades alzadas	20,00		
		20,00	0,43	8,60
mt35cgm021bbbab	<p>Interruptor automático magnetotérmico, DPN, 10 A intensidad nominal</p> <p>Interruptor automático magnetotérmico, de 1 módulos (DPN), bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 10 A de intensidad nominal, curva C, incluso accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	13,34	13,34
mt35cgm021bbbab	<p>Interruptor automático magnetotérmico, DPN, 25 A intensidad nominal</p> <p>Interruptor automático magnetotérmico, de 1 módulos (DPN), bipolar (2P), con 6 kA de poder de corte, de 25 A de intensidad nominal, curva C, incluso accesorios de montaje. Según UNE-EN 60898-1.</p>			
	Total cantidades alzadas	1,00		
		1,00	15,12	15,12
IEH020A	<p>m Cable unipolar H07V-K, 450/750 V, 6 mm² de sección, Color Azul</p> <p>Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3. Color Azul.</p>			
	Total cantidades alzadas	60,00		
		60,00	1,66	99,60
IEH020M	<p>m Cable unipolar H07V-K, 450/750 V, 6 mm² de sección, Color Marrón</p> <p>Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 6 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3. Color Marrón.</p>			
	Total cantidades alzadas	60,00		
		60,00	1,66	99,60

PRESUPUESTO ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS Y MEDICIONES

Trabajo de Fin de Grado

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IEH030A	<p>m Cable unipolar H07V-K, 450/750 V, 2,5 mm² de sección, Color Azul</p> <p>Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3. Color Azul.</p>			
	Total cantidades alzadas	60,00		
		60,00	0,71	42,60
IEH030M	<p>m Cable unipolar H07V-K, 450/750 V, 2,5 mm² de sección, Color Marrón</p> <p>Cable unipolar H07V-K, siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm² de sección, con aislamiento de PVC (V). Según UNE 21031-3. Color Marrón.</p>			
	Descomposición			
	mo003 h Oficial 1ª electricista.	0,010	19,64	0,20
	mo102 h Ayudante electricista.	0,010	18,56	0,19
	mt35cun040aa3 m Cable unipolar H07V-K, 450/750 V, 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de PVC	1,000	0,63	0,63
	Total cantidades alzadas	60,00		
		60,00	0,71	42,60
mt35aia010b	<p>m Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal</p> <p>Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 20 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.</p>			
	Total cantidades alzadas	200,00		
		200,00	0,45	90,00
mt35aia010c	<p>m Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal</p> <p>Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 25 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Resistencia a la compresión 320 N, resistencia al impacto 1 julio, temperatura de trabajo -5°C hasta 60°C, con grado de protección IP545 según UNE 20324, no propagador de la llama. Según UNE-EN 61386-1 y UNE-EN 61386-22.</p>			
	Total cantidades alzadas	80,00		
		80,00	0,59	47,20
mo003	h Oficial 1ª electricista.			
	Total cantidades alzadas	6,20		
		6,20	19,64	121,77
mo102	h Ayudante electricista.			
	Total cantidades alzadas	6,20		
		6,20	18,56	115,07
	TOTAL IE.....			704,10
	TOTAL			36.347,43

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Trabajo de Fin de Grado

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	Instalación Domótica	23.039,91	63,39
02	Instalación Fotovoltaica	12.603,42	34,67
03	Instalación Eléctrica.....	704,10	1,94
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	36.347,43	
	13,00 % Gastos generales	4.725,17	
	6,00 % Beneficio industrial.....	2.180,85	
	Suma.....	6.906,02	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IGIC	43.253,45	
	7% IGIC.....	3.027,74	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	46.281,19	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUARENTA Y SEIS MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS

, 13 de Julio de 2023.

Promotor ENT0001

Proyectista ENT0005