



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA  
INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO  
ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR”

Maitane Espierriz Crespo

Jorge Oderiz Ezcurdia

Pamplona, Septiembre 2013

# Índice general

<b>MEMORIA</b> .....	11
1.1 INTRODUCCIÓN .....	15
1.2 NORMATIVA .....	16
1.2.1 Disposiciones legales y normativa aplicable.....	16
1.3 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	17
1.3.1 Objeto del proyecto .....	17
1.3.2 Alcance.....	17
1.3.3 Emplazamiento.....	17
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.....	18
1.4.1 Dimensiones de la vivienda.....	18
1.4.2 Consumo eléctrico de la vivienda .....	19
1.5 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	20
1.5.1 Sistema de captación de energía.....	22
1.5.1.1 Radiación solar.....	23
1.5.1.2 Paneles fotovoltaicos disponibles en el mercado .....	24
1.5.1.3 Panel fotovoltaico seleccionado .....	25
1.5.2 Sistema de regulación.....	25
1.5.2.1 Reguladores disponibles en el mercado .....	26
1.5.2.2 Regulador seleccionado.....	27
1.5.3 Sistema de adaptación al suministro .....	27
1.5.3.1 Inversores disponibles en el mercado.....	28
1.5.3.2 Inversor seleccionado .....	29
1.5.4 Sistema de acumulación .....	29
1.5.4.1 Baterías disponibles en el mercado .....	30
1.5.4.2 Batería seleccionada .....	31
1.5.5 Transporte de la energía eléctrica.....	31
1.5.5.1 Bus de corriente continua .....	31
1.6 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA .....	32
1.6.1 Consumo térmico de la vivienda unifamiliar .....	32
1.6.1.1 Consumo térmico de calefacción .....	32

1.6.1.1.1	Programa de certificación energética de los edificios existentes (Ce3x) .....	33
1.6.1.1.1.1	Datos administrativos .....	33
1.6.1.1.1.2	Datos generales de la vivienda .....	34
1.6.1.1.1.3	Datos de la envolvente térmica .....	35
1.6.1.1.1.4	Instalaciones .....	36
1.6.1.1.1.5	Calefacción del edificio existente.....	37
1.6.1.2	Consumo térmico de ACS.....	38
1.6.1.2.1	Datos de partida.....	38
1.6.1.2.2	Determinación del consumo energético .....	40
1.6.1.3	Consumo total (ACS + calefacción).....	41
1.6.2	Sistema solar térmico .....	41
1.6.2.1	Captadores solares.....	41
1.6.2.1.1	Captadores solares disponibles en el mercado .....	42
1.6.2.1.2	Captador solar seleccionado.....	43
1.6.2.2	Acumulador térmico e intercambiadores .....	43
1.6.2.2.1	Acumuladores disponibles en el mercado .....	45
1.6.2.2.2	Acumulador seleccionado .....	45
1.6.2.3	Circuito hidráulico.....	46
1.6.2.4	Vaso de expansión.....	46
1.6.2.5	Fluido termófero.....	46
1.6.3	Caldera de biomasa .....	48
1.6.3.1	Calderas de biomasa disponibles en el mercado .....	49
1.6.3.2	Caldera de biomasa seleccionada.....	50
1.6.4	Suelo radiante .....	50
1.6.4.1	Principio de funcionamiento .....	50
1.6.4.2	Características del suelo radiante .....	50
1.6.4.3	Elementos principales de la instalación.....	52
1.6.4.4	Instalación del suelo radiante .....	54
1.7	JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE.....	56
1.7.1	Justificación del sistema de climatización y ACS elegido desde el punto de vista de eficiencia energética.....	56
1.7.1.1	HE1 Limitación de la demanda energética.....	56
1.7.1.1.1	Ámbito de aplicación.....	56
1.7.1.1.2	Caracterización y cuantificación de las exigencias .....	56

1.7.1.1.3	Cálculo y dimensionado .....	57
1.7.1.2	HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria .....	57
1.7.1.2.1	Generalidades .....	57
1.7.1.2.1.1	ámbito de aplicación.....	57
1.7.1.2.1.2	Procedimiento de verificación.....	57
1.7.1.2.2	Caracterización y cuantificación de las exigencias .....	58
1.7.1.2.2.1	Contribución solar mínima.....	58
1.7.1.2.3	Cálculo y dimensionado .....	59
1.7.1.2.3.1	Datos previos.....	59
1.7.1.2.3.1.1	Cálculo de la demanda .....	59
1.7.1.2.3.1.2	Zonas climáticas .....	59
1.7.1.2.3.2	Condiciones generales de la instalación.....	59
1.7.1.2.3.3	Criterios generales de cálculo.....	60
1.7.1.2.3.3.1	Dimensionado básico .....	60
1.7.1.2.3.3.2	Sistema de acumulación solar .....	60
1.7.1.2.3.4	Componentes.....	60
1.7.1.2.3.4.1	Captadores solares.....	60
1.7.1.2.3.4.2	Acumuladores.....	61
1.7.1.2.4	Mantenimiento .....	61
1.7.1.2.4.1	Plan de vigilancia .....	61
1.8	ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	62
1.8.1	Instalación fotovoltaica .....	62
1.8.1.1	Paneles fotovoltaicos.....	62
1.8.1.2	Regulador de carga.....	63
1.8.1.3	Baterías.....	64
1.8.1.4	Inversor.....	64
1.8.1.5	Kit para instalación en el tejado .....	65
1.8.2	Instalación solar térmica.....	65
1.8.2.1	Colectores solares.....	65
1.8.2.2	Acumulador térmico.....	67
1.8.3	Caldera de biomasa .....	67
1.9	PLANIFICACIÓN .....	69

<b>CÁLCULOS.....</b>	<b>70</b>
2.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA .....	74
2.2 CONSUMO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR .....	75
2.3 ESTUDIO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	77
2.3.1 Aporte solar .....	77
2.3.2 Aporte del sistema solar fotovoltaico .....	78
2.3.3 Sistema de captación de energía.....	78
2.3.3.1 panel fotovoltaico seleccionado .....	78
2.3.3.2 Número de paneles necesarios .....	79
2.3.3.3 Número de paneles en serie y en paralelo .....	80
2.3.3.4 Otras características eléctricas del sistema.....	81
2.3.4 Sistema de regulación.....	84
2.3.4.1 Regulador fotovoltaico .....	84
2.3.5 Sistema de acumulación .....	85
2.3.5.1 Dimensionado del banco de baterías .....	85
2.3.6 Sistema de adaptación al suministro .....	87
2.3.6.1 Inversor.....	87
2.4 TRANSPORTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA .....	90
2.4.1 Sección de la línea entre módulos fotovoltaicos .....	91
2.4.2 Sección de la línea de los módulos fotovoltaicos al regulador.....	93
2.4.3 Sección de la línea del regulador a las baterías .....	96
2.4.4 Sección de la línea de las baterías al inversor .....	98
2.4.5 Cálculo de la puesta a tierra .....	100
2.4.6 Protecciones del sistema eléctrico.....	101
2.4.6.1 Interruptor entre paneles fotovoltaicos y el regulador.....	101
2.4.6.2 Magneto térmicos en las líneas .....	102
2.4.6.2.1 Línea entre módulos fotovoltaicos .....	103
2.4.6.2.2 Línea de los módulos fotovoltaicos al regulador.....	103
2.4.6.2.3 Línea entre el regulador y las baterías.....	104
2.4.6.2.4 Línea entre las baterías y el inversor .....	104
2.4.6.3 Protección contra sobretensiones .....	105
2.4.7 Esquema de la instalación fotovoltaica .....	105
2.5 ESTUDIO DEL SUMINISTRO TÉRMICO.....	106

2.5.1	Consumo estimado de calefacción .....	106
2.5.1.1	Descripción general de la vivienda .....	106
2.5.1.2	Introducción de datos en el programa ce3x.....	107
2.5.1.2.1	Datos generales y definición del edificio .....	107
2.5.1.2.2	Datos de la envolvente térmica .....	108
2.5.1.2.3	Instalaciones .....	111
2.5.1.2.4	Calificación energética obtenida .....	112
2.5.2	Consumo estimado de ACS.....	113
2.5.2.1	Datos de partida.....	113
2.5.2.2	Determinación del consumo energético .....	115
2.5.3	Consumo total (calefacción +ACS).....	117
2.5.4	Aporte solar térmico y biomasa.....	118
2.5.5	Sistema solar térmico .....	119
2.5.5.1	Energía solar disponible .....	119
2.5.5.1.1	Inclinación de los capadores.....	119
2.5.5.1.2	Corrección de la radiación solar media .....	120
2.5.5.2	Energía aprovechada .....	120
2.5.5.3	Sistema de captación de energía.....	122
2.5.5.3.1	Radiación que aprovecha el captador .....	122
2.5.5.3.2	Radiación que aprovecha el sistema.....	123
2.5.5.4	Número de captadores necesarios .....	124
2.5.5.5	Captador solar seleccionado.....	125
2.5.6	Caldera de biomasa .....	125
2.5.6.1	Caldera de biomasa utilizada.....	126
2.5.6.2	Consumo de combustible .....	126
2.5.7	Instalación de suelo radiante .....	128
2.5.7.1	Localización de los colectores.....	128
2.5.7.2	Dimensionado del suelo radiante .....	128
2.5.7.2.1	Cantidad de tubo necesario.....	128
2.5.7.2.2	Tipo de tubería .....	130
2.5.7.2.3	Colectores de ida y retorno.....	130
2.5.7.2.4	Cajas para los colectores .....	131
2.5.7.3	Otros elementos para la instalación de suelo radiante.....	131
2.5.7.3.1	Válvulas termostatizables.....	131

2.5.7.3.2	Medidores de caudal.....	132
2.5.7.3.3	Termostato.....	132
2.5.7.3.4	Aditivo para mortero .....	133
2.5.7.3.5	Zócalo perimetral .....	133
2.6	AHORRO ENERGÉTICO Y DE CO <sub>2</sub> .....	133
2.6.1	Ahorro de la instalación fotovoltaica .....	134
2.6.1.1	Ahorro energético y económico de la instalación fotovoltaica .....	134
2.6.1.2	Ahorro de CO <sub>2</sub> con la instalación fotovoltaica .....	137
2.6.2	Ahorro de la instalación solar térmica.....	137
2.6.2.1	Ahorro energético y económico de la instalación solar térmica.....	138
2.6.2.2	Ahorro de CO <sub>2</sub> de la instalación solar térmica .....	139
2.6.3	Ahorro con la caldera de biomasa .....	139
2.6.3.1	Ahorro energético y económico con la instalación de la caldera de biomasa .....	139
2.6.3.2	Ahorro de CO <sub>2</sub> con la instalación de la caldera de biomasa.....	141
2.7	CONCLUSIONES .....	142
 <b>PLANOS.....</b>		<b>143</b>
 3.1 EMPLAZAMIENTO .....		<b>145</b>
3.2 FACHADAS .....		<b>146</b>
3.3 PLANTAS AMUEBLADAS .....		<b>147</b>
3.4 PLANTAS ACOTADAS .....		<b>148</b>
3.5 ELECTRICIDAD.....		<b>149</b>
3.6 ESQUEMA ELÉCTRICO.....		<b>150</b>
3.7 ACS Y AFS.....		<b>151</b>
3.8 ESQUEMA ACS Y AFS.....		<b>152</b>
3.9 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y TÉRMICA .....		<b>153</b>
3.10 SUELO RADIANTE.....		<b>154</b>

<b>PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>155</b>
<b>4.1 CONDICIONES GENERALES .....</b>	<b>158</b>
4.1.1 Naturaleza y objeto del pliego principal.....	158
4.1.2 Documentación del contrato de obra.....	158
<b>4.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVAS .....</b>	<b>159</b>
4.2.1 Delimitación general de las funciones técnicas.....	159
4.2.2 Obligaciones y derechos generales del contratista .....	161
4.2.3 Preinscripciones generales relativas a los trabajos y a los materiales .....	164
4.2.4 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida .....	171
<b>4.3 CONDICIONES TÉCNICAS .....</b>	<b>171</b>
4.3.1 Condiciones generales.....	171
4.3.1.1 Dispositivos vigentes.....	172
4.3.2 Sistemas generales fotovoltaicos.....	172
4.3.2.1 Estructura soporte.....	173
4.3.3 Inversores .....	174
4.3.4 Cableado.....	175
4.3.5 Conexión a red .....	176
4.3.6 Medidas .....	176
4.3.7 Protecciones .....	176
4.3.8 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.....	176
4.3.9 Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	177
4.3.10 Conductores de cable y aluminio en BT .....	177
4.3.10.1 Designación de los cables eléctricos de tensiones nominales hasta 450/750V	177
4.3.10.2 Designación de los cables eléctricos nominales entre 1 kV y 30 kV .....	179
4.3.10.3 Tipos de cable a utilizar .....	180
4.3.10.4 Colores .....	181
4.3.11 Canalización por bandeja metálica.....	182
4.3.12 Cuadros eléctricos de distribución .....	183
4.3.12.1 Construcción.....	183
4.3.12.2 Características eléctricas generales .....	184
4.3.12.2.1 Embarrados.....	184
4.3.12.3 Conexionados.....	186
4.3.12.3.1 Conexionado de potencia .....	186



4.3.12.3.2	Conexionado auxiliar .....	187
4.3.12.3.3	Montaje e instalación.....	188
4.3.12.4	Características de los dispositivos de maniobra y protección .....	188
4.3.12.4.1	Interruptores automáticos compactos .....	188
4.3.12.4.2	Protección diferencial.....	190
4.3.12.4.3	Interruptores automáticos .....	191
4.3.13	Precios. Composición de los precios unitarios .....	192
 <b>PRESUPUESTO.....</b>		<b>196</b>
5.1	ESTADO DE MEDICIONES .....	198
5.1.1	Sistema fotovoltaico.....	198
5.1.2	Instalación de baja tensión .....	199
5.1.3	Sistema solar térmico .....	201
5.1.4	Caldera de biomasa .....	201
5.1.5	Instalación de suelo radiante .....	202
5.2	CUADRO DE PRECIOS .....	204
5.2.1	Sistema fotovoltaico.....	204
5.2.2	Sistema de baja tensión .....	205
5.2.3	Sistema solar térmico .....	207
5.2.4	Caldera de biomasa .....	207
5.2.5	Instalación de suelo radiante .....	208
5.3	PRESUPUESTO .....	210
5.3.1	Sistema fotovoltaico.....	210
5.3.2	Instalación de baja tensión .....	211
5.3.3	Sistema solar térmico .....	213
5.3.4	Caldera de biomasa .....	214
5.3.5	Instalación del suelo radiante .....	215
5.4	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	217

<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	218
6.1 OBJETO DE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	220
6.2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	220
6.3 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN.....	221
6.4 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	222
6.4.1 Introducción .....	222
6.4.2 Derechos y obligaciones.....	222
6.4.3 Servicios de prevención .....	229
6.4.4 Consulta y participación de los trabajadores .....	230
6.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.....	231
6.5.1 Introducción .....	231
6.5.2 Obligaciones del empresario .....	232
6.6 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	236
6.6.1 Introducción .....	236
6.6.2 Obligaciones del empresario .....	237
6.7 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LO TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	238
6.7.1 Introducción .....	238
6.7.2 Obligaciones del empresario .....	239
6.8 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	244
6.8.1 Introducción .....	245
6.8.2 Obligaciones del empresario .....	245



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA  
INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO  
ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR”

## MEMORIA

Maitane Espierriz Crespo

Jorge Oderiz Ezcurdia

Pamplona, Septiembre 2013

## Índice

<b>MEMORIA</b> .....	11
1.1 INTRODUCCIÓN .....	15
1.2 NORMATIVA .....	16
1.2.1 Disposiciones legales y normativa aplicable.....	16
1.3 MEMORIA DESCRIPTIVA.....	17
1.3.1 Objeto del proyecto .....	17
1.3.2 Alcance.....	17
1.3.3 Emplazamiento.....	17
1.4 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.....	18
1.4.1 Dimensiones de la vivienda.....	18
1.4.2 Consumo eléctrico de la vivienda .....	19
1.5 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	20
1.5.1 Sistema de captación de energía.....	22
1.5.1.1 Radiación solar.....	23
1.5.1.2 Paneles fotovoltaicos disponibles en el mercado .....	24
1.5.1.3 Panel fotovoltaico seleccionado .....	25
1.5.2 Sistema de regulación.....	25
1.5.2.1 Reguladores disponibles en el mercado .....	26
1.5.2.2 Regulador seleccionado.....	27
1.5.3 Sistema de adaptación al suministro .....	27
1.5.3.1 Inversores disponibles en el mercado.....	28
1.5.3.2 Inversor seleccionado .....	29
1.5.4 Sistema de acumulación .....	29
1.5.4.1 Baterías disponibles en el mercado .....	30
1.5.4.2 Batería seleccionada .....	31
1.5.5 Transporte de la energía eléctrica.....	31
1.5.5.1 Bus de corriente continua .....	31
1.6 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA .....	32
1.6.1 Consumo térmico de la vivienda unifamiliar .....	32
1.6.1.1 Consumo térmico de calefacción .....	32

1.6.1.1.1	Programa de certificación energética de los edificios existentes (Ce3x) .....	33
1.6.1.1.1.1	Datos administrativos .....	33
1.6.1.1.1.2	Datos generales de la vivienda .....	34
1.6.1.1.1.3	Datos de la envolvente térmica .....	35
1.6.1.1.1.4	Instalaciones .....	36
1.6.1.1.1.5	Calefacción del edificio existente.....	37
1.6.1.2	Consumo térmico de ACS.....	38
1.6.1.2.1	Datos de partida.....	38
1.6.1.2.2	Determinación del consumo energético .....	40
1.6.1.3	Consumo total (ACS + calefacción).....	41
1.6.2	Sistema solar térmico .....	41
1.6.2.1	Captadores solares.....	41
1.6.2.1.1	Captadores solares disponibles en el mercado .....	42
1.6.2.1.2	Captador solar seleccionado.....	43
1.6.2.2	Acumulador térmico e intercambiadores .....	43
1.6.2.2.1	Acumuladores disponibles en el mercado .....	45
1.6.2.2.2	Acumulador seleccionado .....	45
1.6.2.3	Circuito hidráulico.....	46
1.6.2.4	Vaso de expansión.....	46
1.6.2.5	Fluido termófero.....	46
1.6.3	Caldera de biomasa .....	48
1.6.3.1	Calderas de biomasa disponibles en el mercado .....	49
1.6.3.2	Caldera de biomasa seleccionada.....	50
1.6.4	Suelo radiante.....	50
1.6.4.1	Principio de funcionamiento .....	50
1.6.4.2	Características del suelo radiante .....	50
1.6.4.3	Elementos principales de la instalación.....	52
1.6.4.4	Instalación del suelo radiante .....	54
1.7	JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE.....	56
1.7.1	Justificación del sistema de climatización y ACS elegido desde el punto de vista de eficiencia energética.....	56
1.7.1.1	HE1 Limitación de la demanda energética.....	56
1.7.1.1.1	Ámbito de aplicación.....	56
1.7.1.1.2	Caracterización y cuantificación de las exigencias .....	56

1.7.1.1.3	Cálculo y dimensionado .....	57
1.7.1.2	HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria .....	57
1.7.1.2.1	Generalidades .....	57
1.7.1.2.1.1	ámbito de aplicación.....	57
1.7.1.2.1.2	Procedimiento de verificación.....	57
1.7.1.2.2	Caracterización y cuantificación de las exigencias .....	58
1.7.1.2.2.1	Contribución solar mínima.....	58
1.7.1.2.3	Cálculo y dimensionado .....	59
1.7.1.2.3.1	Datos previos.....	59
1.7.1.2.3.1.1	Cálculo de la demanda .....	59
1.7.1.2.3.1.2	Zonas climáticas .....	59
1.7.1.2.3.2	Condiciones generales de la instalación.....	59
1.7.1.2.3.3	Criterios generales de cálculo.....	60
1.7.1.2.3.3.1	Dimensionado básico .....	60
1.7.1.2.3.3.2	Sistema de acumulación solar .....	60
1.7.1.2.3.4	Componentes.....	60
1.7.1.2.3.4.1	Captadores solares.....	60
1.7.1.2.3.4.2	Acumuladores.....	61
1.7.1.2.4	Mantenimiento .....	61
1.7.1.2.4.1	Plan de vigilancia .....	61
1.8	ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	62
1.8.1	Instalación fotovoltaica .....	62
1.8.1.1	Paneles fotovoltaicos.....	62
1.8.1.2	Regulador de carga.....	63
1.8.1.3	Baterías.....	64
1.8.1.4	Inversor.....	64
1.8.1.5	Kit para instalación en el tejado .....	65
1.8.2	Instalación solar térmica.....	65
1.8.2.1	Colectores solares.....	65
1.8.2.2	Acumulador térmico.....	67
1.8.3	Caldera de biomasa .....	67
1.9	PLANIFICACIÓN .....	69

## 1.1 INTRODUCCIÓN

Desde siempre la energía ha sido una necesidad básica para la vida del hombre. Podemos decir que la era moderna ha resultado gracias a la explotación del carbón, el petróleo y el gas natural. Sin embargo, con el tiempo y el aumento de la actividad comercial, la industria y el transporte se ha requerido un masivo aumento de energía. Y es por esta razón que se han ido buscado nuevas fuentes energéticas desarrollándose cada vez más desde un punto de vista tanto social como económico.

Las fuentes de energía disponibles en la tierra provienen fundamentalmente del sol; bien de una manera indirecta a través de los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural); o de una manera directa a través de la energía que nos llega del sol, y que se manifiesta a través de la radiación, del viento, de la lluvia, de la biomasa etc., son las que llamamos energías renovables.

El gran aumento del consumo energético en los últimos años ha tenido importantes consecuencias de impacto ambiental. Está claro que el modelo energético actual no es sostenible. Si el mundo no cambia su modo de vida y encuentra soluciones energéticas no contaminantes, accesibles a todos los países y que sustituyan al soporte energético actual basado en los combustibles fósiles, deberá enfrentarse a una crisis energética de consecuencias impredecibles.

Por todo esto, es imprescindible que la sociedad tome medidas cuanto antes, partiendo de la toma de conciencia de la gravedad del problema. Estas medidas pasarían por un cambio del modelo de vida actual reduciendo el consumo de energía; un aumento de la eficiencia energética y reducción de pérdidas; y una potenciación y utilización de las energías renovables, que permiten el desarrollo socioeconómico con un modelo energético sostenible y respetuoso con el medio ambiente

Ahorrar energía es el camino más eficaz para reducir las emisiones contaminantes de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Todo esto sirve de motivación al presente proyecto, ya que se tratará de construir una vivienda más sostenible y ecológica.

## 1.2 NORMATIVA

### 1.2.1 Disposiciones legales y normativa aplicable

- Se deberá tener en cuenta cuantos preceptos son de aplicación en el documento básico DB-HE del CTE, sobre exigencias básicas de “Ahorro de energía”.
- RD 842/2002 sobre el reglamento electrotécnico para baja tensión (RBT).
- RD 1027/2007, sobre el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
- RD 238/2013, modificación del RITE RD 1027/2007.
- RD 2116/2006, sobre la adopción de criterios ambientales y de ecoeficiencia en los edificios.
- Ley 31/1995, sobre riesgos Laborales.
- RD 1627/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- RD 485/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización de los equipos de protección por parte de los trabajadores.
- Condiciones impuestas por los organismos públicos afectados y ordenanzas particulares.
- UNE EN 1264:1998, “Suelo radiante sistemas y componentes”.
- UNE-EN 12975-1:2001, “Sistemas solares térmicos y componentes – captadores solares – parte 1 : Requisitos generales”.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Normas técnicas y administrativas regionales.
- Pliego de Condiciones Técnicas y económicas adjunto.



## 1.3 MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1.3.1 Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la realización de un informe técnico sobre la viabilidad técnico/económica del suministro eléctrico mediante energías renovables a implantar en una vivienda ya construida en el municipio de Larraga, Navarra.

Se busca con la realización de este proyecto:

- Fomentar las energías renovables como es la solar fotovoltaica y la caldera de biomasa.
- Aprovechar los recursos naturales de la comarca para su uso en la generación de energía.

### 1.3.2 Alcance

Las instalaciones eléctricas y térmicas que contiene el proyecto son:

- Instalaciones eléctricas: Paneles fotovoltaicos.
- Instalaciones térmicas: Calefacción y agua caliente sanitaria mediante caldera de biomasa con apoyo de solar térmica.

### 1.3.3 Emplazamiento



Ilustración 1. Emplazamiento de la vivienda unifamiliar vía satélite

## 1.4 DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA

### 1.4.1 Dimensiones de la vivienda

CUADRO SUPERFICIE ÚTIL DE LA VIVIENDA	
<b>PLANTA BAJA</b>	<b>PRIMERA PLANTA</b>
PORCHE 1(1/2)_____ 2.30m <sup>2</sup>	DORMITORIO2_____ 13.52m <sup>2</sup>
VESTIBULO_____ 6.79m <sup>2</sup>	BAÑO_____ 4.95m <sup>2</sup>
PASO Y ARMARIO_____ 2.33m <sup>2</sup>	DORMITORIO3_____ 12.26m <sup>2</sup>
COCINA_____ 7.46m <sup>2</sup>	DORMITORIO4_____ 13.35m <sup>2</sup>
ESTAR-COMEDOR_____ 35.27m <sup>2</sup>	CUARTO DE LA PLANCHA_____ 10.34m <sup>2</sup>
PASO_____ 2.41m <sup>2</sup>	PASO Y ESCALERAS_____ 11.85m <sup>2</sup>
DORMITORIO1_____ 15.98m <sup>2</sup>	VESTIDOR_____ 5.28m <sup>2</sup>
ASEO_____ 3.53m <sup>2</sup>	TERRAZA 1(1/2)_____ 6.27m <sup>2</sup>
DESPENSA_____ 2.75m <sup>2</sup>	TERRAZA 2(1/2)_____ 6.27m <sup>2</sup>
PORCHE 2(1/2)_____ 3.16m <sup>2</sup>	
TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA BAJA_____ 81.99m <sup>2</sup>	TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PRIMERA PLANTA_____ 84.08m <sup>2</sup>
<b>TOTAL SUPERFICIE UTIL VIVIENDA_____ 166.07m<sup>2</sup></b>	

Tabla 1. Cuadro de la superficie útil de la vivienda

CUADRO SUPERFICIE ÚTIL OTRAS DEPENDENCIAS	
<b>PLANTA BAJA</b>	
GARAJE_____ 40.50m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL SUPERFICIE UTIL OTRAS DEPENDENCIAS_____ 40.50m<sup>2</sup></b>	

Tabla 2. Cuadro de la superficie útil de otras dependencias

CUADRO SUPERFICIE CONSTRUIDA	
<b>PLANTA BAJA</b>	
EN PLANTA BAJA_____ 101.62m <sup>2</sup>	
EN PRIMERA PLANTA_____ 98.61m <sup>2</sup>	
OTRAS DEPENDENCIA_____ 40.50m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA EDIFICIO_____ 240.73m<sup>2</sup></b>	

Tabla 3. Cuadro de la superficie construida

## 1.4.2 Consumo eléctrico de la vivienda

Para realizar el informe técnico, se tienen en cuenta los siguientes consumos, divididos en luminarias y aparatos eléctricos.

Consumo Luminarias					
	Ubicación	Número	Potencia (W)	Horas funcionamiento	Energía (Wh)
PLANTA BAJA	Garaje	3	40	1,5	180
	Cocina-fluoresc.	2	40	3	240
	Despensa	2	11	0,75	16,5
	Estar-comedor	9	13	5	585
	Aseo	1+1	20+9	0,75	21,75
	Vestíbulo	2	15	0,25	7,5
	Paso	1	9	0,1	0,9
	Dormitorio 1	4	20	1,5	120
	Paso	1	9	0,1	0,9
	Porche 1				
Porche 2	2	18	1	36	
PLANTA PRIMERA	Dormitorio 2	2	11	1,5	33
	Dormitorio 3	2	20	1	40
	Vestidor	1	9	0,1	0,9
	Dormitorio 4	2	30	1	60
	Cuarto de plancha	3	20	1,5	90
	Paso y escaleras	5	9	0,25	11,25
	Baño	1+1	30+18	1,5	72
	Terraza 1	2	30	1	60
	Terraza 2	2	20	0,2	8
Cubierta	3	40	2	240	
TOTAL					1823,7

Tabla 4. Consumo de las luminarias

Consumo Aparatos					
	Receptor	Número	Potencia (W)	Horas funcionamiento	Energía (Wh)
PLANTA BAJA	Lavavajillas	1	1050	1	1050
	Cocina (4 discos)	1	1800	1,5	2700
	Horno	1	1800	0,5	900
	microondas	1	1200	0,5	600
	Cafetera eléctrica	1	900	0,25	225
	Nevera	1	90	24	2160
	Extractor	1	200	0,25 (15 min)	50
	TV. Plasma - Salón	1	50	4,5	225
	DVD	1	25	0,75 ( 45min)	18,75
	Videoconsola	1	45	1	45
	Teléfono inalámbrico	2	2	24	96
PRIMERA PLANTA	Lavadora	1	500	1	500
	Plancha	1	1100	1	1100
	TV - Dormitorio 1	1	150	0,75	112,5
	TV – Dorm 2. 20"	1	100	1	100
	Ordenador HP fijo	1	345	1,5	517,5
	Ordenador portátil	2	63,5	2	254
	Modem (Internet)	1	12	24	288
	Secador de cabello	1	1000	0,15	150
	Equipo de sonido	2	75	1	150
	Bombas de agua	1	400	1	400
Caldera	1	120	10	1200	
TOTAL					12841,75

Tabla 5. Consumo de los aparatos eléctricos.

## 1.5 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Un sistema fotovoltaico es el conjunto de componentes eléctricos, electrónicos y mecánicos a partir de los cuales se consigue la transformación de la energía solar en energía eléctrica. Encontramos dos tipos de sistemas fotovoltaicos:

- Sistema fotovoltaico aislado: generalmente se utilizan para el suministro de electricidad donde no llegan las compañías eléctricas por su ubicación. Por regla general, llevan acumuladores de energía porque transforman la energía solar durante el día y la consumen durante la noche.
- Sistema fotovoltaico conectado a la red: no llevan acumuladores de energía ya que están conectados a la red eléctrica. Sin embargo, cuenta con elementos que regulan la forma y la cantidad en que se suministra la energía a la red central. Debe garantizar una cantidad de tensión, tipo de frecuencia y una calidad de onda.

En nuestro caso, utilizaremos un sistema fotovoltaico aislado, los cuales se caracterizan por su uso principal en:

- Electrificación de viviendas y edificios.
- Alumbrado público.
- Aplicaciones agropecuarias.
- Bombeo y tratamiento de agua.
- Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables.

Este tipo de instalación ofrece las siguientes ventajas:

- Calidad de vida en cualquier ubicación.
- Independencia de la red de distribución.
- Beneficios medioambientales, sociales y económicos.
- Bajo coste de mantenimiento de las instalaciones.

Elementos que constituyen el sistema fotovoltaico aislado:



Ilustración 2. Sistema fotovoltaico aislado.

- Módulos fotovoltaicos: reciben las radiaciones solares y las convierten en energía eléctrica.
- Regulador: se encarga de controlar las baterías, así como la descarga y evitar cargas o descargas excesivas. De modo sencillo, puede entenderse como un interruptor; cerrado y conectado en serie entre paneles y batería para el proceso de carga, y abierto cuando la batería se encuentra totalmente cargada.
- Batería solar: acumula la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en las horas del día que no luzca el sol o durante periodos prolongados de mal tiempo.

- Inversor: transforman la corriente continua procedente del regulador en corriente alterna para alimentar a las cargas.

Así pues, vamos a analizar nuestra instalación fotovoltaica a partir de los siguientes apartados:

- Sistema de captación de energía. → paneles fotovoltaicos
- Sistema de regulación. → regulador
- Sistema de adaptación del suministro. → inversor
- Sistema de acumulación. → baterías

### 1.5.1 Sistema de captación de energía

El sistema de captación de energía lo forman un conjunto de módulos fotovoltaicos conectados de la manera más conveniente. Éstos son los dispositivos encargados de transformar la energía procedente del sol en electricidad. Están constituidos por unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas, las cuales absorben la luz solar para transformarla en energía eléctrica por medio del llamado “efecto fotovoltaico”. Estas células están elaboradas a base de silicio puro (elemento ampliamente abundante en la naturaleza, componente principal de la arena) con adición de impurezas de ciertos elementos químicos como el boro o el fósforo. Las células se montan en serie sobre módulos fotovoltaicos o módulos solares para conseguir el voltaje adecuado.

Los materiales utilizados para la fabricación de los módulos fotovoltaicos solares son:

- Silicio monocristalino: compuesta por un sólo cristal de silicio. La estructura atómica está muy ordenada. Su proceso de construcción es largo, lo cual aumenta su precio. Se consigue un rendimiento energético del 15-17%.
- Silicio Policristalino: compuesta a partir de la unión de varios cristales. La estructura atómica no está tan ordenada como en el caso anterior, lo que hace bajar el rendimiento energético, hasta un 12 - 14 %.
- Silicio Amorfo: estructura atómica bastante más desordenada que en el caso del silicio monocristalino y policristalino. Proceso de fabricación más sencillo lo cual hace de su precio el más económico dentro del mercado. Se consigue un rendimiento energético inferior al 10 %.
- Otros materiales: Arseniuro de galio, diseleniuro de indio y cobre, telurio de cadmio.



Ilustración 4. Módulo monocristalino

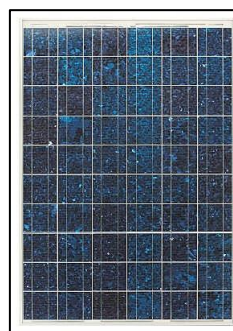


Ilustración 3. Módulo policristalino

Módulo solar monocristalino (a la izquierda) y módulo solar policristalino (a la derecha). Se distinguen fácilmente, el módulo monocristalino tiene un color uniforme.

Actualmente, el material más utilizado es el silicio monocristalino que tiene prestaciones y duración en el tiempo superiores a cualquier otro material utilizado para el mismo fin.

### 1.5.1.1 Radiación solar

Para la correcta elección y colocación de los paneles, primero es necesario conocer los datos de la radiación solar incidente en el municipio donde está situada nuestra vivienda, Larraga. Para la obtención de los datos se recurre a la aplicación online PVGIS, la cual nos ofrece las medidas de radiación solar sobre superficies con diferentes inclinaciones para las diferentes latitudes y longitudes que solicitemos.

En nuestro caso, la latitud del municipio de Larraga es 42.5667 y la longitud -1.85.

Mes	Inclinación 30º	Inclinación 40º	Inclinación 50º	Inclinación 60º
Enero	2,44	2,62	2,74	2,78
Febrero	3,22	3,38	3,46	3,45
Marzo	4,62	4,71	4,69	4,56
Abril	4,93	4,85	4,66	4,36
Mayo	5,58	5,35	5,00	4,55
Junio	6,05	5,72	5,28	4,73
Julio	6,18	5,88	5,45	4,91
Agosto	5,90	5,75	5,46	5,05
Septiembre	5,37	5,42	5,34	5,13
Octubre	4,00	4,17	4,24	4,20
Noviembre	2,75	2,94	3,05	3,10
Diciembre	2,18	2,35	2,47	2,53

Tabla 6. Tabla de radiación solar en Larraga para diferentes inclinaciones del panel fotovoltaico (kWh/m<sup>2</sup> día)

### 1.5.1.2 Paneles fotovoltaicos disponibles en el mercado

A continuación, los paneles fotovoltaicos más recomendables en el mercado para una vivienda unifamiliar:

#### ➤ MÓDULO SOLAR DSP-280M; SILICIO MONOCRISTALINO

Potencia Máxima		280 +/- 3%	W
Tensión Nominal		24	Volt
Tensión Circuito Abierto	Voc	44,20	Volt.
Corriente Cortocircuito	Isc	8,26	Amp.
Tensión máxima Potencia	Vmpp	36,60	Volt.
Corriente Máxima Potencia	Impp	7,66	Amp
Coefficiente Rendimiento	nm		%
Peso		19	Kg.
Dimensiones		1960 x 990 x 45	mm.

Tabla 7. Características del panel DSP – 280M

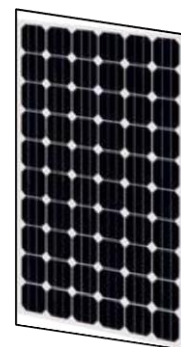


Ilustración 5. Módulo solar DSP-280M

#### ➤ MÓDULO SOLAR DSP-240P; SILICIO MONOCRISTALINO

Potencia Máxima		235 +/- 3%	W
Tensión Nominal		24	Volt
Tensión Circuito Abierto	Voc	37,20	Volt.
Corriente Cortocircuito	Isc	8,55	Amp.
Tensión máxima Potencia	Vmpp	30,80	Volt.
Corriente Máxima Potencia	Impp	7,80	Amp
Coefficiente Rendimiento	nm		%
Peso		19	Kg.
Dimensiones		1655 x 992 x 44	mm.

Tabla 8. Características del panel DSP-240 P



Ilustración 6. Módulo DSP 240P

#### ➤ MÓDULO SOLAR SHARP ND-R240A5 POLICRISTALINO

Potencia Nominal		240	W
Tensión Circuito Abierto	Voc	37,2	Volt.
Corriente Cortocircuito	Isc	8,57	Amp.
Tensión máxima Potencia	Vmpp	30,4	Volt.
Corriente Máxima Potencia	Impp	7,90	Amp
Coefficiente Rendimiento	nm	14,6	%
Peso		19	Kg.
Dimensiones		1.652 x 994 x 46	mm.

Tabla 9. Características del panel SHARP ND- R240A5



Ilustración 7. Módulo SHARP



### 1.5.1.3 Panel fotovoltaico seleccionado

Elegimos el módulo solar DSP-280M, de silicio monocristalino, porque cumpliendo las características eléctricas que requiere nuestra instalación, es el más accesible económicamente.

➤ MÓDULO SOLAR DSP-280M; SILICIO MONOCRISTALINO

Potencia Máxima		280 +/- 3%	W
Tensión Nominal		24	Volt
Tensión Circuito Abierto	Voc	44,20	Volt.
Corriente Cortocircuito	Isc	8,26	Amp.
Tensión máxima Potencia	Vmpp	36,60	Volt.
Corriente Máxima Potencia	Impp	7,66	Amp
Coefficiente Rendimiento	nm		%
Peso		19	Kg.
Dimensiones		1960 x 990 x 45	mm.

Tabla 10. Características del panel DSP – 280M

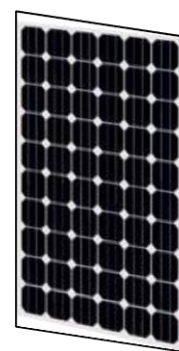


Ilustración 8. Módulo solar DSP-280M

### 1.5.2 Sistema de regulación

Este sistema es el encargado del control de los ciclos de carga de la batería. Está constituido por un regulador situado entre los paneles fotovoltaicos y la batería, el cual tiene como misión fundamental el impedir que la batería continúe recibiendo energía del colector una vez que haya alcanzado su carga máxima.

Sus funciones principales son evitar la sobre-descarga y evitar las tensiones de cargas elevadas, esto es; debe mantener la batería plenamente cargada sin que sufra sobrecargas que pudieran deteriorarla.

El diseño del regulador se caracteriza principalmente por la tensión nominal y la intensidad máxima de trabajo. Además, éste debería adaptarse a la batería elegida.

### 1.5.2.1 Reguladores disponibles en el mercado

#### ➤ REGULADOR STECA TAROM 440

Tensión Nominal	48	Volt
Intensidad Máxima	40	Amp
Tensión en circuito abierto	<82	Volt
Grado de protección	IP 32	
Dimensiones	187x128x49	mm
Peso	550	gr

Tabla 11. Características del regulador Steca



Ilustración 9. Regulador Steca

#### ➤ REGULADOR TrisTar TS 46

Tensión Nominal	48	Volt
Intensidad Máxima	45	Amp
Tensión en circuito abierto	150	Volt
Dimensiones	260 x 127 x 71	mm
Peso	1,6	Kg

Tabla 12. Características regulador TrisTar



Ilustración 10. Regulador TrisTar

#### ➤ REGULADOR FLEXmax60

Tensión Nominal	48	Volt
Intensidad Máxima	60	Amp
Tensión en circuito abierto	150	Volt
Dimensiones	400 x 140 x 100	mm
Peso	5,3	Kg

Tabla 13. Características regulador Flex



Ilustración 11. Regulador Flex

#### ➤ REGULADOR XANTREX C40

Tensión Nominal	48	Volt
Intensidad Máxima	40	Amp
Tensión en circuito abierto	125	Volt
Dimensiones	254 x 127 x 63,5	mm
Peso	1,4	Kg

Tabla 14. Características regulador Xantrex



Ilustración 12. Regulador Xantrex

### 1.5.2.2 Regulador seleccionado

Para la elección del correcto regulador, encargado del control de los ciclos de carga de la batería, nos basamos también en una razón meramente económica. Ya que cualquiera de ellos podría ser válido puesto que cumplen las características eléctricas que necesitamos.

Se elige el regulador XANTREX C40; el cual tiene una protección automática contra sobrecargas (tanto en modo activo como pasivo) y otra contra inversión de polaridad y cortocircuitos de grupo FV.

#### ➤ REGULADOR XANTREX C40

Tensión Nominal	48	Volt
Intensidad Máxima	40	Amp
Tensión en circuito abierto	125	Volt
Dimensiones	254 x 127 x 63,5	mm
Peso	1,4	Kg

Tabla 15. Características regulador Xantrex



Ilustración 13. Regulador Xantrex

### 1.5.3 Sistema de adaptación al suministro

La finalidad de este sistema es la adaptación de las características de la corriente generada en los paneles fotovoltaicos o las baterías, a la demandada por las aplicaciones. El dispositivo para hacerlo serán los convertidores.

Existen dos tipos:

- De corriente alterna (c.a): convierten la corriente continua en corriente alterna. Se basan en dispositivos electrónicos de interrupción y conmutación. Vienen especificados por su tensión de entrada, potencia nominal, su eficiencia y el tipo de señal que generan.
- De corriente continua (c.c): convierten la corriente continua en corriente continua con otros valores de tensión, manteniendo la potencia. Son útiles para el seguimiento del punto de máxima potencia. Vienen especificados por su tensión de entrada y de salida, su potencia nominal y su eficacia.

El primer tipo son los denominados inversores. Estos son los que se requieren en una instalación fotovoltaica puesto que transforman la energía en forma de corriente continua proveniente de los paneles fotovoltaicos y de las baterías, a corriente alterna necesaria para alimentar la mayoría de los receptores domésticos.

### 1.5.3.1 Inversores disponibles en el mercado

#### ➤ INVERSOR XANTREX XW6048-230-50

Potencia	6000	W
Tensión nominal	48	V
Tensión de la salida	230±3	V
Eficacia máxima	95,4	%
Peso	57	Kg
Dimensiones	580 x 410 x 230	mm

Tabla 16. Características inversor Xantrex



Ilustración 14. Inversor Xantrex

#### ➤ INVERSOR STUDER

Potencia	6000	W
Tensión nominal	48	V
Tensión de la salida	230	V
Eficacia máxima	95	%
Peso	42	Kg
Dimensiones	500 x 290 x 220	mm

Tabla 17. Características Inversor Studer



Ilustración 15. Inversor Studer

#### ➤ INVERSOR STECA

Potencia	4000	W
Tensión nominal	48	V
Tensión de la salida	230	V
Eficacia máxima	96	%
Peso	22,9	Kg
Dimensiones	323 x 463 x 130	mm

Tabla 18. Características Inversos Steca



Ilustración 16. Inversor Steca

### 1.5.3.2 Inversor seleccionado

Elegimos el inversor XANTRES XW6048-230-50 ya que se ajusta perfectamente a las necesidades de nuestra instalación fotovoltaica.

➤ INVERSOR XANTREX XW6048-230-50

Potencia	6000	W
Tensión nominal	48	V
Tensión de la salida	230±3	V
Eficacia máxima	95,4	%
Peso	57	Kg
Dimensiones	580 x 410 x 230	mm

Tabla 19. Características Inversor Xantrex



Ilustración 17. Inversor Xantrex

### 1.5.4 Sistema de acumulación

Para la función de acumular la energía eléctrica que producen los paneles fotovoltaicos se utilizan baterías. De esta forma, disponemos de energía durante periodos en donde los paneles no son capaces de generar la electricidad suficiente.

Las baterías permiten además mantener una tensión de salida constante a pesar de que varíen las condiciones meteorológicas y con ellas el funcionamiento de los módulos.

Las principales propiedades de las baterías son:

- Capacidad de acumulación de una batería: [Ah] es el número de amperios que proporciona la batería solar por el número de horas durante las cuales está aportando corriente de carga. Este factor es importante, ya que de él dependerá la autonomía que tendrá la instalación en el caso de que la radiación solar sea nula o baja durante un tiempo. Algunos factores que pueden perjudicar esta propiedad son la temperatura ambiente y el ritmo de carga-descarga al que se le somete.
- Profundidad de descarga: porcentaje de la capacidad total que la batería utiliza durante un ciclo de carga y descarga. Podemos encontrar baterías de ciclo “poco profundo” diseñadas para descargas del 10% al 25%, y baterías de ciclo “profundo” diseñadas para descargas de hasta un 80%. Las baterías utilizadas para sistemas fotovoltaicos son las de ciclo profundo.

Atendiendo a su fabricación, encontramos baterías de ácido abiertas, de ácido cerradas, de gel selladas y AGM selladas.

- Baterías de ácido abiertas: pueden ser rellenadas con agua destilada, sin embargo tienen la desventaja de necesitar mantenimiento.
- Baterías de ácido selladas: no necesitan mantenimiento. Presentan como desventaja su corta vida útil.
- Baterías de gel selladas: carecen de mantenimiento, sin embargo, no son capaces de aguantar una corriente mayor de lo que su modelo especifica.
- Baterías de AGM sellada: no requieren de mantenimiento y están protegidas contra la salida de ácido. Su única desventaja radica en su elevado precio.

Para elegir el modelo de batería que más se adapte a nuestras necesidades debemos considerar la energía consumida diariamente, los días de autonomía que queremos para nuestro sistema y la profundidad de descarga.

#### 1.5.4.1 Baterías disponibles en el mercado

##### ➤ ACUMULADOR HOPPECKE 12 OPzS 1200 solar

Tensión Nominal	2	Volt
Capacidad (100h)	1820	Ah
Peso	88	Kg
Dimensiones	215 x 277 x 710	mm

Tabla 20. Características acumulador Hoppecke



Ilustración 18. Batería Hoppecke

##### ➤ ACUMULADOR HAWKER 1200PzS

Tensión Nominal	2	Volt
Capacidad (100h)	1799	Ah
Peso	385,2	Kg
Dimensiones	275 x 210 x 684	mm

Tabla 21. Características acumulador Hawker



Ilustración 19. Batería Hawker

\* Recomendada para instalaciones fotovoltaicas aisladas a red.

### 1.5.4.2 Batería seleccionada

#### ➤ ACUMULADOR HAWKER 1200PzS

Tensión Nominal	2	Volt
Capacidad (100h)	1799	Ah
Peso	385,2	Kg
Dimensiones	275 x 210 x 684	mm

Tabla 22. Características acumulador Hawker



Ilustración 20. Batería Hawker

\* Recomendada para instalaciones fotovoltaicas aisladas a red.

## 1.5.5 Transporte de la energía eléctrica

### 1.5.5.1 Bus de corriente continua

El bus de corriente continua se utiliza para instalaciones de pequeña potencia, como es nuestro caso, en los que se utilizan baterías de almacenamiento. Supone una importante ventaja ya que puede utilizarse como colector de distintas tecnologías como son la fotovoltaica o los aerogeneradores.

El transporte de la energía se realizará mediante líneas eléctricas. Teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Tipo de cable: debe especificarse el material, si es unipolar o multiconductor, aislamiento, protección,...
- Modo de instalación: debe especificarse si las líneas son aéreas, subterráneas o interiores, si los cables circulan en canalizaciones entubadas, en galerías, directamente enterrados,...
- Sección de los conductores: dependerá de los siguientes parámetros:

- I) Intensidad máxima admisible por los conductores en régimen permanente: la máxima corriente se da a la temperatura máxima que puede soportar el conductor para preservar su integridad en función de la sección del mismo, el número de conductores en el cable y el tipo de aislamiento. En el reglamento de baja tensión (RBT) encontramos tablas donde se indican las intensidades máximas admisibles por los conductores.
- II) Caída de tensión máxima admisible: la controla el RBT. En el caso de las instalaciones fotovoltaicas la energía eléctrica se transporta a través de líneas de baja tensión (230V/400V).
- III) Intensidad máxima admisible por los conductores en caso de cortocircuito: por si se diera un cortocircuito, la sección de los conductores debe ser adecuada para que el aumento de la temperatura del conductor sea inferior a la máxima temperatura que soporta el aislante durante el tiempo que dura el cortocircuito. Este tiempo dependerá de las protecciones de las que disponga nuestra instalación.

## 1.6 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

### 1.6.1 Consumo térmico de la vivienda unifamiliar

#### 1.6.1.1 Consumo térmico de calefacción

Para calcular la necesidad calorífica de calefacción de la vivienda utilizaremos el programa de certificación energética ce3x, disponible en la página web del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE).



### 1.6.1.1.1 Programa de certificación energética de los edificios existentes (Ce3x)

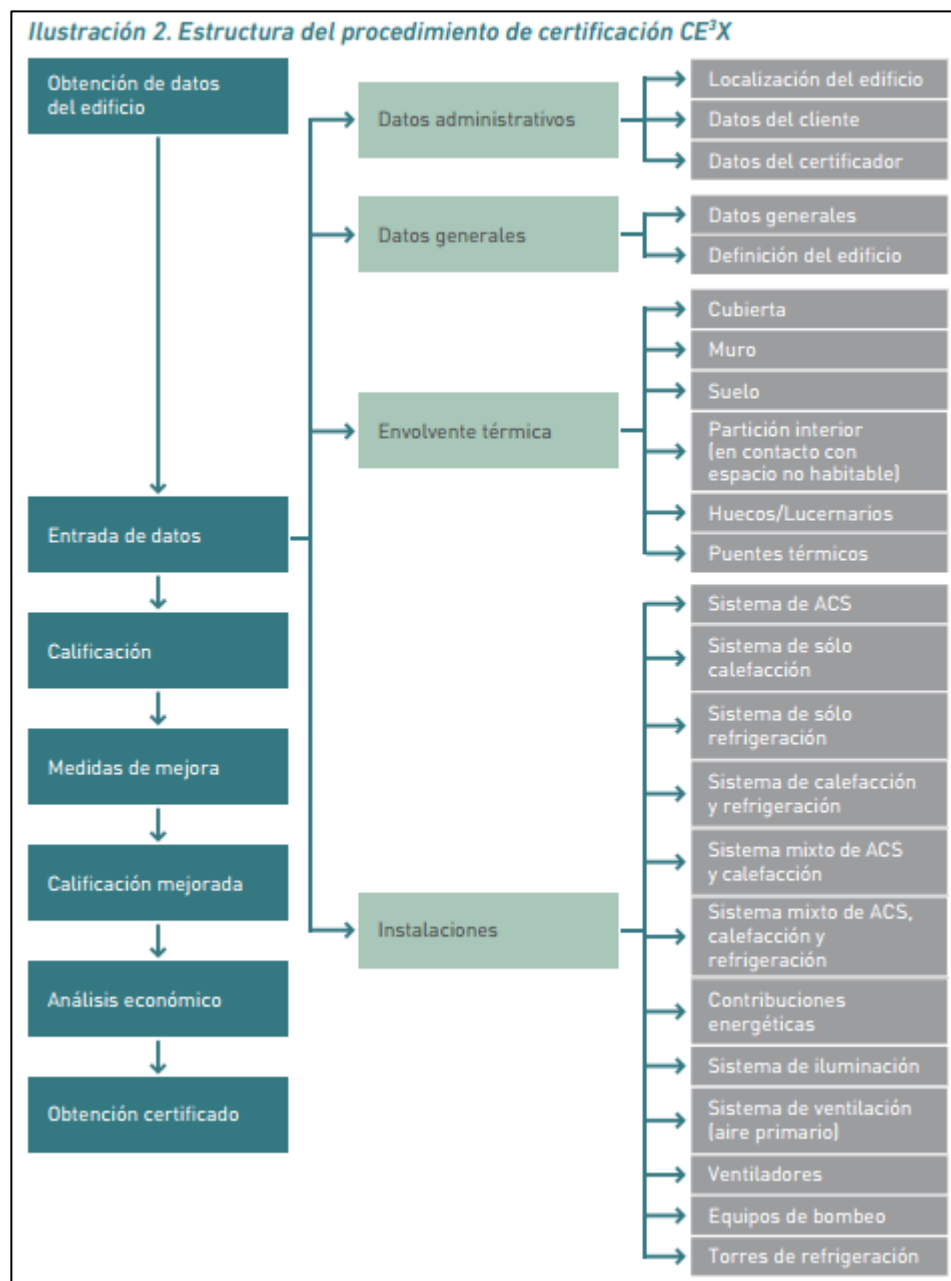


Ilustración 21. Estructura del procedimiento de certificación energética ce3x

#### 1.6.1.1.1.1 Datos administrativos

Se introducirá la información general de la vivienda a estudiar, aunque estos no influirán en la calificación final.

- Localización e identificación del edificio: identificación del edificio a través de datos como la dirección, provincia/comunidad autónoma y localidad.
- Datos del cliente: información del encargado de realizar la certificación del edificio: nombre, dirección teléfono,...
- Datos del certificador: persona responsable de los datos introducidos en el programa tras la inspección del edificio.

#### 1.6.1.1.2 Datos generales de la vivienda

Los datos generales de la vivienda serán indispensables para la posterior calificación de la misma.

- Datos generales
  - Normativa vigente: se consideran tres periodos diferentes a partir de fechas orientativas para reconocer la normativa vigente.
    - Anterior a la normativa NBE CT-79: antes del año 1981
    - NBE CT-79 vigente: entre el año 1981 y el año 2008
    - DB HE1 del CTE: después del año 2008
  - Tipo de edificio: se debe diferenciar la vivienda objeto entre una vivienda unifamiliar, bloque de vivienda y vivienda individual, entendiéndose esta última como una única vivienda que forma parte de un bloque.
  - Perfil de uso: intensidad de uso del edificio; baja, media o alta.
  - Zona climática: el programa proporciona la selección de la zona climática de manera directa al introducir la provincia y la localidad. También puede calcularse manualmente a través de la actual normativa HE1 y HE4.
- Definición del edificio: datos generales indispensables que definen a la vivienda para su posterior certificación.
  - Superficie útil habitable
  - Altura libre de la planta
  - Número de plantas habitables
  - Masa de particiones: masa ligera, masa media y masa pesada.
  - Consumo total diario de ACS

### 1.6.1.1.3 Datos de la envolvente térmica

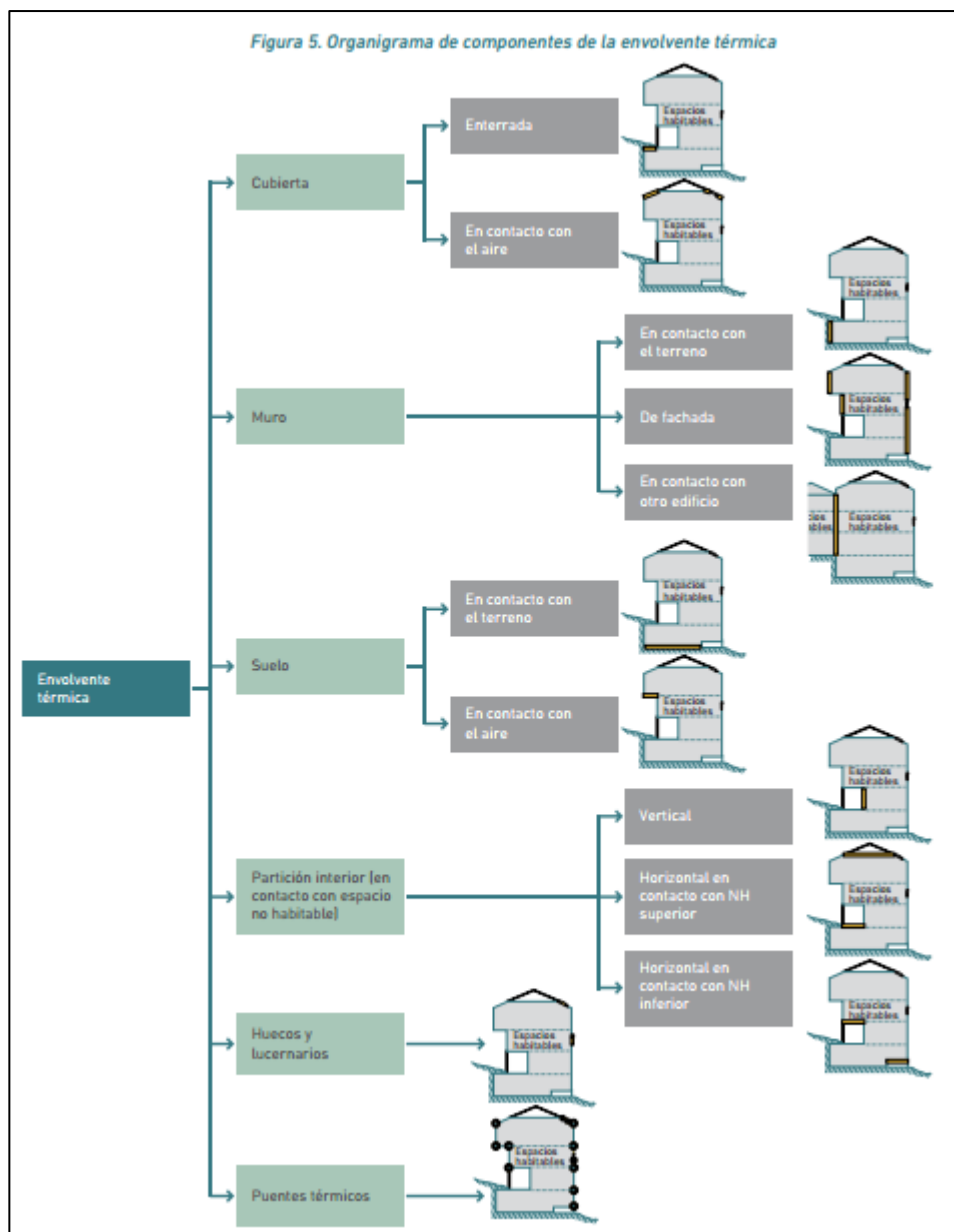


Ilustración 22. Componentes de la envolvente térmica

Debemos introducir en el programa todos los cerramientos que limitan entre los espacios habitables y el ambiente exterior, así como todas las particiones interiores que limitan entre los espacios habitables y los espacios no habitables.

Los cerramientos se clasificarán tal y como se muestra en el esquema anterior, incluyendo la cubierta, muros, suelo, particiones interiores, huecos y lucernarios y puentes térmicos.

El valor de la transmitancia térmica puede calcularse como:

- Un valor por defecto: aquellos casos en los que no se conozca ninguna de las características de la envolvente térmica. El programa asignará los valores máximos de transmitancia térmica de la normativa vigente.
- Un valor estimado: aquellos casos en los que se conozcan características de la envolvente que nos permitan aproximar un valor de transmitancia térmica más real.
- Un valor conocido: aquellos casos en los que se conozca el valor de la transmitancia térmica real obtenido mediante ensayo, librerías,...

#### 1.6.1.1.4 Instalaciones

El programa nos permite introducir las diferentes tipologías siguientes:

- Equipo de ACS
- Equipo de sólo calefacción
- Equipo de sólo refrigeración
- Equipo de calefacción y refrigeración
- Equipo mixto de calefacción y ACS
- Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS
- Contribuciones energéticas

La vivienda estará prevista con sistemas de instalaciones que cubran el 100% de la superficie total a certificar. El introducir un equipo en una zona no indica que ese equipo vaya a cubrir un tanto por ciento de la demanda en esa zona, sino que cubrirá ese tanto por ciento de la demanda total del edificio.

En nuestra vivienda, se estudiará la posibilidad y eficiencia de implantar energía solar y una caldera de biomasa para cubrir las necesidades de agua caliente sanitaria y de calefacción. La caldera de biomasa cubrirá el 40% de la demanda total mientras que la energía solar cubrirá el 60% restante.

### 1.6.1.1.5 Calefacción del edificio existente

Una vez introducidos todos los datos, el programa nos muestra la calificación de la vivienda. Cuanto más detallados hayan sido introducidos éstos, más próxima se encontrará la calificación final del valor real de demandas y emisiones.

La calificación energética se nos mostrará de la siguiente manera:

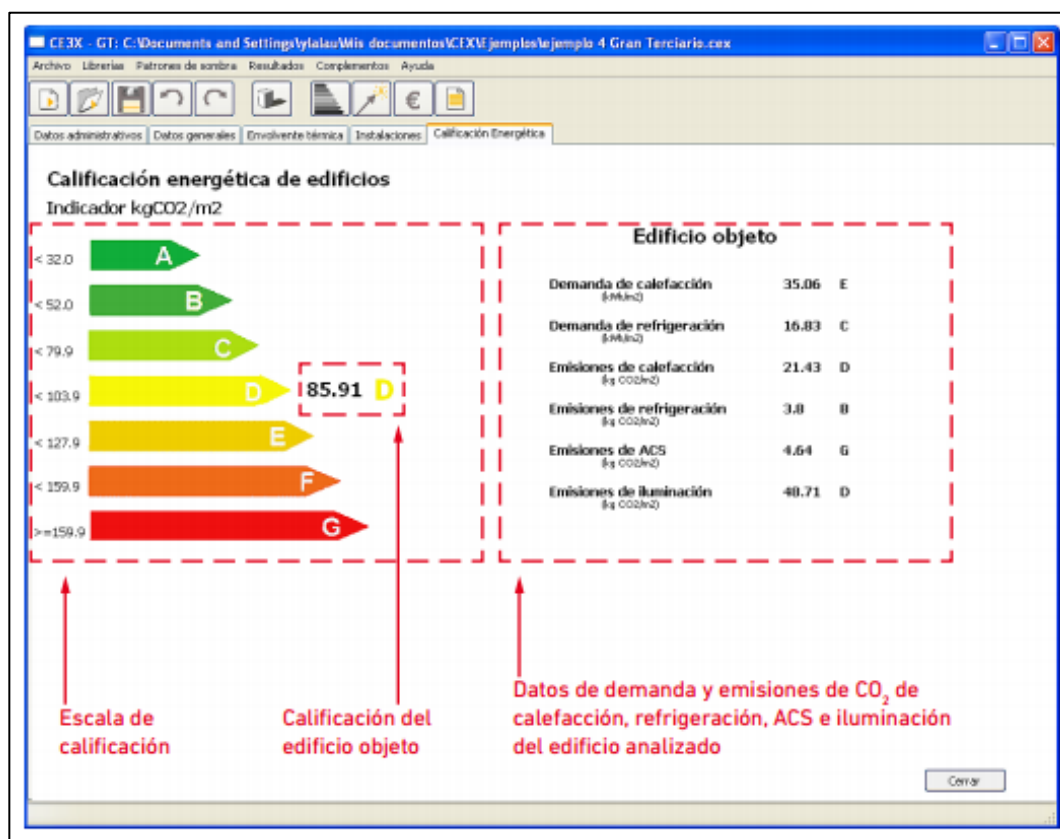


Ilustración 23. Calificación energética

- Demanda de calefacción: escala de letras para la calificación (A, B, C, D, E, F, G).
- Calificación del edificio objeto: valor de calificación energética.
- Demanda de calefacción (kWh/m<sup>2</sup>): necesidades de calefacción de la vivienda a lo largo del año en condiciones normales de ocupación y funcionamiento.
- Demanda de refrigeración (kWh/m<sup>2</sup>): necesidades de refrigeración de la vivienda a lo largo del año en condiciones normales de ocupación y funcionamiento.

- Emisiones de calefacción ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ): emisiones del edificio a consecuencia de la demanda de calefacción y eficiencia de las instalaciones para cubrir esta demanda.
- Emisiones de refrigeración ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ): emisiones del edificio a consecuencia de la demanda de refrigeración y eficiencia de las instalaciones para cubrir esta demanda.
- Emisiones de ACS ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ): emisiones del edificio a consecuencia de la demanda de ACS y la eficiencia de las instalaciones para cubrir esta demanda.
- Emisiones de iluminación ( $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ ): emisiones del edificio a consecuencia de la iluminación del mismo y la eficiencia de las instalaciones que dan este servicio.

### 1.6.1.2 Consumo térmico de ACS

Para determinar la demanda energética de agua caliente de nuestra vivienda, son muy importantes los datos de partida de la misma.

#### 1.6.1.2.1 Datos de partida

- Datos referidos a la familia ocupante de la vivienda

En este apartado es importante indicar que nuestra vivienda está adecuada para residir 5 personas.

Para los datos referidos a la temperatura del agua caliente y el consumo de litros por persona diarios recurrimos al boletín oficial de Navarra, por el cual se aprueba la ordenanza sobre captación y aprovechamiento de la energía solar térmica en edificios, y se indica que el proyecto se calculará con los consumos de agua caliente diaria a la temperatura de  $50^\circ\text{C}$  o superior y un consumo de 40litros/persona en el caso de las viviendas unifamiliares.

- Datos geográficos de la vivienda

La vivienda unifamiliar está situada en el municipio de Larraga, Navarra. Las coordenadas geométricas son: latitud 42.5667 y la longitud -1.85.

Para determinar la zona geométrica en la que se encuentra nuestra vivienda objeto utilizaremos las tablas que encontramos en el documento de Ahorro de Energía (HE).

- Según el documento HE-4 (Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria) se diferencian cinco zonas climáticas, teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media diaria anual sobre la superficie horizontal.

Zona climática	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Tabla 23. Tabla de las zonas climáticas. Documento HE-4.

- Según el documento H4-1 (Limitación de la demanda energética) se determinan diferentes zonas climáticas a partir de una tabla tabulada. En ella la zona climática de cualquier localidad se obtiene en función de la diferencia de altura que existe entre dicha localidad y la altura de la capital de su provincia. Para una diferencia de altura inferior a 200m, se tomará la zona climática correspondiente a la capital de provincia.

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jacán	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Tabla 24. Tabla de las zonas climáticas. Documento HE-1.

### 1.6.1.2.2 Determinación del consumo energético

Para conocer el número de litros que se consumen por persona en la vivienda, tomamos los valores unitarios que aparecen en el código básico de ahorro de energía:

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 25. Tabla demanda de ACS

Por lo tanto, para el cálculo del agua caliente sanitaria en nuestro proyecto tomaremos una temperatura final en el acumulador de 60°C y un consumo de 30litros/persona.

Calcularemos la cantidad de energía necesaria para calentar el agua de uso doméstico de nuestra vivienda unifamiliar con la siguiente fórmula:

$$Q_A = N \times n^{\circ}\text{personas} \times 100 \times (T_{ac} - T_{af}) \times \rho \times C_p$$

Donde;

N: número de días del mes

T<sub>ac</sub>: temperatura mínima para el agua caliente (60°) [°C]

T<sub>af</sub>: temperatura agua de red (dependerá de la provincia) [°C]

P: densidad del agua [1kg/litro]

C<sub>p</sub>: calor específico del agua [1kcal/kg·°C]



### 1.6.1.3 Consumo total (ACS + calefacción)

$$Q = Q_C + Q_A$$

Donde;

- Q: carga total
- Q<sub>C</sub>: Consumo de calefacción
- Q<sub>A</sub>: Consumo de ACS

## 1.6.2 Sistema solar térmico

### 1.6.2.1 Captadores solares

Un colector es un intercambiador de calor que transforma la energía radiante en calor. La transferencia de energía se hace desde el sol, hacia el agua que circula por los tubos del colector.

Tipos de colectores solares:

- Colectores de baja temperatura de trabajo (máximo de 50 °C): Formado por el convertidor, circuito de fluido térmico, aislamiento térmico y caja que contiene todos los elementos. Se conoce también como convertidor no protegido.
- Colectores de media temperatura de trabajo (máximo 90 °C): Suman al tipo anterior una cubierta transparente para limitar las pérdidas por convección y parte de las pérdidas por radiación. Aumenta el efecto invernadero dentro del colector.
- Colectores de alta temperatura de trabajo (máximo 150 °C): Incluye una cubierta entre la anterior y el convertidor para hacer vacío entre las dos.

El tipo de colector solar que utilizaremos en nuestra instalación es un colector de placa plana. Este tipo de colectores necesitan poco mantenimiento y son mecánicamente de construcción más simple que el resto.



Ilustración 24. Componentes de un colector plano

Su funcionamiento se reduce al paso de agua fría por la boca de entrada, que durante su recorrido se va calentando gracias a la radiación calórica, alcanzando a su salida la temperatura óptima para el rendimiento del colector.

### 1.6.2.1.1 Captadores solares disponibles en el mercado

#### ➤ SOLAHART – M

Material	Tubo cobre
Capacidad	3 L
Caudal recomendado	55 L/h
Rendimiento	0,73
Área útil	1,91 m <sup>2</sup>
Dimensiones	1937 x 1022 x 77 (mm)

Tabla 26. Características panel solar SOLAHART



Ilustración 25. Panel SOLAHART

#### ➤ Cala C222- S

Capacidad	2,15 L
Caudal recomendado	40 L/m <sup>2</sup>
Rendimiento	0,81
Área útil	1,93 m <sup>2</sup>
Dimensiones	1923 x 1148 x 105 (mm)

Tabla 27. Características panel solar Cala



Ilustración 26. Panel Cala

➤ THERMOSOLAR TS 111

Capacidad	1,72 L
Área útil	2,21 m <sup>2</sup>
Dimensiones	2.018 x 1.258 x 100 (mm)

Tabla 28. Características panel solar THERMOSOLAR



Ilustración 27. Panel THERMOSOLAR

➤ PSV02Y001 (2 m<sup>2</sup>)

Rendimiento	0,77
Capacidad	1,1 L
Área útil	1,99 m <sup>2</sup>
Caudal recomendado	40 L/h
Dimensiones	1040 x 2206 x 100 (mm)

Tabla 29. Características panel solar PVS



Ilustración 28. Panel PVS

### 1.6.2.1.2 Captador solar seleccionado

Seleccionamos el colector solar que más se acerca a nuestras necesidades, tanto técnica como económicamente:

➤ SOLAHART – M

Material	Tubo cobre
Capacidad	3 L
Caudal recomendado	55 L/h
Rendimiento	0,73
Área útil	1,91 m <sup>2</sup>
Dimensiones	1937 x 1022 x 77 (mm)

Tabla 30. Características panel solar SOLAHRT



Ilustración 29. Panel SOLAHART

### 1.6.2.2 Acumulador térmico e intercambiadores

El acumulador es el elemento de la instalación encargado de almacenar la energía térmica que se produce en el campo de colectores en forma de agua caliente, para poder disponer de ella en cualquier momento del día, independientemente de la radiación.

En los sistemas de más de dos circuitos hidráulicos es necesaria la presencia de intercambiadores, encargados de transferir el calor sin intercambio de masa o fluido.

En la instalación de nuestra vivienda, utilizaremos un acumulador con intercambiador interior de serpentín.



Ilustración 30. Acumulador e intercambiador interior de serpentín

El dimensionado del acumulador debe cumplir las exigencias establecidas en el Documento Básico HE de Ahorro de Energía, por el cual el volumen del acumulador dividido por la mitad de superficie de captación debe ser más grande de 50 y menor de 180.

Por lo tanto:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Donde;

V Volumen del acumulador solar del depósito (L)

A Área total de captación (m<sup>2</sup>)

Nuestra superficie de captación es de 7,64 m<sup>2</sup> (resultante de multiplicar los 4 paneles solares utilizados por su área útil de 1,91 m<sup>2</sup>), y el acumulador elegido es de 500 litros de capacidad, por lo que se cumple la norma:

$$50 < \frac{500 \text{ L}}{7,64 \text{ m}^2} = 65,44 < 180$$

### 1.6.2.2.1 Acumuladores disponibles en el mercado

#### ➤ JUNKERS SK 400

Capacidad de acumulación	400 L
Aplicación	ACS
Intercambiador	Serpentín
Altura	1835 mm
Diámetro	670 mm

Tabla 31. Características acumulador JUNKERS



Ilustración 31. Acumulador JUNKERS

#### ➤ UniSTOR 500

Capacidad de acumulación	500 L
Aplicación	ACS
Intercambiador	serpentín
Altura	1580 mm
Diámetro	690 mm

Tabla 32. Características acumulador UniSTOR



Ilustración 32. Acumulador UniSTOR

#### ➤ Tec 500v

Capacidad de acumulación	500 L
Aplicación	ACS
Intercambiador	serpentín
Altura	1730 mm
Diámetro	750 mm

Tabla 33. Características acumulador Tec



Ilustración 33. Acumulador Tec

#### ➤ ZANI · P/N BRX 500

Capacidad de acumulación	500 L
Aplicación	ACS
Intercambiador	serpentín
Altura	1750mm
Diámetro	740 mm

Tabla 34. Características acumulador ZANI



Ilustración 34. Acumulador ZANI

### 1.6.2.2.2 Acumulador seleccionado

Seleccionamos para nuestra instalación el acumulador que más se adapta a nuestras necesidades, en este caso el acumulador uniSTOR de 500 L de capacidad y un serpentín interior. Además se caracteriza por su eficaz aislamiento, constituido por poliuretano inyectado de alta densidad, libre de CFC, que permite acumular agua a elevadas

temperatura evitando las pérdidas de calor en el depósito, consiguiendo así un considerable ahorro energético.

➤ Acumulador uniSTOR 5 500:

Capacidad de acumulación	500 L
Aplicación	ACS
Intercambiador	serpentín
Altura	1580 mm
Diámetro	690 mm
Precio	2241,12 €

Tabla 35. Características acumulador UniSTOR



Ilustración 35. Acumulador UniSTOR

### 1.6.2.3 Circuito hidráulico

La instalación hidráulica en una instalación solar es igual que cualquiera de otro sistema comercial. A excepción de los circuitos de termosifón y circuitos abiertos, el resto requiere de la utilización de bombas hidráulicas para el movimiento del fluido calor portador.

### 1.6.2.4 Vaso de expansión

El vaso de expansión es el dispositivo que se incluye en el circuito y se encarga de contrarrestar las variaciones de volumen y de presión que se producen cuando aumenta o disminuye la temperatura.

Distinguimos dos tipos de vaso de expansión:

- vaso de expansión abierto: fluido interior del vaso en contacto con la atmósfera.
- vaso de expansión cerrado: fluido contenido en un recipiente hermético.

### 1.6.2.5 Fluido termófero

El fluido termófero es aquel que circula por los conductos del captador transmitiendo la energía térmica hasta el acumulador.

Se distinguen cuatro tipos diferentes de fluidos:

- Agua mineral: utilizado en circuitos abiertos o circuitos cerrados sin peligro de heladas. Agua con anticongelante: evitará problemas de heladas.
- Derivados del petróleo o fluidos orgánicos: tienen propiedades muy diferentes a las del agua.
- Aceites de silicona: productos estables y de buena calidad.

En nuestro caso, elegimos como fluido para nuestra instalación el agua con adición de anticongelante, por lo que deberemos tener en cuenta los siguientes factores:

- Toxicidad: Debido a su toxicidad tendrá que evitarse siempre la mezcla de este producto con el agua de consumo.
- Viscosidad: Si aumenta la viscosidad de la mezcla, aumentan las pérdidas de carga del circuito.
- Dilatación: Es importante considerar la dilatación del fluido a la hora de dimensionar el vaso de expansión.
- Estabilidad y durabilidad en el tiempo.
- Calor específico: Generalmente es inferior al del agua pura, hecho a tener en cuenta al calcular el caudal y en dimensionar, por ejemplo, los conductos.
- Temperatura de ebullición disminuye, favoreciendo la instalación en épocas de fuerte radiación y bajo consumo.



Ilustración 36. Fluido anticongelante

### 1.6.3 Caldera de biomasa

Las calderas de biomasa son aquellas que utilizan combustibles naturales provenientes de fuentes renovables para su funcionamiento. Algunos de estas fuentes naturales proceden de residuos industriales, excedentes de industrias madereras, huesos de aceitunas, cáscaras de frutos secos, etc.



Ilustración 37. Caldera de biomasa

La gran ventaja de las calderas de biomasa es el biocombustible que utilizan; más económico que los combustibles tradicionales y más estable, puesto que no depende de los precios que se fijan en otros países.

En los últimos años se han conseguido grandes avances en su rendimiento y la reducción de emisiones de monóxido de carbono (CO) gracias a la mejora del diseño de la cámara de combustión, el suministro de aire y los sistemas de control automático. Su rendimiento actualmente sobrepasa el 92% y las emisiones de CO se han disminuido hasta valores de 50mg/m<sup>3</sup>.

Su alto nivel calorífico hace del biocombustible una forma de energía rentable y renovable. Además, su caracterización como fuente energía renovable, hace que las Administraciones subvencionen su uso.

Tipos de caldera de biomasa según el combustible que utilizan:

- Caldera de pallets: se alimentan de combustibles tipo fluido, como pallets o huesos de aceitunas. Son las más utilizadas para potencias medias, por eso son las más comunes para usos domésticos
- Caldera de policomcombustible: pueden alimentarse de todo tipo de biocombustible triturado. Requiere mayor capacidad de almacenamiento. Se caracterizan por su mayor tamaño y se utilizan para mayores potencias, por eso serán utilizadas para uso industrial.



- Estufas de leña: utilizan como combustibles troncos de leña. Alto valor estético que potencia su uso doméstico.

Ventajas de instalar una caldera de biomasa frente a una caldera de gas:

- Emisiones: la caldera de biomasa es una fuente de energía limpia. Emiten CO<sub>2</sub> neutro, ya que proviene de combustible natural.
- El precio: el precio de su combustible es más barato que el de las calderas de gas y no depende de mercados internacionales. Además, al ser considerada energía renovable recibe subvenciones del gobierno.
- Seguridad: la caldera de biomasa es más segura que la de gas, pues no puede explotar.

### 1.6.3.1 Calderas de biomasa disponibles en el mercado

#### ➤ MULTI STOKER

Potencia nominal	18 kW
Combustible	Poli combustible
Capacidad tolva	600 L
Dimensiones	50 x 110 x 115 (cm)
Precio	3254,90 €

Tabla 36. Características caldera MULTI STOKER



Ilustración 38. Caldera MULTI STOKER

#### ➤ Caldera pellet ECO 50 T 250 CARSAN

Potencia nominal	50 kW
combustible	Pellets y huesos de aceituna
Capacidad tolva	800 L
Rendimiento	79 %
Precio	4245,36 €

Tabla 37. Características caldera CARSAN



Ilustración 39. Caldera CARSAN

#### ➤ BIOMAX 25KW

Potencia nominal	25 kW
Combustible	Poli combustible
Capacidad tolva	750 L
Precio	3254,90 €

Tabla 38. Características caldera BIOMAX



Ilustración 40. Caldera BIOMAX

### 1.6.3.2 Caldera de biomasa seleccionada

Seleccionamos la caldera de biomasa que más se adapta a nuestras necesidades. La caldera escogida utiliza como combustibles pellets y huesos de aceituna.

- Caldera pellet ECO 50 T 250 CARSAN

Potencia nominal	50 kW
combustible	Pellets y huesos de aceituna
Capacidad tolva	250 L
Rendimiento	79 %
Precio	4245,36 €

Tabla 39. Características caldera CARSAN



Ilustración 41. Caldera CARSAN

## 1.6.4 Suelo radiante

### 1.6.4.1 Principio de funcionamiento

El principio básico del suelo radiante consiste en hacer circular agua a temperatura media a través de circuitos de tuberías situados bajo el pavimento de los cuartos a calentar.

Las tuberías se empotran en una capa de mortero de cemento, que absorbe la energía térmica disipada por las tuberías y la cede al pavimento. El pavimento emite esta energía al local mediante la radiación y en menor grado la convección natural.

Los circuitos salen desde los colectores de ida-retorno, desde donde se regulará el caudal impulsado en función de las necesidades térmicas del local a través de cabezales electrotérmicos.

### 1.6.4.2 Características del suelo radiante

- Perfil óptimo de temperaturas del cuerpo humano

La calefacción mediante suelo radiante es la opción que más se ajusta al perfil óptimo de temperaturas del cuerpo humano. Para una mayor sensación de confort, la temperatura

del aire a la temperatura de los pies debe ser ligeramente superior a la temperatura del aire a la altura de la cabeza.

En el siguiente gráfico se muestra el comportamiento de la calefacción para cada tipo de instalación y observamos como la calefacción por suelo radiante es el que aportara mayor confort a un perfil de temperatura ideal.

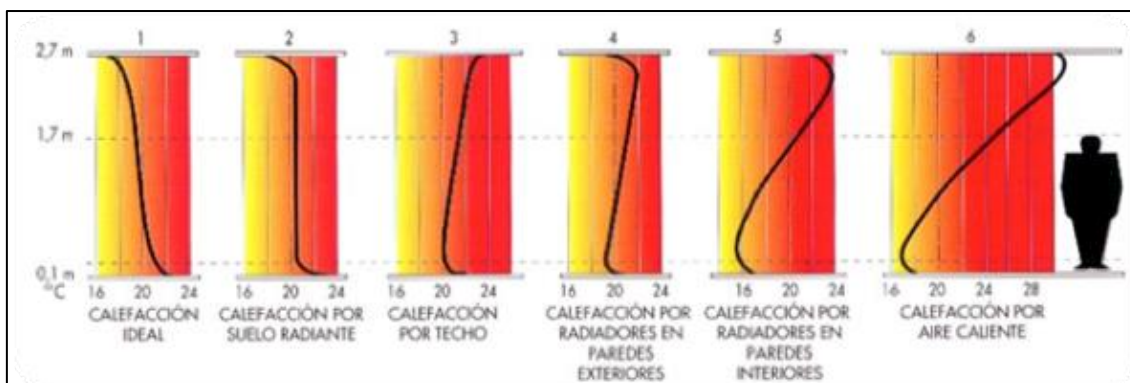


Ilustración 42. Comportamiento de la calefacción dependiendo del tipo de instalación utilizado

- Ahorro energético

Mediante el sistema de suelo radiante el agua no tiene que subirse por encima de los 45°C, esto supone un menor consumo de calorías y un gran ahorro de energía de entre un 15 y un 20% frente a la calefacción tradicional.

Además, las temperaturas interiores son inferiores aunque la sensación térmica no lo demuestre, esto hace que las pérdidas energéticas también sean menores (pérdidas por cerramientos, ventilación y por filtración) ya que éstas son proporcionales a la diferencia de temperaturas entre el exterior del local y el interior.

- Emisión térmica uniforme

La emisión térmica es uniforme en toda la superficie, esto acaba con el fenómeno de "zonas calientes" y "zonas frías" que se obtiene con otros sistemas de calefacción en los cuales existe un número limitado de emisores de calor.

- Calefacción sin movimiento de aire

Los movimientos de aire se dan de zonas calientes a zonas frías, proporcionalmente a la diferencia de temperatura entre ambas. En el caso del suelo radiante, la temperatura del emisor de calor (el pavimento) es baja, eso provoca que los movimientos de aire sean casi imperceptibles. Por esto, éste sistema de calefacción es especialmente aconsejable para

personas alérgicas y con problemas respiratorios, ya que reduce el movimiento de polvo haciendo del espacio una zona más limpia y saludable.

- Compatible con casi cualquier fuente de energía

El bajo valor de la temperatura del agua de impulsión que necesita este sistema de calefacción le hace compatible con casi cualquier fuente de energía. De hecho, gracias a este factor puede ser alimentado energéticamente mediante paneles solares térmicos.

- Calefacción invisible

En este sistema de calefacción los emisores de calor no son visibles, frente a los radiadores del sistema tradicional. Esto da lugar a un mayor espacio habitable además de una disminución de riesgos.

- Compatible con cualquier tipo de suelos

Puede ser instalada en cualquier tipo de pavimento.

### 1.6.4.3 Elementos principales de la instalación

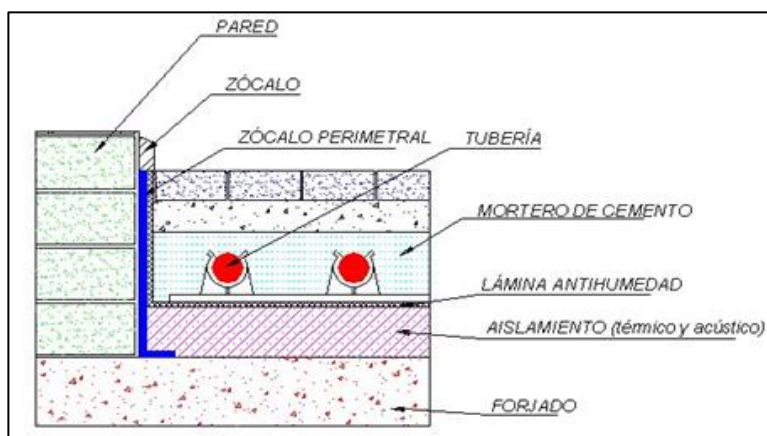


Ilustración 43. Elementos principales de la instalación de suelo radiante

- Caja de colectores

La caja con los colectores distribuidores del suelo radiante se situarán lo más centrado posible del área a climatizar, de esta manera se consigue minimizar la longitud

de tubo necesario en la instalación. Además, para no distorsionar la estética de la vivienda, la caja de colectores se situarán en empotrados en paredes o en fondos de armario.

- Zócalo perimetral

Es una banda de espuma de polietileno cuya misión principal es absorber las dilataciones producidas por el mortero de cemento colocado sobre los tubos emisores debido a su calentamiento/enfriamiento. Así mismo, produce un beneficioso efecto de aislamiento lateral del sistema.

- Film de polietileno

Es una lámina continua de polietileno. Se coloca sobre el forjado/solera de los locales a climatizar. Es una barrera antihumedad entre el suelo base y la superficie emisora de suelo radiante colocada encima, de modo que evita el ascenso por capilaridad de humedades.

Será innecesario la colocación de este film cuando: no exista riesgo de humedades en el forjado/solera, y el sistema de sujeción de la tubería sea tal que establezca una barrera antihumedad continua.

- Aislamiento

El aislamiento térmico del sistema es imprescindible en cualquier instalación de calefacción por suelo radiante, ya que:

- Minimizan las pérdidas caloríficas inferiores, lo que implica una importante reducción del consumo energético.
- Se posibilita el control de las temperaturas ambiente de cada uno de los locales.

Los paneles han de colocarse sobre todo en el área a calentar a modo de superficie continua.

- Tubo radiante

Tubería de polietileno reticulado con barrera de antidifusión de oxígeno, ya que evita la oxidación continua y el deterioro de las partes metálicas de la instalación.

- Mortero de cemento

Tras colocar las tuberías, con una capa de mortero se cubre la superficie. Debe garantizar una correcta transmisión de calor.

#### 1.6.4.4 Instalación del suelo radiante

- Circuito

El circuito de este tipo de instalación debe colocarse siguiendo las siguientes directrices básicas:

- Los circuitos nunca se deben cruzar.
- La distancia entre tubos y la tubería debe mantenerse constante en toda la instalación.
- El trazado deberá empezarse desde la planta más elevada continuando hacia las plantas inferiores.
- Los puntos en los que exista riesgo de emisión en la tubería deberán señalarse con anterioridad.
- La perforación accidental de un circuito emisor de suelo radiante supone su sustitución integral.
- Todo el proceso de montaje de los circuitos se realiza en frío.

En nuestra vivienda vamos a instalar el suelo radiante en serpentin, por el cual las tuberías de impulsión y retorno se colocan en paralelo, proporcionando así una temperatura media más uniforme. Otro tipo de circuito es en espiral, que ofrece como ventaja unas curvas menos pronunciadas, facilitando la instalación, sobre todo cuando el diámetro de las tuberías es mayor.

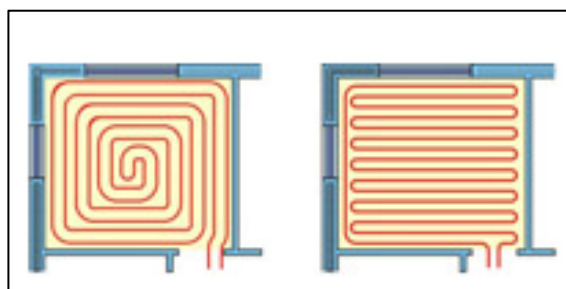


Ilustración 44. Trazado de circuitos en espiral y en doble serpentin

- Colector

Los colectores se situarán en una caja metálica para colectores empotrada en la pared. Posteriormente se procede al conexionado de los conectores con el tubo emisor.

- Mortero de cemento

El mortero de cemento se verterá una vez colocados todos los circuitos. El espesor recomendado de esta capa de mortero es de 5 cm. Al agua de amasado de la mezcla del mortero se le añadirán un aditivo, que ayudará a conseguir un perfecto contacto entre el mortero y las tuberías.

La mezcla debe verterse en sentido longitudinal al trazado de las tuberías. Además, se hará inmediatamente después de haber concluido con la colocación de circuitos, el llenado y la prueba de estanqueidad, evitando así la deformación de la capa portante de tuberías debido a su continuo pisado de maquinaria.

- Montantes y tuberías de distribución

Los montajes y tuberías de distribución son la red que alimentan a los colectores distribuidores de suelo radiante. Los accesorios que se precisan son codos, conexiones en T y racores de conexión.

En el caso de una vivienda unifamiliar, como es nuestro caso, la distribución se realizará mediante una única columna montante ascendente /descendente con derivaciones a los colectores distribuidores de suelo radiante.

- Regulación temperatura ambiente

Se comenzará por seleccionar el voltaje (220 V o 24 V) de alimentación de los termostatos y cabezales eletrotérmicos. Los termostatos se instalarán en los recintos de los cuales queremos controlar la temperatura a una altura de 1,5 m, alejados de puertas, escalera y elementos generadores de calor y frío.

## 1.7 JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL CTE

### 1.7.1 Justificación del sistema de climatización y ACS elegido desde el punto de vista de eficiencia energética

El objeto del proyecto es el cálculo y diseño de instalaciones climáticas de acuerdo con el documento básico de ahorro de energía.

#### 1.7.1.1 HE1 Limitación de la demanda energética

##### 1.7.1.1.1 Ámbito de aplicación

El presente proyecto se seguirá aplicando los criterios del código técnico de edificación.

##### 1.7.1.1.2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

Para el cálculo de la demanda energética en nuestra vivienda utilizaremos el nuevo software de calificación energética para edificios existentes facilitado por IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Este programa informático tiene en consideración los documentos actualmente reconocidos y cumple con los criterios descritos en el documento básico de ahorro de energía.

Zona climática de la vivienda objeto. La introducimos nosotros en el programa:

ZONA CLIMÁTICA D1

Transmitancia límite de muros  $U_{Mlim}$ : 0,66 W/m<sup>2</sup>k

Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}$ : 0,49 W/m<sup>2</sup>k

Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}$ : 0,38 W/m<sup>2</sup>k

Factor solar modificado límite de huecos  $F_{Hlim}$



% de superficie de huecos	Transmitancia límite de huecos <sup>(1)</sup> $U_{Hlim}$ W/m <sup>2</sup> K				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N	E/O	S	SE/SO	Carga interna baja			Carga interna alta		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,0 (3,5)	3,5	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5	3,5	-	-	-	-	-	-
de 31 a 40	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)	3,4 (3,5)	-	-	-	0,54	-	0,58
de 41 a 50	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)	3,2 (3,4)	-	-	-	0,45	-	0,49
de 51 a 60	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)	3,0 (3,1)	-	-	-	0,40	0,57	0,44

Ilustración 45. Transmitancia límite en función de la superficie de huecos

### 1.7.1.1.3 Cálculo y dimensionado

De acuerdo con el punto 3.1.1 del reglamento, Larraga se encuentra situado en la zona climática anteriormente descrita, D1.

### 1.7.1.2 HE4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

#### 1.7.1.2.1 Generalidades

##### 1.7.1.2.1.1 ámbito de aplicación

Esta sección será aplicable al presente proyecto ya que existe en la vivienda una demanda de agua caliente sanitaria.

##### 1.7.1.2.1.2 Procedimiento de verificación

Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia que se expone a continuación:

- obtención de la contribución solar mínima según el apartado 2.1;
- cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3;
- cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 4.

### 1.7.1.2.2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

#### 1.7.1.2.2.1 Contribución solar mínima

- I. La demanda total de ACS de nuestra vivienda objeto se encuentra en el primer grupo, entre 50 y 5000 litros al día. Considerando el caso general y la zona climática I, la contribución solar mínima es del 30%.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50-5.000	30	30	50	60	70
5.000-6.000	30	30	55	65	70
6.000-7.000	30	35	61	70	70
7.000-8.000	30	45	63	70	70
8.000-9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
> 20.000	52	70	70	70	70

Ilustración 46. Contribución solar mínima en función de la zona climática y de la demanda total de ACS

En principio trataremos de incorporar en la vivienda hasta un 60% de la demanda mediante placas solares, y completar el 40 % restante con la caldera de biomasa, aunque finalmente se disminuirá el porcentaje de contribución solar por sus costes económicos frente a los de la caldera de biomasa.

- II. Con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110 % de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100 %, se adoptarán medidas para controlar el sobrecalentamiento
- A través de equipos específicos.
  - Tapado parcial del campo de captadores.
  - Vaciado parcial del campo de captadores.
  - Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

En el caso el caso de nuestra vivienda, para controlar los excedentes obtenidos en los meses de verano utilizaremos la primera opción, dotando a la instalación de equipos específicos.

III. Se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- a) demanda constante anual: la latitud geográfica;
- b) demanda preferente en invierno: la latitud geográfica + 10 °;
- c) demanda preferente en verano: la latitud geográfica – 10 °.

### **1.7.1.2.3 Cálculo y dimensionado**

#### **1.7.1.2.3.1 Datos previos**

##### **1.7.1.2.3.1.1 Cálculo de la demanda**

Considerando la temperatura de referencia de 60°, para nuestra vivienda unifamiliar tomaremos el consumo unitario diario de la tabla de 30 litros ACS/día por persona.

##### **1.7.1.2.3.1.2 Zonas climáticas**

A partir de la figura 3.1 y la tabla 3.2 determinamos la zona climática a la que pertenece Larraga teniendo en cuenta la Radiación Solar Global media anual sobre superficies horizontales. Zona climática III.

##### **1.7.1.2.3.2 Condiciones generales de la instalación**

El objetivo básico del sistema solar es suministrar al usuario una instalación solar que:

- a) optimice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio;
- b) garantice una durabilidad y calidad suficientes;
- c) garantice un uso seguro de la instalación.

### 1.7.1.2.3.3 Criterios generales de cálculo

#### 1.7.1.2.3.3.1 Dimensionado básico

En la memoria del proyecto se incluirá el cálculo, especificando los valores de la demanda de energía media diaria y la contribución solar.

Además, se definirán los valores de la demanda de energía térmica, la energía solar térmica aportada, las fracciones solares mensuales y anuales y el rendimiento medio anual.

#### 1.7.1.2.3.3.2 Sistema de acumulación solar

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < \frac{V}{A} < 180$$

Donde;

- A suma de las áreas de los captadores [m<sup>2</sup>];  
V volumen del depósito de acumulación solar [litros].

#### 1.7.1.2.3.4 Componentes

##### 1.7.1.2.3.4.1 Captadores solares

El captador llevará en lugar visible una placa en la que consten, como mínimo, los siguientes datos:

- a) nombre y domicilio de la empresa fabricante, y eventualmente su anagrama;
- b) modelo, tipo, año de producción;

- c) número de serie de fabricación;
- d) área total del captador;
- e) peso del captador vacío, capacidad de líquido;
- f) presión máxima de servicio.


Empresa fabricante	
Modelo, tipo y año de producción	Capador solar Plano, Modelo M,
Número de serie de fabricación	
Área total del captador	187 m <sup>2</sup>
Peso del captador vacío, capacidad de líquido	31,5 kg, 3 L
Presión máxima de servicio	1400 kPa

Ilustración 47. Placa visible en los captadores solares

### 1.7.1.2.3.4.2 Acumuladores

Cuando el intercambiador esté incorporado al acumulador, la placa de identificación indicará además, los siguientes datos:

- a) superficie de intercambio térmico en m<sup>2</sup>;
- b) presión máxima de trabajo, del circuito primario.

Superficie de intercambio (m <sup>2</sup> )	2,1 m <sup>2</sup>
Presión máxima de trabajo	10 bar

Ilustración 48. Placa visible en el acumulador

### 1.7.1.2.4 Mantenimiento

#### 1.7.1.2.4.1 Plan de vigilancia

El documento básico de ahorro de energía establece el siguiente plan de vigilancia para instalaciones solares.

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV. suciedades en las lentes controladas del día.
	Juntas	3	IV. Agrietamientos y deformaciones.
	Absorbedor	3	IV. Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conectores	3	IV. fugas.
CIRCUITO PRIMARIO	Estructura	3	IV. degradación, inclusiones de corrosión.
	Tuberías, aislamientos y sistema de bombeo	6	IV. Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Verificar el aire del sistema.
CIRCUITO SECUNDARIO	Termómetro	Quinta	IV. temperaturas
	Tuberías y aislamientos	6	IV. ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

Ilustración 49. Plan de vigilancia instalaciones solares

## 1.8 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

### 1.8.1 Instalación fotovoltaica

#### 1.8.1.1 Paneles fotovoltaicos

➤ Panel solar DSP-280M SILICIO MONOCRISTALINO

El panel solar fotovoltaico que utilizaremos en nuestra instalación es característico por su gran rigidez y el material anticorrosión de su marco, fabricado con aluminio anodizado. Compatible con todos los sistemas de montaje disponibles comercialmente.

Características mecánicas:

- Celda 156 x 156
- Eficiencia celda 16%
- Número de celdas 6 x 12: 72
- Dimensiones 1956 x 992 x 45 mm
- Peso 26 kg

Rendimiento: 90% durante los primeros 10 años. Mínimo 80% durante los 25 primeros años

Diagrama del módulo:

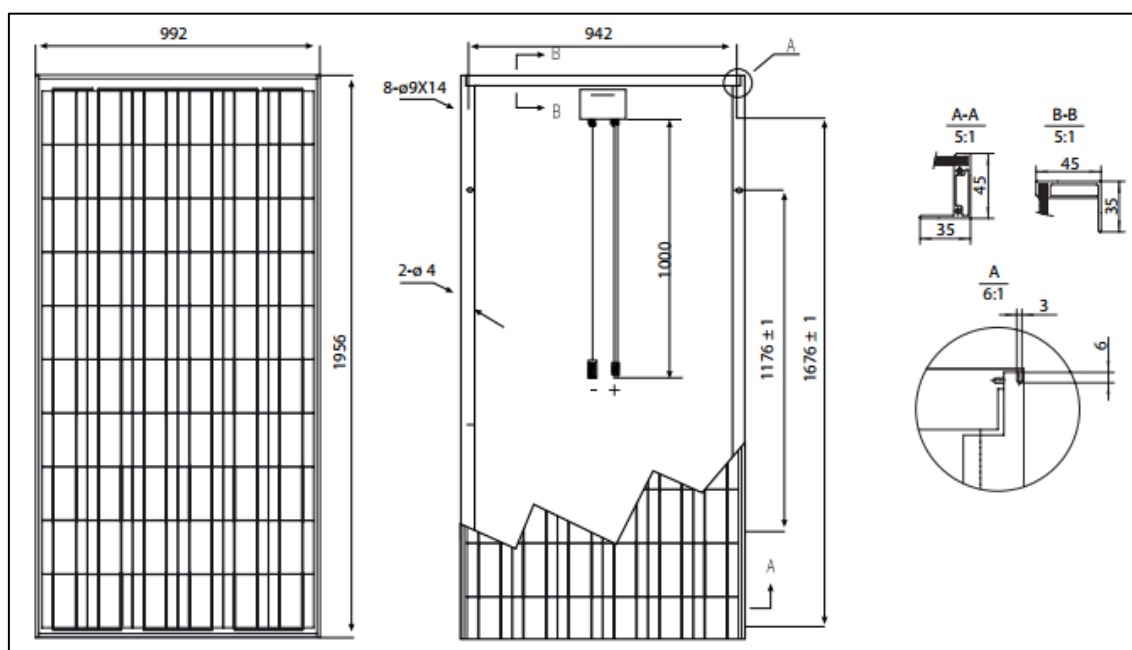


Ilustración 50. Diagrama del módulo DSP 280-M

Curvas características:

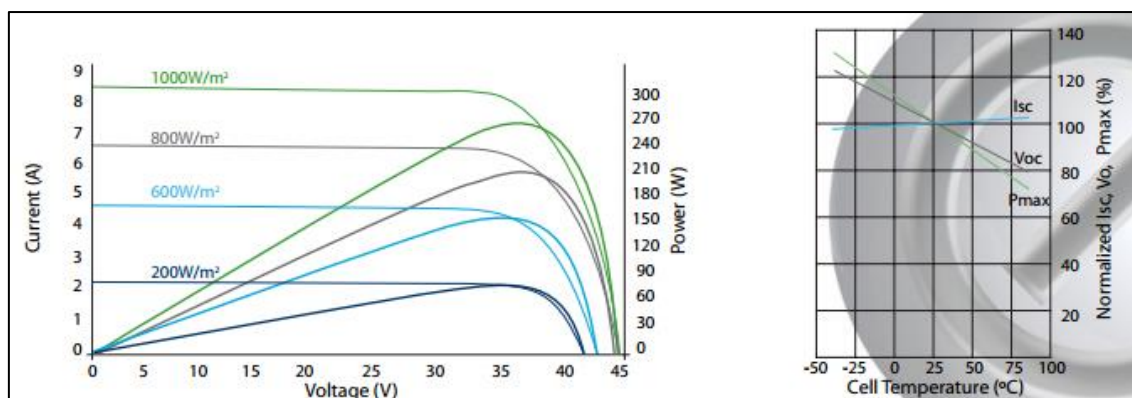


Ilustración 51. Curvas características del módulo DSP-280 M

### 1.8.1.2 Regulador de carga

#### ➤ REGULADOR XANTREX C40

Componente importante del sistema que regula el voltaje generado por el sistema para un mantenimiento correcto de las baterías. Impide que la carga de las baterías sea demasiado elevada o demasiado baja, y garantiza la máxima duración de las mismas.

Como controlador de carga solar, el regulador XANTREX C40 puede controlar el funcionamiento de grupos de 12, 24 o 48 V.

Carga de las baterías en tres etapas (en bruto, absorción o flotación) y dispone de protección contra sobre cargas tanto en modo activo como en modo pasivo. Controlado por un procesador.

Especificaciones eléctricas:

Desconexión de baja tensión (Reconexión automática o manual seleccionable por el usuario), incluye indicador de advertencia antes de la desconexión.

Aprobaciones reguladoras:

Conformidad UL según los estándares UL 1741 - 1999 y CSA 22.2 N° 107.1-95, cumple la normativa CE

### 1.8.1.3 Baterías

#### ➤ HAWKER PzS

Los elementos Hawker ofrecen un alto rendimiento descarga obtenido gracias a componentes perfeccionados utilizados en la fabricación de las placas positivas.

Las dimensiones de las placas positivas y negativas están optimizadas en función del volumen disponible en los recipientes de los elementos, lo que aumenta las capacidades de los elementos conservando las mismas dimensiones externas.

Aprobaciones reguladoras:

Esta gama responde a las dimensiones de las normas DIN/EN 60254 y CEI 60254-2.

### 1.8.1.4 Inversor

INVERSOR XANTREX XW6048-230-50: Inversor/Cargador de NUEVA generación para sistemas de energía renovables y aplicaciones de alimentación de reserva.

Características del producto:

- Salida de onda senoidal verdadera
- Configuración monofásica (230 V CA) y trifásica (400/230 V CA)
- Entradas CA duales
- Es posible conectar varias unidades en paralelo
- Excepcional capacidad de sobretensión transitoria
- Eficaz carga de baterías multietapa de alta intensidad, con corrección del factor de potencia

Aprobaciones reguladoras:

Marcaje CE conforme a las siguientes directivas y normas de la UE: Directiva EMC: EN61000-6-1, EN61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3; Directiva de baja tensión: EN5017



### 1.8.1.5 Kit para instalación en el tejado

Para la instalación de los paneles fotovoltaicos y solares en el tejado, utilizaremos un kit de instalación en el tejado, compuesto por los elementos que se observan a continuación:

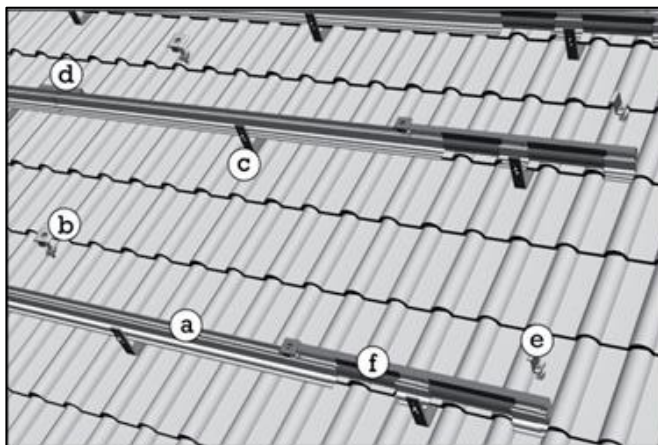


Ilustración 52. Kit para instalación de los módulos en el tejado

Tipo	Marca y modelo	Referencia	Precio
Pack instalación en tejado, desde 32€ por panel*	(A) Carril - 2,5m	659.08.01.RAIL	32,51 €
	(D) Unión entre carriles	659.08.01.SPLICE	5,43 €
	(B) Sujeción entre paneles - 35mm	659.08.01.INTER	2,17 €
	(E) Sujeción final de paneles - 35mm	659.08.01.ENDCLAMP	1,74 €
	(C) Anclaje a tejado	659.08.01.ROOFHOOK	11,48 €

Ilustración 53. Elementos componentes del pack para la instalación en el tejado

## 1.8.2 Instalación solar térmica

### 1.8.2.1 Colectores solares

#### ➤ Captador SOLAHART M

Para la instalación de equipos solares compactos por termosifón y circuito cerrado, se utilizará el sistema “MULTI-FLOW” (J/K), y para instalaciones de circulación forzada se usará el sistema “PARRILLA” de cobre (M) o (L).

Gráfica de la hoja de características:

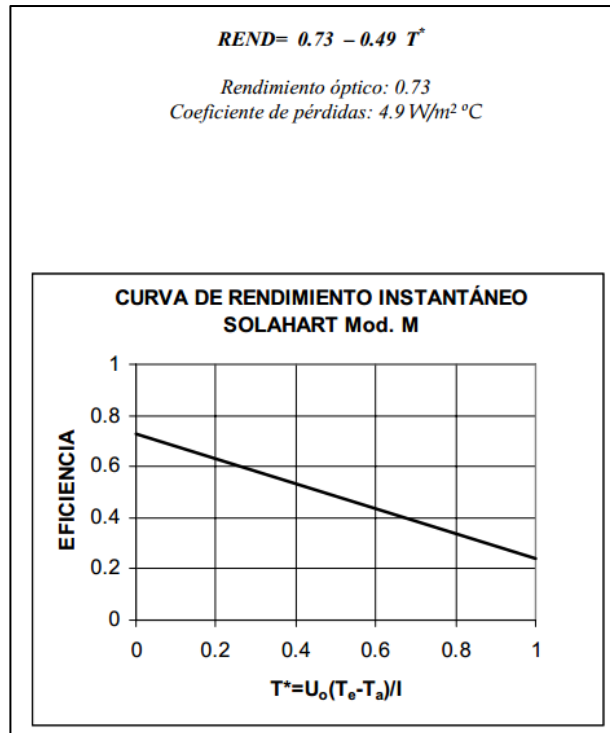


Ilustración 54. Curva rendimiento del captador

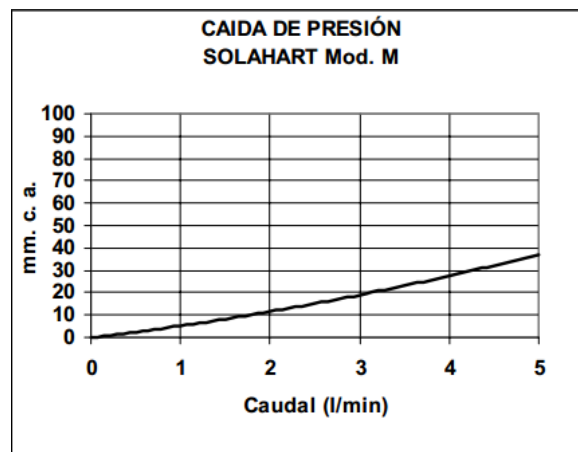


Ilustración 55. Curva de pérdidas de carga del captador

### 1.8.2.2 Acumulador térmico






	Depósito de acero vitrificado							
	Ánodo de magnesio							
	Boca de hombre o compuerta de limpieza (VIH R 300 y 500)							
	También para instalaciones solares (VIH R 200/5, 300 y 500)							
VIH R 120/5: 753 alto / Ø 564 mm VIH R 150/5: 966 alto / Ø 604 mm VIH R 200/5: 1.240 alto / Ø 604 mm VIH R 300: 1.775 alto / Ø 660 mm VIH R 500: 1.775 alto / Ø 810 mm								
Modelo	nº serpentines	Capacidad (l)	Potencia continua en l/h (kW)	Superficie del serpentín (m²)	Contenido agua serpentín (l)	Caudal continuo máx. ACS a 45/10 °C (l/10 min)	Peso vacío (kg)	Ref.
uniSTOR, acumulador indirecto monovalente								
VIH R 120/5	1	115	615 (25)	0,85	5,9	145	62	305 867
VIH R 150/5	1	150	640 (26)	0,9	6,2	195	73	305 868
VIH R 200/5	1	200	837 (34)	1,17	8,1	250	89	305 869
uniSTOR, acumulador indirecto monovalente								
VIH R 300	1	300	1.130 (46)	1,6	10,7	462	114	00 1000 3077
VIH R 500	1	500	1.523 (62)	2,1	14,2	591	151	00 1000 3079

Ilustración 56. Características acumulador uniSTOR 500

#### Protección

Depósito de acero con serpentín interior protegido con doble capa de vitrificado.

#### Aislamiento

Aislamiento de poliuretano, libre de FCF, permite la acumulación de agua a elevadas temperaturas sin pérdidas de calor en el depósito. Esto favorece además a un ahorro energético.

### 1.8.3 Caldera de biomasa

#### ➤ Caldera pellet ECO 50 T 250 CARSAN

La caldera de biomasa nos servirá para calefacción y producción de agua caliente sanitaria. Caldera de combustible sólido (pellet y hueso de aceituna).

Dispone de un quemador por flotación, encendido manual y puertas refractarias con vermiculita. Rendimiento del 79%.

Características:

- Válvula hídrica de seguridad.
- Anti-retorno de llama
- Pantalla analógica: Termostato analógico. Regulación electrónica aire primario/alimentación combustible
- Rejilla anti-impurezas y señal de advertencia en cumplimiento de la normativa de seguridad

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	ECO 50
Potencia nominal global (pellet madera)	50,2 KW
Potencia nominal global (hueso de aceituna)	48,8 KW
Presión de trabajo	1,5 Bar
Presión máxima de trabajo	3 Bar
Tensión de trabajo	220 V
Frecuencia	50 Hz
Temperatura máxima de trabajo	90°C
Temperatura mínima de trabajo	50°C
Capacidad agua caldera	105 litros
Depresión mínima requerida	24 Pa
Nivel sonoro	58 DB
Rango de modulación	12/48,5 kw

**CARACTERÍSTICAS CALDERA PELLET ECO 50 T 250 CARSAN**

Ilustración 57. Características técnicas caldera ECO 50

DIMENSIONES SEGÚN TIPO DE ALIMENTACIÓN			
	TOLVA	ECO 30	ECO 50
DIMENSIONES (en mm)	A	1312	1455
	B	1165	1305
	C	1100	1198
	D	800	800
	E	930	1080
	F	710	860
	G	600	600
	Ø	140	165
	Ida	1 1/4"	1 1/4"
	Retorno	1 1/4"	1 1/4"

**DIMENSIONES CALDERA PELLET ECO 50 T 250 CARSAN**

Ilustración 58. Dimensiones de la caldera

## 1.9 PLANIFICACIÓN

Estimamos la planificación de la instalación y puesta en marcha definitiva mediante el siguiente Diagrama de Gantt:

Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Instalación módulos fotovoltaicos.									
2. Instalación de baja tensión.									
3. Instalación paneles solares térmicos.									
4. Instalación caldera de biomasa.									
5. Instalación suelo radiante.									
6. Pruebas de las instalaciones.									
7. Puesta en marcha definitiva.									

Tabla 40. Diagrama de Gantt



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA  
INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO  
ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR”

## CÁLCULOS

Maitane Espierriz Crespo

Jorge Oderiz Ezcurdia

Pamplona, Septiembre 2013

## Índice

<b>CÁLCULOS</b> .....	70
2.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA .....	74
2.2 CONSUMO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR .....	75
2.3 ESTUDIO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO .....	77
2.3.1 Aporte solar .....	77
2.3.2 Aporte del sistema solar fotovoltaico .....	78
2.3.3 Sistema de captación de energía.....	78
2.3.3.1 panel fotovoltaico seleccionado .....	78
2.3.3.2 Número de paneles necesarios .....	79
2.3.3.3 Número de paneles en serie y en paralelo .....	80
2.3.3.4 Otras características eléctricas del sistema.....	81
2.3.4 Sistema de regulación.....	84
2.3.4.1 Regulador fotovoltaico .....	84
2.3.5 Sistema de acumulación .....	85
2.3.5.1 Dimensionado del banco de baterías .....	85
2.3.6 Sistema de adaptación al suministro .....	87
2.3.6.1 Inversor.....	87
2.4 TRANSPORTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA .....	90
2.4.1 Sección de la línea entre módulos fotovoltaicos .....	91
2.4.2 Sección de la línea de los módulos fotovoltaicos al regulador.....	93
2.4.3 Sección de la línea del regulador a las baterías .....	96
2.4.4 Sección de la línea de las baterías al inversor .....	98
2.4.5 Cálculo de la puesta a tierra .....	100
2.4.6 Protecciones del sistema eléctrico.....	101
2.4.6.1 Interruptor entre paneles fotovoltaicos y el regulador.....	101
2.4.6.2 Magneto térmicos en las líneas .....	102
2.4.6.2.1 Línea entre módulos fotovoltaicos .....	103
2.4.6.2.2 Línea de los módulos fotovoltaicos al regulador.....	103
2.4.6.2.3 Línea entre el regulador y las baterías.....	104
2.4.6.2.4 Línea entre las baterías y el inversor .....	104

2.4.6.3	Protección contra sobretensiones .....	105
2.4.7	Esquema de la instalación fotovoltaica .....	105
2.5	ESTUDIO DEL SUMINISTRO TÉRMICO.....	106
2.5.1	Consumo estimado de calefacción .....	106
2.5.1.1	Descripción general de la vivienda .....	106
2.5.1.2	Introducción de datos en el programa ce3x.....	107
2.5.1.2.1	Datos generales y definición del edificio .....	107
2.5.1.2.2	Datos de la envolvente térmica .....	108
2.5.1.2.3	Instalaciones .....	111
2.5.1.2.4	Calificación energética obtenida .....	112
2.5.2	Consumo estimado de ACS.....	113
2.5.2.1	Datos de partida.....	113
2.5.2.2	Determinación del consumo energético .....	115
2.5.3	Consumo total (calefacción +ACS).....	117
2.5.4	Aporte solar térmico y biomasa.....	118
2.5.5	Sistema solar térmico .....	119
2.5.5.1	Energía solar disponible .....	119
2.5.5.1.1	Inclinación de los capadores.....	119
2.5.5.1.2	Corrección de la radiación solar media .....	120
2.5.5.2	Energía aprovechada .....	120
2.5.5.3	Sistema de captación de energía.....	122
2.5.5.3.1	Radiación que aprovecha el captador .....	122
2.5.5.3.2	Radiación que aprovecha el sistema.....	123
2.5.5.4	Número de captadores necesarios .....	124
2.5.5.5	Captador solar seleccionado.....	125
2.5.6	Caldera de biomasa .....	125
2.5.6.1	Caldera de biomasa utilizada.....	126
2.5.6.2	Consumo de combustible .....	126
2.5.7	Instalación de suelo radiante .....	128
2.5.7.1	Localización de los colectores.....	128
2.5.7.2	Dimensionado del suelo radiante .....	128
2.5.7.2.1	Cantidad de tubo necesario.....	128
2.5.7.2.2	Tipo de tubería .....	130
2.5.7.2.3	Colectores de ida y retorno.....	130



2.5.7.2.4	Cajas para los colectores .....	131
2.5.7.3	Otros elementos para la instalación de suelo radiante.....	131
2.5.7.3.1	Válvulas termostatizables.....	131
2.5.7.3.2	Medidores de caudal.....	132
2.5.7.3.3	Termostato.....	132
2.5.7.3.4	Aditivo para mortero .....	133
2.5.7.3.5	Zócalo perimetral .....	133
2.6	AHORRO ENERGÉTICO Y DE CO <sub>2</sub> .....	133
2.6.1	Ahorro de la instalación fotovoltaica .....	134
2.6.1.1	Ahorro energético y económico de la instalación fotovoltaica .....	134
2.6.1.2	Ahorro de CO <sub>2</sub> con la instalación fotovoltaica .....	137
2.6.2	Ahorro de la instalación solar térmica.....	137
2.6.2.1	Ahorro energético y económico de la instalación solar térmica.....	138
2.6.2.2	Ahorro de CO <sub>2</sub> de la instalación solar térmica .....	139
2.6.3	Ahorro con la caldera de biomasa .....	139
2.6.3.1	Ahorro energético y económico con la instalación de la caldera de biomasa .....	139
2.6.3.2	Ahorro de CO <sub>2</sub> con la instalación de la caldera de biomasa.....	141
2.7	CONCLUSIONES .....	142

## 2.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

- Se deberá tener en cuenta cuantos preceptos son de aplicación en el documento básico DB-HE del CTE, sobre exigencias básicas de “Ahorro de energía”.
- RD 842/2002 sobre el reglamento electrotécnico para baja tensión (RBT).
- RD 1027/2007, sobre el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE).
- RD 238/2013, modificación del RITE RD 1027/2007.
- Ley 31/1995, sobre riesgos laborales.
- RD 1627/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- RD 2116/2006, sobre la adopción de criterios ambientales y de ecoeficiencia en los edificios.
- UNE EN 1264:1998, “Suelo radiante sistemas y componentes”.
- UNE-EN 12975-1:2001, “Sistemas solares térmicos y componentes – captadores solares – parte 1 : Requisitos generales”.
- Normalización Nacional. Normas UNE.
- Normas técnicas y administrativas regionales.
- Pliego de Condiciones Técnicas y económicas adjunto.

## 2.2 CONSUMO ELÉCTRICO DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR

Para realizar el dimensionado de la instalación eléctrica fotovoltaica, en primer lugar debemos calcular el consumo de la vivienda unifamiliar, estimando los consumos eléctricos diarios que van a operar de continuo en la instalación.

Empezamos por calcular del consumo de las luminarias, la mayoría de ellas de bajo consumo para reducir el gasto en la vivienda unifamiliar.

Consumo Luminarias						
	Ubicación	Número	Potencia (W)	Horas funcionamiento	Energía (Wh)	
PLANTA BAJA	Garaje	3	40	1,5	180	
	Cocina-fluoresc.	2	40	3	240	
	Despensa	2	11	0,75	16,5	
	Estar-comedor	9	13	5	585	
	Aseo	1+1	20+9	0,75	21,75	
	Vestíbulo	2	15	0,25	7,5	
	Paso	1	9	0,1	0,9	
	Dormitorio 1	4	20	1,5	120	
	Paso	1	9	0,1	0,9	
	Porche 1					0
	Porche 2	2	18	1	36	
PLANTA PRIMERA	Dormitorio 2	2	11	1,5	33	
	Dormitorio 3	2	20	1	40	
	Vestidor	1	9	0,1	0,9	
	Dormitorio 4	2	30	1	60	
	Cuarto de plancha	3	20	1,5	90	
	Paso y escaleras	5	9	0,25	11,25	
	Baño	1+1	30+18	1,5	72	
	Terraza 1	2	30	1	60	
	Terraza 2	2	20	0,2	8	
	Cubierta	3	40	2	240	
TOTAL					1823,7	

Tabla 41. Tabla consumo de las luminarias

A parte, calculamos el consumo de los aparatos eléctricos instalados en la vivienda:

Consumo Aparatos					
	Receptor	Número	Potencia (W)	Horas funcionamiento	Energía (Wh)
PLANTA BAJA	Lavavajillas	1	1050	1	1050
	Cocina (4 discos)	1	1800	1,5	2700
	Horno microondas	1	1800	0,5	900
	Cafetera eléctrica	1	1200	0,5	600
	Nevera	1	900	0,25	225
	Extractor	1	90	24	2160
	TV. Plasma - Salón	1	200	0,25 (15 min)	50
	DVD	1	50	4,5	225
	Videoconsola	1	25	0,75 (45min)	18,75
	Teléfono inalámbrico	1	45	1	45
PRIMERA PLANTA	Lavadora	2	2	24	96
	Plancha	1	500	1	500
	TV - Dormitorio 1	1	1100	1	1100
	TV – Dorm 2. 20"	1	150	0,75	112,5
	Ordenador HP fijo	1	100	1	100
	Ordenador portátil	1	345	1,5	517,5
	Modem (Internet)	2	63,5	2	254
	Secador de cabello	1	12	24	288
	Equipo de sonido	1	1000	0,15	150
	Bombas de agua	2	75	1	150
Caldera	1	400	1	400	
TOTAL		1	120	10	1200
					12841,75

Tabla 42. Tabla consumo de los aparatos eléctricos

\*El consumo reflejado de los aparatos y luminarias en las tablas anteriores, ha sido extraído de los diferentes catálogos de fabricantes.

A continuación, a partir de la eficiencia del inversor y el rendimiento del regulador, evaluamos el consumo total con pérdidas.

- **Eficiencia del inversor (Ei):** Es la relación entre la energía que se aporta al inversor y la realmente disponible para el consumo. El inversor tiene un consumo propio constante y un rendimiento variable en función de la carga a la que suministre. En principio, y salvo disponer de informaciones más precisas, puede tomarse como valor medio el 85%.

Consumo total (Wh)	14665,45
Rendimiento inversor	0,85
Rendimiento regulador	0,98
Consumo total con pérdidas	17605,58

Tabla 43. Consumo total

## 2.3 ESTUDIO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

### 2.3.1 Aporte solar

Buscamos los datos de la radiación solar incidente en el municipio de Larraga (Navarra), utilizando la aplicación online PVGIS. Para ello, necesitamos conocer los datos exactos de la latitud y la longitud del lugar del cual queremos conocer la radiación.

En nuestro caso, Larraga se encuentra localizado a una latitud de 42.567 y longitud -1.85.

Mes	Inclinación 30º	Inclinación 40º	Inclinación 50º	Inclinación 60º
Enero	2,44	2,62	2,74	2,78
Febrero	3,22	3,38	3,46	3,45
Marzo	4,62	4,71	4,69	4,56
Abril	4,93	4,85	4,66	4,36
Mayo	5,58	5,35	5,00	4,55
Junio	6,05	5,72	5,28	4,73
Julio	6,18	5,88	5,45	4,91
Agosto	5,90	5,75	5,46	5,05
Septiembre	5,37	5,42	5,34	5,13
Octubre	4,00	4,17	4,24	4,20
Noviembre	2,75	2,94	3,05	3,10
Diciembre	2,18	2,35	2,47	2,53

Tabla 44. Tabla de radiaciones (kWh/m<sup>2</sup> día)

Para calcular la inclinación óptima de nuestra instalación, aplicamos el Criterio del Mes Crítico. Para ello, hacemos la siguiente tabla: Tabla de Cocientes Consumo/ Radiación.

Mes	Inclinación 30º	Inclinación 40º	Inclinación 50º	Inclinación 60º
Enero	7215,4	6719,7	6425,4	6332,9
Febrero	5467,6	5208,8	5088,3	5103,1
Marzo	3810,7	3737,9	3753,9	3860,9
Abril	3571,1	3630,0	3778,0	4038,0
Mayo	3155,1	3290,8	3521,1	3869,4
Junio	2910,0	3077,9	3334,4	3722,1
Julio	2848,8	2994,1	3230,4	3585,7
Agosto	2984,0	3061,8	3224,5	3486,3
Septiembre	3278,5	3248,3	3296,9	3431,9
Octubre	4401,4	4222,0	4152,3	4191,8
Noviembre	6402,0	5988,3	5772,3	5679,2
Diciembre	8076,0	7491,7	7127,8	6958,7

Tabla 45. Tabla cocientes Consumo/ Radiaciones

Para elegir la inclinación más favorable para nuestros paneles buscamos los mayores valores de cada columna, que se corresponderán con diciembre, el mes más desfavorable y en el cual habrá que asegurar el suministro de energía. Entre estos valores, elegiremos el menor de todos ellos.

Por lo tanto, la inclinación más favorable de los módulos para nuestra instalación será de 60°.

### 2.3.2 Aporte del sistema solar fotovoltaico

La instalación fotovoltaica a instalar nos aportará el 29 % del consumo necesario de nuestra vivienda.

Aporte del sistema fotovoltaico → 29%

Consumo al mes (kWh)	535,3
Consumo al día (kWh)	17,6
% que aporta el sistema fotovoltaico	29
A producir por la fotovoltaica (kWh)	5,075

Tabla 46. Aportación del sistema fotovoltaico

### 2.3.3 Sistema de captación de energía

#### 2.3.3.1 panel fotovoltaico seleccionado

- Panel solar DSP-280M SILICIO MONOCRISTALINO

Potencia Máxima	280 +/- 3%	W
Tensión Nominal	24	Volt
Tensión Circuito Abierto (Voc)	44,20	Volt.
Corriente Cortocircuito (Isc)	8,26	Amp.
Tensión máxima Potencia (Vmpp)	36,60	Volt.
Corriente Máxima Potencia (Impp)	7,66	Amp
Coeficiente Rendimiento (nm)	14,5	%
Peso	19	Kg.
Dimensiones	1960 x 990 x 45	mm.

Tabla 47. Características del panel solar seleccionado.



Ilustración 59. Panel solar DSP

### 2.3.3.2 Número de paneles necesarios

Para el cálculo del número de paneles fotovoltaicos necesarios en la instalación, desarrollamos la siguiente tabla, en la cual se refleja la energía disponible, el consumo de energético y el cociente de los dos anteriores. Elegiremos el valor mayor dentro de la última columna, que coincidirá con diciembre, el mes más desfavorable.

Mes	Energía disponible [kWh/m2/día]	Consumo energético [kWh/día]	<u>energía consumida energía disponible</u>
Enero	2,78	5,075	1825,54
Febrero	3,45	5,075	1471,01
Marzo	4,56	5,075	1112,94
Abril	4,36	5,075	1163,99
Mayo	4,55	5,075	1115,38
Junio	4,73	5,075	1072,94
Julio	4,91	5,075	1033,60
Agosto	5,05	5,075	1004,95
Septiembre	5,13	5,075	989,28
Octubre	4,20	5,075	1208,33
Noviembre	3,10	5,075	1637,10
Diciembre	2,53	5,075	2005,93

Tabla 48. Tabla del cociente entre consumo eléctrico/disponibilidad energética

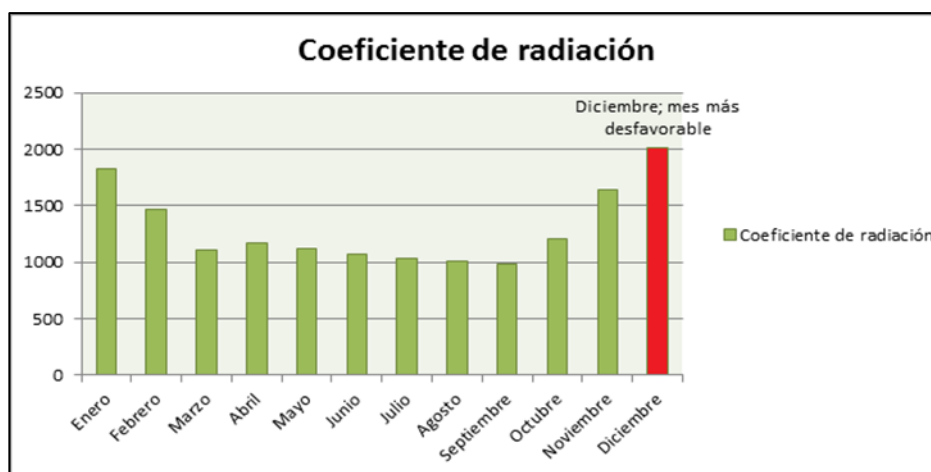


Ilustración 60. Gráfico que muestra el mes más desfavorable

En la tabla del cociente entre consumo eléctrico/disponibilidad energética, la columna de la derecha representa la superficie en  $m^2$  que debería tener el panel fotovoltaico ideal para satisfacer las necesidades de energía eléctrica que solicitamos.

Para calcular el número de paneles necesarios, utilizamos la siguiente fórmula:

$$N_T = \frac{\text{Consumo energético}}{P_{\text{panel}} \times \text{Radiación} \times 0,9}$$

Donde:

Ce	El consumo energético que queremos cubrir con la instalación fotovoltaica. [kWh/día]
P <sub>panel</sub>	Potencia pico del módulo fotovoltaico que hemos escogido para nuestra instalación, en este caso 280W.
Radiación	Irradiación en el mes crítico, diciembre, con un valor de 2,53. [kWh/m <sup>2</sup> día]
0,9	Hace referencia a un factor global que varía entre 0,65 y 0,90. Usamos por defecto 0,90.

Por lo tanto;

$$\text{Número de paneles} = \frac{\text{Consumo energético}}{P_{\text{panel}} \times \text{Radiación} \times 0,9} = \frac{5,075 \left(\frac{\text{kWh}}{\text{día}}\right)}{280(W) \times 2,53 \left(\frac{\text{m}^2}{\text{día}}\right) \times 0,9} = 7,96 \text{m}^2/W$$

El número de paneles necesarios se redondea al número inmediatamente superior, por lo tanto, se requerirán 8 paneles para completar la instalación.

### 2.3.3.3 Número de paneles en serie y en paralelo

Para el cálculo del número de paneles en serie y en paralelo, consideramos las características nominales del regulador seleccionado, en este caso 48V. Además, debemos tener en cuenta la tensión nominal de los módulos fotovoltaicos de nuestra instalación.

$$V_N=48V$$

$$V_{\text{Nmódulo}}=24V$$



- Número de paneles conectados en serie:

$$N_{serie} = \frac{V_N}{V_{N,módulo}}$$

Donde;

$N_{serie}$	Número de paneles fotovoltaicos a conectar en serie.
$V_N$	Tensión nominal de funcionamiento [V]
$V_{Nmódulo}$	Tensión nominal de panel fotovoltaico seleccionado [V]

Por lo tanto;

$$N_{serie} = \frac{V_N}{V_{N,módulo}} = \frac{48V}{24} = 2$$

- Número de paneles conectados en paralelo:

$$N_{paralelo} = \frac{N^{\circ} \text{ paneles}}{N^{\circ} \text{ serie}}$$

Donde;

$N_{paralelo}$	Número de paneles fotovoltaicos a conectar en paralelo.
$N^{\circ}$ de paneles	Número total de paneles.
$N_{serie}$	Número de paneles conectados en serie.

Por lo tanto;

$$N_{paralelo} = \frac{N^{\circ} \text{ paneles}}{N^{\circ} \text{ serie}} = \frac{8}{2} = 4$$

Así pues, la instalación fotovoltaica dispondrá de 2 filas de 4 paneles cada una.

### 2.3.3.4 Otras características eléctricas del sistema

- Potencia pico del sistema fotovoltaico:

$$P_{generada} = N^{\circ}_{paneles} \times P_{paneles}$$

Donde;

$P_{generada}$	Potencia generada por el sistema fotovoltaico [W]
$N^{\circ}_{paneles}$	Número total de paneles
$P_{paneles}$	Potencia pico del panel escogido para nuestra instalación [W]

Por lo tanto:

$$P_{generada} = N^{\circ}_{paneles} \times P_{paneles} = 8_{paneles} \times 280W = 2240W$$

- Tensión pico del sistema fotovoltaico:

$$V_{pico\ generada} = N_{serie} \times V_{pico\ módulo}$$

Donde;

$V_{pico\ generada}$	Tensión pico generada por el sistema [V]
$N_{serie}$	Número de paneles conectado en serie
$V_{pico\ módulo}$	Tensión pico del módulo seleccionado para nuestra instalación[V]

Por lo tanto;

$$V_{pico\ generada} = N_{serie} \times V_{pico\ módulo} = 2_{paneles\ serie} \times 36,60V = 73,2V$$

- Intensidad pico del sistema fotovoltaico:

$$I_{pico\ generada} = N_{paralelo} \times I_{pico\ módulo}$$

Donde;

$I_{pico\ generada}$	Intensidad pico generada por el sistema [A]
$N_{paralelo}$	Número de paneles conectados en paralelo

$I_{\text{pico módulo}}$  Intensidad pico del módulo seleccionado para nuestra instalación [A]

Por lo tanto;

$$I_{\text{pico generada}} = N_{\text{paralelo}} \times I_{\text{pico módulo}} = 4 \times 7,66A = 30,60A$$

➤ Tensión en circuito abierto del sistema fotovoltaico:

$$V_{\text{circuito abierto generada}} = N_{\text{serie}} \times V_{\text{circuito abierto módulo}}$$

Donde;

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

$N_{\text{serie}}$  Número de paneles conectados en serie

$V_{\text{circuito abierto módulo}}$  Tensión en circuito abierto del módulo seleccionado [V]

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} V_{\text{circuito abierto generada}} &= N_{\text{serie}} \times V_{\text{circuito abierto módulo}} = 2_{\text{paneles serie}} \times 44,2V \\ &= 88,4V \end{aligned}$$

➤ Intensidad de cortocircuito del sistema fotovoltaico:

$$I_{\text{cortocircuito generada}} = N_{\text{paralelo}} \times I_{\text{cortocircuito módulo}}$$

Dónde:

$I_{\text{cortocircuito generada}}$  Intensidad de cortocircuito generada en el sistema [A]

$N_{\text{paralelo}}$  Número de paneles conectados en paralelo

$I_{\text{cortocircuito módulo}}$  Intensidad de cortocircuito del módulo seleccionado [A]

Por lo tanto;

$$I_{\text{cortocircuito generada}} = N_{\text{paralelo}} \times I_{\text{cortocircuito módulo}} = 4 \times 8,26A = 33,04A$$

- Tensión nominal del sistema fotovoltaico:

$$V_{N \text{ generada}} = V_N = 48V$$

## 2.3.4 Sistema de regulación

### 2.3.4.1 Regulador fotovoltaico

Además de la tensión nominal considerada anteriormente de 48V para el regulador, debemos definir los siguientes parámetros para poder elegir el más adecuado.

- Tensión máxima del regulador:

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

Donde;

$V_{\text{máxima del regulador}}$  Tensión máxima a aguantar el regulador [V]

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

Por lo tanto;

$$V_{\text{máxima del regulador}} = 1,25 \times V_{\text{circuito abierto generada}} = 1,25 \times 88,40 = 110,5V$$

- Intensidad nominal del interruptor de conexión y desconexión de la corriente eléctrica desde el generador fotovoltaico hacia las baterías:

$$I_{\text{regulador generada batería}} = 1,25 \times I_{\text{cortocircuito}}$$

Donde;

$I_{\text{regulador generada batería}}$  Intensidad nominal del interruptor de conexión [A]

$I_{\text{cortocircuito}}$  Intensidad de cortocircuito del sistema fotovoltaico [A]

Por lo tanto;

$$I_{\text{regulador generada batería}} = 1,25 \times I_{\text{cortocircuito}} = 1,25 \times 30,04A = 37,55A$$

Con todo esto, seleccionamos el siguiente regulador, el cual cumple las medidas eléctricas descritas anteriormente.

➤ REGULADOR XANTREX C40

Tensión Nominal	48	Volt
Intensidad Máxima	40	Amp
Tensión en circuito abierto	125	Volt
Dimensiones	254 x 127 x 63,5	mm
Peso	1,4	Kg

Tabla 49. Características regulador XANTREX



Ilustración 61. Regulador XANTREX

### 2.3.5 Sistema de acumulación

#### 2.3.5.1 Dimensionado del banco de baterías

Para calcular el dimensionado de la batería, debemos primero suponer el número de días sin aporte solar en nuestra instalación. Se ha elegido 3 días puesto que se trata de una instalación aislada.

➤ Capacidad total de acumulación:

$$C_{total} = \frac{1,1 \times (N_d \times \text{Energía consumida})}{P_{descarga\ máx.} \times V_N}$$

Donde;

$C_{total}$	Capacidad total de acumulación a instalar [Ah]
$N_d$	Número de días sin aporte solar
Energía consumida	Energía total consumida por la vivienda unifamiliar [Wh/d]
$P_{descarga\ más}$	Profundidad de la descarga máxima de la batería
$V_N$	Tensión nominal del sistema fotovoltaico [V]

Por lo tanto:

$$C_{total} = \frac{1,1 \times (N_d \times \text{Energía consumida})}{P_{descarga\ máx.} \times V_N} = \frac{1,1 \times 3\text{días} \times 17605,58}{0,7 \times 48V} = 1729,12Ah$$

Seleccionamos la batería adecuada para la capacidad total de acumulación que nuestra instalación requiere, por lo tanto, ha de ser superior a 1729,12Ah. La batería que escogemos es la HAWKER PzS, cuyas características principales son las siguientes:

➤ HAWKER PzS:

Tensión Nominal	2	Volt
Capacidad (100h)	1799	Ah
Peso	385,2	Kg
Dimensiones	275 x 210 x 684	mm

Tabla 50. Características batería HAWKER



Ilustración 62. Batería HAWKER

\* Recomendada para instalaciones fotovoltaicas aisladas a red.

➤ Numero de baterías conectadas en serie:

$$N_{bat,serie} = \frac{V_N}{V_{batería}}$$

Donde;

$N_{bat,serie}$  Número de baterías conectadas en serie

$V_N$  Tensión nominal de la instalación [V]

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

Por lo tanto:

$$N_{bat,serie} = \frac{V_N}{V_{batería}} = \frac{48V}{2V} = 24$$

➤ Numero de baterías conectadas en paralelo:

$$N_{bat,paralelo} = \frac{C_{total}}{C_{batería}}$$

Donde;

$N_{bat, paralelo}$  Número de baterías conectadas en paralelo

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

$C_{batería}$  Capacidad total de la batería [Ah]

Por lo tanto:

$$N_{bat,paralelo} = \frac{C_{total}}{C_{bateria}} = \frac{1729,12}{1799} = 0,96 \rightarrow 1$$

➤ Numero de baterías necesarias:

$$N_{acumuladores} = N_{bat,serie} \times N_{bat,paralelo} = 24 \times 1 = 24 \text{ acumuladores}$$

## 2.3.6 Sistema de adaptación al suministro

### 2.3.6.1 Inversor

El inversor transformará la energía en forma de corriente continua proveniente de los paneles fotovoltaicos y de las baterías, en corriente alterna necesaria para alimentar los receptores domésticos.

Debe preverse de los aumentos de las intensidades y tensiones suministradas por los paneles fotovoltaicos en condiciones medioambientales determinadas, multiplicando por ello los valores de los inversores por 1,25:

➤ Potencia máxima del inversor:

$$P_{inversor} = 1,25 \times P_{receptores\ simultaneos}$$

Donde;

$P_{receptores\ simultaneos}$  Potencia total de los receptores simultáneos [W]

$P_{inversor}$  Potencia máxima del inversor [W]

Por lo tanto;

$$P_{inversor} = 1,25 \times P_{receptores\ simultaneos} = 1,25 \times 4559,50 = 5699,375W$$

Así pues, escogeremos para nuestra instalación fotovoltaica un inversor con una potencia superior a 5699,375W. Seleccionamos el siguiente:

➤ INVERSOR XANTREX XW6048-230-50

Potencia	6000	W
Tensión nominal	48	V
Tensión de la salida	230±3	V
Eficacia máxima	95,4	%
Peso	57	Kg
Dimensiones	580 x 410 x 230	mm

Tabla 51. Características inversor XANTREX



Ilustración 63. Inversor XANTREX

La intensidad nominal del interruptor de acoplamiento entre baterías y receptores debe ser igual a la intensidad total absorbida por la instalación receptora.

Consumo luminarias				
	Ubicación	Fs	Potencia (W)	Receptores simultáneos
PLANTA BAJA	Garaje	0,75	40	30
	Cocina	0,50	40	20
	Despensa	0,75	11	8,25
	Estar-comedor	0,75	13	9,75
	Aseo *	0,40	20	8
	Aseo *	0,40	9	3,6
	Vestíbulo	0,75	15	11,25
	Paso	0,75	9	6,75
	Dormitorio 1	0,75	20	15
	Paso	0,75	9	6,75
	Porche 2	0,75	18	13,5
PLANTA PRIMERA	Dormitorio 2	0,75	11	8,25
	Dormitorio 3	0,75	20	15
	Vestidor	0,75	9	6,75
	Dormitorio 4	0,75	30	22,5
	Cuarto de plancha	0,75	20	15
	Paso y escaleras	0,75	9	6,75
	Baño *	0,40	30	12
	Baño *	0,40	18	7,2
	Terraza 1	0,75	30	22,5
	Terraza 2	0,75	20	15
Cubierta	0,75	40	30	
TOTAL (W)				293,80

Tabla 52. Receptores simultáneos. Luminarias



Consumo aparatos				
	Receptor	Fs	Potencia (W)	Coficiente simultáneos
PLANTA BAJA	Lavavajillas	0,66	1050	693
	Cocina (4 discos)	0,50	1800	900
	Horno	0,50	1800	900
	microondas		1200	0
	Cafetera eléctrica	0,20	900	180
	Nevera	1,00	90	90
	Extractor	0,50	200	100
	TV. Plasma - Salón	0,20	50	10
	DVD	0,20	25	5
	Videoconsola	0,20	45	9
	Teléfono inalámbrico	0,20	2	0,4
PRIMERA PLANTA	Lavadora	0,66	500	330
	Plancha	0,20	1100	220
	TV - Dormitorio 1	0,20	150	30
	TV – Dorm 2. 20"	0,20	100	20
	Ordenador HP fijo	0,20	345	69
	Ordenador portátil	0,20	63,5	12,7
	Modem (Internet)	0,20	12	2,4
	Secador de cabello	0,20	1000	200
	Equipo de sonido	0,20	75	15
	Bombas de agua	0,40	400	160
	Caldera	0,66	120	79,2
TOTAL (W)				4265,70

Tabla 53. Receptores simultáneos. Aparatos eléctricos

TOTAL receptores simultáneos (W)	4559,50
----------------------------------	---------

Factor de simultaneidad extraído del Reglamento Electrónico para Baja Tensión. ITC-BT 25 Instalaciones interiores en viviendas.

$$I_{n,receptor} = I_{n, inversor} = 1,25 \times I_{m\acute{a}x,inv} = 1,25 \times \frac{P_{inversor}}{(V_{min,acum} \times \eta_{inv})}$$

Donde;

$I_{n, receptor}$	intensidad nominal del receptor [A]
$P_{inv}$	Potencia del inversor [W]
$V_{min,acum}$	Tensión mínima del sistema de acumulación [V]
$\eta_{inv}$	Rendimiento del inversor [%]

Por lo tanto;

$$I_{n,receptor} = I_{n,inversor} = 1,25 \times I_{m\acute{a}x,inv} = 1,25 \times \frac{P_{inversor}}{(V_{min,acum} \times \eta_{inv})} = 1,25 \times \frac{6000}{(44 \times 0,954)} = 178,67A$$

## 2.4 TRANSPORTE DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Para calcular la sección de los conductores, vamos a tener que estudiar tres factores:

- Intensidad máxima admisible por los conductores en régimen permanente.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible por los conductores en caso de cortocircuito.

Seleccionaremos, dependiendo de los valores obtenidos, la sección para el conductor a partir de la tabla siguiente ITC –BT 19 donde vemos las secciones para distintas intensidades máximas.

Sección nominal (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A) T.conductor= 90°C Dos cables unipolares	Intensidad máxima (A) T.conductor= 75°C Dos cables unipolares
1,5	27	18
2,5	36	25
4	48	33
6	64	44
10	85	59
16	115	80
25	155	108
35	190	133
50	225	157
70	285	199
95	350	245
120	405	283
150	465	325
185	535	374
240	630	441
300	730	511
400	840	588

Tabla 54. Intensidades máximas para los cables Cu, aislados con XLPE, cubierta PVC

Conductor	Aislamiento	Ksc
Cobre	PVC	115
	EPR-XLPE	143
Aluminio	PVC	74
	EPR-XLPE	94

Tabla 55. Valores de la constante en función del conductor y el aislante

Porcentaje de caída de tensión máximo y recomendado para cada tramo:

Elementos	Máxima	Recomendada
Paneles -Regulador	3%	1%
Regulador – Acumulador	1%	0,5%
Acumulador – Inversor	1%	1%
Línea luminarias	3%	3%
Otros equipos	5%	3%

Tabla 56. Caída de tensión máxima para cada tramo

### 2.4.1 Sección de la línea entre módulos fotovoltaicos

- Intensidad máxima admisible por los conductores en régimen permanente:

$$I_{\text{conductor módulo}} = 1,25 \times 1,25 \times I_{\text{cortocircuito módulo}}$$

Donde;

$I_{\text{conductor módulo}}$  Intensidad máxima de los conductores entre los módulos [A]

$I_{\text{cortocircuito módulo}}$  Intensidad de cortocircuito del módulo seleccionado [A]

Por lo tanto;

$$I_{\text{conductor módulo}} = 1,25 \times 1,25 \times I_{\text{cortocircuito módulo}} = 1,25 \times 1,25 \times 8,26 = 12,91A$$

Para la intensidad obtenida, seleccionamos un conductor de sección 1,5mm<sup>2</sup>. La corriente máxima que admitirá el conductor será la siguiente:

$$I_{\text{máx}} = 0,9 \times 0,9 \times 27A = 21,87A$$

- Caída de tensión máxima admisible:

$$\Delta V = V_{\text{inicio}} - V_{\text{final}} = 2 \times R \times I$$

$$R = \rho_e \times \frac{L}{S}$$

Donde;

$\Delta V$	Caída de tensión en la línea [V]
R	Resistencia del conductor [O]
I	Corriente que atraviesa por el conductor [A]
$\rho_e$	Constante de resistividad del material [O/m]
L	Longitud del conductor [m]
s	Sección del conductor [ $\text{mm}^2$ ]

Por lo tanto;

$$R = \rho_e \times \frac{L}{s} = 0,01724 \times \frac{4 \text{ m}}{1,5 \text{ mm}^2} = 0,0460 \Omega$$

$$\Delta V = V_{\text{inicio}} - V_{\text{final}} = 2 \times R \times I = 2 \times 0,0460 \times 12,91 = 1,187 \text{ V}$$

Se limita la caída de tensión al 0,5% de la tensión de trabajo, que en este caso eran 48V. De esta manera conseguiremos minimizar las pérdidas.

Por lo tanto:  $\Delta V = 0,24 \text{ V}$

$$s = 2 \times \rho_e \times \frac{L}{\Delta V} \times I = 2 \times 0,01724 \times \frac{4}{0,24} \times 12,91 = 7,419 \text{ mm}^2$$

Se escoge la sección inmediatamente superior, es decir, 10mm<sup>2</sup>.

➤ Intensidad máxima admisible por los conductores en caso de cortocircuito:

$$I_{sc} = K_{sc} \times \frac{s}{\sqrt{t}}$$

Donde;

$I_{sc}$	Corriente de cortocircuito [A]
$K_{sc}$	Constante del conductor [conductor cobre EPR-XLPE =143]
s	Sección del conductor [ $\text{mm}^2$ ]

t Tiempo de duración del cortocircuito [s]

Protección mediante fusibles:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}} = 143 \times \frac{10_{mm^2}}{\sqrt{5}} = 639,515A$$

Protección mediante interruptores automáticos:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}} = 143 \times \frac{10_{mm^2}}{\sqrt{0,1}} = 4522,057A$$

En la línea entre dos módulos, se dará la intensidad de cortocircuito máxima en el punto de empalme con las líneas restantes de los módulos:

$$I_{sc} = \frac{V}{(R_{batería} + R_{línea batería} + R_{línea regulador})}$$

Donde;

$I_{sc}$  Corriente de cortocircuito de la línea (A)

V Tensión nominal del sistema (V)

$R_{batería}$  Resistencia baterías ( $\Omega$ )

$R_{línea batería}$  Resistencia línea baterías ( $\Omega$ )

$R_{línea regulador}$  Resistencia línea regulador ( $\Omega$ )

$$I_{sc} = \frac{48V}{(0,0096W + 0,00072W + 0,0098W)} = 2385,68A$$

Como la intensidad obtenida es menor a la calculada con la sección de  $10mm^2$ , tomamos como buena la sección de  $10mm^2$ .

Sección escogida para el conductor entre los módulos fotovoltaicos =  $10mm^2$

## 2.4.2 Sección de la línea de los módulos fotovoltaicos al regulador

➤ Intensidad máxima admisible por los conductores en régimen permanente:

$$I_{sist fv} = 1,25 \times 1,25 \times I_{cc sist fv}$$

Donde;

$I_{sist fv}$  Intensidad generada sistema fotovoltaico [A]

$I_{cc\ sist\ fv}$  Intensidad de cortocircuito del sistema fotovoltaico [A]

Por lo tanto;

$$I_{sist\ fv} = 1,25 \times 1,25 \times I_{cc\ sist\ fv} = 1,25 \times 1,25 \times 33,04 = 51,625A$$

Para la intensidad obtenida, seleccionamos un conductor de sección 10mm<sup>2</sup>. La corriente máxima que admitirá el conductor será la siguiente:

$$I_{m\acute{a}x} = 0,9 \times 0,9 \times 85A = 68,85A$$

➤ Caída de tensión máxima admisible:

$$\Delta V = V_{inicio} - V_{final} = 2 \times R \times I$$

$$R = \rho_e \times \frac{L}{s}$$

Donde;

$\Delta V$  Caída de tensión en la línea [V]

R Resistencia del conductor [O]

I Corriente que atraviesa por el conductor [A]

$\rho_e$  Constante de resistividad del material [O/m]

L Longitud del conductor [m]

s Sección del conductor [mm<sup>2</sup>]

Por lo tanto;

$$s = 2 \times \rho_e \times \frac{L}{\Delta V} \times I = 2 \times 0,01724 \times \frac{10}{0,24} \times 51,625 = 74,168mm^2$$

Limita la caída de tensión al 1% de la tensión de trabajo, para poder permitirnos una sección el conductor menor.

Por lo tanto:  $\Delta V=0,48V$

$$s = 2 \times \rho_e \times \frac{L}{\Delta V} \times I = 2 \times 0,01724 \times \frac{10}{0,48} \times 51,625 = 37,083 \text{ mm}^2$$

Se escoge la sección inmediatamente superior, es decir, 50mm<sup>2</sup>.

- Intensidad máxima admisible por los conductores en caso de cortocircuito:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}}$$

Donde;

- $I_{SC}$  Corriente de cortocircuito [A]  
 $K_{SC}$  Constante del conductor [conductor cobre EPR-XLPE =143]  
 $s$  Sección del conductor [mm<sup>2</sup>]  
 $t$  Tiempo de duración del cortocircuito [s]

Protección mediante fusibles:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}} = 143 \times \frac{50_{mm^2}}{\sqrt{5}} = 3197,577A$$

Protección mediante interruptores automáticos:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}} = 143 \times \frac{50_{mm^2}}{\sqrt{0,1}} = 22610,285A$$

En la línea entre los módulos y el regulador, la intensidad de cortocircuito máxima se dará en los bornes de conexión del regulador:

$$I_{sc} = \frac{V}{(R_{batería} + R_{línea batería})}$$

Donde;

- $I_{SC}$  Corriente de cortocircuito de la línea (A)  
 $V$  Tensión nominal del sistema (V)  
 $R_{batería}$  Resistencia baterías ( $\Omega$ )  
 $R_{línea batería}$  Resistencia línea baterías ( $\Omega$ )

$$I_{sc} = \frac{48V}{(0,0096W + 0,00072W)} = 4651,17A$$

Como la intensidad obtenida es menor a la calculada con la sección de  $50\text{mm}^2$ , tomamos como buena la sección de  $50\text{mm}^2$ .

Sección escogida para el conductor entre los módulos fotovoltaicos y el regulador =  $50\text{mm}^2$ .

### 2.4.3 Sección de la línea del regulador a las baterías

- Intensidad máxima admisible por los conductores en régimen permanente:

$$I_{cond} \geq 6 \times I_{sist\ fotv}$$

Donde;

$I_{cond}$  Intensidad de línea [A]

$I_{sist\ fv}$  Intensidad generada en el sistema fotovoltaico [A]

Por lo tanto;

$$I_{cond} \geq 6 \times 51,625 = 369,75A$$

Para la intensidad obtenida, seleccionamos un conductor de sección  $185\text{mm}^2$ . La corriente máxima que admitirá el conductor será la siguiente:

$$I_{máx} = 0,9 \times 85A = 535A$$

- Caída de tensión máxima admisible:

$$\Delta V = V_{inicio} - V_{final} = 2 \times R \times I$$

$$R = \rho_e \times \frac{L}{S}$$

Donde;



$\Delta V$	Caída de tensión en la línea [V]
R	Resistencia del conductor [O]
I	Corriente que atraviesa por el conductor [A]
$\rho_e$	Constante de resistividad del material [O/m]
L	Longitud del conductor [m]
s	Sección del conductor [mm <sup>2</sup> ]

Por lo tanto;

$$s = 2 \times \rho_e \times \frac{L}{\Delta V} \times I = 2 \times 0,01724 \times \frac{1}{0,24} \times 369,75 = 53,12 \text{ mm}^2$$

Se escoge la sección inmediatamente superior, es decir, 60 mm<sup>2</sup>.

➤ Intensidad máxima admisible por los conductores en caso de cortocircuito:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}}$$

Donde;

$I_{SC}$	Corriente de cortocircuito [A]
$K_{SC}$	Constante del conductor [conductor cobre EPR-XLPE =143]
s	Sección del conductor [mm <sup>2</sup> ]
t	Tiempo de duración del cortocircuito [s]

Protección mediante fusibles:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}} = 143 \times \frac{185_{mm^2}}{\sqrt{5}} = 11831,04 \text{ A}$$

Protección mediante interruptores automáticos:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}} = 143 \times \frac{185_{mm^2}}{\sqrt{0,1}} = 83658,06 \text{ A}$$

En la línea entre el regulador y las baterías, la intensidad de cortocircuito máxima se dará en los bornes de conexión de las baterías:

$$I_{SC} = \frac{V}{(R_{batería})}$$

Donde;

$I_{SC}$  Corriente de cortocircuito de la línea (A)

V Tensión nominal del sistema (V)

$R_{batería}$  Resistencia baterías ( $\Omega$ )

$$I_{SC} = \frac{48V}{(0,0096W)} = 5000 A$$

Como la intensidad obtenida es menor a la calculada con la sección de 185 mm<sup>2</sup>, tomamos como buena la sección de 185 mm<sup>2</sup>.

Sección escogida para el conductor entre el regulador y las baterías = 185 mm<sup>2</sup>.

#### 2.4.4 Sección de la línea de las baterías al inversor

➤ Intensidad máxima admisible por los conductores en régimen permanente:

$$I_{acum\ inv} \geq 1,25 \times I_{máx\ inv} = 1,25 \times \frac{P_{inv}}{V_{min\ acum} \times \eta_{inv}} = 1,25 \times \frac{6000W}{44V \times 0,954} = 178,67A$$

Para la intensidad obtenida, seleccionamos un conductor de sección 70mm<sup>2</sup>. La corriente máxima que admitirá el conductor será la siguiente:

$$I_{máx} = 0,9 \times 285A = 256,5A$$

➤ Caída de tensión máxima admisible:

$$\Delta V = V_{inicio} - V_{final} = 2 \times R \times I$$

$$R = \rho_e \times \frac{L}{S}$$

Donde;

$\Delta V$	Caída de tensión en la línea [V]
R	Resistencia del conductor [O]
I	Corriente que atraviesa por el conductor [A]
$P_e$	Constante de resistividad del material [O/m]
L	Longitud del conductor [m]
s	Sección del conductor [ $\text{mm}^2$ ]

Por lo tanto;

$$s = 2 \times \rho_e \times \frac{L}{\Delta V} \times I = 2 \times 0,01724 \times \frac{1}{0,24} \times 178,67 = 25,67 \text{ mm}^2$$

Se escoge la sección inmediatamente superior, es decir, 35  $\text{mm}^2$ .

➤ Intensidad máxima admisible por los conductores en caso de cortocircuito:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}}$$

Donde;

$I_{SC}$	Corriente de cortocircuito [A]
$K_{SC}$	Constante del conductor [conductor cobre EPR-XLPE =143]
s	Sección del conductor [ $\text{mm}^2$ ]
t	Tiempo de duración del cortocircuito [s]

Protección mediante fusibles:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}} = 143 \times \frac{70_{\text{mm}^2}}{\sqrt{5}} = 4476,61 \text{ A}$$

Protección mediante interruptores automáticos:

$$I_{sc} = K_{SC} \times \frac{s}{\sqrt{t}} = 143 \times \frac{70_{\text{mm}^2}}{\sqrt{0,1}} = 31654,40 \text{ A}$$

En la línea entre el regulador y las baterías, la intensidad de cortocircuito máxima se dará en los bornes de conexión de las baterías:

$$I_{SC} = \frac{V}{(R_{batería})}$$

Donde;

$I_{SC}$  Corriente de cortocircuito de la línea (A)

V Tensión nominal del sistema (V)

$R_{batería}$  Resistencia baterías ( $\Omega$ )

$$I_{SC} = \frac{48V}{(0,0096W)} = 5000A$$

Como la intensidad obtenida es mayor a la calculada con la sección de  $70 \text{ mm}^2$ , tomamos como buena la sección superior de  $95 \text{ mm}^2$ .

**Sección escogida para el conductor entre las baterías y el inversor =  $95 \text{ mm}^2$ .**

#### 2.4.5 Cálculo de la puesta a tierra

Para el cálculo de la puesta a tierra, tendremos en cuenta la ITC-BT-18. En nuestro caso, elegimos el electrodo de pica vertical, y el conductor enterrado horizontalmente.

- Naturaleza del terreno: terreno cultivable y fértil; resistividad =  $50 \text{ m}\Omega$
- Número de picas verticales = 2
- Longitud de las picas = 2m
- Longitud conductor enterrado = 4m

➤ pica vertical:

$$R = \frac{r}{n \times L}$$

Donde,

R Resistencia de la tierra ( $\Omega$ )

r Resistividad del terreno ( $\text{m}\Omega$ )

n Número de picas

L Longitud de las picas (m)

Por lo tanto;

$$R_{vertical} = \frac{50m\Omega}{2 \times 2m} = 12,5W$$

➤ conductor enterrado horizontalmente:

$$R = \frac{2 \times r}{L}$$

Donde;

R Resistencia de la tierra [ $\Omega$ ]

r Resistividad del terreno [ $m \cdot \Omega$ ]

L Longitud del conductor enterrado [m]

Por lo tanto;

$$R_{horizontal} = \frac{2 \times 50}{40} = 25W$$

La resistencia total del terreno se calcula teniendo en cuenta que las dos anteriores se encuentran localizadas en paralelo, por lo tanto:

$$R_T = \frac{(12,5 \times 25)}{(12,5 + 25)} = 8,3W$$

## 2.4.6 Protecciones del sistema eléctrico

### 2.4.6.1 Interruptor entre paneles fotovoltaicos y el regulador

La protección debe ser superior a la intensidad nominal del interruptor de conexión y desconexión de la corriente eléctrica desde el generador fotovoltaico hacia las baterías calculada anteriormente para la elección del regulador y con el valor de (37,55 A).



Ilustración 64. Interruptor de 40 A

#### 2.4.6.2 Magneto térmicos en las líneas

Para la correcta elección de los magnetotérmicos que protegen nuestro sistema, utilizamos los siguientes parámetros:

- Se debe cumplir que el valor de intensidad del magnetotérmico se encuentre entre los siguientes valores:

$$I_{rpm} < I_n < I_{m\acute{a}x}$$

Donde;

$I_{rpm}$  Intensidad en régimen permanente [A]

$I_{m\acute{a}x}$  Intensidad máxima para nuestra sección. Le aplicamos un factor de corrección de 0,81 [A]

- Se debe cumplir que el valor del poder de corte del dispositivo sea mayor que la intensidad de cortocircuito:

$$PdC > I_{SC}$$

Donde;

$PdC$  Poder de corte del dispositivo [A]

$I_{SC}$  Intensidad de cortocircuito [A]

### 2.4.6.2.1 Línea entre módulos fotovoltaicos

Intensidad nominal:  $12,91 \text{ A} < I_n < 68,85 \text{ A}$

Poder de corte:  $PdC > 4.522 \text{ A}$

Seleccionaremos para nuestra instalación el magnetotérmico de la casa Schneider, de intensidad nominal 32 A y poder de corte 6 kA.



Ilustración 65. Magnetotérmico Schenider

### 2.4.6.2.2 Línea de los módulos fotovoltaicos al regulador

Intensidad nominal:  $51,625 \text{ A} < I_n < 182,25 \text{ A}$

Poder de corte:  $PdC > 22.610,285 \text{ A}$

Seleccionaremos para nuestra instalación el magnetotérmico NG125N, de intensidad nominal 63 A y poder de corte 25 kA.



Ilustración 66. Magnetotérmico NG125N

### 2.4.6.2.3 Línea entre el regulador y las baterías

Intensidad nominal:  $369,75 \text{ A} < I_n < 433,35 \text{ A}$

Poder de corte:  $PdC > 83658,06 \text{ A}$

Seleccionaremos para nuestra instalación el magnetotérmico tripolar Tmax T5 de la casa ABB, de intensidad nominal 400 A y poder de corte 180 kA.



Ilustración 67. Magnetotérmico TMAX T5

### 2.4.6.2.4 Línea entre las baterías y el inversor

Intensidad nominal:  $178,67 \text{ A} < I_n < 283,5 \text{ A}$

Poder de corte:  $PdC > 31654,40 \text{ A}$

Seleccionaremos para nuestra instalación el magnetotérmico tripolar Tmax T4 de la casa ABB, de intensidad nominal 250 A y poder de corte 70 kA.



Ilustración 68. Magnetotérmico TMAX T4



### 2.4.6.3 Protección contra sobretensiones



Ilustración 69. Dispositivo de protección contra sobre tensiones.

### 2.4.7 Esquema de la instalación fotovoltaica

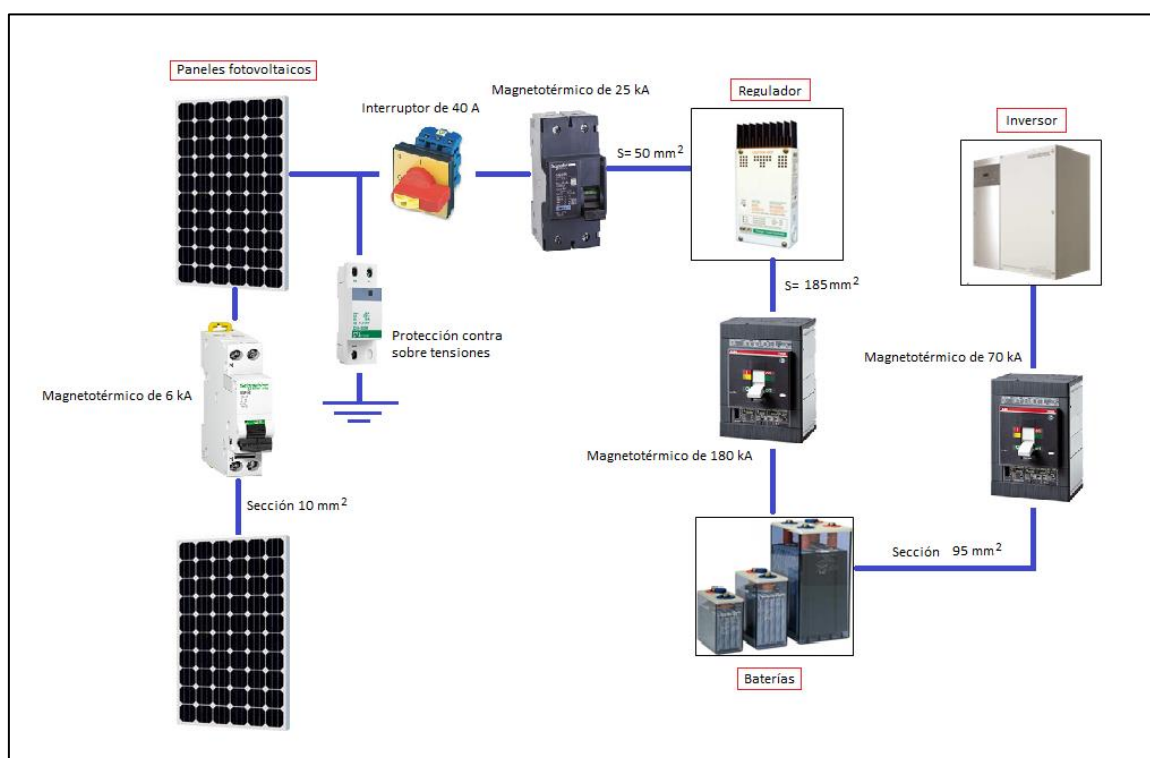


Ilustración 70. Esquema de la instalación fotovoltaica

## 2.5 ESTUDIO DEL SUMINISTRO TÉRMICO

### 2.5.1 Consumo estimado de calefacción

Para calcular la necesidad calorífica de calefacción de la vivienda utilizaremos el programa de certificación energética **ce3x**, disponible en la página web del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE).

Datos introducidos en el programa:

#### 2.5.1.1 Descripción general de la vivienda

El edificio se sitúa en Larraga y fue construido en el año 2009. Se trata de una vivienda unifamiliar de 2 plantas, con un amplio garaje en la planta baja (considerado como espacio no habitable en el programa).

Se está estudiando la posibilidad y eficiencia de implantar energía solar y una caldera de biomasa para cubrir las necesidades de agua caliente sanitaria y de calefacción.

- imágenes de la vivienda:

Fachada Norte y fachada Sur:

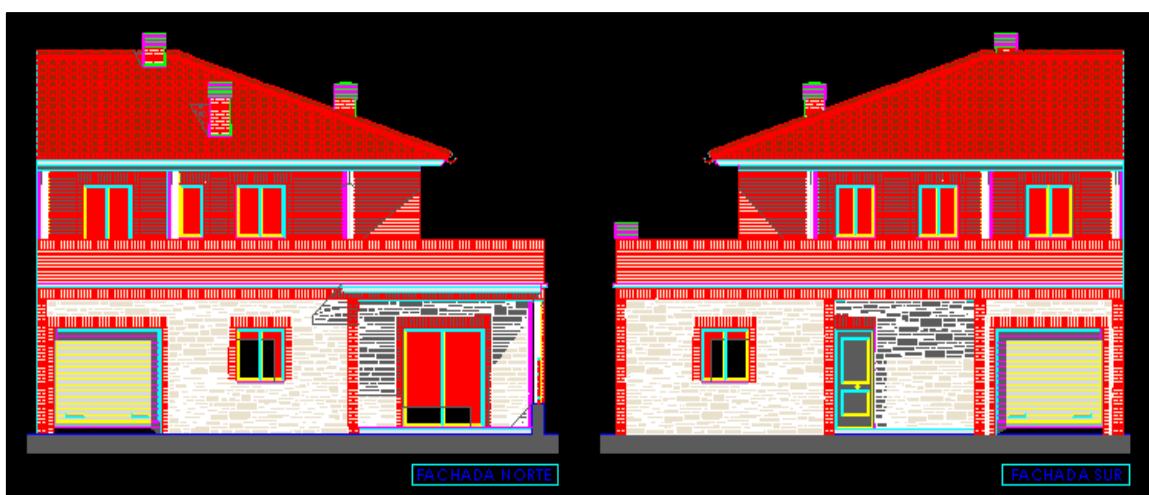


Ilustración 71. Fachada Norte y fachada Sur de la vivienda Objeto

Fachada Oeste:



Ilustración 72. Fachada Oeste de la vivienda Objeto

## 2.5.1.2 Introducción de datos en el programa ce3x

### 2.5.1.2.1 Datos generales y definición del edificio

La vivienda objeto se sitúa en la localidad de Larraga, Navarra. Su construcción data en el año 2009, por lo que la normativa vigente a la que debe adaptarse es la DB HE del CTE.

Datos generales	
Localización	Larraga, Navarra
Antigüedad	Año 2009
Uso	Vivienda unifamiliar
Superficie útil habitable	147,96m <sup>2</sup>
Altura libre de planta	2,525m
Nº plantas	2
Masa de las particiones interiores	Media

Tabla 57. Tabla de los datos generales de la vivienda objeto

### 2.5.1.2.2 Datos de la envolvente térmica

Los cerramientos se clasificarán incluyendo la cubierta, muros, suelo, particiones interiores, huecos y lucernarios y puentes térmicos.

- **Cubierta, fachada, medianerías, suelo y particiones interiores:**

En la siguiente tabla se muestran las características de todos estos cerramientos:

Características de los cerramientos					
Elemento	Nombre	Dimensiones [m <sup>2</sup> ]	Superficie [m <sup>2</sup> ]	U [W/km <sup>2</sup> ]	Modo de obtención de U
Cubierta	Cubierta con aire	-	54,72	0,83	Estimadas conocido el aislamiento
Fachada	Muro fachada Norte	-	43,095	0,12	Conocido por cerramientos
Fachada	Muro fachada Sur	-	38,6326	0,12	Conocido por cerramientos
Fachada	Muro fachada Este	-	25,5	0,12	Conocido por cerramientos
Fachada	Muro fachada Oeste	-	41,799	0,12	Conocido por cerramientos
Medianería	Medianería	-	269,994		
Suelo	Suelo con el terreno	-	76,89	1,25	Estimado por el perímetro : 39,08m
Partición vertical	Partición vertical	-	39,525	0,66	Estimado por la superficie del cerramiento
Partición superior	Partición superior (techo)	-	71,07	0,38	Por defecto
Partición inferior	Partición inferior	-	27,60	0,28	Estimado conociendo el volumen y el cerramiento del espacio no habitable

Tabla 58. Tabla características de los cerramientos

El cálculo de la transmitancia térmica de las fachadas lo determinaremos mediante un valor conocido, obtenido mediante la librería que nos facilita el programa.

Características de los cerramientos de la fachada:

Composición cerramientos fachadas						
Material	Grupo	Espesor [m]	$\lambda$ [W/mK]	P [kg/m <sup>3</sup> ]	C <sub>p</sub> [J/kgK]	R [m <sup>2</sup> /WK]
½ pie LP métrico o catalán	Fábrica de ladrillos	0,75	0,567	1020	1000	1,323
Mortero de yeso	Mortero	0,05	0,8	1500	1000	0,063
EPS poli-estireno expandido	Aislante	0,20	0,0375	30	1000	5,333
Tabique LH sencillo	Fábrica de ladrillos	0,45	0,445	1000	1000	1,011
Placa de yeso o escayola	Yesos	0,05	0,25	825	1000	0,2

Tabla 59. Tabla composición de los cerramientos de las fachadas

- **Transmitancia térmica de los huecos y lucernarios:**

Para el cálculo de la transmitancia térmica de los huecos y lucernarios, consideraremos uno a uno los huecos que encontramos en cada una de las fachadas. Todas las fachadas excepto la fachada Este poseen huecos.

Cerramiento asociado	Huecos
Fachada Norte	B1, V1/ V1, V2, B3
Fachada Sur	V1/ V4, V4, B3
Fachada Oeste	V2, V3, V3, B2/ B3, B3

Tabla 60. Huecos de la vivienda

En nuestro caso, introduciremos los huecos uno a uno. Tendremos dos tipos de huecos:

V: referido a huecos de ventanas

B: referido a huecos de balcones

Características generales de los huecos					
Nombre	Dimensiones [m]	Nº huecos	Superficie de cada hueco [m <sup>2</sup> ]	% marco	U (modo de obtención)
V1	1,20 x 1,20	3	1,44	10	estimado
V2	1,20 x 0,60	2	0,72	10	estimado
V3	1,20 x 1,80	2	2,16	10	estimado
V4	1,20 x 1,00	2	1,20	10	estimado
B1	2,20 x 2,00	1	4,40	10	estimado
B2	2,20 x 0,92	1	2,024	10	estimado
B3	2,20 x 1,20	4	2,64	10	estimado

Tabla 61. Tabla características generales de los huecos

Propiedades térmicas estimadas de los huecos				
U vidrio	g vidrio	U marco	Absortividad marco	Permeabilidad
Vidrio doble		madera	Marrón medio	estanco
3,3	0,75	2,2	0,75	50

Tabla 62. Tabla propiedades térmicas estimadas de los huecos

- **Transmitancia térmica de los puentes térmicos:**

Cerramientos	Puente térmico asociado	Longitud [m]	Valor [W/mK]
Cubierta- fachada	Encuentro fachada con cubierta de aire	34,6	0,82
	Pilar integrado en fachada norte	5,1	1,05
Muro fachada Norte	Encuentro fachada con forjado	10,99	1,31
	Pilar en esquina	10,1	0,54
	Hueco V1	9,6	0,17
	Caja persiana V1	2,4	0,39
	Hueco B1	8,4	0,17
	Caja persiana B1	2	0,39
	Hueco V2	3,6	0,17
	Caja persiana V2	0,6	0,39
	Hueco B3	6,8	0,17
	Caja persiana B3	1,2	0,39
Muro fachada sur	Pilar integrado en fachada sur	5,1	1,05
	Encuentro fachada con forjado	8,4	1,31
	Pilar en esquina	10,1	0,54
	Hueco V1	4,8	0,17
	Caja persiana V1	1,2	0,39
	Hueco V4	8,8	0,17
	Caja persiana V4	2,0	0,39
	Hueco B3	6,8	0,17
Caja persiana B3	1,2	0,39	
Muro fachada Este	Pilar integrado en fachada Este	2,5	1,05
	Encuentro fachada con forjado	5	1,31
Muro fachada Oeste	Pilar integrado en fachada Oeste	2,55	1,05
	Encuentro fachada con forjado	8,3	1,31
	Hueco V2	3,6	0,17
	Caja persiana V2	0,6	0,39
	Hueco V3	12,0	0,17

	Caja persiana V3	3,6	0,39
	Hueco B2	6,2	0,17
	Caja persiana B2	0,9	0,39
	Hueco B3	13,6	0,17
	Caja persiana B3	2,4	0,39
Suelo con terreno	Encuentro fachada con solera	43,78	0,14

Tabla 63. Tabla puentes térmicos

### 2.5.1.2.3 Instalaciones

Características de la instalación existente		
Instalación	Mixta [ACS + calefacción]	Mixta [ACS + calefacción]
Nombre	Calefacción y ACS (40%)	Calefacción y ACS (60%)
Tipo generador	Caldera estándar	Caldera estándar
Tipo combustible	Biocombustible	Gas natural
Demanda cubierta	ACS: 40% Calef: 40%	ACS: 60% Calef: 60%
Rendimiento estacional	78,8	72,2
Modo de obtención rendimiento estacional	Estimado	Estimado
Potencia nominal	21 kW	24 kW
Antigüedad	Bien aislada y mantenida	Bien aislada y mantenida
Rendimiento nominal	-	-
acumulador	-	-

Tabla 64. Tabla de las instalaciones existentes

En un principio, ejecutamos el programa para las instalaciones anteriormente descritas. Se suplirá la demanda de calefacción y ACS mediante una caldera de biomasa (40%) y una caldera de gas natural (60%).

### 2.5.1.2.4 Calificación energética obtenida

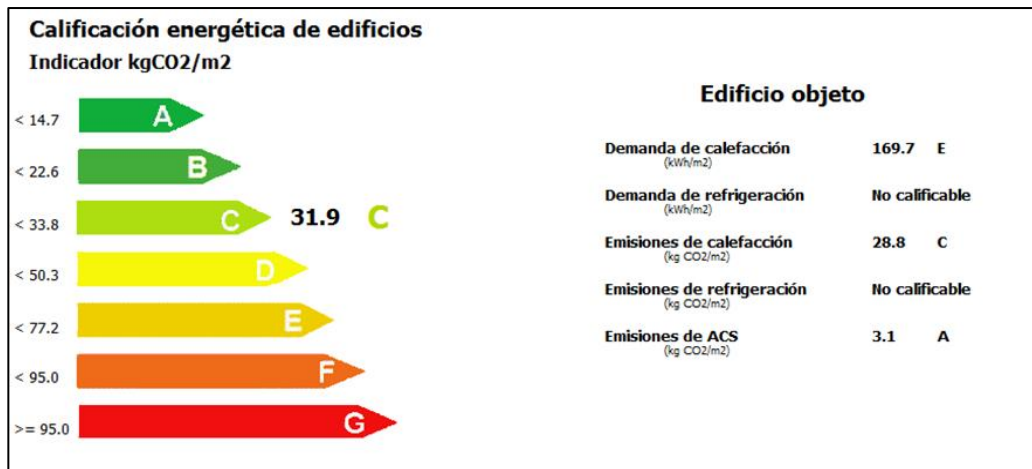


Tabla 65. Calificación energética de nuestra vivienda objeto

El objetivo de este proyecto es conseguir una vivienda más eficiente energéticamente, por ello aplicaremos una medida de mejora, que consistirá en suplir la caldera de gas natural por placas solares.

#### Incorporación de medidas de mejora energética:

- Medida 1: incorporación de energía solar térmica para calefacción y ACS

Se incorpora una instalación de energía solar térmica para cubrir el 60% de la demanda de calefacción y ACS que anteriormente se suplía con la caldera de gas natural. Estará formada por placas solares en la cubierta de la vivienda unifamiliar.

Incorporación energía solar térmica		
Fuente de energía renovable		
Porcentaje de demanda de ACS cubierto	60	%
Porcentaje de demanda de calefacción cubierto	60	%

Tabla 66. Tabla incorporación de energía solar

De esta forma, la demanda de calefacción y ACS de la vivienda unifamiliar quedará cubierta por paneles solares (60%) y caldera de biomasa (40%).

Necesidad calorífica de la vivienda unifamiliar estimada gracias al programa de certificación energética ce3x:  $169\text{kWh/m}^2$

$\text{m}^2$  de la vivienda:  $147,96 \text{ m}^2$

Necesidad calorífica total de la vivienda:  $25005,24\text{kWh} = 90018,864\text{MJ}$



## 2.5.2 Consumo estimado de ACS

### 2.5.2.1 Datos de partida

- Datos referidos a la familia ocupante de la vivienda

En nuestro caso, el número de personas que residen en la vivienda es 5.

En el boletín oficial de Navarra, por el cual se aprueba la ordenanza sobre captación y aprovechamiento de la energía solar térmica en edificios, se indica que el proyecto se calculará con los consumos de agua caliente diaria a la temperatura de 50°C o superior y un consumo de 40litros/persona en el caso de las viviendas unifamiliares.

El grado de ocupación de la vivienda será del 100 % durante todo el año.

- Datos geográficos de la vivienda

La vivienda unifamiliar objeto de estudio está situada en el municipio de Larraga, Navarra. Con las siguientes coordenadas geométricas: latitud 42.5667 y la longitud -1.85.

Según el documento HE-4 (Contribución solar mínima de ACS), la vivienda unifamiliar se encuentra en la Zona Climática III. A continuación podemos ver un gráfico en el que se sitúa la localidad de Larraga en la Zona Climática III.



Ilustración 73. Zonas Climáticas. Documento básico HE. Ahorro de Energía.

	Yecla	V
NAVARRA	Barañain	II
	Pamplona	II
	Tudela	III
OURENSE	Ourense	II
PALENCIA	Palencia	II
PONTEVEDRA	Cangas	I
	A Estrada	I

Ilustración 74. Tabla zonas climáticas

Además, según el documento HE-1 (Limitación de la demanda energética), la vivienda unifamiliar se encuentra en la Zona Climática D1. Este valor se toma de la siguiente tabla tabulada extraída del susodicho documento.

Capital de provincia	Capital	Altura de referencia (m)	Desnivel entre la localidad y la capital de su provincia (m)				
			≥200 <400	≥400 <600	≥600 <800	≥800 <1000	≥1000
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1
Ávila	E1	1054	E1	E1	E1	E1	E1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1
Bilbao	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1
Castellón de la Plana	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ciudad real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1
Coruña (a)	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1
Donostia-San Sebastián	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1
León	E1	346	E1	E1	E1	E1	E1
Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Logroño	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Palma de Mallorca	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1
Palmas de Gran Canaria (las)	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Pamplona	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Santa Cruz de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Santander	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1
Segovia	D2	1013	E1	E1	E1	E1	E1
Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Vitoria-Gasteiz	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1
Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

Ilustración 75. Zonas climáticas. Documento básico HE. Ahorro de Energía

Por lo tanto, tomamos los valores de: **HE-1: D1**    **HE-4: III**

### 2.5.2.2 Determinación del consumo energético

Para conocer el número de litros que se consumen por persona en la vivienda, tomamos los valores unitarios que aparecen en el código básico de ahorro de energía:

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Ilustración 76. Demanda de referencia a 60°C

Por lo tanto, para el cálculo del agua caliente sanitaria en nuestro proyecto tomaremos una temperatura final en el acumulador de **60°C** y un consumo de **30litros/persona**.

Calculamos la cantidad de energía necesaria para calentar el agua caliente de uso doméstico en nuestra vivienda a través de la siguiente fórmula:

$$Q_A = C_e \cdot C \cdot N \cdot (t_{ac} - t_r)$$

Donde;

- $C_e$  Calor específico del agua = 4187[J/(kg·A·°C)]
- $C$  Consumo diario de ACS [L/día]. Se toma una media de consumo medio por persona de **30L/día**. Estimado en viviendas unifamiliares.
- $t_{ac}$  Temperatura agua caliente de acumulación [°C]
- $N$  Números de días del mes
- $t_r$  Temperatura agua de red [°C]. Obtenemos los datos gracias al Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA), que aporta los valores para cada mes en función de la provincia.

Mes	Ene ro	Febr ro	Marz o	Abr il	May o	Juni o	Juli o	Agos to	Sempti em bre	Octub re	Noviem bre	Diciemb re
Temperat ura de la red [°C]	5	6	8	10	11	12	13	12	11	10	8	5

Tabla 67. Tabla de temperaturas del agua de la red para cada mes en la provincia de Navarra

Para el mes de enero:

$$Q_A = C_e \cdot C \cdot N \cdot (t_{ac} - t_r) = 4187\text{J/Kg}^\circ\text{C} \cdot 150\text{L} \cdot 31 \cdot (60 - 5) = 1,07\text{GJ/Mes}$$

Necesidad térmica total para agua caliente sanitaria:

MES	Días/mes	Temperatura agua red [°C]	Carga de ACS [MJ/mes]
Enero	31	5	1070,83
Febrero	28	6	949,61
Marzo	31	8	1012,42
Abril	30	10	942,08
Mayo	31	11	954,01
Junio	30	12	904,39
Julio	31	13	915,07
Agosto	31	12	934,54
Septiembre	30	11	923,23
Octubre	31	10	973,48
Noviembre	30	8	979,76
Diciembre	31	5	1070,83
TOTAL			11630,23

Tabla 68. Tabla demanda energética total de ACS

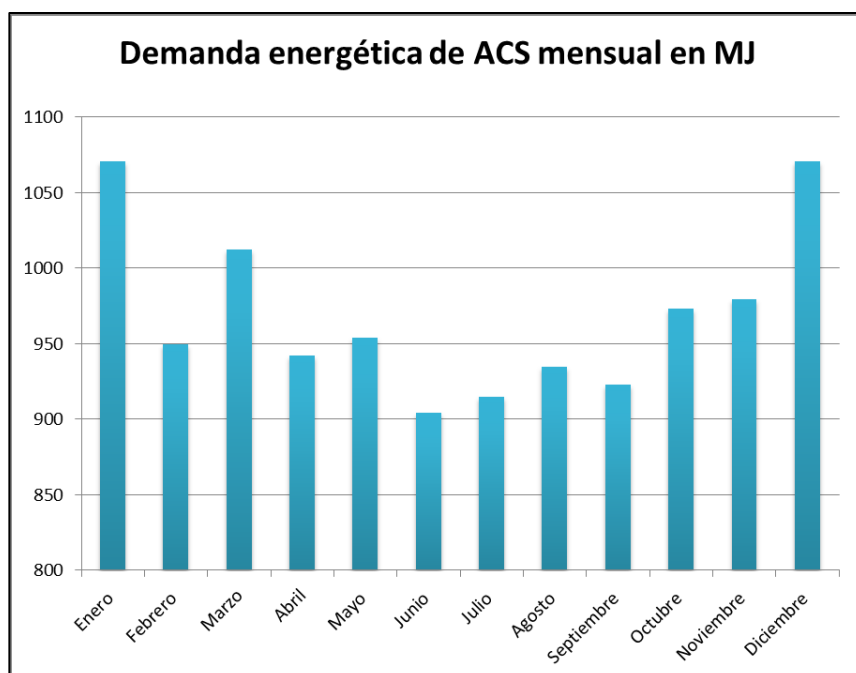


Ilustración 77. Gráfico comparativo de la demanda energética de ACS mensual.

### 2.5.3 Consumo total (calefacción + ACS)

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{Calefacción}} + Q_{\text{ACS}} = 90018,86\text{MJ} + 11630,23\text{MJ} = 101649,09\text{MJ}$$

Mes	Carga de ACS [MJ/mes]	Carga de calefacción [MJ/mes]	Carga total (calefacción + ACS) [MJ/mes]
Enero	1070,83	19921,42	20992,25
Febrero	949,61	15611,50	16561,11
Marzo	1012,42	14206,78	15219,20
Abril	942,08	7108,72	8050,80
Mayo	954,01	1457,92	2411,93
Junio	904,39	42,57	946,96
Julio	915,07	0,00	915,07
Agosto	934,54	0,00	934,54
Septiembre	923,23	74,50	997,73
Octubre	973,48	1990,01	2963,49
Noviembre	979,76	10641,79	11621,55
Diciembre	1070,83	18963,66	20034,49
TOTAL	11630,23	90018,86	101649,09

Tabla 69. Tabla carga total (calefacción + ACS)

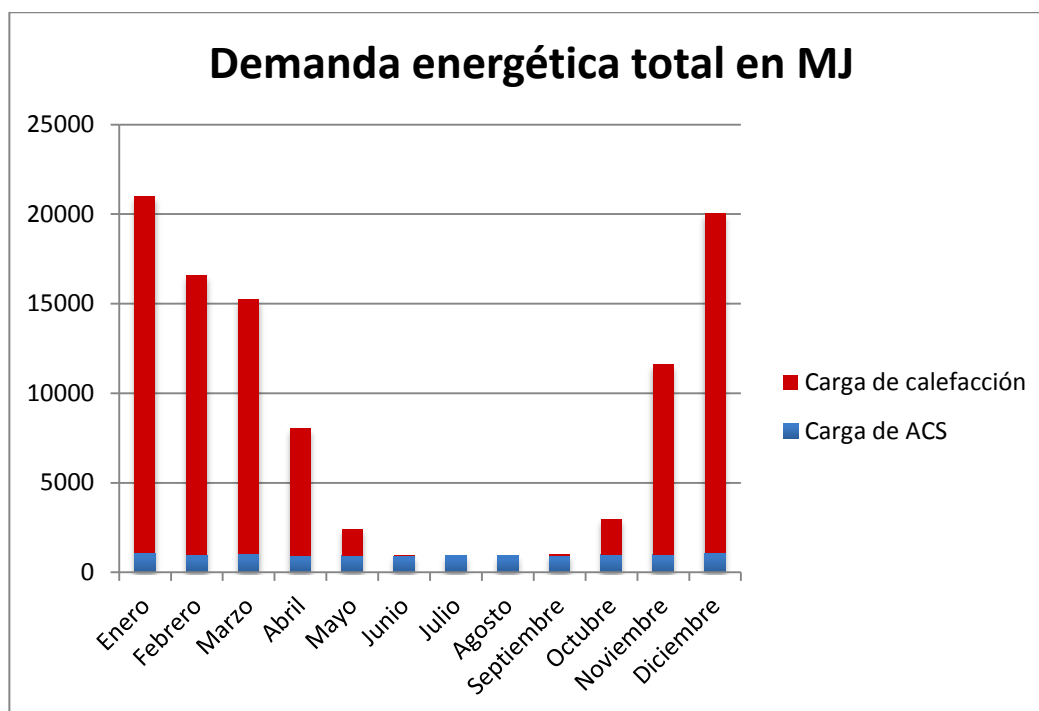


Ilustración 78. Gráfico carga total (calefacción + ACS)

### 2.5.4 Aporte solar térmico y biomasa

En el punto 4 de la “ordenanza sobre la captación y el aprovechamiento de la energía solar térmica en edificios” del boletín oficial de Navarra, se recoge que: “Las instalaciones solares térmicas deberán proporcionar un aporte mínimo del 60% de la energía necesaria para satisfacer la demanda de agua caliente sanitaria”.

En nuestro caso, consideramos además la calefacción, y aplicamos dicho porcentaje con la energía solar térmica:

Por lo tanto, aporte de la energía solar térmica: 60%.

Carga de calefacción [MJ]	Carga de acs [MJ]	Carga total [MJ]	A portar por la solar térmica [MJ] 60%
90018,864	11630,23	101649,094	60989,46

Tabla 70. Carga a aportar por el sistema solar

Aporte mediante caldera de biomasa: 40%

Carga de calefacción [MJ]	Carga de acs [MJ]	Carga total [MJ]	A portar por la caldera de biomasa [MJ] 40%
90018,864	11630,23	101649,094	40659,62

Tabla 71. Carga a aportar por la caldera de biomasa

Mes	Carga total (calefacción + ACS) [MJ/mes]	A aportar por la solar térmica (60%)	A aportar por la caldera de biomasa (40%)
Enero	20992,25	12595,35	8396,9
Febrero	16561,11	9936,666	6624,444
Marzo	15219,20	9131,52	6087,68
Abril	8050,80	4830,48	3220,32
Mayo	2411,93	1447,158	964,772
Junio	946,96	568,176	378,784
Julio	915,07	549,042	366,028
Agosto	934,54	560,724	373,816
Septiembre	997,73	598,638	399,092
Octubre	2963,49	1778,094	1185,396
Noviembre	11621,55	6972,93	4648,62
Diciembre	20034,49	12020,694	8013,796
TOTAL	101649,09	60989,454	40659,636

Tabla 72. Carga mensual a aportar por los distintos sistemas

## 2.5.5 Sistema solar térmico

### 2.5.5.1 Energía solar disponible

Una vez que conocemos la necesidad energética de nuestra vivienda objeto, es necesario saber la energía solar que nos aportará el sol, para poder conocer la cobertura solar generada frente a nuestra demanda.

La siguiente tabla nos muestra las radiaciones solares en la localidad de Larraga para distintas inclinaciones.

Mes	Inclinación 30º	Inclinación 40º	Inclinación 50º	Inclinación 60º
Enero	8,784	9,432	9,864	10,008
Febrero	11,592	12,168	12,456	12,42
Marzo	16,632	16,956	16,884	16,416
Abril	17,748	17,46	16,776	15,696
Mayo	20,088	19,26	18	16,38
Junio	21,78	20,592	19,008	17,028
Julio	22,248	21,168	19,62	17,676
Agosto	21,24	20,7	19,656	18,18
Septiembre	19,332	19,512	19,224	18,468
Octubre	14,4	15,012	15,264	15,12
Noviembre	9,9	10,584	10,98	11,16
Diciembre	7,848	8,46	8,892	9,108

Tabla 73. Tabla de radiaciones (MJ/m<sup>2</sup> día)

#### 2.5.5.1.1 Inclinación de los captadores

Para la época del verano, la inclinación más adecuada para aprovechar al máximo los captadores es: (Latitud del lugar – 10°). Por el contrario, para la época de invierno, la inclinación más adecuada para los captadores es (Latitud del lugar + 10°)

La inclinación que utilizaremos para nuestra instalación será igual que la del invierno, puesto que ésta es la época más desfavorable.

La latitud de la vivienda objeto de estudio es 42,567°, sumándole 10° obtenemos la inclinación de los captadores:

$$\text{INCLINACIÓN CAPTADORES} = 42^\circ + 10^\circ \approx 50^\circ$$

### 2.5.5.1.2 Corrección de la radiación solar media

La utilización de un factor de corrección (K) en la radiación solar es en función de la calidad del aire.

El factor de corrección toma valores en el siguiente intervalo:  $0,95 < K < 1,05$

Cuando la calidad del aire sea mala por la presencia de una alta polución, la corrección de nuestra radiación se calculará multiplicando por 0.95. Para un aire limpio, el factor de corrección tomará el valor 1,05.

En nuestro caso, tomamos un valor intermedio de polución;  $K=1$ .

### 2.5.5.2 Energía aprovechada

La energía aprovechada por el equipo solar es también conocida como radiación solar efectiva o energía útil.

En una instalación solar el equipo no puede aprovechar el 100% de la radiación disponible. El cristal del captador tiene un índice de reflexión en función del ángulo de incidencia, lo cual provoca que las primeras y últimas horas de sol (donde además la intensidad de radiación es muy baja “inferior a los  $200\text{W}/\text{m}^2$ ”) no puedan aprovecharse. Se toma generalmente un valor del 6% de radiación no aprovechable de los captadores solares por este fenómeno.

A partir de los datos de radiación horaria, se establece que el valor total de la radiación solar que llega en estas horas (no útiles) es del 6% respecto del total de radiación diaria.



Así pues, para el cálculo de la energía efectiva aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\text{radiación efectiva} = 0,94 \times \text{radiación diaria}$$

Mes	Reducción 6%	Radiación diaria (MJ/m <sup>2</sup> día) Inclinación (50°)	Radiación efectiva (MJ/m <sup>2</sup> día)	Radiación efectiva (kWh/m <sup>2</sup> día)
Enero	0,94	9,86	9,27	2575
Febrero	0,94	12,46	11,71	3253
Marzo	0,94	16,88	15,87	4408
Abril	0,94	16,78	15,77	4381
Mayo	0,94	18,00	16,92	4700
Junio	0,94	19,01	17,87	4964
Julio	0,94	19,62	18,44	5122
Agosto	0,94	19,66	18,48	5133
Septiembre	0,94	19,22	18,07	5019
Octubre	0,94	15,26	14,35	3986
Noviembre	0,94	10,98	10,32	2867
Diciembre	0,94	8,89	8,36	2322

Tabla 74. Radiación efectiva (MJ/m<sup>2</sup> día)

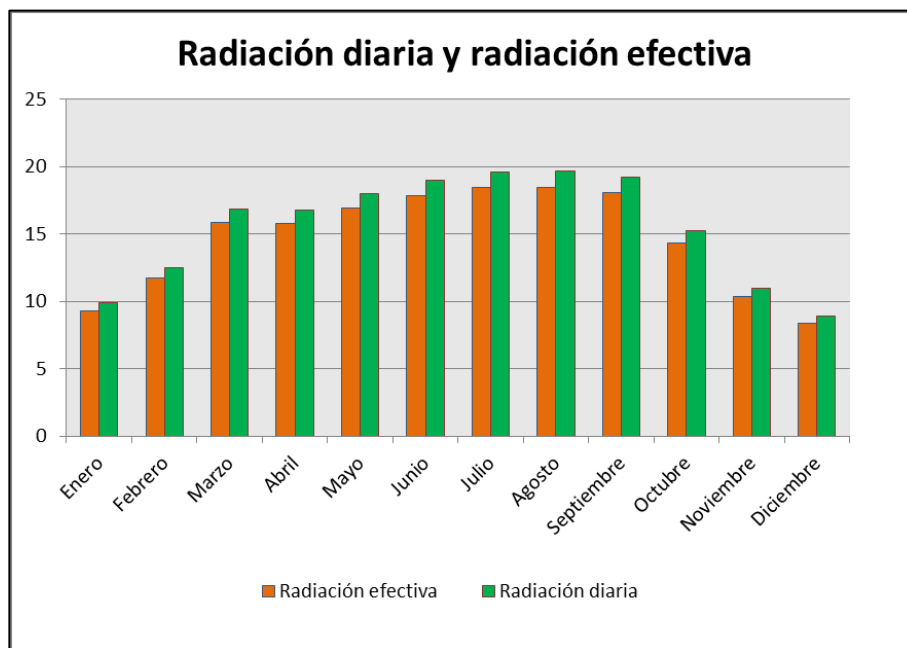


Ilustración 79. Gráfico de la radiación solar aprovechada en los diferentes meses del año

### 2.5.5.3 Sistema de captación de energía

#### 2.5.5.3.1 Radiación que aprovecha el captador

El rendimiento del captador, como se indica en la hoja de características es de 0,73.

Mes	Radiación diaria (MJ/m <sup>2</sup> día)	Reducción 6%	Radiación efectiva (MJ/m <sup>2</sup> día)	Rendimiento del captador	Radiación aprovechada por el captador (MJ/m <sup>2</sup> día)
Enero	9,86	0,94	9,27	0,73	6,77
Febrero	12,46	0,94	11,71	0,73	8,55
Marzo	16,88	0,94	15,87	0,73	11,59
Abril	16,78	0,94	15,77	0,73	11,51
Mayo	18	0,94	16,92	0,73	12,35
Junio	19,01	0,94	17,87	0,73	13,05
Julio	19,62	0,94	18,44	0,73	13,46
Agosto	19,66	0,94	18,48	0,73	13,49
Septiembre	19,22	0,94	18,07	0,73	13,19
Octubre	15,26	0,94	14,35	0,73	10,48
Noviembre	10,98	0,94	10,32	0,73	7,53
Diciembre	8,89	0,94	8,36	0,73	6,10

Tabla 75. Radiación aprovechada por el captador [MJ/m<sup>2</sup>día]

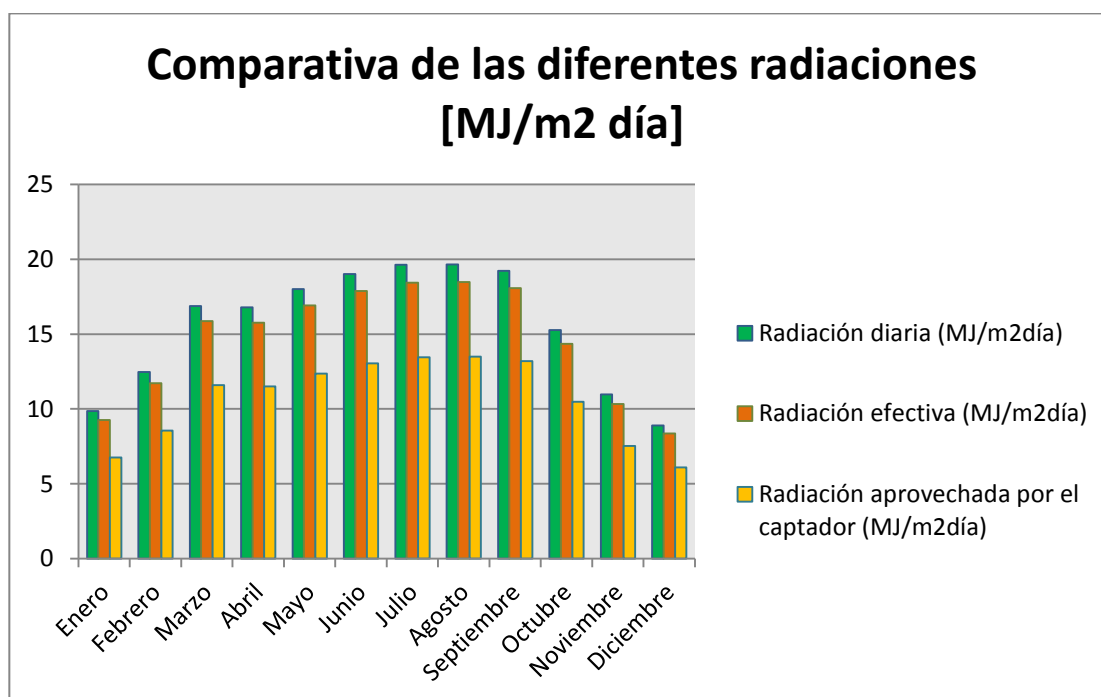


Ilustración 80. Gráfico de la radiación aprovechada por el captador [MJ/m<sup>2</sup>día]

### 2.5.5.3.2 Radiación que aprovecha el sistema

Además del captador, la instalación también tendrá pérdidas, por ello tomamos un valor de rendimiento global para la instalación. Cuando son muy poco eficientes se considera un rendimiento del 80%, en el caso contrario, para instalaciones muy eficientes se estima un rendimiento del 92%.

En nuestro caso, tomamos un rendimiento del 85 %, el previsto para instalaciones normales.  $\text{ENERGÍA APROVECHADA SISTEMA} = \text{ENERGÍA APROVECHADA CAPTADOR} \times 0,85$

Mes	Radiación diaria (MJ/m <sup>2</sup> día)	Reducción 6%	Radiación efectiva (MJ/m <sup>2</sup> día)	Rendimiento del captador	Radiación aprovechada por el captador (MJ/m <sup>2</sup> día)	Rendimiento del sistema	Radiación aprovechada por el sistema (MJ/m <sup>2</sup> día)
Enero	9,86	0,94	9,27	0,73	6,77	0,85	5,75
Febrero	12,46	0,94	11,71	0,73	8,55	0,85	7,27
Marzo	16,88	0,94	15,87	0,73	11,59	0,85	9,85
Abril	16,78	0,94	15,77	0,73	11,51	0,85	9,79
Mayo	18	0,94	16,92	0,73	12,35	0,85	10,50
Junio	19,01	0,94	17,87	0,73	13,05	0,85	11,09
Julio	19,62	0,94	18,44	0,73	13,46	0,85	11,44
Agosto	19,66	0,94	18,48	0,73	13,49	0,85	11,47
Septiembre	19,22	0,94	18,07	0,73	13,19	0,85	11,21
Octubre	15,26	0,94	14,35	0,73	10,48	0,85	8,90
Noviembre	10,98	0,94	10,32	0,73	7,53	0,85	6,40
Diciembre	8,89	0,94	8,36	0,73	6,10	0,85	5,19

Tabla 76. Tabla radiación aprovechada por el sistema

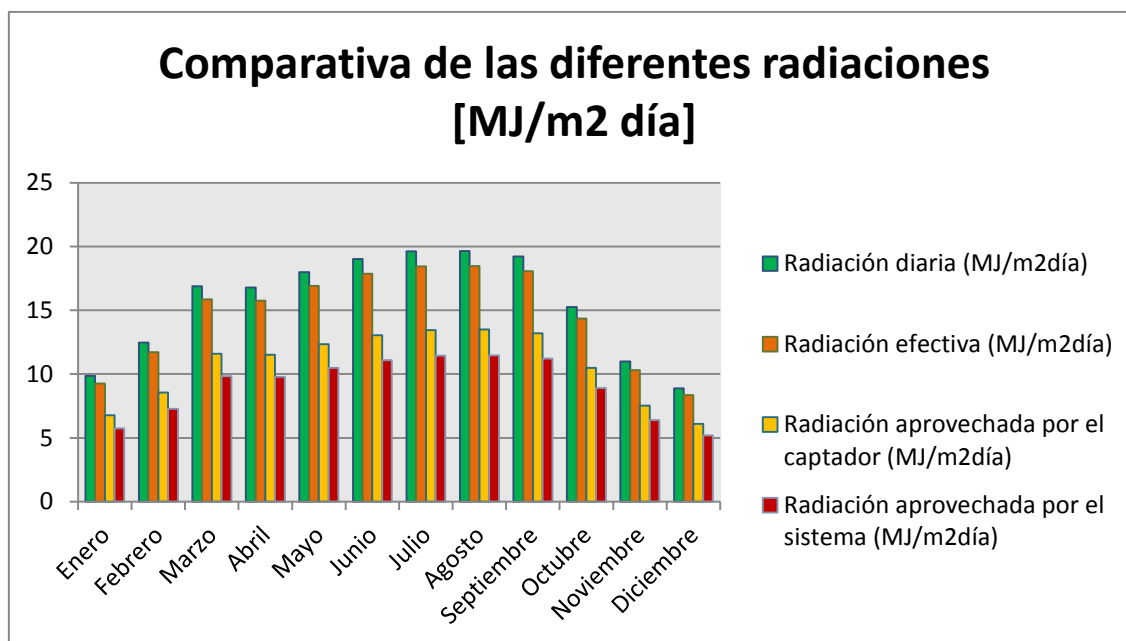


Ilustración 81. Gráfico de la radiación aprovechada por el sistema [MJ/m<sup>2</sup>día]

### 2.5.5.4 Número de captadores necesarios

	Energía aprovechada por el sistema [MJ/m <sup>2</sup> día]	Energía aprovechada por el sistema [MJ/m <sup>2</sup> mes]	Carga total (calefacción + ACS) [MJ/mes]	Superficie del captador [m <sub>2</sub> ]	Porcentaje cubierto por 1 captador
Enero	5,75	178,31	12595,35	1,91	2,70
Febrero	7,27	203,45	9936,666	1,91	3,91
Marzo	9,85	305,27	9131,52	1,91	6,39
Abril	9,79	293,56	4830,48	1,91	11,61
Mayo	10,50	325,46	1447,158	1,91	42,96
Junio	11,09	332,65	568,176	1,91	100
Julio	11,44	354,70	549,042	1,91	100
Agosto	11,47	355,47	560,724	1,91	100
Septiembre	11,21	336,37	598,638	1,91	100
Octubre	8,90	276,03	1778,094	1,91	29,65
Noviembre	6,40	192,11	6972,93	1,91	5,26
Diciembre	5,19	160,81	12020,694	1,91	2,56
Media					42,09

Tabla 77. Número captadores necesarios

	2 captadores	3 captadores	4 captadores	5 captadores
Enero	5,41	8,11	10,82	13,52
Febrero	7,82	11,73	15,64	19,55
Marzo	12,77	19,16	25,54	31,93
Abril	23,21	34,82	46,43	58,04
Mayo	85,91	100	100	100
Junio	100	100	100	100
Julio	100	100	100	100
Agosto	100	100	100	100
Septiembre	100	100	100	100
Octubre	59,30	88,95	100	100
Noviembre	10,52	15,79	21,05	26,31
Diciembre	5,11	7,67	10,22	12,78
Media	50,84	57,19	60,81	63,51

Tabla 78. Número captadores necesarios

A la hora de elegir el número de captadores necesarios para nuestra instalación tenemos en cuenta que en verano tendremos un exceso de energía sobrante. Por esa razón elegimos la opción de 4 paneles solares, que de media anual nos aportarán el 60 % de la energía que necesitamos, ya que si colocamos más podríamos tener un excedente energético muy elevado en verano, peligroso por el sobrecalentamiento de los captadores.

Siguiendo con lo establecido en el documento básico de ahorro de energía, deberemos dotar a nuestra instalación de la posibilidad de disipar los excedentes obtenidos en los meses de verano, ya que durante más de tres meses seguidos se superan el 100% de la demanda energética requerida.

Para viviendas unifamiliares, la opción más recomendada es la primera que nos ofrece el reglamento. Por la cual dotaremos a la instalación de equipos específicos para disipar los excedentes.

### 2.5.5.5 Captador solar seleccionado

#### ➤ SOLAHART M

Material	Tubo cobre
Capacidad	3 L
Caudal recomendado	55 L/h
Rendimiento	0,73
Área útil	1,91 m <sup>2</sup>
Dimensiones	1937 x 1022 x 77 (mm)

Tabla 79. Características panel SOLAHART



Ilustración 82. Panel SOLAHART

### 2.5.6 Caldera de biomasa

Potencia nominal:

$$\text{Potencia nominal} = 1,2 \times (Q_C + Q_A)$$

Donde;

$$Q_C = \text{Carga térmica calefacción [J/mes]}$$

$$Q_A = \text{Carga térmica ACS [J/mes]}$$

Por lo tanto;

$$\text{Potencia nominal} = 1,2 \times (Q_C + Q_A) = 1,2 \times 20,992\text{GJ} = 25,1904\text{GJ/mes}$$

En wattios:

$$25,1904 \frac{\text{GJ}}{\text{mes}} \times \frac{1\text{W}}{3600\text{J}} \times \frac{1\text{mes}}{31 \text{ días} \times 24\text{horas}} = 9,4\text{kW}$$

### 2.5.6.1 Caldera de biomasa utilizada

➤ Caldera pellet ECO 50 T 250 CARSAN

Potencia nominal	50 kW
combustible	Pellets y huesos de aceituna
Capacidad tolva	250 L
Rendimiento	79 %
Precio	4245,36 €

Tabla 80. Características Caldera CARSAN



Ilustración 83. Caldera CARSAN

### 2.5.6.2 Consumo de combustible

Finalmente nuestra instalación solar no cubrirá el porcentaje de energía que esperábamos, por lo tanto, recalculamos la carga total que queremos que nos cubra la caldera de biomasa.

Aunque en un principio hemos calculado la instalación solar para un 60% de la carga demandada, el excedente en verano es tan grande en esta época del año, que ésta sola instalación nos cubrirá el 100% de la carga necesaria. Para los meses de invierno, ampliamos la carga que queremos cubrir mediante la caldera de biomasa, descontando el valor que la instalación solar no es capaz de cubrir.

Mes	Carga total (calefacción + ACS) [MJ/mes]	A aportar por la solar térmica (60%)	A aportar por la caldera de biomasa (40%)	Porcentaje cubierto solar (%)	Carga cubierta instalación solar	Carga NO cubierta instalación solar	Carga a cubrir caldera de biomasa [MJ/mes]
Enero	20992,25	12595,35	8396,9	10,82	1362,82	11232,53	19629,43
Febrero	16561,11	9936,666	6624,444	15,64	1554,09	8382,57	15007,02
Marzo	15219,2	9131,52	6087,68	25,54	2332,19	6799,33	12887,01
Abril	8050,8	4830,48	3220,32	46,43	2242,79	2587,69	5808,01
Mayo	2411,93	1447,158	964,772	100	1447,16	0	946,77
Junio	946,96	568,176	378,784	100	568,18	0	0
Julio	915,07	549,042	366,028	100	549,04	0	0
Agosto	934,54	560,724	373,816	100	560,72	0	0
Septiembre	997,73	598,638	399,092	100	598,64	0	0
Octubre	2963,49	1778,094	1185,396	100	1778,09	0	1185,40
Noviembre	11621,55	6972,93	4648,62	21,05	1467,80	5505,13	10153,75
Diciembre	20034,49	12020,694	8013,796	10,22	1228,51	10792,18	18805,98
TOTAL	101649,09	60989,454	40659,636	60,81	15121,87	45299,43	84441,36

Tabla 81. Carga a cubrir por la caldera de biomasa

A continuación, el poder calorífico de algunos de los residuos agrícolas:

	Poder calorífico (Kj/KG)
Cáscara de almendras	36 800
Cáscara de nueces	32 000
Cáscara de arroz	15 300
Cáscara de pipas de girasol	17 500
Cáscara de trigo	15 800
Corteza de pino	20 400
Corcho	20 930
Orujillo de aceituna	17 900
Orujo de uva	19 126
Papel	17 500
Pellets	20 976

Tabla 82. Poder calorífico

Para calcular el consumo estimado en nuestra caldera de biomasa, aplicamos la siguiente fórmula:

$$C = \frac{Q_T}{P_c \times \eta}$$

Donde;

- C Combustible consumido (kg)
- $Q_T$  Carga térmica anual (J)
- $P_c$  Poder calorífico del combustible (kJ/kg). En nuestro caso utilizaremos como combustible pellets, un producto barato y limpio.
- H Rendimiento de la instalación

Mes	Carga total (calefacción + ACS) [MJ/mes]	Carga a aportar por la caldera de biomasa [MJ/mes]	Consumo combustible (kg)
Enero	20992,25	19629,43	1247,74
Febrero	16561,11	15007,02	953,92
Marzo	15219,20	12887,01	819,16
Abril	8050,80	5808,01	369,18
Mayo	2411,93	946,77	61,33
Junio	946,96	0	0
Julio	915,07	0	0
Agosto	934,54	0	0
Septiembre	997,73	0	0
Octubre	2963,49	1185,40	75,35
Noviembre	11621,55	10153,75	645,42
Diciembre	20034,49	18805,98	1195,40
Total	101649,09	84441,36	5367,49

Tabla 83. Consumo de combustible de la caldera de biomasa

Como la caldera dispone de un silo de 250L, tendremos que ir rellenándola varias veces a los largo del año, siguiendo los patrones de consumo de la tabla anterior.

## 2.5.7 Instalación de suelo radiante

### 2.5.7.1 Localización de los colectores

Los colectores han de situarse centrados respecto a la zona que queremos calentar. Además, se recomienda que no distorsionen el aspecto estético del espacio habitable. Para ello, se aprovecha el espacio en fondos de armario empotrados o tabiques de aseos.

En nuestro caso el colector para la planta baja se situará en un armario empotrado localizado en el cuarto de estar y el colector de la primera planta estará ubicado en un armario del cuarto de la plancha.

En función del número circuitos que sean necesarios en nuestra instalación se determinará el número de colectores a ubicar en cada planta. Como mínimo se precisa un colector por planta climatizada. Cada colector tiene un máximo de 12 circuitos.

### 2.5.7.2 Dimensionado del suelo radiante

#### 2.5.7.2.1 Cantidad de tubo necesario

En primer lugar, es necesario conocer el área a calentar por cada uno de los circuitos. Conociendo también la distancia entre el área a calentar y el colector podremos calcular la longitud L de cada circuito.

$$L = \frac{A}{e} + 2 \times l$$

Donde;

A = Área del cuarto a calentar [m<sup>2</sup>]

e= distancia entre tubos [m]

l = distancia entre el colector y el área a calentar [m]



La distancia entre tubos ha de ser la misma en todos los circuitos de la instalación. En nuestro caso, tomaremos una distancia entre tubos de 20 cm.

	Ubicación	Área (m <sup>2</sup> )	e (m)	l (m)	L (m)
PLANTA BAJA	Cocina	7,46	0,2	3,5	44,3
	Estar-comedor	35,27	0,2	0	176,35
	Aseo	3,53	0,2	4,30	26,65
	Vestíbulo	9,09	0,2	1,80	49,05
	Paso	2,41	0,2	2,50	17,05
	Dormitorio 1	15,98	0,2	6	91,9
PLANTA PRIMERA	Dormitorio 2	13,52	0,2	5	77,6
	Dormitorio 3 y vestidor	17,54	0,2	6,50	100,7
	Dormitorio 4	13,35	0,2	5	76,75
	Cuarto de plancha	10,34	0,2	0	51,7
	Paso y escaleras	11,85	0,2	3	65,25
	Baño	4,95	0,2	3,5	31,75
<b>TOTAL</b>					<b>809,05</b>

Tabla 84. Tabla del tubo necesario en la instalación de suelo radiante

La escalera no tendrá circuito propio, ya que se encuentra climatizado con el paso de los circuitos de las demás estancias.

La longitud máxima establecida para cada uno de los circuitos es de 120m, por lo que dividiremos el circuito de la sala de estar en dos. Teniendo así un total de 13 circuitos distribuidos de la siguiente manera:

Total circuitos de tubo radiante planta baja: 7

Total circuitos de tubo radiante primera planta: 6

Planta baja	
Circuito	Habitáculo
Circuito 1	Cocina
Circuito 2	Comedor
Circuito 3	Comedor
Circuito 4	Aseo
Circuito 5	Vestíbulo
Circuito 6	Paso
Circuito 7	Dormitorio 1

Primera planta	
Circuito	Habitáculo
Circuito 1	Dormitorio 2
Circuito 2	Dormitorio 3 y vestidor
Circuito 3	Dormitorio 4
Circuito 4	Cuarto de la plancha
Circuito 5	Baño
Circuito 6	Paso y escalera

Tabla 85. Circuitos del suelo radiante

### 2.5.7.2.2 Tipo de tubería

Para nuestra instalación de suelo radiante utilizaremos tubería **UPONOR wirsbo-  
evalPEx 16x 1,8**; recomendada para viviendas unifamiliares. Los tubos de alimentación  
y colectores se fijarán a la pared a 50cms del suelo, en un lugar centrado respecto a las  
habitaciones.

Acoplados a los elementos de regulación y control están los ramales de ida y retorno  
de los respectivos serpentines calefactores. Los tubos de alimentación y los ramales no  
irán nunca por una zona más baja que la de los serpentines.

### 2.5.7.2.3 Colectores de ida y retorno

Colectores donde se colocan los órganos de regulación y control del sistema de  
colectores.

En nuestra vivienda objeto dispondremos de dos colectores de ida y retorno, uno  
para cada planta. Utilizaremos un colector de 7 salidas para la planta baja y un colector de  
6 salidas para la primera planta.

Seleccionamos un colector que dispone de llaves de corte. Además incluye racores  
intermedios con purgador manual, termómetro y una válvula de llenado y vaciado.



Ilustración 84. Colector de 6 salidas seleccionado para la primera planta.

### 2.5.7.2.4 Cajas para los colectores

Las dimensiones de las cajas metálicas para colectores varían dependiendo del número de salidas de éstos. En la siguiente tabla observamos las dimensiones que nos ofrece el catálogo de UPONOR dependiendo del número de salidas.

Número de salidas del colector	Dimensión de la caja (mm)
2 a 4	110 x 500
5 a 7	110 x 700
8 a 10	110 x 850

Tabla 86. Dimensionado de la caja de colectores dependiendo del número de salidas del mismo

A partir de la tabla anterior, tomamos un colector de 110 x 700 mm para la planta baja y un colector de las mismas medidas para la primera planta.

Tomamos la caja para los colectores de la casa UPONOR, como el resto de los elementos necesarios para la instalación del suelo radiante en la vivienda:



Ilustración 85. Cajas para los colectores

### 2.5.7.3 Otros elementos para la instalación de suelo radiante

#### 2.5.7.3.1 Válvulas termostaticables

Cada circuito constará con una de estas válvulas, para permitir el cierre parcial o total del circuito mediante un termostato.

### 2.5.7.3.2 Medidores de caudal

Situados en los colectores de retorno, se coloca medidores de caudal para conocer el caudal que circula por cada circuito



Ilustración 86. Medidor de caudal

### 2.5.7.3.3 Termostato

Colocaremos un termostato en cada una de las habitaciones a calentar, de esta manera podremos regular la temperatura que deseamos en cada estancia.

El termostato seleccionado es de la casa UPONOR, termostato digital programable. Se caracteriza porque regula la temperatura mediante sonda interna, es programable entre modos confort y ECO, dispone de modo verano, modo invierno/verano y programación con fecha y hora.



Ilustración 87. Termostato digital programable UPONOR

#### 2.5.7.3.4 Aditivo para mortero

El uso de este aditivo evita la inclusión de aire en el mortero facilitando la adhesión a las tuberías Uponor evalPEX y PRO evalPEX.



Ilustración 88. Aditivo para mortero UPONOR

#### 2.5.7.3.5 Zócalo perimetral

Banda de espuma de polietileno con doble cinta adhesiva para su unión a la pared y al panel. Absorbe las dilataciones del mortero de cemento y evita los puentes térmicos



Ilustración 89. Zócalo perimetral UPONOR

## 2.6 AHORRO ENERGÉTICO Y DE CO<sub>2</sub>

	Coste del kWh útil.
kWh eléctrico (€)	0,19197 *
kWh gas (€)	0,109678

Tabla 87. Coste actual del kWh

\* El precio de la energía en la **Tarifa de Último Recurso (TUR)** se sitúa actualmente en 0,150938 €/KWh, a lo que hay que añadir el impuesto de electricidad 5,113% ( $1,05113 \times 4,864\%$ ) y el IVA del 21%, que también grava el impuesto. Es decir, que en realidad, el precio del kWh está en 0,19197 euros.

## 2.6.1 Ahorro de la instalación fotovoltaica

### 2.6.1.1 Ahorro energético y económico de la instalación fotovoltaica

Para el cálculo de la energía generada por la instalación fotovoltaica utilizamos la siguiente fórmula:

$$E_p = I_i \times P_p \times N$$

Donde;

- $E_p$  Energía generada en un mes (kWh)
- $I_i$  Radiación solar en el mes (kWh/m<sup>2</sup>)
- $P_p$  Potencia nominal del panel instalado (kWp)
- $N$  Número de paneles fotovoltaicos.

MES	Radiación			Potencia nominal panel fotovoltaico (kWp)	N	Energía generada(kWh)
	MJ/m <sup>2</sup> día	kWh/m <sup>2</sup> día	kWh/m <sup>2</sup> mes			
Enero	10,008	2,78	86,18	0,28	8	193,04
Febrero	12,42	3,45	96,6	0,28	8	216,38
Marzo	16,416	4,56	141,36	0,28	8	316,65
Abril	15,696	4,36	130,8	0,28	8	292,99
Mayo	16,38	4,55	141,05	0,28	8	315,95
Junio	17,028	4,73	141,9	0,28	8	317,86
Julio	17,676	4,91	152,21	0,28	8	340,95
Agosto	18,18	5,05	156,55	0,28	8	350,67
Septiembre	18,468	5,13	153,9	0,28	8	344,74
Octubre	15,12	4,20	130,2	0,28	8	291,65
Noviembre	11,16	3,10	93	0,28	8	208,32
Diciembre	9,108	2,53	78,43	0,28	8	175,68
TOTAL						3364,88

Tabla 88. Energía generada por la instalación fotovoltaica

La energía generada por los paneles fotovoltaicos supondrá 3.354,88kWh/anuales

Para nuestros cálculos, es importante tener en cuenta los datos que muestran la subida del precio de la electricidad en España en los últimos años.

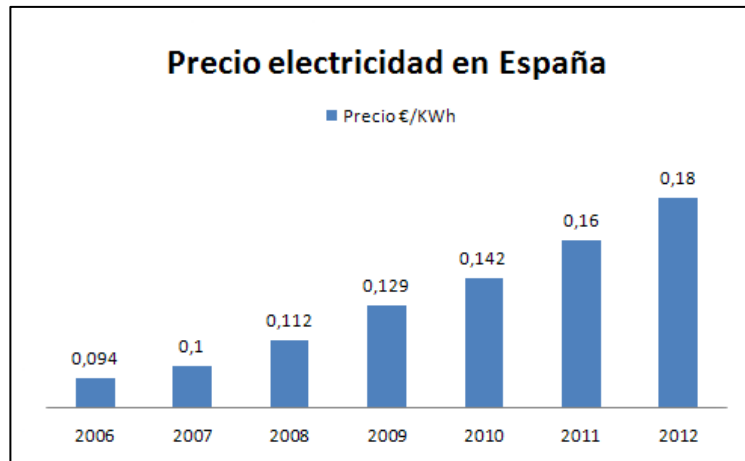


Ilustración 90. Gráfico del precio de la electricidad en España en los últimos años [€/kWh]

Viendo la gráfica podemos considerar en nuestros cálculos que el precio de la electricidad siga aumentando en los próximos años en torno al 12%, como ha hecho en los últimos años. Además, consideramos un caso B, con una subida del 7% del precio del kWh, para ponernos en un caso peor.

Años	Año	Energía generada instalación	Incremento (12%)	Precio kWh	Ahorro (€)	Incremento (7%)	Precio kWh	Ahorro (€)
1	2013	3364,88	12%	0,202	678,36	7%	0,193	648,08
2	2014	3364,88	12%	0,226	1.438,12	7%	0,206	1341,52
3	2015	3364,88	12%	0,253	2.289,06	7%	0,221	2083,50
4	2016	3364,88	12%	0,283	3.242,10	7%	0,236	2877,42
5	2017	3364,88	12%	0,317	4.309,52	7%	0,252	3726,92
6	2018	3364,88	12%	0,355	5.505,02	7%	0,270	4635,88
7	2019	3364,88	12%	0,398	6.843,98	7%	0,289	5608,46
8	2020	3364,88	12%	0,446	8.343,62	7%	0,309	6649,13
9	2021	3364,88	12%	0,499	10.023,21	7%	0,331	7762,65
10	2022	3364,88	12%	0,559	11.904,36	7%	0,354	8954,11
11	2023	3364,88	12%	0,626	14.011,24	7%	0,379	10228,97
12	2024	3364,88	12%	0,701	16.370,95	7%	0,405	11593,07
13	2025	3364,88	12%	0,785	19.013,82	7%	0,434	13052,67
14	2026	3364,88	12%	0,880	21.973,84	7%	0,464	14614,43
15	2027	3364,88	12%	0,985		7%	0,497	16285,51
16	2028	3364,88	12%	1,103		7%	0,531	18073,58
17	2029	3364,88	12%	1,236		7%	0,569	19986,80
18	2030	3364,88	12%	1,384		7%	0,608	22033,95

Tabla 89. Tabla del ahorro económico acumulado

Presupuesto instalación fotovoltaica + instalación de baja tensión: 21883,38 €. (\*Calculado en el presupuesto)

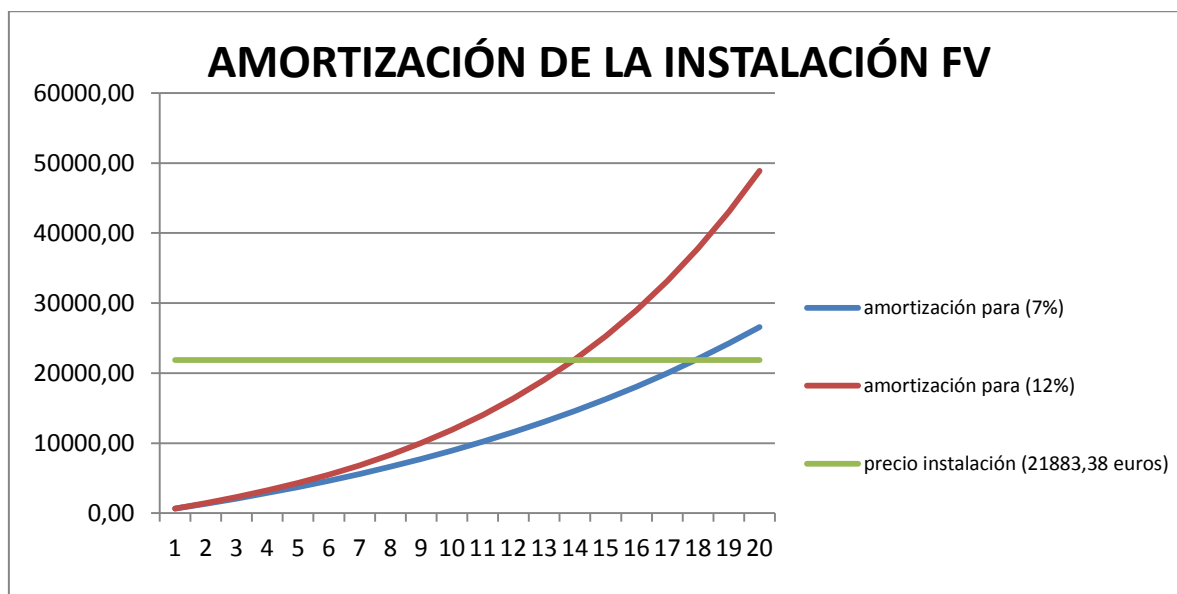


Ilustración 91. Gráfica del tiempo de amortización de la instalación fotovoltaica

Observamos en la gráfica que para una subida normal del 12% del precio de la electricidad en los próximos años, rentabilizaremos nuestra instalación en 14 años.

En el caso en que la subida del precio de la electricidad no fuera tan notoria en los próximos años, y tomando como valor medio un 7% de subida, tardaríamos 18 años en recuperar todo el dinero invertido.

Incremento anual en el precio de la electricidad	Recuperación de la inversión
12%	14 años
7%	18 años

Tabla 90. Amortización de la instalación fotovoltaica

En el caso más desfavorable que hemos estimado, en 18 años habríamos cubierto los costes de instalación y a partir de ahí la energía eléctrica nos saldría prácticamente gratis (hay unos costes mínimos de mantenimiento) hasta el final de su vida útil, que se estima en no menos de 25 años.



### 2.6.1.2 Ahorro de CO<sub>2</sub> con la instalación fotovoltaica

Las instalaciones descritas a lo largo de este proyecto tienen el propósito de, entre otros, ahorrar gas, agua y electricidad. El efecto invernadero es un fenómeno en que determinados gases componentes de la atmósfera retienen parte de la energía para que la Tierra emita por haber sido calentada por la radiación solar. En el planeta Tierra, el efecto invernadero se está viendo acentuado por las emisiones de ciertos gases, como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el metano, debido a la mala gestión de los humanos. Por esta razón elaboraremos un estudio de las emisiones de CO<sub>2</sub> que se ahorrarán con la ejecución de esta instalación.

1 kWh de electricidad = 0,545 kg de CO<sub>2</sub>

1 kWh de gas natural = 0,2 kg de CO<sub>2</sub>

Fuente de energía	Kg de CO <sub>2</sub> por kWh generado	kWh producidos anualmente por la instalación fotovoltaica	Ahorros emisiones de CO <sub>2</sub> anualmente
Electricidad	0,545	3364,88	1833,6 kg
Gas natural	0,2	3364,88	672,98 kg

Tabla 91. Ahorro anual de las emisiones de CO<sub>2</sub>

Concluimos por lo tanto, que con la instalación del sistema fotovoltaico conseguimos un ahorro de emisiones de 1833,6 kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera anualmente.

### 2.6.2 Ahorro de la instalación solar térmica

### 2.6.2.1 Ahorro energético y económico de la instalación solar térmica

$$1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ}$$

Energía demandada anual de ACS + Calefacción (MJ)	101649,09
Energía demandada anual de ACS + Calefacción (kWh)	28235,85
Cubrimiento energético de la instalación (%)	36
Producción solar mensual (MJ/m <sup>2</sup> )	160,81
Producción solar mensual del campo de captadores (MJ)	1228,59
Producción solar anual del campo de captadores (MJ)	14743,06
Producción solar anual del campo de captadores (kWh)	4095,29

Tabla 92. Producción solar anual de los captadores [kWh]

Calculamos el ahorro económico que nos supondrá la instalación solar frente a la caldera de gas que teníamos anteriormente en la vivienda unifamiliar.

	Electricidad	Gas
Ahorro energético anual	4095,29 kWh	4095,29 kWh
Tarifa	0,19197 €/kWh	0,109678 €/kWh
Ahorro económico anual	786,17 €	449,16 €

Tabla 93. Tabla del ahorro económico anual

Elemento	Unidades	Precio unidad	Precio total
Captador solar	4	609,95 €	2439,8 €
Vaso de expansión	1	20,00 €	20,00 €
acumulador	1	2241,12 €	2241,12 €
Instalación módulos	4	135,00 €	540,00 €
TOTAL			5240,92 €

Tabla 94. Presupuesto de la instalación solar térmica

Cálculo del tiempo necesario para la amortización de la instalación:

AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	
Ahorro energético anual	4095,29 kWh
Tarifa	0,109678 €/kWh
Ahorro económico anual	449,16 €
Coste de la instalación	5240,92 €
Amortización de la instalación	12 años

Tabla 95. Amortización de la instalación solar térmica

La vida media de este tipo de instalaciones es de aproximadamente 20 años, tras los cuales necesitaría una actualización para su funcionamiento a pleno rendimiento.

### 2.6.2.2 Ahorro de CO<sub>2</sub> de la instalación solar térmica

1 kWh de electricidad = 0,545 kg de CO<sub>2</sub>

1 kWh de gas natural = 0,2 kg de CO<sub>2</sub>

Fuente de energía	Kg de CO <sub>2</sub> por kWh generado	kWh producidos anualmente	Ahorros emisiones de CO <sub>2</sub> anualmente
Electricidad	0,545	4095,29	2231,93 kg
Gas natural	0,2	4095,29	819,06 kg

Tabla 96. Ahorro anual de las emisiones de CO<sub>2</sub>

Concluimos por lo tanto, que con la instalación del sistema solar térmico conseguimos un ahorro de emisiones de 819,06 kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera anualmente.

### 2.6.3 Ahorro con la caldera de biomasa

#### 2.6.3.1 Ahorro energético y económico con la instalación de la caldera de biomasa

Mes	Carga total (calefacción + ACS) [MJ/mes]	Carga a aportar por la caldera de biomasa [MJ/mes]	Consumo combustible (kg)
Enero	20992,25	19629,43	1247,74
Febrero	16561,11	15007,02	953,92
Marzo	15219,20	12887,01	819,16
Abril	8050,80	5808,01	369,18
Mayo	2411,93	946,77	61,33
Junio	946,96	0	0
Julio	915,07	0	0
Agosto	934,54	0	0
Septiembre	997,73	0	0
Octubre	2963,49	1185,40	75,35
Noviembre	11621,55	10153,75	645,42
Diciembre	20034,49	18805,98	1195,40
Total	101649,09	84441,36	5367,49

Tabla 97. Consumo de combustible de la caldera de biomasa [Kg]

En los meses de verano sólo con la instalación fotovoltaica conseguiremos abastecer la energía necesaria en nuestra vivienda unifamiliar.

$$1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ}$$

	Gas	Pellets
Ahorro energético anual	23455,93 kWh	23455,93 kWh
Precio	0,109678 €/kWh	0,0451 €/kWh
Coste económico anual	2572,560 €	1057,86 €

Tabla 98. Coste económico anual

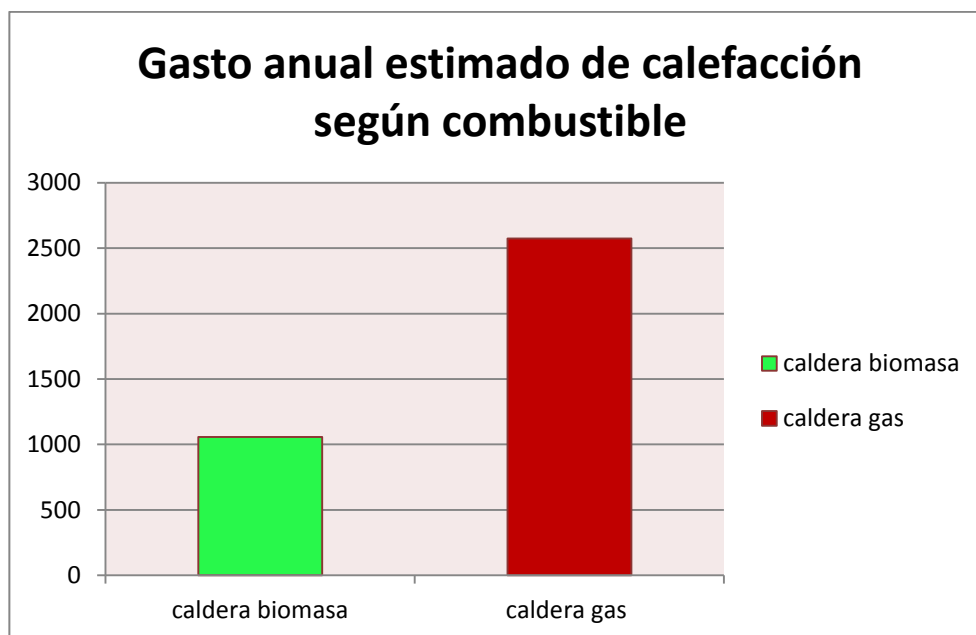


Ilustración 92. Gráfico del gasto anual en calefacción dependiendo del combustible

Observamos en el gráfico que la caldera de biomasa nos resulta más económica. La caldera de pellets nos supondrá un gasto de 1057,86 €/anuales, frente a los 2572,56 €/anuales que nos costaba la caldera de gas.

Por lo tanto, en nuestro caso cada año conseguimos un ahorro económico de 1514,7 €.

Años	Ahorro económico acumulado
1 año	1514,7
2 años	3029,4
3 años	4544,1
4 años	6058,8

Tabla 99. Amortización de la caldera de biomasa

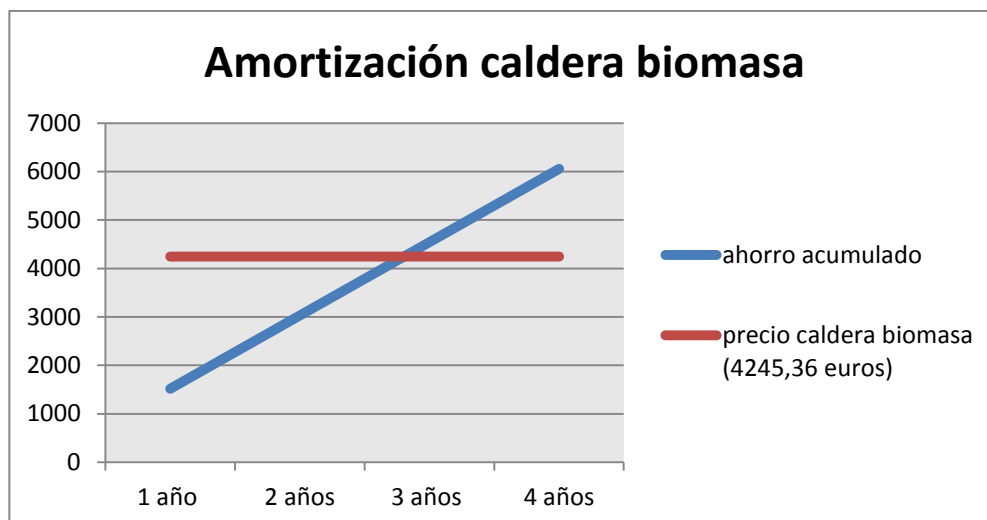


Ilustración 93. Gráfico de la amortización de la caldera de biomasa

Amortizaremos la caldera de biomasa al cabo de 3 años.

### 2.6.3.2 Ahorro de CO<sub>2</sub> con la instalación de la caldera de biomasa

1 kWh de electricidad = 0,545 kg de CO<sub>2</sub>

1 kWh de gas natural = 0,2 kg de CO<sub>2</sub>

Fuente de energía	Kg de CO <sub>2</sub> por kWh generado	kWh producidos anualmente	Ahorros emisiones de CO <sub>2</sub> anualmente
Electricidad	0,545	84441,36	46020,54 kg
Gas natural	0,2	84441,36	16888,27 kg

Concluimos, por lo tanto, que con la instalación de la caldera de biomasa conseguimos un ahorro de emisiones de 16888,27 kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera anualmente.

## 2.7 CONCLUSIONES

Una vez completado el estudio técnico y económico de la incorporación de instalaciones en una vivienda unifamiliar para conseguir un ahorro energético, podemos sacar unas claras conclusiones.

Los resultados obtenidos para la instalación fotovoltaica no son positivos. Una buena amortización de este tipo de instalaciones se considera favorable si se da en torno a los 10 años, ya que a partir de ese momento baja notoriamente el rendimiento de la instalación. En nuestro caso la amortización se daría entre los 14 y 18 años. El desembolso económico es muy grande y sólo nos suple un 30% de la energía requerida en la vivienda.

En el caso del suministro térmico, combinamos dos instalaciones solar- biomasa para suplir de esta manera las posibles carencias de alguna de ellas en una determinada época del año. Siendo en invierno la caldera de biomasa la instalación principal y la solar en la época de verano.

La instalación que mejores resultados a obtenido en el estudio es la caldera de biomasa, (con una amortización en 3 años) aportando una gran cantidad de energía a un precio muy bajo. Una ventaja añadida es el combustible que utilizan, mucho más ecológico ya que es un recurso natural que se regenera rápidamente, además de su coste, con tendencia a bajar, frente al coste del gas o el petróleo, que suben constantemente.

La combinación de estas instalaciones, solar – biomasa nos ofrece unos resultados favorables, supliendo el total de la energía térmica necesaria y con una amortización total próxima a los 10 años.

El presente proyecto buscaba fomentar las energías renovables aprovechando los recursos naturales de la comarca para su uso en la generación de energía. El consumo energético actual es insostenible y es imprescindible tomar medidas que permitan un desarrollo socioeconómico con un modelo respetuoso con el medio ambiente. Las instalaciones presentadas en el proyecto consiguen un ahorro considerable de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, un primer paso para lograr estos objetivos. Sin embargo, queda claro que todavía debe avanzarse mucho en este tipo de instalaciones aumentando su eficiencia.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA  
INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO  
ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR”

## PLANOS

Maitane Espierriz Crespo

Jorge Oderiz Ezcurdia

Pamplona, Septiembre 2013

## Índice

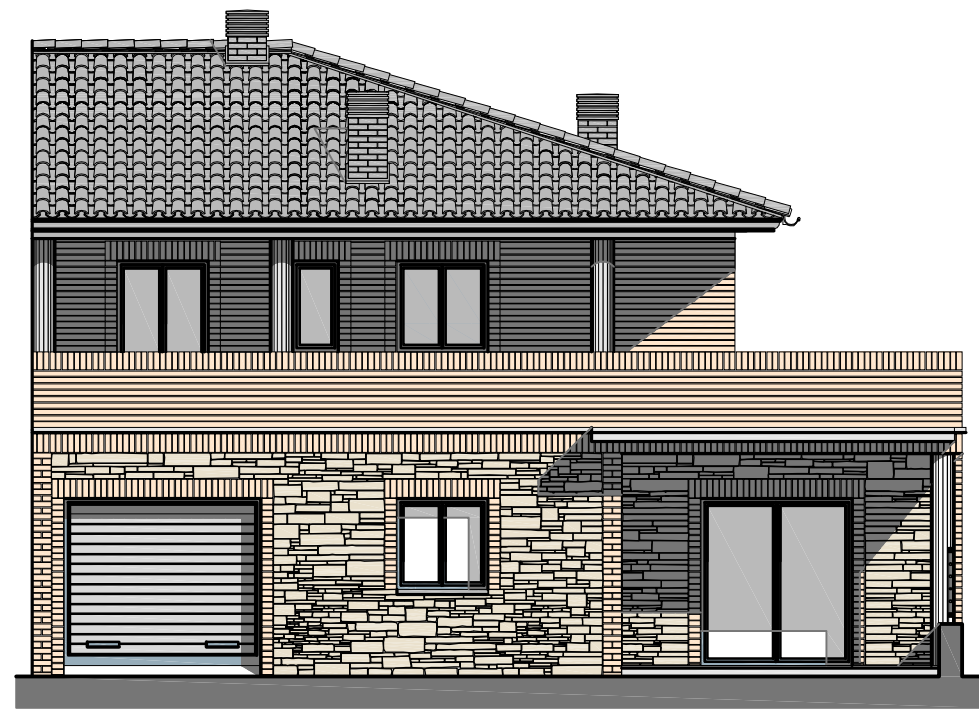
<b>PLANOS</b> .....	143
3.1 EMPLAZAMIENTO .....	145
3.2 FACHADAS .....	146
3.3 PLANTAS AMUEBLADAS .....	147
3.4 PLANTAS ACOTADAS .....	148
3.5 ELECTRICIDAD.....	149
3.6 ESQUEMA ELÉCTRICO.....	150
3.7 ACS Y AFS.....	151
3.8 ESQUEMA ACS Y AFS.....	152
3.9 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y TÉRMICA .....	153
3.10 SUELO RADIANTE.....	154





### LOCALIZACIÓN DE LA VIVIENDA UNIFAMILIAR

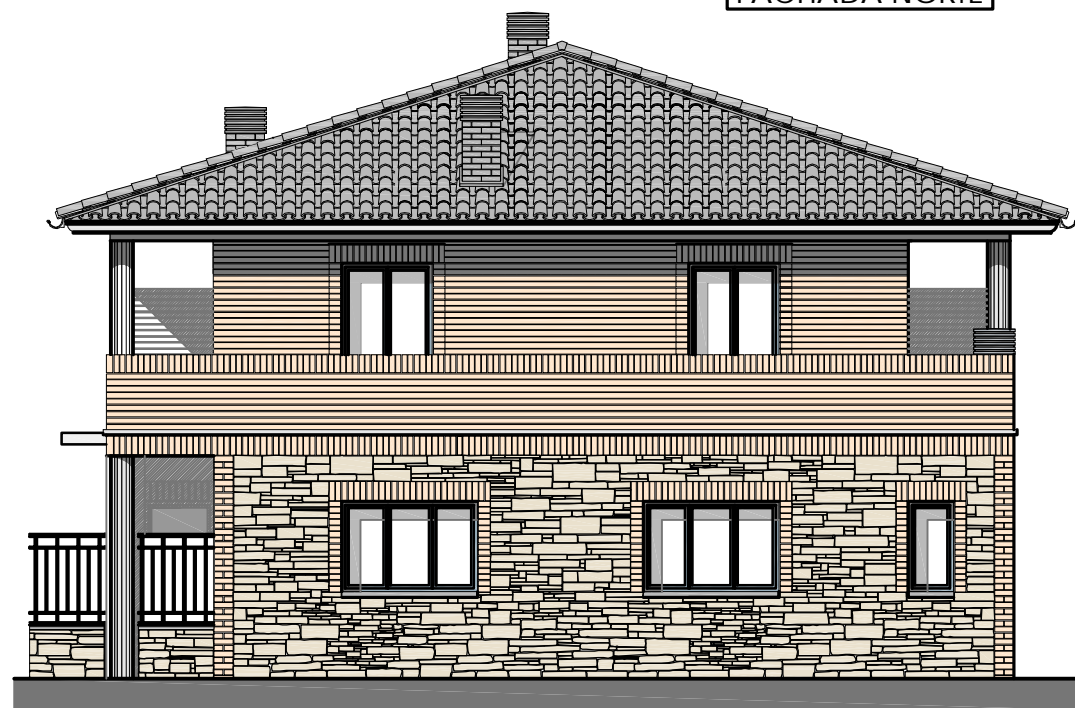
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>			
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>		REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>		
PLANO: <b>EMPLAZAMIENTO</b>		FIRMA:	FECHA: <b>08/2013</b>	ESCALA: <b>S/E</b>	Nº PLANO: <b>1</b>



FACHADA NORTE

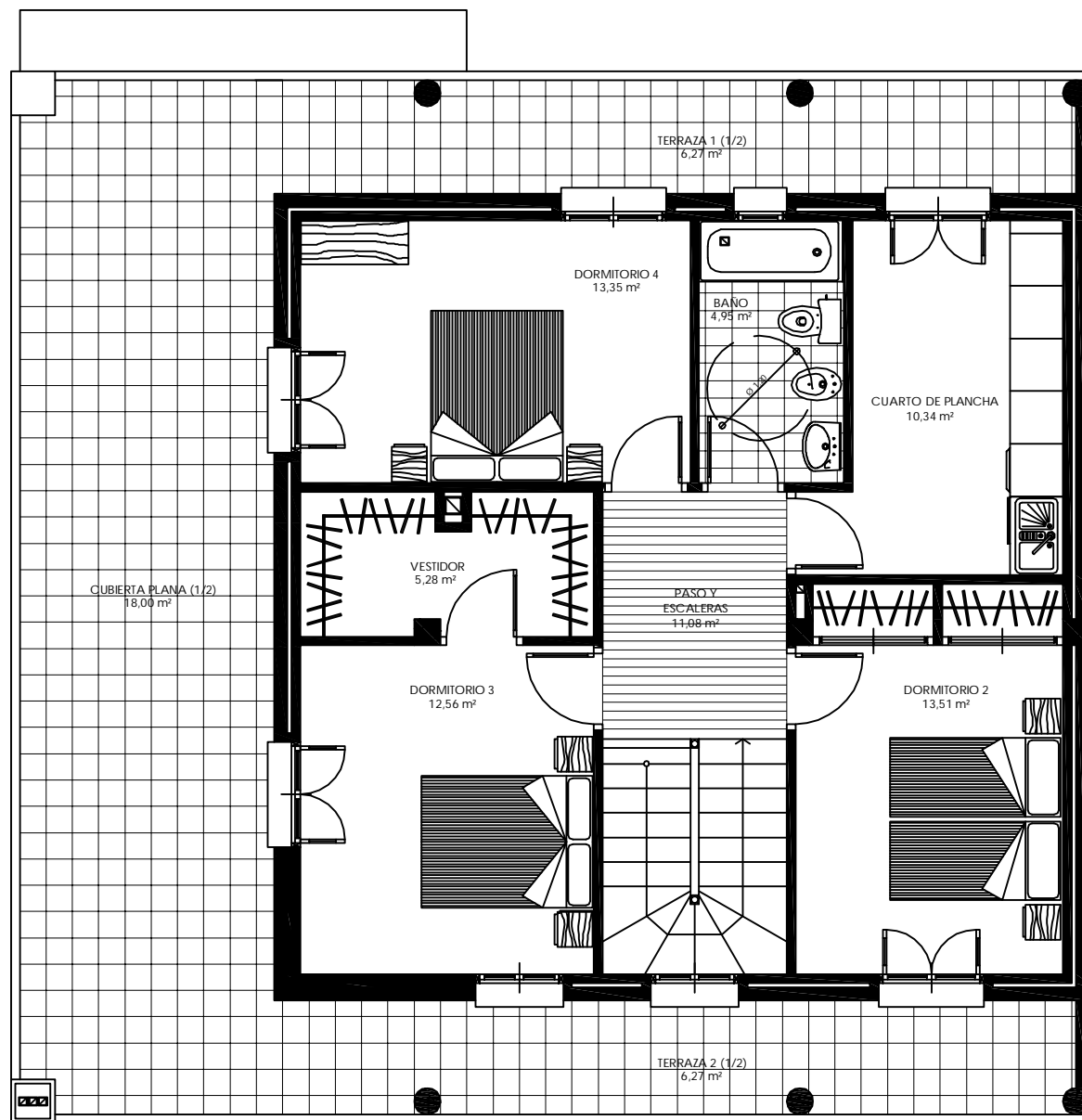


FACHADA SUR

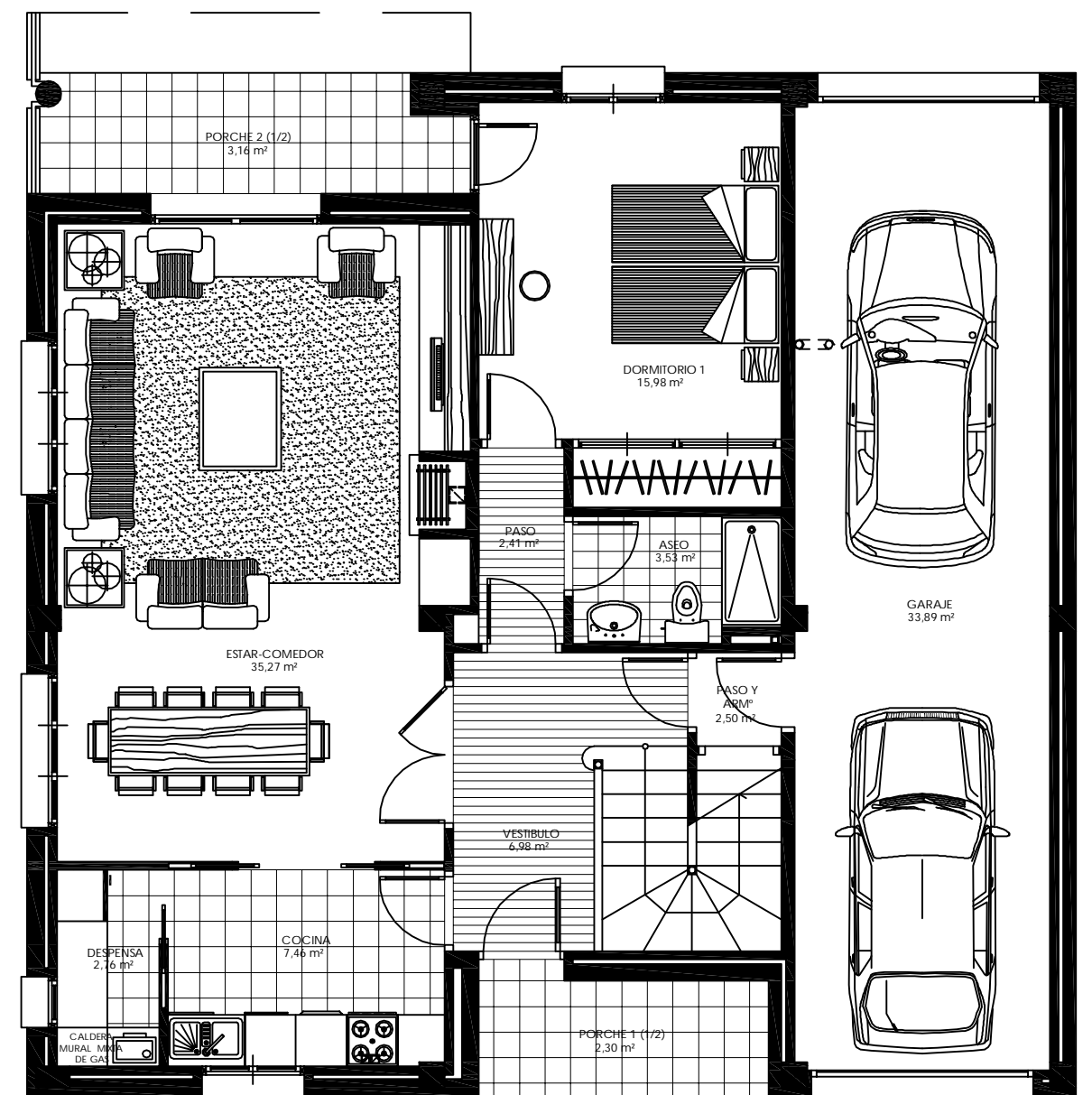


FACHADA OESTE

 Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO</b> <b>TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>		
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>		REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>	
PLANO: <p style="text-align: center;"><b>FACHADAS</b></p>		FIRMA:  FECHA: <b>08/2013</b>	ESCALA: <b>1:100</b>	Nº PLANO: <b>2</b>

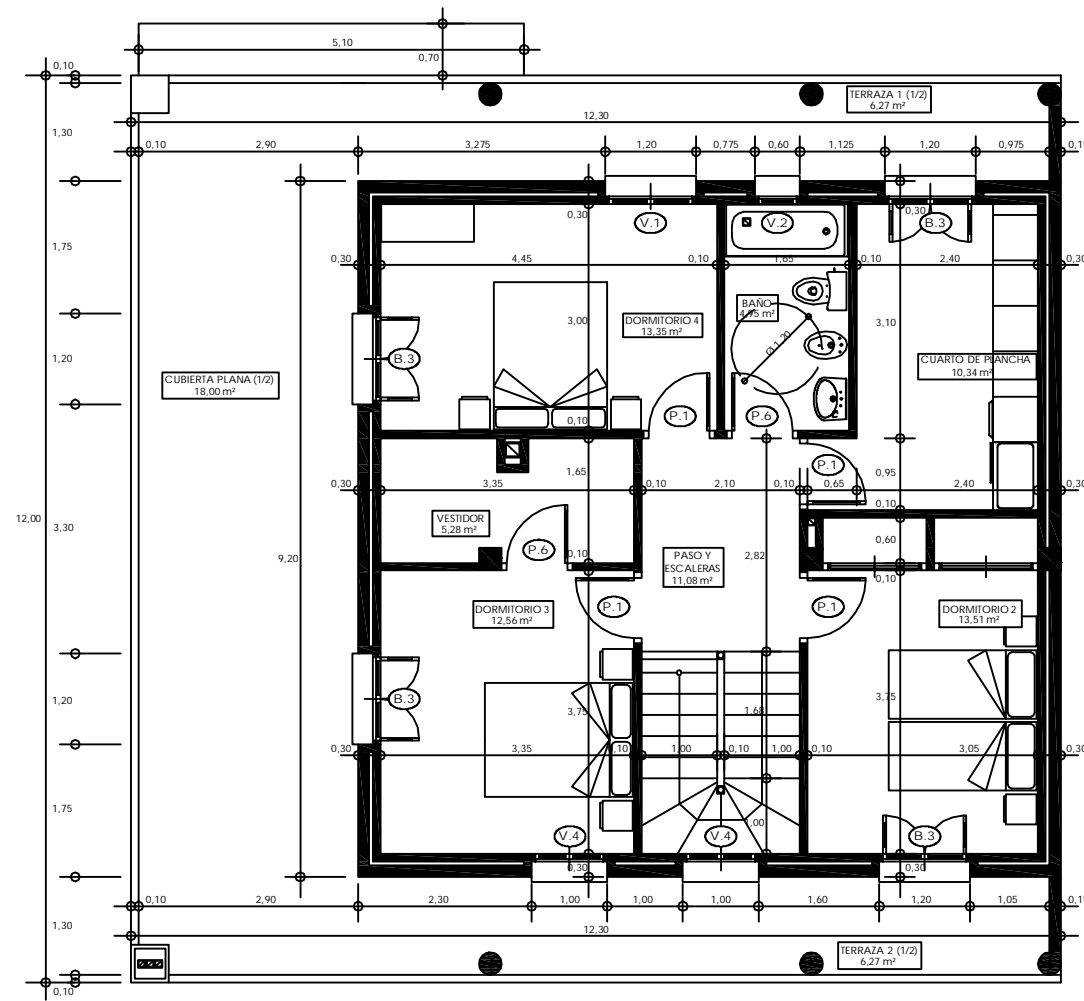


PLANTA PRIMERA

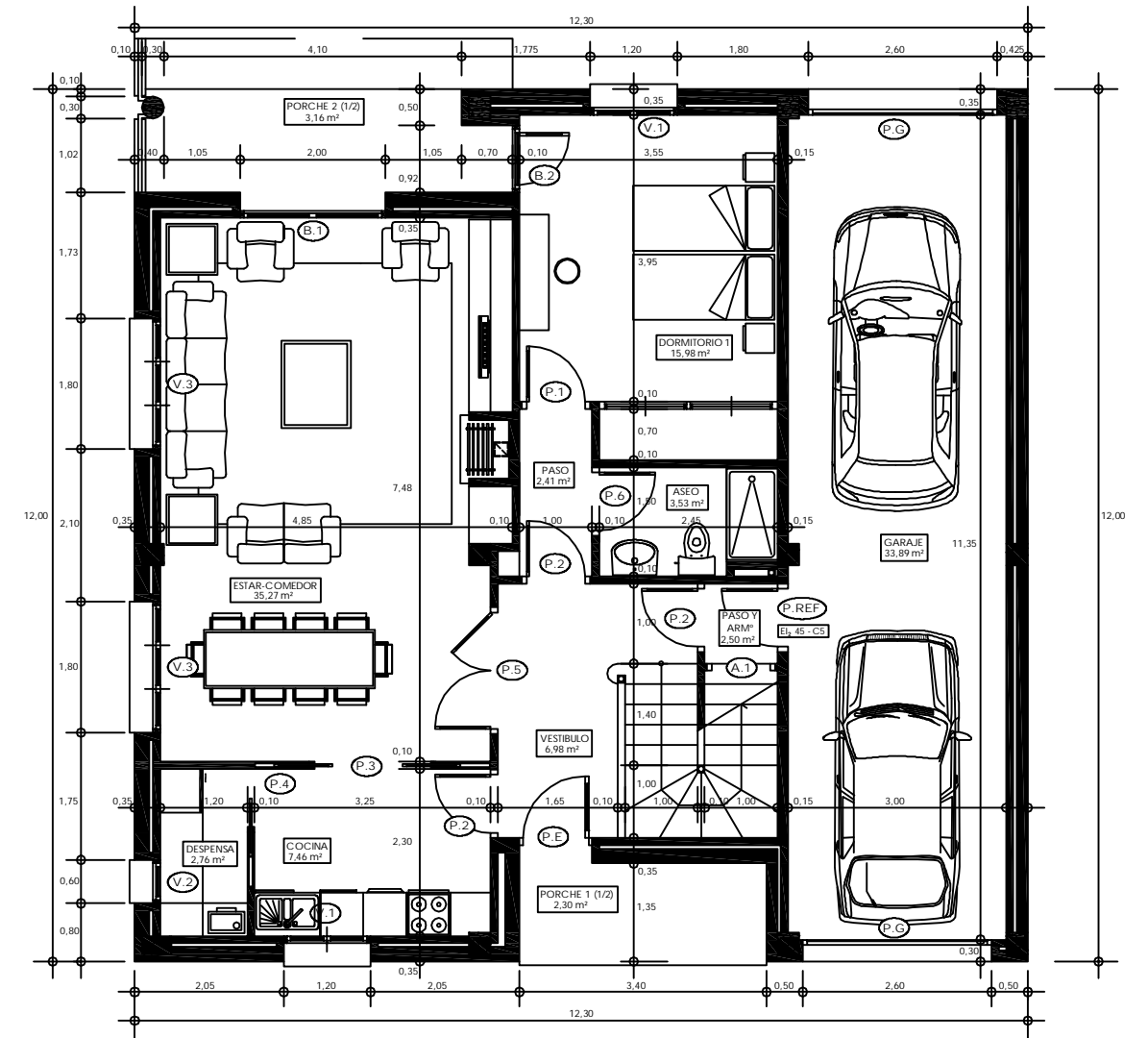


PLANTA BAJA

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>	REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>
PLANO: <b>PLANTAS AMUEBLADAS</b>	FECHA: <b>08/2013</b>	ESCALA: <b>1:80</b>
		Nº PLANO: <b>3</b>



PLANTA PRIMERA



PLANTA BAJA

**CUADRO DE SUPERFICIES VIVIENDA**

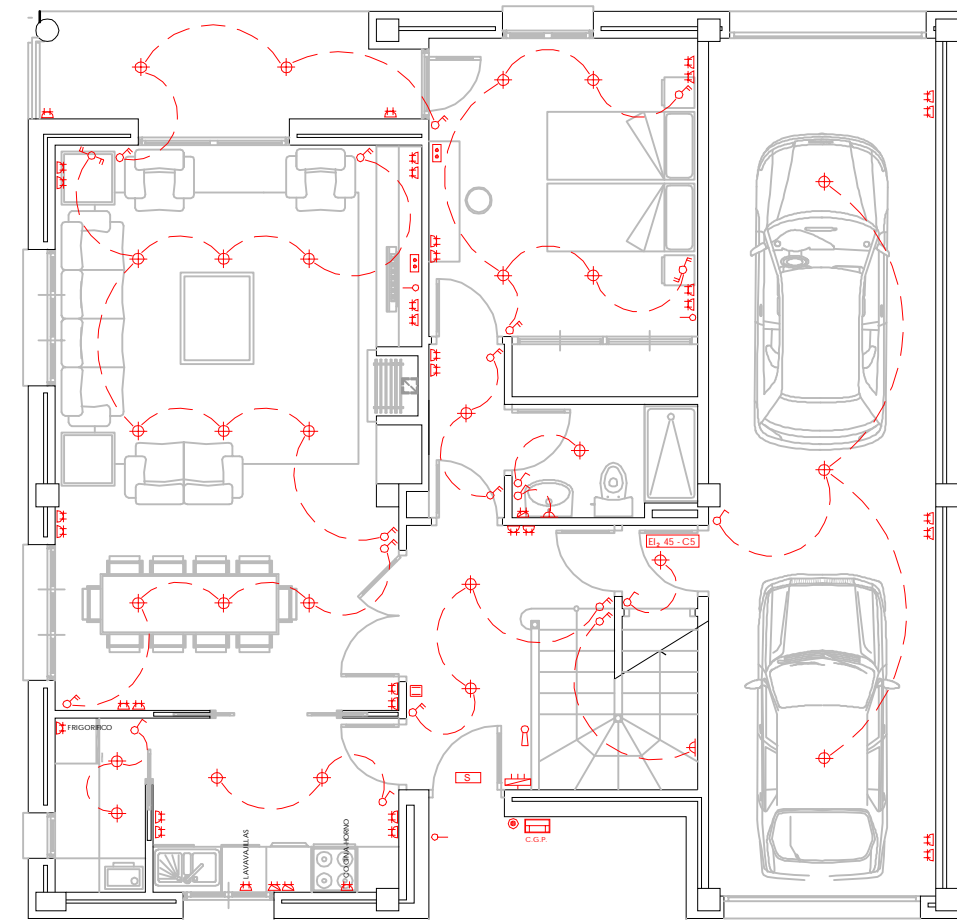
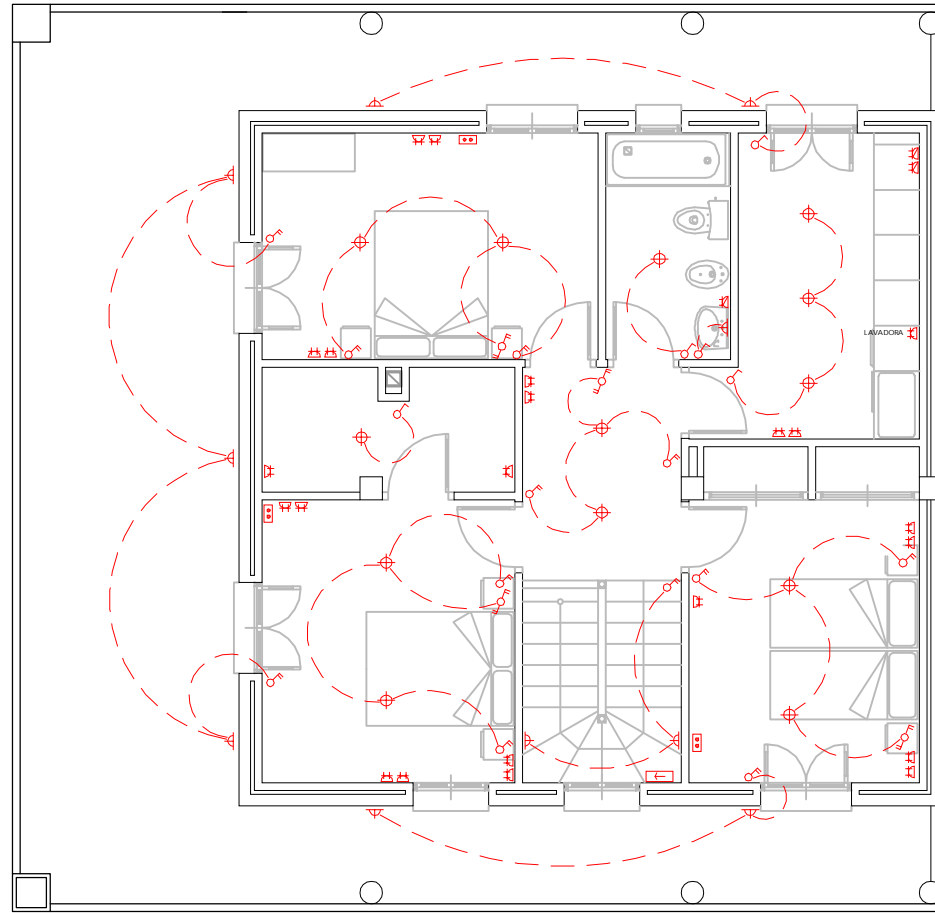
**SUPERFICIE UTIL VIVIENDA**

PLANTA BAJA		PLANTA PRIMERA	
COCINA	7,46 m <sup>2</sup>	DORMITORIO 2	13,51 m <sup>2</sup>
DESPENSA	2,76 m <sup>2</sup>	DORMITORIO 3	12,26 m <sup>2</sup>
ESTAR-COMEDOR	35,27 m <sup>2</sup>	VESTIDOR	5,28 m <sup>2</sup>
ASEO	3,53 m <sup>2</sup>	DORMITORIO 4	13,35 m <sup>2</sup>
VESTIBULO	6,79 m <sup>2</sup>	CUARTO DE PLANCHA	10,34 m <sup>2</sup>
PASO	2,41 m <sup>2</sup>	PASO Y ESCALERAS	11,85 m <sup>2</sup>
DORMITORIO 1	15,98 m <sup>2</sup>	BAÑO	4,95 m <sup>2</sup>
PASO Y ARMARIO	2,33 m <sup>2</sup>	TERRAZA 1 (1/2)	6,27 m <sup>2</sup>
PORCHE 1 (1/2)	2,30 m <sup>2</sup>	TERRAZA 2 (1/2)	6,27 m <sup>2</sup>
PORCHE 2 (1/2)	3,16 m <sup>2</sup>	<b>TOTAL SUPERFICIE UTIL P. PRIMERA:</b>	<b>84,08 m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL SUPERFICIE UTIL P. BAJA:</b>	<b>81,99 m<sup>2</sup></b>		
<b>TOTAL SUPERFICIE UTIL VIVIENDA :</b>			<b>166,07 m<sup>2</sup></b>

**SUPERFICIE CONSTRUIDA**

SUPERFICIE CONSTRUIDA VIVIENDA		SUPERFICIE CONSTRUIDA LOCALES	
PLANTA BAJA:	101,62 m <sup>2</sup>	GARAJE	40,50 m <sup>2</sup>
PLANTA PRIMERA:	98,61 m <sup>2</sup>	<b>TOTAL SUP. CONSTRUIDA LOCALES</b>	<b>40,50 m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL SUP. CONSTRUIDA VIVIENDA</b>	<b>200,23 m<sup>2</sup></b>		
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA EDIFICIO:</b>			<b>240,73 m<sup>2</sup></b>

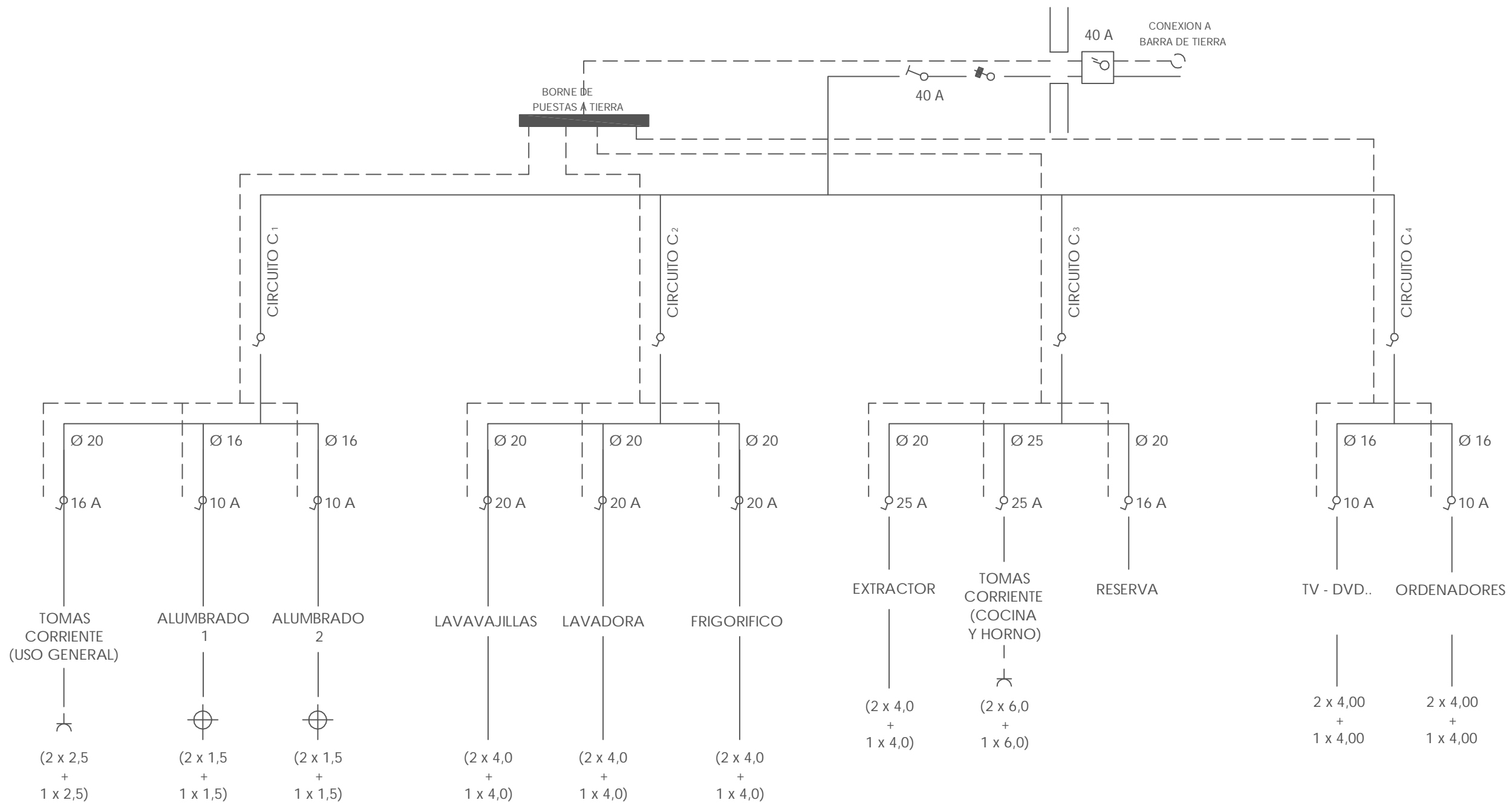
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>	REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>
PLANO: <b>PLANTAS ACOTADAS</b>	FECHA: <b>08/2013</b>	ESCALA: <b>1:100</b>
		Nº PLANO: <b>4</b>



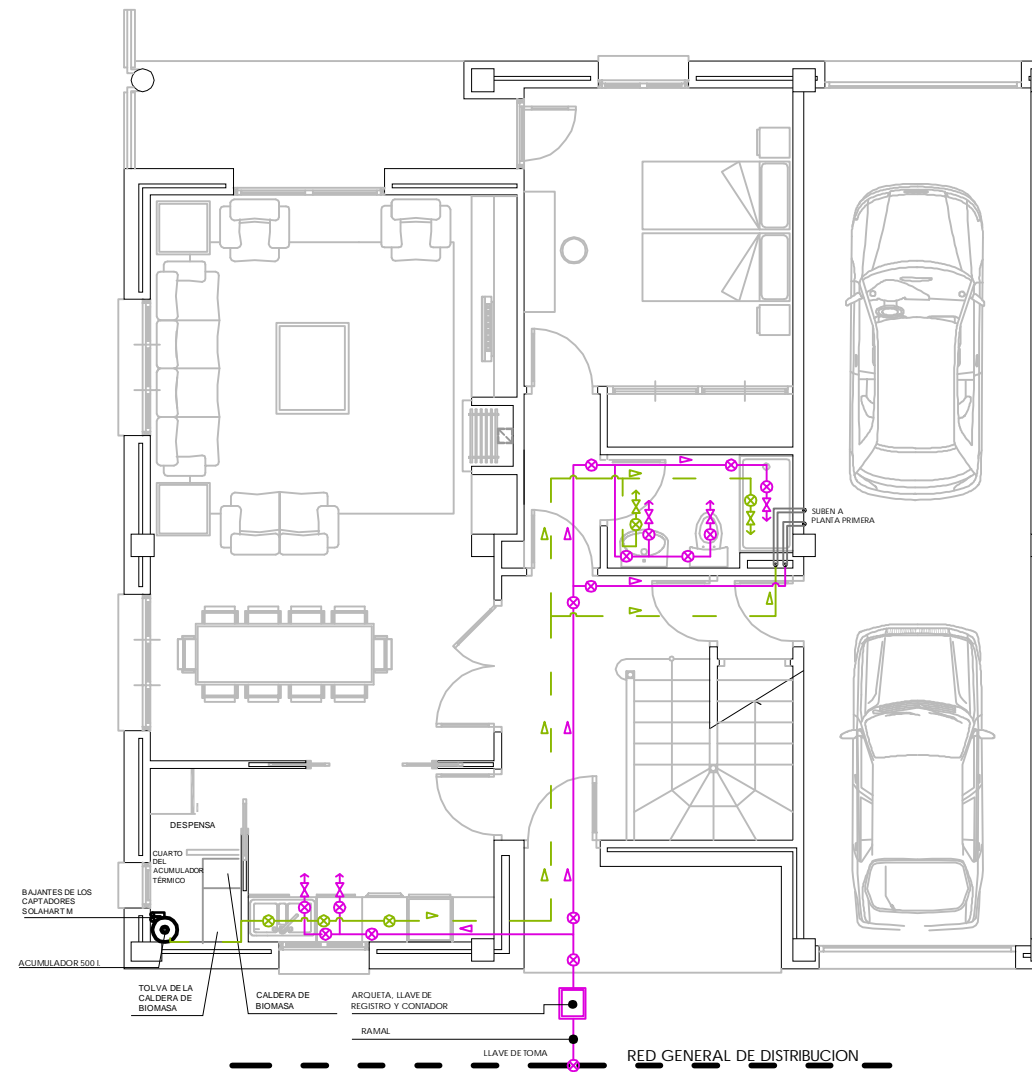
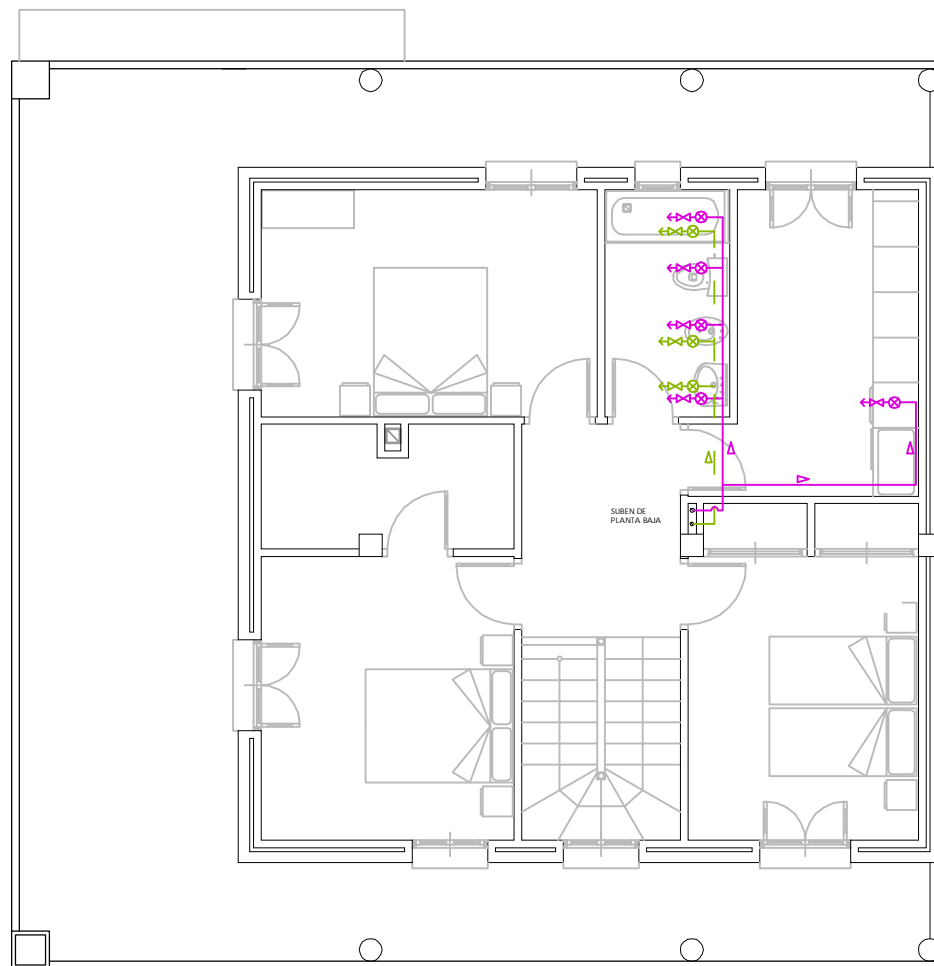
**LEYENDA INSTALACION ELECTRICA Y CUMPLIMIENTO DEL DB - SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (CTE-SI)**

	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION		TOMA TV-FM
	CAJA GENERAL DE PROTECCION		CAJA DE SALIDA HILOS TELEFONO
	PULSADOR EXTERIOR		VIDEOPORTERO AUTOMATICO
	ZUMBADOR		EXTINTOR 6 kg. E: 21 A - 113 B
	INTERRUPTOR SENCILLO		LUMINARIA DE EMERGENCIA (SALIDA DE EMERGENCIA)
	INTERRUPTOR CONMUTADO		LUMINARIA DE EMERGENCIA (SEÑALIZACION DE SALIDA DE EMERGENCIA)
	INTERRUPTOR DE CRUCE		
	BASE 16 A. (2p + T)		
	BASE 16 A. (2p + T) h: 1,00 m		
	BASE 25 A. (2p + T)		
	PUNTO DE LUZ EN TECHO		
	PUNTO DE LUZ EN PARED		

Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>	REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>
PLANO: <b>ELECTRICIDAD</b>	FIRMA:	FECHA: <b>08/2013</b>
	ESCALA: <b>1:100</b>	Nº PLANO: <b>5</b>

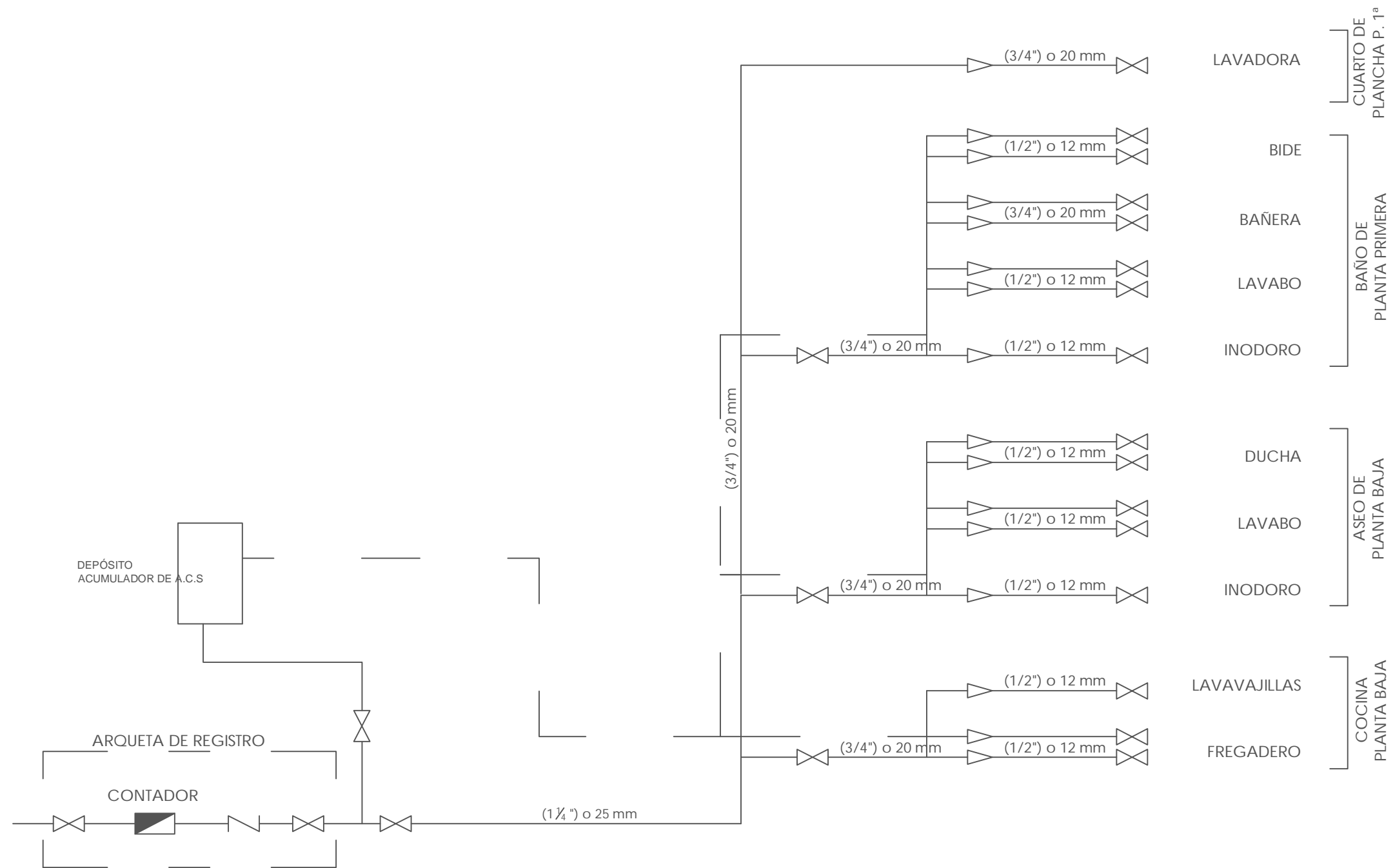


	Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako</i> <i>Unibertsitate Publikoa</i>	<b>E.T.S.I.I.T.</b> INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>		
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>		REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>		
PLANO: <b>ESQUEMA ELÉCTRICO</b>		FIRMA:	FECHA: <b>08/2013</b>	ESCALA:	Nº PLANO: <b>6</b>



LEYENDA INSTALACION FONTANERIA	
	ARQUETA DE REGISTRO CON CONTADOR
	COLUMNAS MONTANTES DE A.F.S. Y A.C.S. CON TUBERIA DE POLIETILENO RETICULADO
	VALVULA DE CORTE GENERAL EN ACOMETIDA DE LUGARES DE CONSUMO
	ACOMETIDA A APARATO SANITARIO CON VALVULA DE REGULACION Y CORTE TIPO NILL
	DISTRIBUCION A.F.S.
	DISTRIBUCION A.C.S.

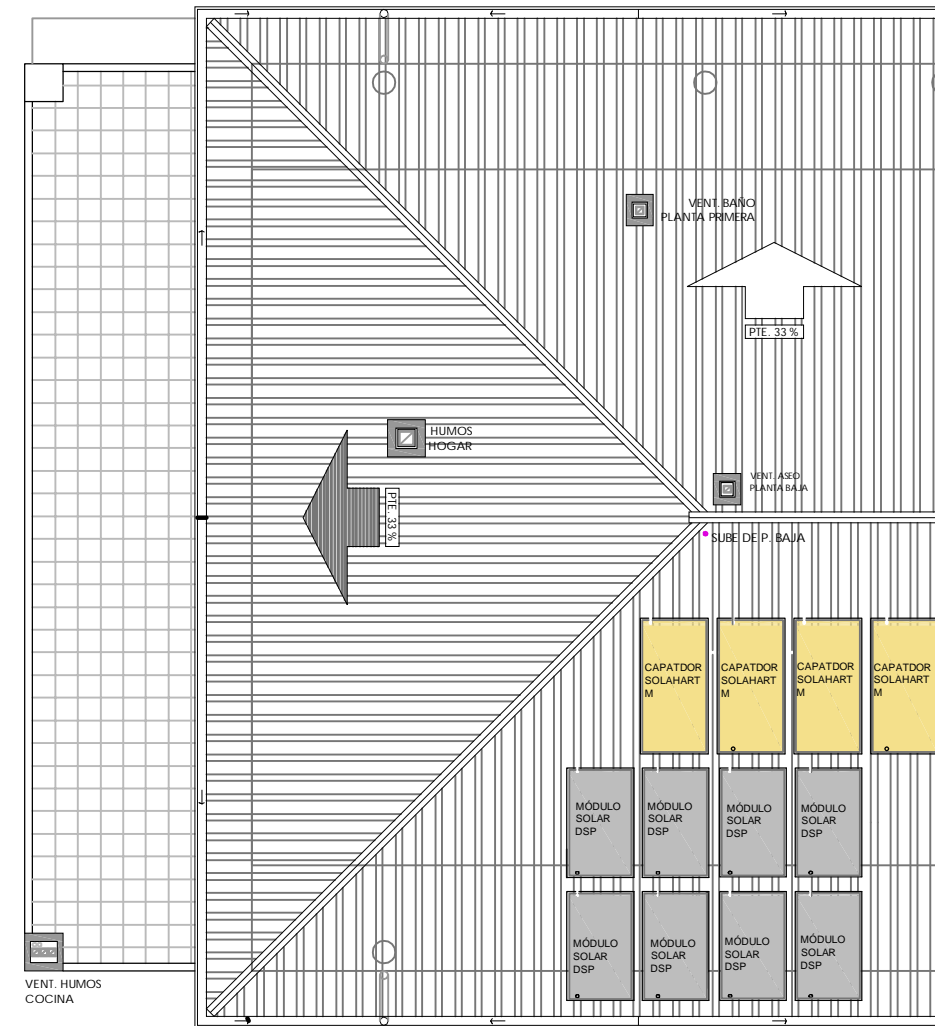
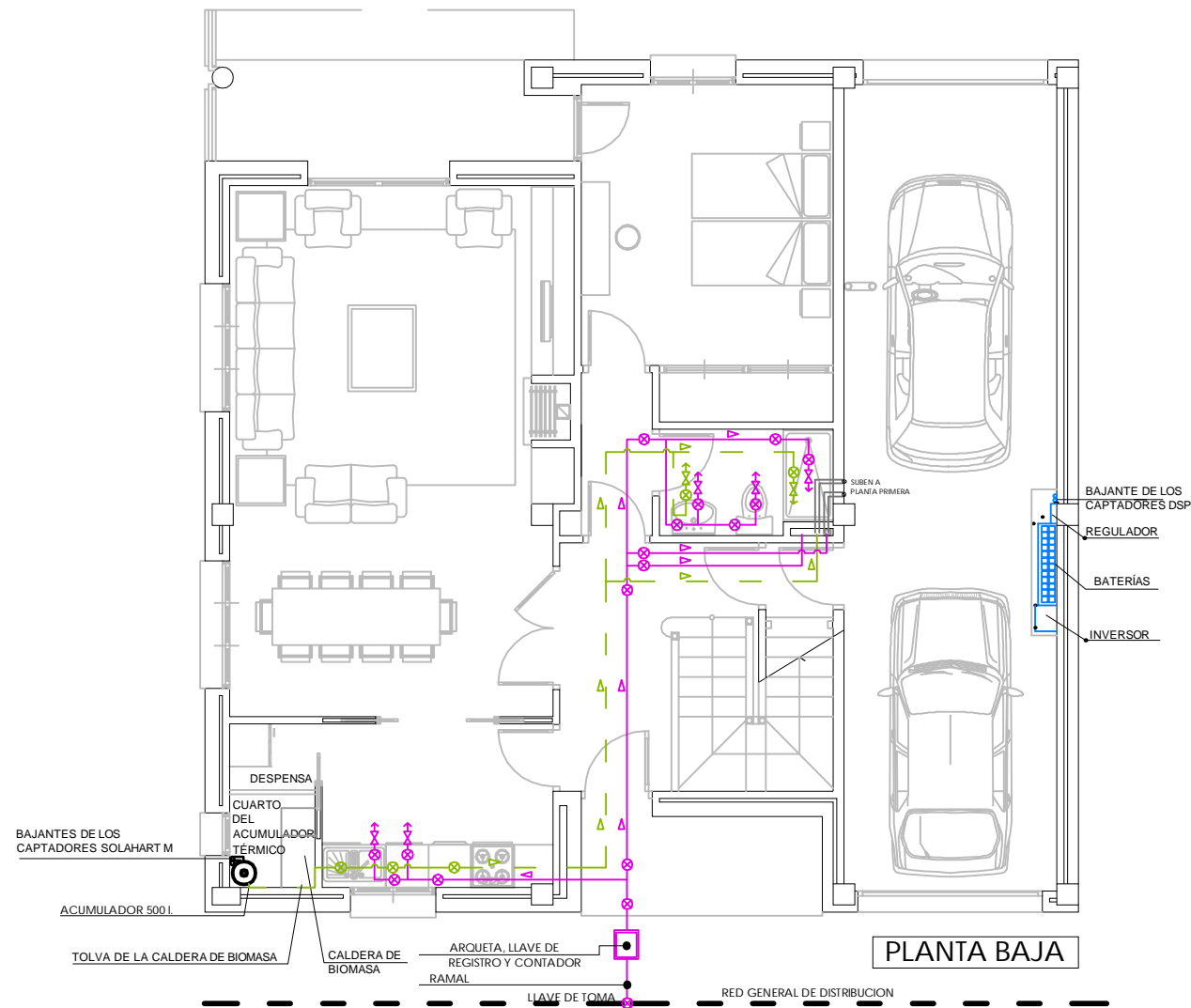
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>	REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>
PLANO: <b>AGUA CALIENTE SANITARIA Y AGUA FRÍA SANITARIA</b>	FIRMA:	FECHA: <b>08/2013</b>
		ESCALA: <b>1:100</b>
		Nº PLANO: <b>7</b>



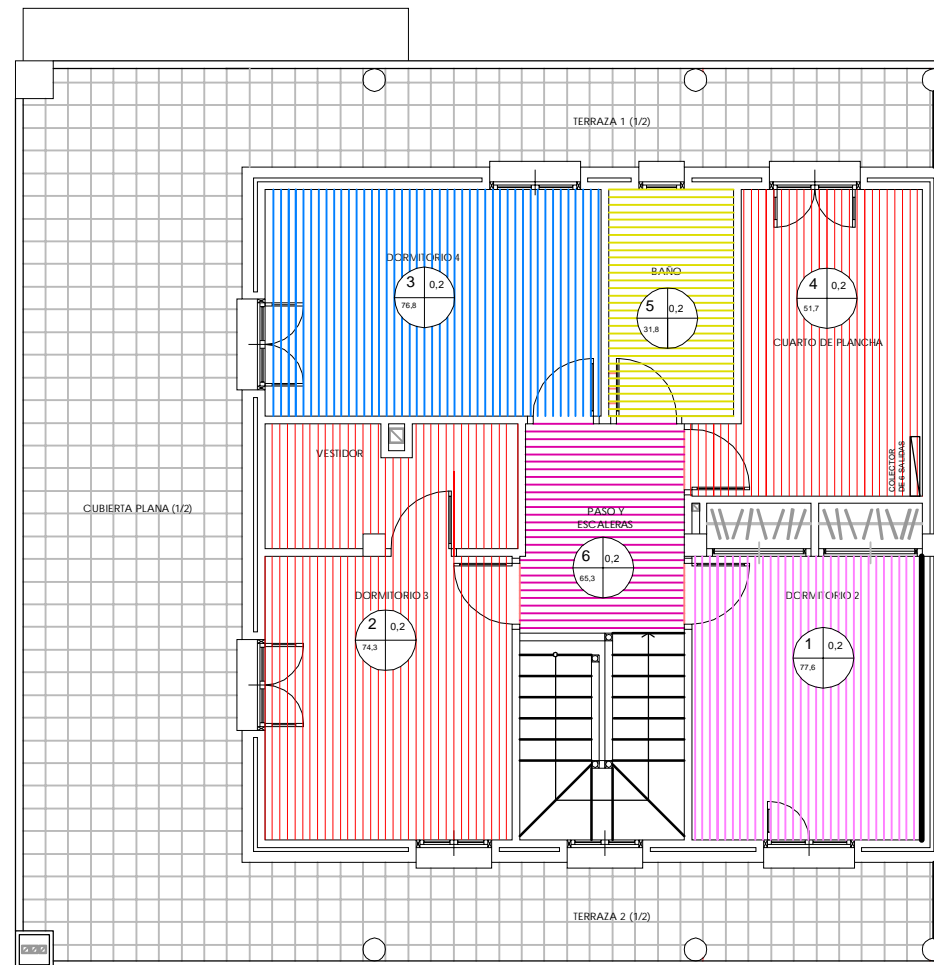
LEYENDA INSTALACION FONTANERIA	
	ARQUETA DE REGISTRO CON CONTADOR
	COLUMNAS MONTANTES DE A.F.S. Y A.C.S. CON TUBERIA DE POLIETILENO RETICULADO
	VALVULA DE CORTE GENERAL EN ACOMETIDA DE LUGARES DE CONSUMO
	ACOMETIDA A APARATO SANITARIO CON VALVULA DE REGULACION Y CORTE TIPO NILL
	DISTRIBUCION A.F.S.
	DISTRIBUCION A.C.S.

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>	
PLANO: <b>ESQUEMA ACS Y AFS</b>		REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>
		FIRMA:
	FECHA: <b>08/2013</b>	ESCALA: N° PLANO: <b>8</b>

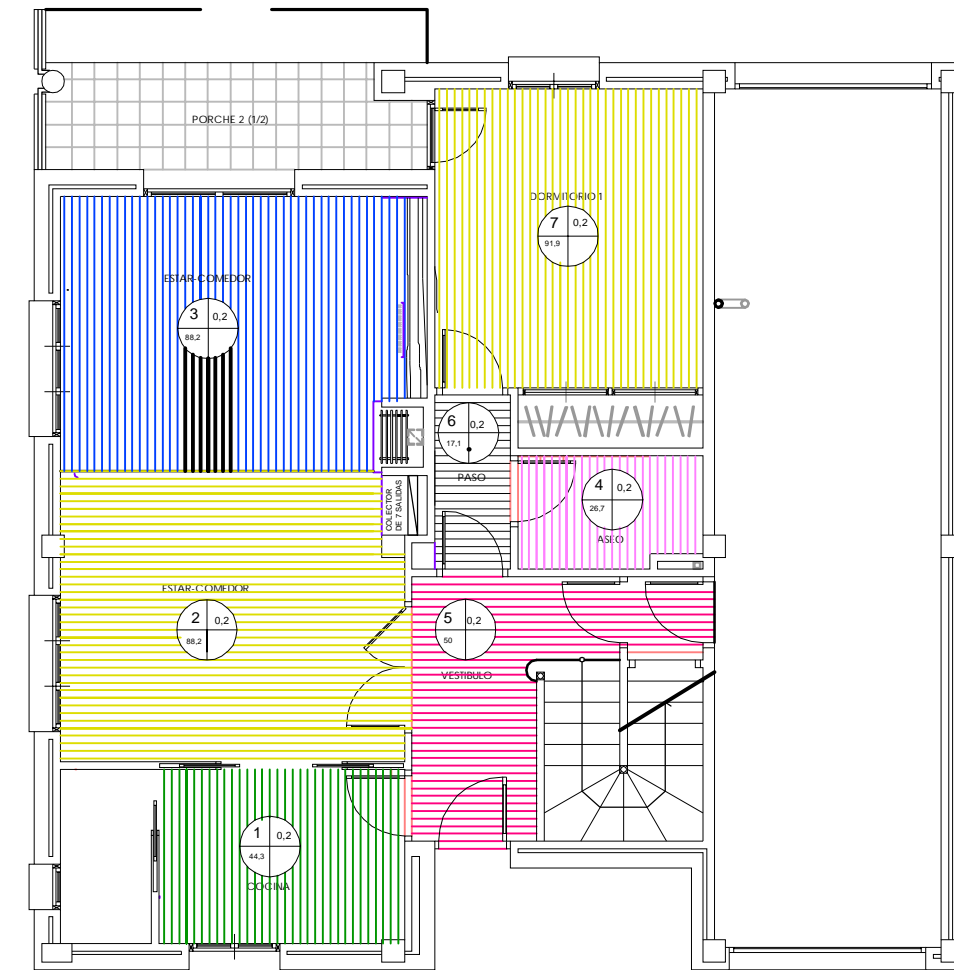




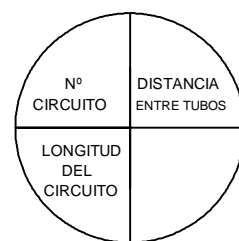
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>			
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>		REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>		
PLANO: <b>INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA Y TÉRMICA</b>		FIRMA:	FECHA: <b>08/2013</b>	ESCALA: <b>1:100</b>	Nº PLANO: <b>9</b>



PLANTA PRIMERA



PLANTA BAJA



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	<b>E.T.S.I.I.T.</b> <b>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</b>	DEPARTAMENTO: <b>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</b>
	PROYECTO: <b>ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR</b>	REALIZADO: <b>ESPIERRIZ CRESPO, MAITANE</b>
PLANO: <b>SUELO RADIANTE</b>	FIRMA:	FECHA: <b>08/2013</b>
	ESCALA: <b>1:100</b>	Nº PLANO: <b>10</b>



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA  
INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO  
ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR”

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

Maitane Espierriz Crespo

Jorge Oderiz Ezcurdia

Pamplona, Septiembre 2013

## Índice

<b>PLIEGO DE CONDICIONES</b> .....	155
<b>4.1 CONDICIONES GENERALES</b> .....	158
4.1.1 Naturaleza y objeto del pliego principal.....	158
4.1.2 Documentación del contrato de obra.....	158
<b>4.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVAS</b> .....	159
4.2.1 Delimitación general de las funciones técnicas.....	159
4.2.2 Obligaciones y derechos generales del contratista .....	161
4.2.3 Preinscripciones generales relativas a los trabajos y a los materiales .....	164
4.2.4 Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida .....	171
<b>4.3 CONDICIONES TÉCNICAS</b> .....	171
4.3.1 Condiciones generales.....	171
4.3.1.1 Dispositivos vigentes.....	172
4.3.2 Sistemas generales fotovoltaicos.....	172
4.3.2.1 Estructura soporte.....	173
4.3.3 Inversores .....	174
4.3.4 Cableado.....	175
4.3.5 Conexión a red .....	176
4.3.6 Medidas.....	176
4.3.7 Protecciones .....	176
4.3.8 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas.....	176
4.3.9 Armónicos y compatibilidad electromagnética.....	177
4.3.10 Conductores de cable y aluminio en BT .....	177
4.3.10.1 Designación de los cables eléctricos de tensiones nominales hasta 450/750V	177
4.3.10.2 Designación de los cables eléctricos nominales entre 1 kV y 30 kV .....	179
4.3.10.3 Tipos de cable a utilizar .....	180
4.3.10.4 Colores .....	181
4.3.11 Canalización por bandeja metálica.....	182
4.3.12 Cuadros eléctricos de distribución .....	183
4.3.12.1 Construcción.....	183
4.3.12.2 Características eléctricas generales .....	184

4.3.12.2.1	Embarrados.....	184
4.3.12.3	Conexionados .....	186
4.3.12.3.1	Conexionado de potencia .....	186
4.3.12.3.2	Conexionado auxiliar .....	187
4.3.12.3.3	Montaje e instalación.....	188
4.3.12.4	Características de los dispositivos de maniobra y protección .....	188
4.3.12.4.1	Interruptores automáticos compactos .....	188
4.3.12.4.2	Protección diferencial.....	190
4.3.12.4.3	Interruptores automáticos .....	191
4.3.13	Precios. Composición de los precios unitarios .....	192

## 4.1 CONDICIONES GENERALES

### 4.1.1 Naturaleza y objeto del pliego principal

El presente Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del Proyecto. Ambos, como parte del proyecto arquitectónico tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Arquitecto y al Aparejador o Arquitecto Técnico y a los laboratorios y entidades de Control de Calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

### 4.1.2 Documentación del contrato de obra

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1. Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
2. El Pliego de Condiciones particulares.
3. El presente Pliego General de Condiciones.
4. El resto de la documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud y el Proyecto de Control de Calidad de la Edificación.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

## 4.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVAS

### 4.2.1 Delimitación general de las funciones técnicas

#### TÉCNICO FACULTATIVO

Corresponde al Técnico Facultativo de este proyecto:

- 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.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación el control de calidad y económico de las obras.
- 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 e Higiene para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Contratista.
- 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 Contratista, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que correspondan.
- 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 obra.

## CONTRATISTA

Corresponde al Contratista:

- Organizar los trabajos de construcción, 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, en concordancia con las previstas en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo aprobada por O.M. 9-3-71.
- Suscribir con el Director Técnico el acta del 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, por iniciativa propia o por prescripción del Director Técnico, los materiales y/o suministros que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- 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.
- Deberá tener siempre en la obra un número proporcionado de obreros a la extensión de los trabajos.

## EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD

El coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- 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 la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.



- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

#### **4.2.2 Obligaciones y derechos generales del contratista**

##### VERIFICACIÓN DE LOS DATOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor 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 Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de las obras.

##### PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE

El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud o en su defecto el Estudio Básico de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la obra o en su defecto a la dirección facultativa.

##### PLAN O PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

El Constructor tendrá a su disposición el Plan o Programa de Control de Calidad de la obra en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los productos, equipos y sistemas, según estén avalados o no por sellos marcas de calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el Proyecto por el Arquitecto o documentación que lo complete.

## OFICINA EN LA OBRA

El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte el Arquitecto.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencia.
- El Plan de Seguridad y Salud y su Libro de Incidencias, si hay para la obra.
- El Programa o Plan de Control de Calidad y su Libro de registro, si hay para la obra.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el Constructor.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

## PRESENCIA DEL CONTRATISTA. JEFE DE OBRA

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

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el Constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

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 Arquitecto para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

### PRESENCIA DE CONSTRUCTOR EN LA OBRA

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

### 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 Arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el Pliego de Condiciones Particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, Promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

### INTERRUPCIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

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

Cuando se trate de 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, estando éste 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 tanto del Aparejador o Arquitecto Técnico como del Arquitecto.

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

## RECLAMACIÓN CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Arquitecto, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

## FALTAS DE PERSONAL

El Director Facultativo, 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 dependientes u operarios causantes de la perturbación.

## SUBCONTRATAS

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### **4.2.3 Preinscripciones generales relativas a los trabajos y a los materiales**

## CAMINOS Y ACCESOS

El Contratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

Así mismo el Contratista se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra con relación al título de la misma y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

## REPLANTEO

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

El Contratista someterá al replanteo a la aprobación del Director Facultativo y una vez éste haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

## INICIO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

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

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

## ORDEN DE LOS TRABAJOS

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

## 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. Ellos 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.

### AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

Cuando sea preciso por motivos imprevistos o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado. El Contratista está obligado a realizad con su personal y sus materiales cuando la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

### PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Contratista, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviera que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Director Técnico. Para ello, el Contratista expondrá, en escrito dirigido al Director 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.

### RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASP 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 hubiese proporcionado.

### 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 Director Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias.

## DOCUMENTACIÓN DE OBRAS OCULTAS

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de La instalación, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Arquitecto; 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.

## TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica” del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Ingeniero, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

## VICIOS OCULTOS

Si el Ingeniero tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que se observen serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente.

## DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA

El Contratista 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 deberá presentar al Ingeniero una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre las marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### MATERIALES NO UTILIZABLES

El Contratista, 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 ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigentes en la obra.

Si no hubiesen preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Ingeniero.

### GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

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.

### LIMPIEZA DE LAS OBRAS E INSTALACIONES

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 un buen aspecto.

### OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Contratista se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.



### RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Quince días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero, a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de Recepción Provisional.

Ésta se realizará con la intervención de un Técnico designado por la Propiedad, del Contratista y del Ingeniero.

Practicando un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados todos ellos.

Desde ésta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, la Dirección Facultativa extenderá 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 dará al Contratista las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirando el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

Al realizarse la Recepción Provisional de las Obras, deberá presentar el Contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos Oficiales de la Provincia, para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. No se efectuará esa Recepción Provisional, ni como es lógico la Definitiva, si no se cumple este requisito.

### DOCUMENTACIÓN DE LA OBRA

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

### MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por el Ingeniero a su medición definitiva, con precisa asistencia del Contratista o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Ingeniero con su

firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

### PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este periodo 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. Una vez aprobada la Recepción y Liquidación Definitiva de las obras.

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.

### CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitivas, correrán a cargo del Contratista. Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador de la instalación, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la Propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

### DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA

La Recepción Definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la Provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la norma conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

## PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

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

### **4.2.4 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 en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Ingeniero, se efectuará una sola recepción definitiva.

## **4.3 CONDICIONES TÉCNICAS**

### **4.3.1 Condiciones generales**

#### CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en las condiciones generales de índole técnica previstas en el Pliego de Condiciones y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos.

#### MATERIALES NO CONSIGNADOS EN EL PROYECTO

Los materiales no consignados en el proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección

Facultativa, no teniendo el Contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### 4.3.1.1 Dispositivos vigentes

Todas las instalaciones que se ejecuten en el desarrollo del presente Proyecto deberán cumplir en primer lugar los siguientes reglamentos:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto de fecha 2 de agosto de 2.002.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, aprobado por Decreto de fecha 12 de Marzo de 1.954.

#### 4.3.2 Sistemas generales fotovoltaicos

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. 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 IP61.

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  $\pm 10\%$  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 valorará positivamente una alta eficiencia de las células. La estructura del generador se conectará a tierra. Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

#### 4.3.2.1 Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBEAE- 88. El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

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 estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la 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 estanqueidad entre módulos se ajustarán a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el cálculo de sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y /o anclajes.

La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV-102 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

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente. - Auto conmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango
- Frecuencias de red fuera de rango
- Sobre tensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor. Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10 % superiores a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.
- El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente. Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

#### 4.3.4 Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente. Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones. Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

#### 4.3.5 Conexión a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663 /2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

#### 4.3.6 Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663 /2000 (artículo 10) sobre medidas y facturación de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### 4.3.7 Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663 /2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución de 31 de mayo de 2001.

En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Un y 0,85 Un respectivamente) serán para cada fase.

#### 4.3.8 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663 /2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.



### 4.3.9 Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663 /2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

### 4.3.10 Conductores de cable y aluminio en BT

#### 4.3.10.1 Designación de los cables eléctricos de tensiones nominales hasta 450/750V

La designación de los cables eléctricos aislados de tensión nominal hasta 450/750 V se designará según las especificaciones de la norma UNE 20.434, que corresponden a un sistema armonizado (Documento de armonización HD-361 de CENELEC) y por tanto son de aplicación en todos los países de Europa Occidental.

El sistema utilizado en la designación es una secuencia de símbolos ordenados, que tienen los siguientes significados:

Posición	Referencia a:	Símbolo	Significado
1	Correspondencia con la normalización	H A ES-N	Cable según normas armonizadas Cable nacional autorizado por CENELEC Cable nacional (sin norma armonizada)
2	Tensión nominal <sup>1</sup>	01 03 05 07	100/100 V 300/300 V 300/500 V 450/750 V
3	Aislamiento	G N2 R S V V2 V3 Z	Etileno-acetato de vinilo Mezcla especial de policloropreno Goma natural o goma de estireno-butadieno Goma de silicona PVC Mezcla de PVC (servicio de 90 °C) Mezcla de PVC (servicio de baja temperatura) Mezcla reticulada a base de poliolefina
4	Revestimientos metálicos	C4	Pantalla de cobre de forma de trenza, sobre el conjunto de conductores aislados reunidos
5	Cubierta y envolvente no metálica	J N Q4 R T T6 V	Trenza de fibra de vidrio Policloropreno Poliámidas (sobre un conductor) Goma natural o goma de estireno-butadieno Trenza textil (impregnada o no) sobre conductores aislados reunidos Trenza textil (impregnada o no) sobre 1 conductor

Posición	Referencia a:	Símbolo	Significado
		V5	PVC Mezcla de PVC (resistente al aceite)
6	Elementos constitutivos y construcciones especiales	D3 D5 Ninguno H H2 H6 H7 H8	Elemento portador constituido por uno o varios componentes (metálicos o textiles) situados en el centro de un cable redondo o repartidos en el interior de un cable plano. Relleno central Cable redondo Cables planos, con o sin cubierta, cuyos conductores aislados pueden separarse Cables planos, con o sin cubierta, cuyos conductores aislados no pueden separarse Cables planos de 3 ó más conductores aislados Doble capa de aislamiento extruída Cable extensible
7	Forma del conductor	-D -E -F -H -K -R -U -Y	Flexible para uso en máquinas de soldar Muy flexible para uso en máquinas de soldar Flexible (clase 5 de la UNE 21.022) para servicio móvil Extraflexible (clase 6 de la UNE 21.022) para servicio móvil Flexible de 1 conductor para instalaciones fijas Rígido de sección circular, de varios alambres cableados Rígido circular de 1 alambre Cintas de cobre arrolladas en hélice alrededor de un soporte textil
8	Nº de conductores	N	Número de conductores
9	Signo de multiplicación	x G	Si no existe conductor amarillo/verde Si existe un conductor amarillo/verde
10	Sección nominal	mm <sup>2</sup>	Sección nominal <sup>2</sup>

1. Indicará los valores de  $U_0$  y  $U$  en la forma  $U_0/U$  expresado en kV, siendo:

$U_0$  = Valor eficaz entre cualquier conductor aislado y tierra.

$U$  = Valor eficaz entre 2 conductores de fase cualquiera de un cable multipolar o de un sistema de cables unipolares.

2. En los conductores "oropel" no se especifica la sección nominal después del símbolo

Y. En esta tabla se incluyen los símbolos utilizados en la denominación de los tipos constructivos de los cables de uso general en España de las siguientes normas UNE:

- UNE 21.031 (HD-21) Cables aislados con PVC de tensiones nominales inferiores o iguales a 450/750 V.

- UNE 21.027 (HD-22) Cables aislados con goma de tensiones nominales inferiores o iguales a 450/750 V.

- UNE 21.153 (HD-359) Cables flexibles planos con cubierta de PVC.

- UNE 21.031-13 Cables aislados de policloruro de vinilo (PVC) de tensiones asignadas inferiores o iguales a 450/750 V. Parte 13: Cables de dos o más conductores con cubierta de PVC resistente al aceite.

#### 4.3.10.2 Designación de los cables eléctricos nominales entre 1 kV y 30 kV

La designación de los cables de tensiones nominales entre 1 y 30 kV se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.123. Las siglas de la designación indicarán las siguientes características:

- Tipo constructivo
- Tensión nominal del cable en kV
- Indicaciones relativas a los conductores

Característica	Posición	Referencia a:	Símbolo	Significado
Tipo constructivo	1	Aislamiento	V E R D	PVC Poliétileno Poliétileno reticulado Etileno propileno
	2	Pantallas (cables campo radial)	H HO	Pantalla semiconductor sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica individual Pantalla semiconductor sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica sobre el conjunto de los conductores aislados (cables tripolares)
	3	Cubierta de separación	E V N I	Poliétileno PVC Policloropreno Poliétileno clorosulfonado
	4	Protecciones metálicas	O F FA M M2 MA Q QA P A AW T TA TC	Pantalla sobre el conjunto de los conductores aislados cableados Armadura de flejes de acero Armadura de flejes de aluminio o aleación de aluminio Armadura de alambres de acero Armadura filísticas alambres de acero Armadura de alambres de aluminio o aleación de alum. Armadura de pletinas de acero Armadura de pletinas de aluminio o aleación de alum. Tubo continuo de plomo Tubo liso de aluminio Tubo coarrugado de aluminio Trenza hilos de acero Trenza hilos de aluminio o aleación de aluminio Trenza hilos de cobre
	5	Cubierta exterior	E V N I	Poliétileno PVC Policloropreno Poliétileno clorosulfonado

Característica	Posición	Referencia a:	Símbolo	Significado
Tensión nominal	6	Tensión nominal <sup>a</sup>	U <sub>0</sub> /U <sub>L</sub>	
Conductores	7	Nº conductores	N x	
	8	Sección nominal	S mm <sup>2</sup>	
	9	Forma del conductor	K S ninguno	Circular compacta Sectorial Circular no compacto
	10	Naturaleza del conductor	Al ninguno	Aluminio Cobre
	11	Pantalla metálica	+H Sec. +O Sec.	Pantalla individual. Sección en mm <sup>2</sup> Pantalla conjunta. Sección en mm <sup>2</sup>

1. Indicará los valores de U<sub>0</sub> y U en la forma U<sub>0</sub>/U expresado en kV, siendo:

U<sub>0</sub> = Valor eficaz entre cualquier conductor aislado y tierra.

U = Valor eficaz entre 2 conductores de fase cualquiera de un cable multipolar o de un sistema de cables unipolares.

#### 4.3.10.3 Tipos de cable a utilizar

Los conductores aislados serán del tipo y denominación que se fijan en el Proyecto y para cada caso particular, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido. Se ajustarán a las Normas UNE 21.031, 21.022 y 21.123.

Los conductores a utilizar serán, salvo que se especifiquen otros distintos en otros documentos del proyecto, los siguientes:

- Los conductores que constituyen las líneas de alimentación a cuadros eléctricos corresponderán a la designación VV 0,6/1 kV.
- Los conductores de potencia para la alimentación a motores corresponderán a la designación VV 0,6/1 kV.
- Los cables para las líneas de mando y control corresponderán a la designación VV500F.

En las instalaciones en las cuales se especifique que deban colocarse cables no propagadores del incendio y sin emisión de humos ni gases tóxicos y corrosivos (UNE 21031), éstas deberán satisfacer los niveles de seguridad siguientes:

CARACTERÍSTICAS	NORMAS	VALORES S/NORMA
NO PROP. DE LA LLAMA	UNE-EN 50265-2-1	PASAR ENSAYO
NO PROP. DEL INCENDIO	UNE-EN 50266-2 UNE-EN 50266-1	PASAR ENSAYO
SIN EMISIÓN DE HALOGENOS	UNE-EN 50267 BS-6425.1	DESPRECIABLE
SIN CORROSIVIDAD	UNE-EN 50267-2-3	pH > 4,3 c < 10 µS/mm
SIN DESPRENDIMIENTO DE HUMOS OPACOS (Transmitancia luminosa)	UNE-EN 50268	> 60 %

Las secciones mínimas utilizadas serán de 1,5 mm<sup>2</sup> en las líneas de mando y control y de 2,5 mm<sup>2</sup> en las líneas de potencia.

#### 4.3.10.4 Colores

Los colores de los conductores aislados estarán de acuerdo con la norma UNE 21.089, y serán los de la siguiente tabla:

COLOR	CONDUCTOR
Amarillo- verde	Protección
Azul claro	Neutro
Negro	Fase
Marrón	Fase
Gris	Fase

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la Instrucción ITC-BT-20. Identificación Cada extremo del cable habrá de suministrarse con un medio autorizado de identificación.

Este requisito tendrá vigencia especialmente para todos los cables que terminen en la parte posterior o en la base de un cuadro de mandos y en cualquier otra circunstancia en que la función del cable no sea evidente de inmediato.

Los medios de identificación serán etiquetas de plástico rotulado, firmemente sujetas al cajetín que precinta el cable o al cable.

Los conductores de todos los cables de control habrán de ir identificados a título individual en todas las terminaciones por medio de células de plástico autorizadas que lleven rotulados caracteres indelebles, con arreglo a la numeración que figure en los diagramas de cableado pertinentes.

#### 4.3.11 Canalización por bandeja metálica

Las bandejas que se utilicen para las conducciones eléctricas serán metálicas, galvanizadas por inmersión en zinc fundido y ranuradas para facilitar la fijación y ordenación de los cables. Cumplirán las referencias de las normas UNE-EN 50.085. y UNE EN 60.695. Tendrán un grado de protección 10 contra daños mecánicos (UNE-EN 50102). Se utilizarán accesorios standard del fabricante para codos, ángulos, quiebros, cruces o recorridos no standard. No se cortarán o torcerán los canales para conformar bridas u otros elementos de fijación o acoplamiento.

Se utilizarán longitudes standard para los tramos no inferiores a 2 m de longitud. Los puntos de suportación se situarán a la distancia que fije el fabricante, de acuerdo a las específicas condiciones de montaje, no debiendo exceder entre si una separación mayor a 1,5 m. Se instalarán elementos internos de fijación y retención de cables a intervalos periódicos comprendidos entre 0,25 m (conductores de diámetro hasta 9 mm) y 0,55 m (conductores de diámetro superior).

El número máximo de cables instalados en un canal no excederán a los que se permitan de acuerdo a las normativas de referencia y las instrucciones del fabricante. El canal será dimensionado sobre estas bases a no ser que se defina o acuerde lo contrario.

En aquellos casos en que el canal atraviese muros, paredes y techos no combustibles, barreras contra el fuego no metálicas deberán ser instaladas en el canal. Deberán ser instaladas barreras similares en los recorridos verticales en los patinillos, y a intervalos inferiores a 3 m.

Los canales serán equipados con tapas del mismo material que el canal y serán totalmente desmontables a lo largo de la longitud entera de estos. La tapa será suministrada en longitudes inferiores a 2 m.

En los casos en que sean necesarios separadores en los canales la terminación de los separadores será el mismo standard que la de canal.

Los acoplamientos cubrirán la total superficie interna del canal y serán diseñados de forma que la sección general del canal case exactamente con las juntas de acoplamiento.

Las conexiones a canalizaciones, cajas múltiples, interruptores, aparata en general y cuadros de distribución serán realizadas por medio de unidades de acoplamiento embridadas. Cuando los canales crucen juntas de expansión del edificio se realizará una junta en el canal.

Las conexiones en este punto serán realizadas con perforaciones de fijación elípticas de forma que se permita un movimiento de 10 mm en ambos sentidos horizontal y vertical.

En los canales de montaje vertical se instalarán, racks de fijaciones para soportar los cables y prevenir el trabajo de los cables en los cambios de dirección, de horizontal a plano vertical.

Los canales metálicos son masas eléctricamente definibles de acuerdo con la normativa CEI 64-8/668 y como tales deberán ser conectados a tierra en toda su longitud. Se conectarán a tierra mediante un conductor de cobre descubierto de 50 mm<sup>2</sup> de sección, debiendo tener un punto de conexión en cada tramo independientemente.

#### 4.3.12 Cuadros eléctricos de distribución

Para la centralización de elementos de medida, protección, mando y control, se dispondrán cuadros eléctricos contruidos de acuerdo con los esquemas fijados en los planos.

Los cuadros eléctricos habrán de atenerse totalmente a los requisitos de las Normas UNEEN 60439-3 y UNE 20324. Todos los componentes de material plástico responderán al requisito de autoextinguibilidad conforme a la norma UNE-EN 60695-2 (CEI-695.2.1.)

El aparellaje y materiales utilizados para la construcción de los cuadros serán los indicados en el presente proyecto (memoria, presupuesto y esquemas) o similares siempre que sean aceptados por la Dirección Facultativa.

##### 4.3.12.1 Construcción

La estructura del cuadro será metálica de concepción modular ampliable. Los paneles perimetrales tendrán un espesor no inferior a 10/10 (secundarios) y 15/10 (principales). El grado de protección del conjunto será IP40 IK07 (secundarios) e IP30 IK07 (principales), según REBT con un grado de protección mínimo IP30 e IK07.

Se dimensionarán en espacio y elementos básicos para ampliar su capacidad en un 30% de la prevista inicialmente.

Los cuadros deberán ser ampliables, los paneles perimetrales deberán ser extraíbles por medio de tornillos. Estos tornillos serán de clase 8/8 con un tratamiento anticorrosivo a base de zinc. El panel posterior deberá ser fijo o pivotante con bisagras. La puerta frontal estará provista de cierre con llave; el revestimiento frontal estará constituido de vidrio templado.

Para la previsión de la posibilidad de inspección del resto del cuadro, todos los componentes eléctricos serán fácilmente accesibles por el frontal mediante tapas atornilladas o con bisagras.

Sobre el panel anterior estarán previstos agujeros para el paso de los órganos de mando. Todo el aparellaje quedará fijado sobre carriles DIN o sobre paneles y traveseros específicos. La totalidad de los elementos de sujeción y fijación serán estandarizados y de la misma fabricación que los componentes principales.

Los instrumentos y las lámparas de señalización serán montados sobre paneles frontales. La estructura tendrá una concepción modular, permitiendo las extensiones futuras. Grado de protección adaptable sobre la misma armadura (estructura), de un IP30 a IP54; o IP55. Para garantizar una eficaz resistencia a la corrosión, la estructura y los paneles deberán estar oportunamente tratados y barnizados.

El tratamiento base deberá prever el lavado, la fosfatización más pasivación por cromo o la electrozincación de las láminas. Las láminas estarán barnizadas con pintura termoendurecida a base de resinas epoxi mezcladas con resina poliéster, color final beige liso y semilúcido con espesor mínimo de 40 micrones.

Se cuidará la conveniente aireación del interior de los cuadros disponiendo, si es necesario, ventanillas laterales en forma de celosía, que permitan la entrada de aire pero impida el acceso de cuerpos extraños. Si a causa de las condiciones de trabajo de los cuadros, se prevén temperaturas superiores a 40 °C en su interior, se adoptará el sistema de ventilación forzada, con termostato incorporado. Cuando así se soliciten los cuadros se suministrarán en ejecución precintable, bien sea su conjunto o partes del mismo.

#### **4.3.12.2 Características eléctricas generales**

##### **4.3.12.2.1 Embarrados**

Se dispondrá un sistema de barras de distribución formado básicamente por un soporte fijo compacto de tres polos más neutro. Las barras serán perforadas de cobre electrolítico, estañadas y pintadas. El dimensionado y número de barras así como la



separación entre ellas serán las recomendadas por el fabricante de acuerdo con las características eléctricas señaladas.

Las barras serán de cobre, perforadas y se fijarán al armario con la ayuda de soportes fijos que acepten hasta 3 barras por fase. La elección de la sección de las barras se realizará de acuerdo con la intensidad permanente y la corriente de cortocircuito que han de soportar.

Las derivaciones de barras generales a aparellaje se harán con pletinas de cobre dimensionadas para la intensidad máxima prevista. Cuando la intensidad sea inferior a un 50% a la admisible en la pletina normalizada de menor sección, las conexiones se harán con conductores flexibles de cobre, aislamiento de servicio 750 V (hasta 6 mm<sup>2</sup>) y 1.000 V (superiores) con terminales a presión adecuados a la sección empleada. Los cables se recogerán en canaletas aislantes clase M1 sobredimensionadas en un 30%.

nº barras por fase	Sección	Intensidad admisible a 35 °C (A)	I cc máxima (A eff)
1	15 x 5	160	25
	20 x 5	250	20
	32 x 5	400	22
	50 x 5	600	30
	63 x 5	700	39
	80 x 5	900	52
	100 x 5	1.050	66
125 x 5	1.200	75	
2	50 x 5	1.000	66
	63 x 5	1.150	85
	80 x 5	1.450	85
	100 x 5	1.600	85
	125 x 5	1.950	85
3	63 x 5	1.600	85
	80 x 5	1.900	85
	100 x 5	2.200	85
	125 x 5	2.800	85

Dependiendo del valor de la corriente de cortocircuito, la separación máxima entre los soportes del juego de barras se calculará de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Dispositivos de maniobra y protección Serán objeto de preferencia conjuntos que incorporen dispositivos principalmente del mismo constructor.

Deberá ser garantizada una fácil individualización de la maniobra de enchufado, que deberá por tanto estar concentrada en el frontal del compartimiento.

En el interior deberá ser posible una inspección rápida y un fácil mantenimiento.

La distancia entre los dispositivos y las eventuales separaciones metálicas deberán impedir que interrupciones de elevadas corrientes de cortocircuito o averías notables puedan afectar el equipamiento eléctrico montado en compartimentos adyacentes.

Deberán estar en cada caso garantizadas las distancias (perímetros de seguridad) del conjunto.

Todos los componentes eléctricos y electrónicos deberán tener una tarjeta de identificación que se corresponda con el servicio indicado en el esquema eléctrico.

Todos los conjuntos de interruptor e interruptor-diferencial estarán equipados con contactos de señalización y de disparo que permitan saber su estado desde un sistema de gestión.

Todos los circuitos gobernados por contactores dispondrán de un selector para mando manual o automático y de contactos abiertos y cerrados para poder ser accionados a distancia. La maniobra será independiente para cada contactor.

Los interruptores diferenciales que se intercalen en circuitos de alimentación a ordenadores deberán responder a la clase A “SI”, súper inmunizados. Los interruptores automáticos magneto térmicos carril DIN serán de curva C, salvo que se especifique otra distinta, serán de corte omnipolar con protección activa en todos los polos.

Los interruptores automáticos de calibres superiores serán de caja moldeada con seccionamiento de corte plenamente aparente. Estarán equipados con bloques de relés magneto térmica o electrónica para protección estándar, salvo que se especifique otra distinta. La intensidad de regulación asignada corresponderá a la nominal más baja que permita el bloque de relés. Serán de corte omnipolar con protección activa en todos los polos.

Los interruptores estarán normalmente alimentados por la parte superior, salvo diversas exigencias de instalación; en tal caso podrán estar previstas diversas soluciones.

Tanto en el exterior de los cuadros como en su interior, se dispondrán rótulos para la identificación del aparellaje eléctrico con el fin de poder determinar en cualquier momento el circuito al que pertenecen. Los rótulos exteriores serán grabados imborrables, de material plástico o metálico, fijados de forma imperdible e indicarán las funciones o servicios de cada elemento.

### **4.3.12.3 Conexionados**

#### **4.3.12.3.1 Conexionado de potencia**

El aparellaje eléctrico se dispondrá en forma adecuada para conseguir un fácil acceso en caso de avería.

Se dispondrá una borna de conexión para la puesta a tierra de cada cuadro. Todos los componentes metálicos que constituyen la carpintería del cuadro y la suportación del aparellaje estarán unidos eléctricamente y conectados a una pletina de puesta a tierra a la que se conectarán los conductores de tierra de cada uno de los circuitos que salen del cuadro.

Todo el cableado interior de los cuadros, se canalizará por canaleta independiente para el control y maniobra con el circuito de potencia y estará debidamente numerado de acuerdo con los esquemas y planos que se faciliten, de manera que en cualquier momento sean perfectamente identificados todos los circuitos eléctricos.

Asimismo se deberán numerar todas las bornas de conexión para las líneas que salgan de los cuadros de distribución así como las barras mediante señales autoadhesivas según la fase. Todas las conexiones se efectuarán con terminal a presión adecuado.

Los cables eléctricos empleados deberán responder a la categoría de no propagadores del incendio y sin emisión de humos ni gases tóxicos. La sección de los conductores será la que se señala en las ITC-BT-06/ITC-BT-07/ ITC-BT-19 en las condiciones de instalación que en ellas se contemplan.

Los conductores serán dimensionados para la corriente nominal de cada interruptor. Los bornes y terminales de conexión, serán perfectamente accesibles y dimensionados ampliamente, con arreglo a las secciones de cable indicadas. Las entradas y salidas de cables exteriores se harán por zanja o canal debajo del cuadro.

#### **4.3.12.3.2 Conexión auxiliar**

Será en conductor flexible con aislamiento de 3 kV, con las siguientes secciones mínimas:

- 4 mm<sup>2</sup> para los T.C. (transformadores de corriente) - 2,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de mando
- 1,5 mm<sup>2</sup> para los circuitos de señalización y transformadores de tensión

Cada conductor estará completado de un anillo numerado correspondiendo al número sobre la regletera y sobre el esquema funcional.

Deberán estar identificados los conductores para los diversos servicios (auxiliares en alterna, corriente continua, circuitos de alarma, circuitos de mando, circuitos de señalización), utilizando conductores con cubierta distinta o poniendo en las extremidades anillos coloreados.

#### 4.3.12.3 Montaje e instalación

Las dimensiones de los cuadros permitirán un cómodo mantenimiento y serán propuestas por las empresas licitantes, así como el tipo de construcción y disposición de aparatos, embarrados, etc. Junto con la oferta se facilitarán los croquis necesarios para una perfecta comprensión de las soluciones presentadas.

Se adjuntará asimismo el esquema de cuadro, en el que se identifiquen fácilmente circuitos y aparellaje. Se preverá un soporte adecuado para el esquema del cuadro, que se entregará por triplicado y en formato reproducible.

Los cuadros deberán ser montados y conexionados en taller para asegurar su calidad, la correcta disposición de todos sus elementos y su adecuada señalización y para facilitar las tareas de control y pruebas exigibles.

El instalador deberá comprobar que las medidas exteriores de los cuadros están en relación con las de los espacios en donde deben quedar ubicados.

El instalador deberá verificar las características de los equipos que se alimentan de los cuadros para asegurarse del que el calibrado de las protecciones y el dimensionado de las conexiones son los adecuados.

#### 4.3.12.4 Características de los dispositivos de maniobra y protección

##### 4.3.12.4.1 Interruptores automáticos compactos

Los interruptores automáticos de baja tensión en caja moldeada cumplirán con las recomendaciones internacionales y con las normas de los principales países europeos.

Cumplirán también con la norma europea para aparata de baja tensión UNE-EN 60947. En particular, será de aplicación la parte 2, referente a interruptores automáticos (UNEEN60947-2).

Grados de protección de estos aparatos en cofres o armario:

Empuñadura vista: IP.40 IK

Mando rotativo directo: IP.40 IK

Mando rotativo prolongado: IP.55 IK

Telemando: IP.40 IK

### Características eléctricas

Las características eléctricas generales de los interruptores se enumeran a continuación. El resto de características se detallan en la memoria y esquemas de cuadros:

Intensidad asignada: 100 - 3 200 A

Tensión asignada de aislamiento: 660 V

Frecuencia asignada: 50/60 Hz

Nº de polos: 2-3 o 4

Poder de corte (380/415 V): 35 kA eff ( $P_n < 800$  kVA \*) 70

kA eff ( $800 < P_n < 2 \times 800$  kVA \*)

150 kA eff ( $2 \times 800 < P_n < 2 \times 1\ 600$  kVA \*)

### Relés:

Magnetotérmicos: 100 - 630 A

Electrónicos: 400 - 3 200 A

Instalación: Fija

\* Transformadores encapsulados en resinas  $U_{cc} = 6\%$  hasta 1 250 kVA

$U_{cc} = 8\%$  para 1 600 kVA

### Relés

Protecciones contra las sobrecargas mediante relés térmicos regulables de 0,7 a 1 veces  $I_r$  (A). Umbral máximo todos los polos cargados.

Protecciones contra los cortocircuitos mediante relés magnéticos fijos o regulables, igual a  $I_{rm}$  (A). Umbral 2 polos cargados.

En lugar de los relés térmicos y magnéticos, se podrán utilizar unidades de control electrónico con protección contra las sobrecargas mediante dispositivo electrónico "largo retardo" y protección contra los cortocircuitos mediante dispositivo electrónico instantáneo.

#### PROTECCIÓN LARGO RETARDO regulable

Umbral de regulación  $I_r = I_n \times$  de 0,4 a 1

Tiempo de disparo a  $1,5 I_r(s)$  120

#### PROTECCIÓN INSTANTÁNEA regulable

Umbral de regulación  $I_{inst} = I_n \times$  de 2 a 10

Precisión  $\pm 15 \%$

Auxiliares y accesorios Auxiliares adaptables:

- Contactos auxiliares.
- Bobina de mínima.
- Bobina de emisión.

Accesorios adaptables:

- Cubre bornes.
- Accesorios de conexionado.
- Enclavamiento por candado.
- Enclavamiento por cerradura.
- Mando rotativo.

#### 4.3.12.4.2 Protección diferencial

En los casos que se especifiquen en la memoria o los esquemas de cuadros, los interruptores automáticos llevarán asociada una protección diferencial consistente en un dispositivo diferencial residual, un bloque diferencial o un relé diferencial con transformador toroidal separado.

Estos dispositivos deberán estar conformes con la normativa vigente y protegidos contra los disparos intempestivos. Deberán ser regulables en sensibilidad y en tiempo.

#### TELEMANDO

En los casos que se especifiquen en la memoria o los esquemas de cuadros, los interruptores podrán estar equipados con un telemando que permita pueda ser accionado a

distancia por dos o tres señales a manera de impulsos: apertura, cierre, rearme. Por otro lado, el interruptor automático podrá ser accionado manualmente.

### PRUEBAS

Todos los tipos de interruptores mencionados deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos a esta clase de material en la norma UNE-EN 60.898.

#### **4.3.12.4.3 Interruptores automáticos**

Los interruptores automáticos serán del tipo y denominación que se fijan en el proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, lleven impresa la marca de conformidad a Normas UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores automáticos podrán utilizarse para la protección de líneas y circuitos.

Todos los interruptores automáticos deberán estar provistos de un dispositivo de sujeción a presión para que puedan fijarse rápidamente y de manera segura a un carril normalizado.

Para la protección de circuitos monofásicos se utilizarán interruptores bipolares con 2 polos protegidos.

Los contactos de los automáticos deberán estar fabricados con material resistente a la fusión.

Todos los tipos de interruptores mencionados deberán haber sido sometidos a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y demás ensayos, exigidos a esta clase de material en la norma UNE-EN 60 898.

En caso de que se acepte material no nacional, este se acompañará de documentación en la que se indique que este tipo de interruptor se ha ensayado de acuerdo con la Norma nacional que corresponde y concuerda con la IEC 898.

**Interruptores diferenciales** Los interruptores diferenciales serán del tipo y denominación que se fijan en el Proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido, cumplan las Normas UNE 20 383 y UNE-EN 61 008-1, lleven impresa la marca de conformidad a Norma UNE y haya sido dada la conformidad por la Dirección Facultativa.

Estos interruptores de protección tienen como misión evitar las corrientes de derivación a tierra que puedan ser peligrosas, y que normalmente es independiente de la protección magneto térmica de circuitos y aparatos salvo en caso de utilización de “VIGI” (UNE-EN 61 009-1).

Reaccionarán con toda la intensidad de derivación a tierra que alcance o supere el valor de la sensibilidad del interruptor.

La capacidad de maniobra debe garantizar que se produzca una desconexión perfecta en caso de cortocircuito y simultánea derivación a tierra.

Por él deberán pasar todos los conductores que sirvan de alimentación a los aparatos receptores, incluso el neutro.

Se deberá garantizar la inmunidad contra disparos intempestivos en un mínimo de 250 A de cresta para los instantáneos y de 3 kA de cresta para los selectivos, según onda 8/20  $\mu$ s. La gama residencial solamente podrá utilizarse para su uso específico.

En los interruptores diferenciales del tipo súper inmunizado (SI) se deberá garantizar la inmunidad contra disparos intempestivos en un mínimo de 3 kA de cresta para los instantáneos y de 5 kA de cresta para los selectivos según onda 8/20  $\mu$ s.

#### **4.3.13 Precios. Composición de los precios unitarios**

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

Se considerarán 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, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.



Se considerarán costes indirectos:

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de los almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc, los 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 considerarán gastos generales:

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos o indirectos (en los contratos de obra de Administración Pública a este porcentaje se establece un 13%).

Beneficio Industrial:

El beneficio industrial del Contratista se establece en el 6 % sobre la suma de las anteriores partidas. Precio de Ejecución Material:

Se denominara Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

El Precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial. El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

### PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra ajena cualquiera, se contratase a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución Material, más el tanto por ciento (%). Sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13 % y el Beneficio se estima normalmente en 6 %, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

### PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios solo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero decida introducir unidades o cambios de calidad en algunas de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Ingeniero 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, 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.

### RECLAMACIONES DE 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 desde los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencias Facultativas).

### FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

En ningún caso podrá alegar el Contratista, los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de forma de medir las unidades de obra ejecutadas, se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego General de Condiciones Técnicas, y en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

### DE LA REVISIÓN DE LOS 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 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.

### ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA  
INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO  
ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR”

## **PRESUPUESTO**

Maitane Espierriz Crespo

Jorge Oderiz Ezcurdia

Pamplona, Septiembre 201

## Índice

<b>PRESUPUESTO</b> .....	196
<b>5.1 ESTADO DE MEDICIONES</b> .....	198
5.1.1 Sistema fotovoltaico.....	198
5.1.2 Instalación de baja tensión .....	199
5.1.3 Sistema solar térmico .....	201
5.1.4 Caldera de biomasa .....	201
5.1.5 Instalación de suelo radiante .....	202
<b>5.2 CUADRO DE PRECIOS</b> .....	204
5.2.1 Sistema fotovoltaico.....	204
5.2.2 Sistema de baja tensión .....	205
5.2.3 Sistema solar térmico .....	207
5.2.4 Caldera de biomasa .....	207
5.2.5 Instalación de suelo radiante .....	208
<b>5.3 PRESUPUESTO</b> .....	210
5.3.1 Sistema fotovoltaico.....	210
5.3.2 Instalación de baja tensión .....	211
5.3.3 Sistema solar térmico .....	213
5.3.4 Caldera de biomasa .....	214
5.3.5 Instalación del suelo radiante .....	215
<b>5.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b> .....	217

## 5.1 ESTADO DE MEDICIONES

### 5.1.1 Sistema fotovoltaico

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
C01E01	Uds	Módulo Solar EX-280M, de silicio monocristalino. Potencia máxima 280 W, tensión nominal 24 V, eficiencia del módulo 14,5 %. Dimensiones: 1960 x 990 x 45 (mm). Garantía 10 años.	8,00
C01E02	Uds	Regulador de carga XANTREX C40, con desconexión de baja tensión y reconexión automática o manual seleccionable por el usuario. Incluye BTS; sensor temperatura de la batería. Tensión nominal 48 V, intensidad máxima 40 A. garantía 2 años.	1,00
C01E03	Uds	Batería OPzS Hawker. Con capacidad (100h) de 1799Ah, tensión nominal 2 V y dimensiones: 275 x 210 x 684 (mm).	24,00
C01E04	Uds	Inversor XW6048-230-50, potencia 6000 W, tensión 230 V. Eficiencia máxima 95,4 %.	1,00
C01E05	Uds	Pack instalación de los módulos en el tejado. Incluye material: carriles, unión entre carriles, sujeción entre paneles, sujeción final de paneles y anclaje al tejado. Incluye también mano de obra. Completamente instalado	8,00

**5.1.2 Instalación de baja tensión**

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
C02E01	Uds	Armario de protección para interruptores magneto térmicos de 32, 63, 250 y 400 A.	1,00
<b>TENDIDO</b>			
C02E02	m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 10 mm <sup>2</sup>	15,00
C02E03	m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 50 mm <sup>2</sup>	10,00
C02E04	m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 95 mm <sup>2</sup>	1,00
C02E05	m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 185 mm <sup>2</sup>	1,00
<b>PROTECCIONES</b>			
C02E06	Uds	Interruptor en carga para maniobra. Corriente de empleo de 40 A.	1,00

---

C02E07	Uds	Interruptor automático de la casa Schneider; de poder de corte 6 kA e intensidad 32 A. Colocado en armario de protección.	1,00
C02E08	Uds	Interruptor automático Merlin Gerin NG125N; de poder de corte 25 kA e intensidad 63 A. Colocado en armario de protección.	1,00
C02E09	Uds	Interruptor automático tripolar Tmax T5 de la casa ABB, de intensidad nominal 400 A y poder de corte 180 kA. Colocado en armario de protección.	1,00
C02E10	Uds	Interruptor automático tripolar Tmax T4 de la casa ABB, de intensidad nominal 250 A y poder de corte 70 kA. Colocado en armario de protección.	1,00
C02E11	Uds	Dispositivo de protección contra sobretensiones.	1,00



### 5.1.3 Sistema solar térmico

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
C03E01	Uds	Colector térmico solar: SOLAHART M; con tubo de cobre. Capacidad de acumulación 3 L. Rendimiento 0,73 y dimensiones 1937 x 1022 x 77 (mm).	4,00
C03E02	uds	Acumulador de ACS uniSTOR 5 500, con intercambiador en serpentín en su interior. Capacidad de acumulación 500 L.	1,00
C03E03	Uds	Vaso de expansión cerrado.	1,00
C03E04	Uds	Pack instalación de los módulos en el tejado. Incluye material: carriles, unión entre carriles, sujeción entre paneles, sujeción final de paneles y anclaje al tejado. Incluye también mano de obra. Completamente instalado	4,00
C03E05	Uds	Fluido anticongelante SOLARFLUID. Líquido anticongelante refrigerante para circuitos cerrados, de baja toxicidad. 10 L.	1,00

### 5.1.4 Caldera de biomasa

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
C04E01	Uds	Caldera de biomasa "pellet ECO 50 T 250 CARSAN". Potencia nominal 50 Kw. Combustible: pellets y huesos de aceituna. Incluye una tolva con capacidad de almacenar 250 L de combustible.	1,00

**5.1.5 Instalación de suelo radiante**

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
C05EO1	m	Tubería UPONOR wirsbo-evalPEx, tubería de polietileno reticulado, de diámetro interior 16 mm; recomendada para viviendas unifamiliares	809,05
C05EO2	kg	Aditivo para el mortero	50,00
C05EO3	Uds	Colector de 7 salidas (para la planta baja). Disponen de llaves de corte. Incluye racores intermedios con purgador manual, termómetro, y válvula de llenado y vaciado.	1,00
C05EO4	Uds	Colector de 6 salidas (para la primera planta). Disponen de llaves de corte. Incluye racores intermedios con purgador manual, termómetro, y válvula de llenado y vaciado.	1,00
C05EO5	Uds	Caja de colectores (550 x 700mm) para colector de 7 salidas.	1,00
C05EO6	Uds	Caja de colectores (550 x 700 mm) para colector de 6 salidas.	1,00
C05EO7	Uds	Termostato UPONOR a colocar en cada una de las habitaciones	15,00

---

C05EO8	m	Zócalo perimetral UPONOR. Banda de espuma de polietileno con doble cinta adhesiva para su unión a la pared y al panel.	225,00
C05E09	Uds	Panel aislante UPONOR	50,00
C05E10	Uds	Válvula termostatizable (uno por cada circuito, para permitir el cierre parcial o total de circuito)	14,00
C05E11	uds	Medidores de caudal	2,00

## 5.2 CUADRO DE PRECIOS

### 5.2.1 Sistema fotovoltaico

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C01E01	€	Módulo Solar EX-280M, de silicio monocristalino. Potencia máxima 280 W, tensión nominal 24 V, eficiencia del módulo 14,5 %. Dimensiones: 1960 x 990 x 45 (mm). Garantía 10 años.	673,56
C01E02	€	Regulador de carga XANTREX C40, con desconexión de baja tensión y reconexión automática o manual seleccionable por el usuario. Incluye BTS; sensor temperatura de la batería. Tensión nominal 48 V, intensidad máxima 40 A. garantía 2 años.	179,00
C01E03	€	Batería OPzS Hawker. Con capacidad (100h) de 1799Ah, tensión nominal 2 V y dimensiones: 275 x 210 x 684 (mm)	419,50
C01E04	€	Inversor XW6048-230-50, potencia 6000 W, tensión 230 V. Eficiencia máxima 95,4 %.	3250,00
C01E05	€	Pack instalación de los módulos en el tejado. Incluye material: carriles, unión entre carriles, sujeción entre paneles, sujeción final de paneles y anclaje al tejado. Incluye también mano de obra. Completamente instalado	135,00

**5.2.2 Sistema de baja tensión**

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C02E01	€	Armario de protección para interruptores magneto térmicos de 32, 63, 250 y 400 A.	50,00
<b>TENDIDO</b>			
C02E02	€/m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 10 mm <sup>2</sup>	3,87
C02E03	€/m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 50 mm <sup>2</sup>	13,45
C02E04	€/m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 95 mm <sup>2</sup>	32,61
C02E05	€/m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 185 mm <sup>2</sup>	52,00
<b>PROTECCIONES</b>			
C02E06	€	Interruptor en carga para maniobra. Corriente de empleo de 40 A.	80,00

C02E07	€	Interruptor automático de la casa Schneider; de poder de corte 6 kA e intensidad 32 A. Colocado en armario de protección.	24,80
C02E08	€	Interruptor automático Merlin Gerin NG125N; de poder de corte 25 kA e intensidad 63 A. Colocado en armario de protección.	104,24
C02E09	€	Interruptor automático tripolar Tmax T5 de la casa ABB, de intensidad nominal 400 A y poder de corte 180 kA. Colocado en armario de protección.	1629,58
C02E10	€	Interruptor automático tripolar Tmax T4 de la casa ABB, de intensidad nominal 250 A y poder de corte 70 kA. Colocado en armario de protección.	1394,05
C02E11	€	Dispositivo de protección contra sobretensiones.	65,00

### 5.2.3 Sistema solar térmico

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C03E01	€	Colector térmico solar: SOLAHART M; con tubo de cobre. Capacidad de acumulación 3 L. Rendimiento 0,73 y dimensiones 1937 x 1022 x 77 (mm).	609,95
C03E02	€	Acumulador de ACS uniSTOR 5 500, con intercambiador en serpentín en su interior. Capacidad de acumulación 500 L.	2241,12
C03E03	€	Vaso de expansión cerrado.	20,00
C03E04	€	Pack instalación de los módulos en el tejado. Incluye material: carriles, unión entre carriles, sujeción entre paneles, sujeción final de paneles y anclaje al tejado. Incluye también mano de obra. Completamente instalado	135,00
C03E05	€	Fluido anticongelante SOLARFLUID. Líquido anticongelante refrigerante para circuitos cerrados, de baja toxicidad. 10 L.	48,30

### 5.2.4 Caldera de biomasa

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C04E01	€	Caldera de biomasa “pellet ECO 50 T 250 CARSAN”. Potencia nominal 50 Kw. Combustible: pellets y huesos de aceituna. Incluye una tolva con capacidad de almacenar 250 L de combustible.	4245,36

**5.2.5 Instalación de suelo radiante**

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C05EO1	€/m	Tubería UPONOR wirsbo-evalPEx, tubería de polietileno reticulado, de diámetro interior 16 mm; recomendada para viviendas unifamiliares	1,58
C05EO2	€/kg	Aditivo para el mortero UPONOR.	8,76
C05EO3	€	Colector de 7 salidas (para la planta baja). Disponen de llaves de corte. Incluye racores intermedios con purgador manual, termómetro, y válvula de llenado y vaciado.	375,33
C05EO4	€	Colector de 6 salidas (para la primera planta). Disponen de llaves de corte. Incluye racores intermedios con purgador manual, termómetro, y válvula de llenado y vaciado.	332,50
C05EO5	€	Caja de colectores (110 x 700mm) para colector de 7 salidas.	103,68
C05EO6	€	Caja de colectores (110 x 700 mm) para colector de 6 salidas.	103,68
C05EO7	€	Termostato UPONOR a colocar en cada una de las habitaciones	71,42



---

C05EO8	€/m	Zócalo perimetral UPONOR. Banda de espuma de polietileno con doble cinta adhesiva para su unión a la pared y al panel.	1,98
C05E09	€	Panel aislante UPONOR	0,21
C05E10	€	Válvula termostatizable (uno por cada circuito, para permitir el cierre parcial o total de circuito)	6,43
C05E11	€	Medidores de caudal	150,00

### 5.3 PRESUPUESTO

#### 5.3.1 Sistema fotovoltaico

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
C01E01	Uds	Módulo Solar EX-280M, de silicio monocristalino. Potencia máxima 280 W, tensión nominal 24 V, eficiencia del módulo 14,5 %. Dimensiones: 1960 x 990 x 45 (mm). Garantía 10 años.	8,00	673,56	5388,48
C01E02	Uds	Regulador de carga XANTREX C40, con desconexión de baja tensión y reconexión automática o manual seleccionable por el usuario. Incluye BTS; sensor temperatura de la batería. Tensión nominal 48 V, intensidad máxima 40 A. garantía 2 años.	1,00	179,00	179,00
C01E03	Uds	Batería OPzS Hawker. Con capacidad (100h) de 1799Ah, tensión nominal 2 V y dimensiones: 275 x 210 x 684 (mm).	24,00	335,00	8040,00
C01E04	Uds	Inversor XW6048-230-50, potencia 6000 W, tensión 230 V. Eficiencia máxima 95,4 %.	1,00	3250,00	3250,00
C01E05	Uds	Pack instalación de los módulos en el tejado. Incluye material: carriles, unión entre carriles, sujeción entre paneles, sujeción final de paneles y anclaje al tejado. Incluye también mano de obra. Completamente instalado	8,00	135,00	1080,00
PRESUPUESTO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO				17937,48 €	

#### PRESUPUESTO SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO:

DIECISIETE MIL NOVECIENTOS TREINTA Y SIETE Euros con CUARENTA Y OCHO céntimos.

**5.3.2 Instalación de baja tensión**

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
C02E01	Uds	Armario de protección para interruptores magneto térmicos de 32, 63, 250 y 400 A.	1,00	50,00	50,00

**TENDIDO**

C02E02	m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 10 mm <sup>2</sup>	15,00	3,87	58,05
C02E03	m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 50 mm <sup>2</sup>	10,00	13,45	134,50
C02E04	m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 95 mm <sup>2</sup>	1,00	32,61	32,61
C02E05	m	Suministro y tendido para cable unipolar de cobre (Cu), aislado con polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Sección 185 mm <sup>2</sup>	1,00	52,00	52,00

**PROTECCIONES**

C02E06	€	Interruptor en carga para maniobra. Corriente de empleo de 40 A.	1,00	80,00	80,00
--------	---	--	------	-------	-------

C02E07	€	Interruptor automático de la casa Schneider; de poder de corte 6 kA e intensidad 32 A. Colocado en armario de protección.	1,00	24,80	24,80
C02E08	€	Interruptor automático Merlin Gerin NG125N; de poder de corte 25 kA e intensidad 63 A. Colocado en armario de protección.	1,00	104,24	104,24
C02E09	€	Interruptor automático tripolar Tmax T5 de la casa ABB, de intensidad nominal 400 A y poder de corte 180 kA. Colocado en armario de protección.	1,00	1629,58	1629,58
C02E10	€	Interruptor automático tripolar Tmax T4 de la casa ABB, de intensidad nominal 250 A y poder de corte 70 kA. Colocado en armario de protección.	1,00	1394,05	1394,05
C02E11	€	Dispositivo de protección contra sobretensiones.	1,00	65,00	65,00

PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

3624,83 €

PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN:

TRES MIL SEISCIENTOS VEINTICUATRO Euros con OCHENTA Y TRES céntimos.

### 5.3.3 Sistema solar térmico

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
C03E01	Uds	Colector térmico solar: SOLAHART M; con tubo de cobre. Capacidad de acumulación 3 L. Rendimiento 0,73 y dimensiones 1937 x 1022 x 77 (mm).	4,00	609,95	2439,80
C03E02	Uds	Acumulador de ACS uniSTOR 5 500, con intercambiador en serpentín en su interior. Capacidad de acumulación 500 L.	1,00	2241,12	2241,12
C03E03	Uds	Vaso de expansión cerrado.	1,00	20,00	20,00
C03E04	Uds	Pack instalación de los módulos en el tejado. Incluye material: carriles, unión entre carriles, sujeción entre paneles, sujeción final de paneles y anclaje al tejado. Incluye también mano de obra. Completamente instalado	4,00	135,00	540,00
C03E05	Uds	Fluido anticongelante SOLARFLUID. Líquido anticongelante refrigerante para circuitos cerrados, de baja toxicidad. 10 L.	1,00	48,30	48,30

PRESUPUESTO SISTEMA SOLAR TÉRMICO

5289,22 €

#### PRESUPUESTO SISTEMA SOLAR TÉRMICO:

CINCO MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE Euros con VEINTIDÓS céntimos.

### 5.3.4 Caldera de biomasa

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
C04E01	Uds	Caldera de biomasa “pellet ECO 50 T 250 CARSAN”. Potencia nominal 50 Kw. Combustible: pellets y huesos de aceituna. Incluye una tolva con capacidad de almacenar 250 L de combustible.	1,00	4245,36	4245,36
PRESUPUESTO INSTALACIÓN CALDERA DE BIOMASA				4245,36 €	

#### PRESUPUESTO INSTALACIÓN CALDERA DE BIOMASA:

CUATRO MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO Euros con TREINTA Y SEIS céntimos.

### 5.3.5 Instalación del suelo radiante

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
C05EO1	m	Tubería UPONOR wirsbo-evalPEX, tubería de polietileno reticulado, de diámetro interior 16 mm; recomendada para viviendas unifamiliares	768,20	1,58	1282,90
C05EO2	kg	Aditivo para el mortero UPONOR.	50,00	8,76	438
C05EO3	Uds	Colector de 7 salidas (para la planta baja). Disponen de llaves de corte. Incluye racores intermedios con purgador manual, termómetro, y válvula de llenado y vaciado.	1,00	375,33	375,33
C05EO4	Uds	Colector de 6 salidas (para la primera planta). Disponen de llaves de corte. Incluye racores intermedios con purgador manual, termómetro, y válvula de llenado y vaciado.	1,00	332, 50	332,59
C05EO5	Uds	Caja de colectores (110 x 700mm) para colector de 7 salidas.	1,00	103,68	103,68
C05EO6	Uds	Caja de colectores (110 x 700 mm) para colector de 6 salidas.	1,00	103,68	103,68
C05EO7	Uds	Termostato UPONOR a colocar en cada una de las habitaciones	15,00	71,42	1071,3

C05E08	m	Zócalo perimetral UPONOR. Banda de espuma de polietileno con doble cinta adhesiva para su unión a la pared y al panel.	225,00	1,98	445,5
C05E09	Uds	Panel aislante UPONOR	50,00	0,21	10,5
C05E10	Uds	Válvula termostatizable (uno por cada circuito, para permitir el cierre parcial o total de circuito)	14,00	6,43	90,02
C05E11	Uds	Medidores de caudal	2,00	150,00	300,00
PRESUPUESTO INSTALACIÓN DEL SUELO RADIANTE				4553,50 €	

PRESUPUESTO INSTALACIÓN DEL SUELO RADIANTE:

CUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES Euros con CINCUENTA céntimos.



**5.4 RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

INSTALACIÓN	IMPORTE	%
SISTEMA FOTOVOLTAICO	17937,48 €	50,31
INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	3624,83 €	10,17
INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	5289,22 €	14,84
CALDERA DE BIOMASA	4245,36 €	11,91
INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE	4553,50 €	12,77
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	35.650,39 €	
13,00%	Gastos Generales (GG)	4.634,55 €
6,00%	Beneficio Industrial (BI)	2.139,02 €
	TOTAL (GG + BI)	6.773,57 €
	TOTAL (PEM + GG + BI)	42.423,96 €
21,00%	I.V.A	8.909,03 €
	TOTAL PRESUPUESTO	51.333,00 €

**PRESUPUESTO GENERAL TOTAL:**

CINCUENTA Y UN MIL TRESCIENTOS TREINTA Y TRES Euros



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

“ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA  
INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO  
ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR”

## **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Maitane Espierriz Crespo

Jorge Oderiz Ezcurdia

Pamplona, Septiembre 2013

## Índice

<b>ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	218
6.1 OBJETO DE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDA Y SALUD .....	220
6.2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	220
6.3 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN.....	221
6.4 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES .....	222
6.4.1 Introducción .....	222
6.4.2 Derechos y obligaciones.....	222
6.4.3 Servicios de prevención .....	229
6.4.4 Consulta y participación de los trabajadores.....	230
6.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.....	231
6.5.1 Introducción .....	231
6.5.2 Obligaciones del empresario .....	232
6.6 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	236
6.6.1 Introducción .....	236
6.6.2 Obligaciones del empresario .....	237
6.7 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LO TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	238
6.7.1 Introducción .....	238
6.7.2 Obligaciones del empresario .....	239
6.8 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL .....	244
6.8.1 Introducción .....	245
6.8.2 Obligaciones del empresario .....	245

## 6.1 OBJETO DE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDA Y SALUD

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

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

## 6.2 CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El punto de partida para el desarrollo de las funciones del nivel básico de la actividad preventiva es el conocimiento de los conceptos y aspectos más generales relativos a la seguridad y a salud laboral y la prevención de los riesgos derivados del trabajo en la empresa.

Objetivos:

- Conocer los conceptos fundamentales que conforman el campo de la seguridad y salud laboral.
- Identificar la normativa básica que regula la materia de la seguridad y salud laboral.

La salud, en líneas generales, es el resultado de un proceso de desarrollo individual de la persona, que se puede ir logrando o perdiendo en función de las condiciones que rodean, es decir, su entorno y su propia voluntad.

La seguridad es la eliminación de todo riesgo profesional, o dicho de otra manera, la eliminación de toda posibilidad de daño a las personas o bienes, como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

Una vez definido seguridad y salud, se deben de ver los posibles riesgos que se pueden tener en el trabajo, identificarlos en la nave del presente proyecto, y dar unas soluciones para minimizar lo máximo posible el riesgo de daño a personas o bienes.

### **6.3 RIESGOS GENERALES Y SU PREVENCIÓN**

Existen elementos energéticos agresivos presentes en el medio ambiente y generados por fuentes concretas. Estas energías son mecánicas, térmicas y/o electromagnéticas. Las más destacables son:

- Ruido.
- Vibraciones.
- Iluminación.
- Condiciones ambientales.
- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Caídas al mismo nivel.

Una vez visto los tipos de riesgos, es necesario poner medidas de seguridad, y para ello es conveniente:

- Identificar y valorar los diferentes factores de riesgo presentes en la actividad laboral y los daños que puedan ocasionar en la salud de los trabajadores.
- Reconocer las situaciones de riesgo para proponer y desarrollar acciones de prevención eficaces.

## 6.4 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

### 6.4.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas. Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### 6.4.2 Derechos y obligaciones

#### DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo. A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

### PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual. - Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aun cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.



- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de “tijera” entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

### EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

### INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos

lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

### MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

### RIESGO GRAVE E INMINENTE

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

### VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

## DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

## COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

## PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

## PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

### PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

### RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

### OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar 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.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### 6.4.3 Servicios de prevención

#### PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### **6.4.4 Consulta y participación de los trabajadores**

##### CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

##### DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

##### DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.

- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **6.5 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO**

### **6.5.1 Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores.

Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo, entendiendo como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

## 6.5.2 Obligaciones del empresario

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

### CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbamientos o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m<sup>2</sup> por trabajador, un volumen mayor a 10 m<sup>3</sup> por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.



Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobre intensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcassas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

### ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

### CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
  - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
  - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
  - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m<sup>3</sup> de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m<sup>3</sup> en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

### ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Áreas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Áreas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

### SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

### MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurocromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

## **6.6 DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

### **6.6.1 Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

## 6.6.2 Obligaciones del empresario

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse. - La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxica, corrosiva o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo. La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## **6.7 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LO TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO**

### **6.7.1 Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

## 6.7.2 Obligaciones del empresario

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

## DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse. Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.



Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobre presiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

#### DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque. Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

### DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

### DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora se hará al aire libre o en un local ventilado.

## **6.8 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

### 6.8.1 Introducción

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### 6.8.2 Obligaciones del empresario

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### PROTECTORES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

### PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

### PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas. - Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

### PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A. - Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE  
INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE  
COMUNICACIÓN**



# **ESTUDIO TÉCNICO Y ECONÓMICO DE LA INCORPORACIÓN DE INSTALACIONES PARA EL AHORRO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA**

Maitane Espierriz Crespo  
Septiembre 2013

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

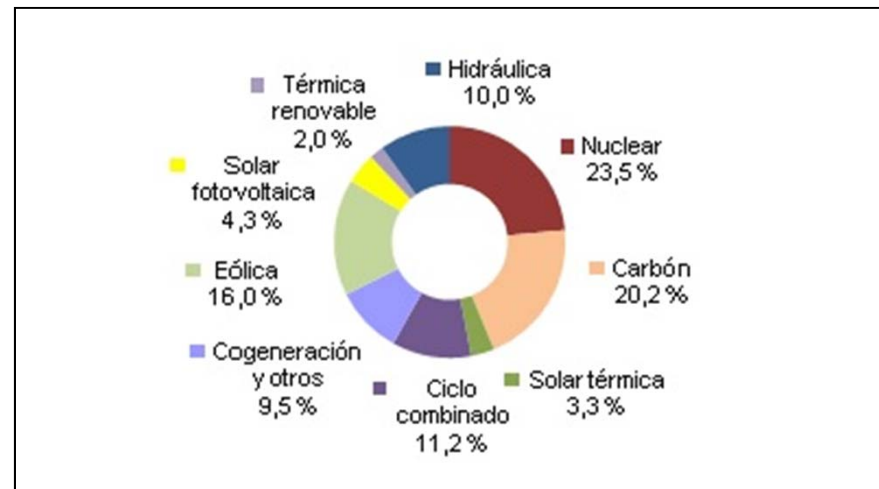
5. Desarrollo del proyecto

6. Conclusiones

## 1. Estado actual del modelo energético

- Demanda de energía eléctrica en España en el mes de agosto de 2013.

**35,6 % de energía renovable**



- Modelo energético actual basado en la utilización a gran escala de combustibles fósiles petróleo, gas y carbón.





1. Estado actual del modelo energético
2. Objeto del proyecto
3. Propuesta de medidas
4. Alcance del proyecto
5. Desarrollo del proyecto
6. Conclusiones

## 1. Estado actual del modelo energético


La situación actual nos lleva a un modelo energético caracterizado por:

Agotamiento “rápido” de los recursos fósiles.  
Conflictividad entre productores y consumidores.  
Creciente competencia entre grandes consumidores.  
Concentración de electricidad en grandes compañías.  
Impactos peligrosos sobre el ecosistema planetario.

Medidas que pasan por un cambio del modelo de vida actual:

Reducir el consumo de energía  
Aumento de la eficiencia energética y reducción de pérdidas  
Potenciación y utilización de las energías renovables

Esta situación de insostenibilidad energética a largo plazo es la que sirve de motivación al presente proyecto.



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

6. Conclusiones

## 2. Objeto del proyecto

Objeto del proyecto: La realización de un informe sobre la viabilidad técnico/económica del suministro eléctrico mediante energías renovables a implantar en una vivienda ya construida en el municipio de Larraga, Navarra.

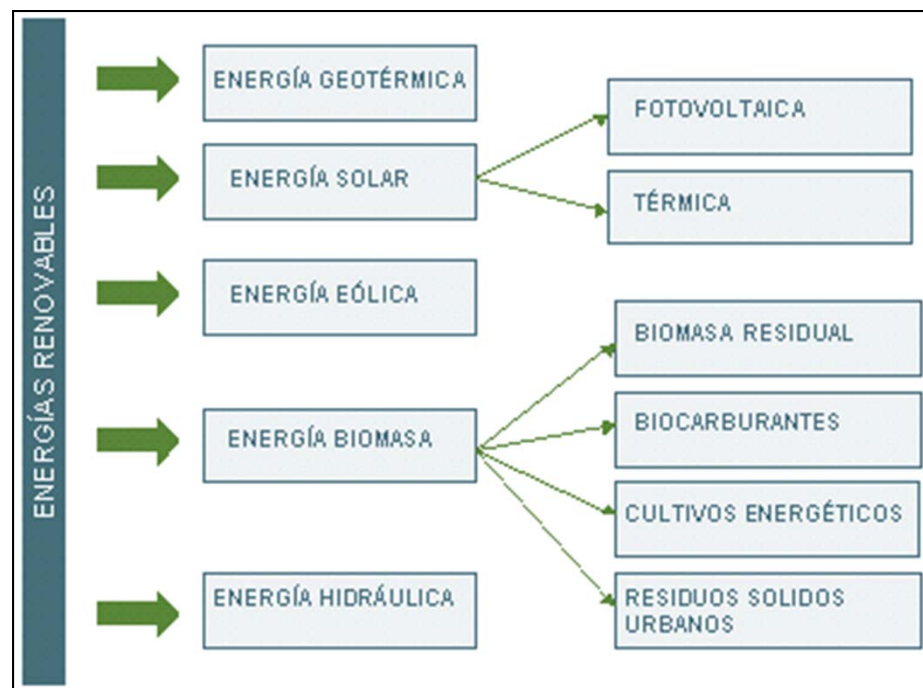
Ante la situación energética actual anteriormente descrita, con este proyecto se busca:

- Fomentar las energías renovables como es la solar fotovoltaica, solar térmica y la caldera de biomasa.
- Aprovechar los recursos naturales de la comarca para su uso en la generación de energía.

1. Estado actual del modelo energético
2. Objeto del proyecto
3. Propuesta de medidas
4. Alcance del proyecto
5. Desarrollo del proyecto
6. Conclusiones

### 3. Propuesta de medidas

- Alternativa al problema de insostenibilidad a largo plazo de nuestro sistema energético → **Energías renovables**

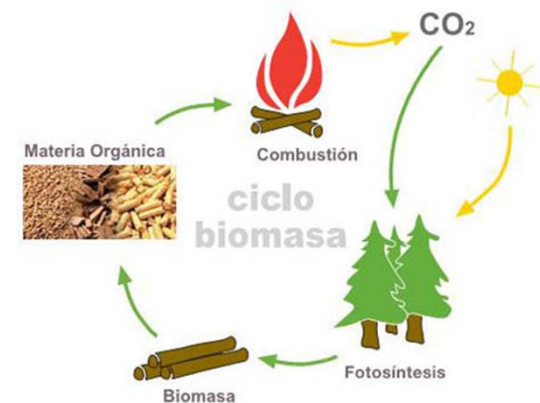
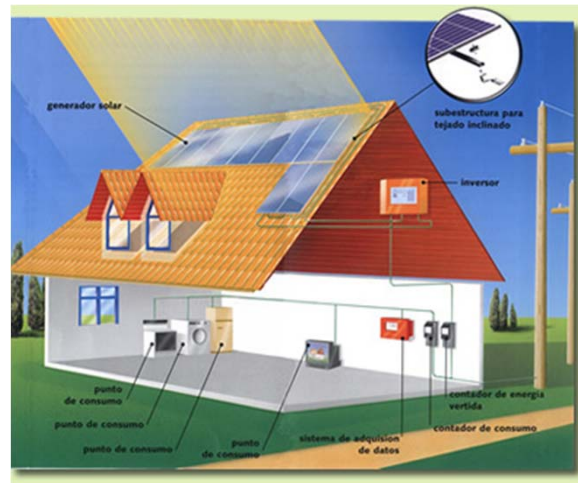


1. Estado actual del modelo energético
2. Objeto del proyecto
3. Propuesta de medidas
4. Alcance del proyecto
5. Desarrollo del proyecto
6. Conclusiones

## 4. Alcance del proyecto

Las instalaciones eléctricas y térmicas que se van a analizar en el proyecto son:

- Instalaciones eléctricas: Paneles fotovoltaicos.
- Instalaciones térmicas: Calefacción y agua caliente sanitaria mediante caldera de biomasa con apoyo se solar térmica.



\*Todo ello cumpliendo la normativa; Documento Básico de Ahorro de Energía del Documento Técnico de Edificación.



1. Estado actual del modelo energético
2. Objeto del proyecto
3. Propuesta de medidas
4. Alcance del proyecto
5. Desarrollo del proyecto
  - 5.1 Instalación fotovoltaica
  - 5.2 Instalación solar térmica + biomasa
6. Conclusiones

## 5. Desarrollo del proyecto

### Emplazamiento

La vivienda objeto se encuentra localizada en la población de Larraga, Navarra.



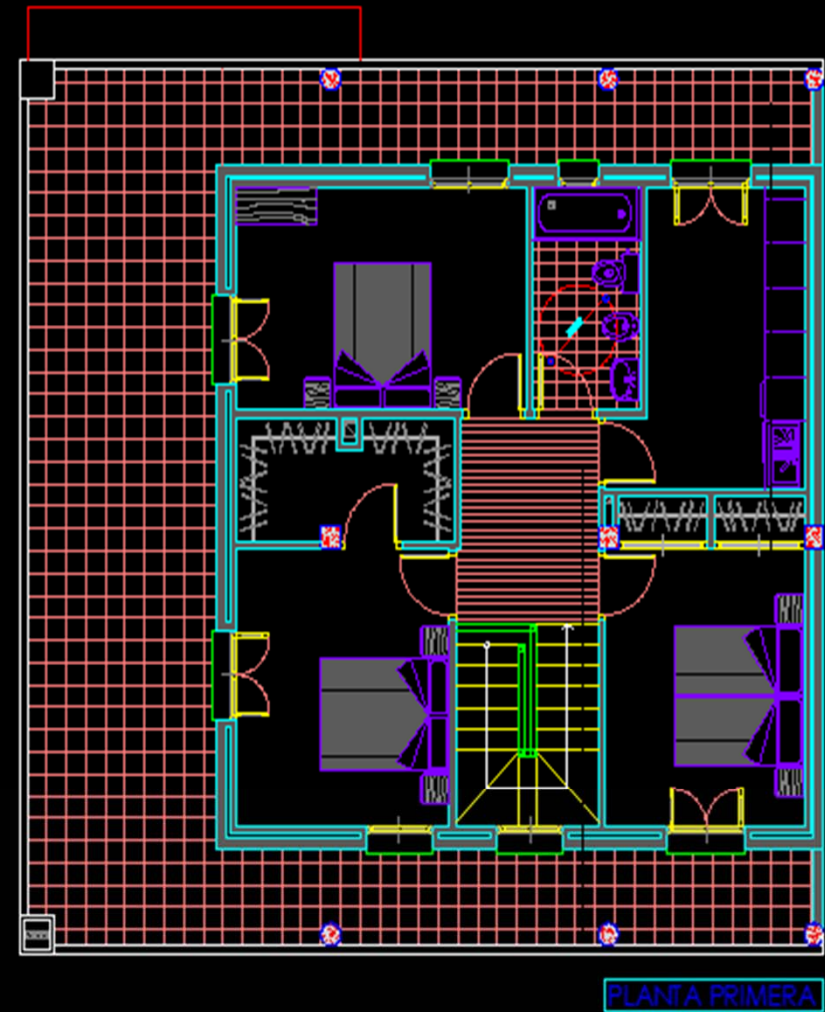
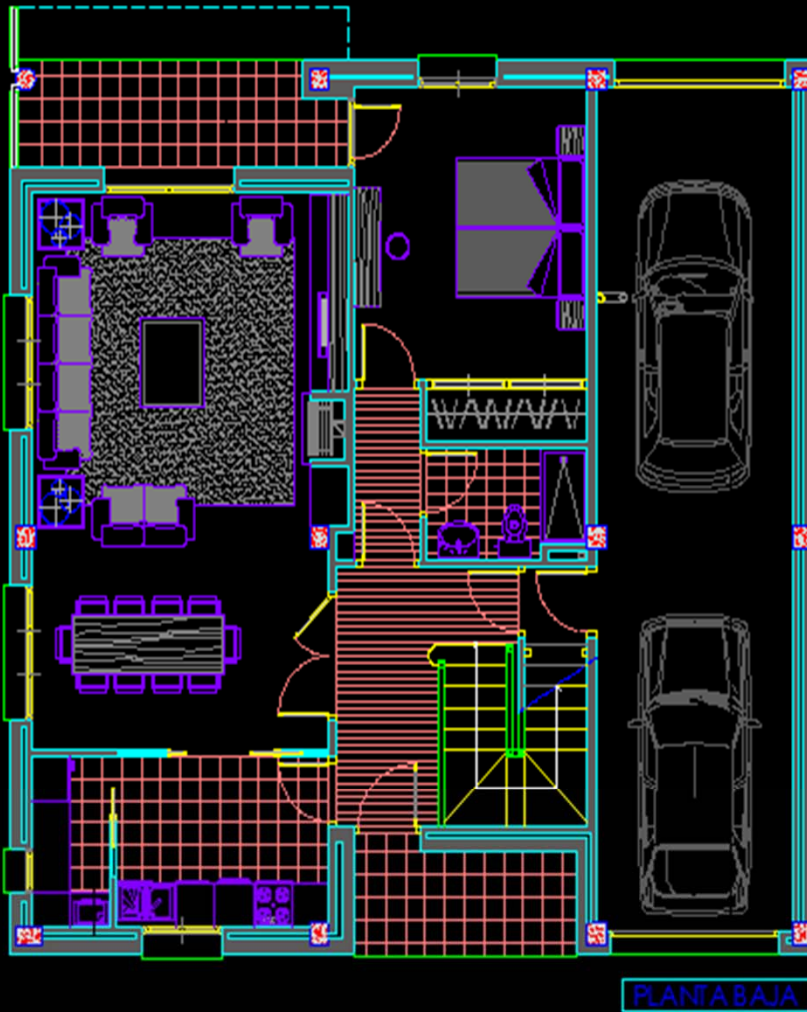
1. Estado actual del modelo energético
2. Objeto del proyecto
3. Propuesta de medidas
4. Alcance del proyecto
5. Desarrollo del proyecto
  - 5.1 Instalación fotovoltaica
  - 5.2 Instalación solar térmica + biomasa
6. Conclusiones

## 5. Desarrollo del proyecto

Imágenes de la vivienda



# Distribución de la vivienda unifamiliar



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5. Desarrollo del proyecto

Descripción de la vivienda objeto

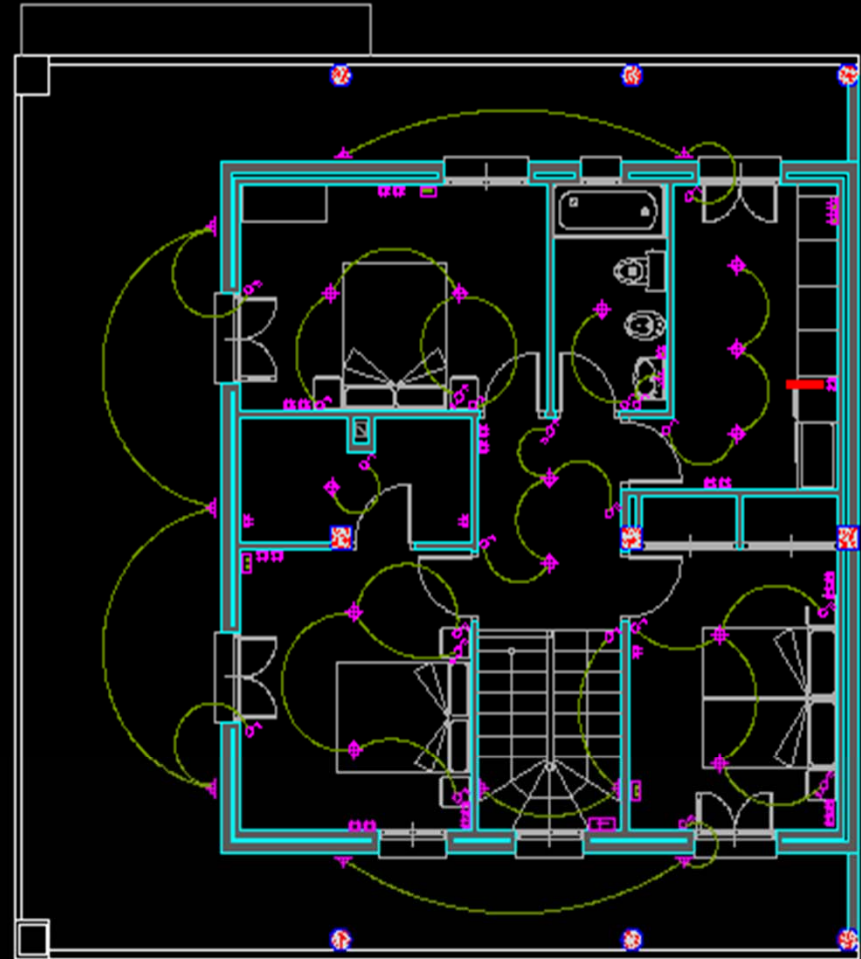
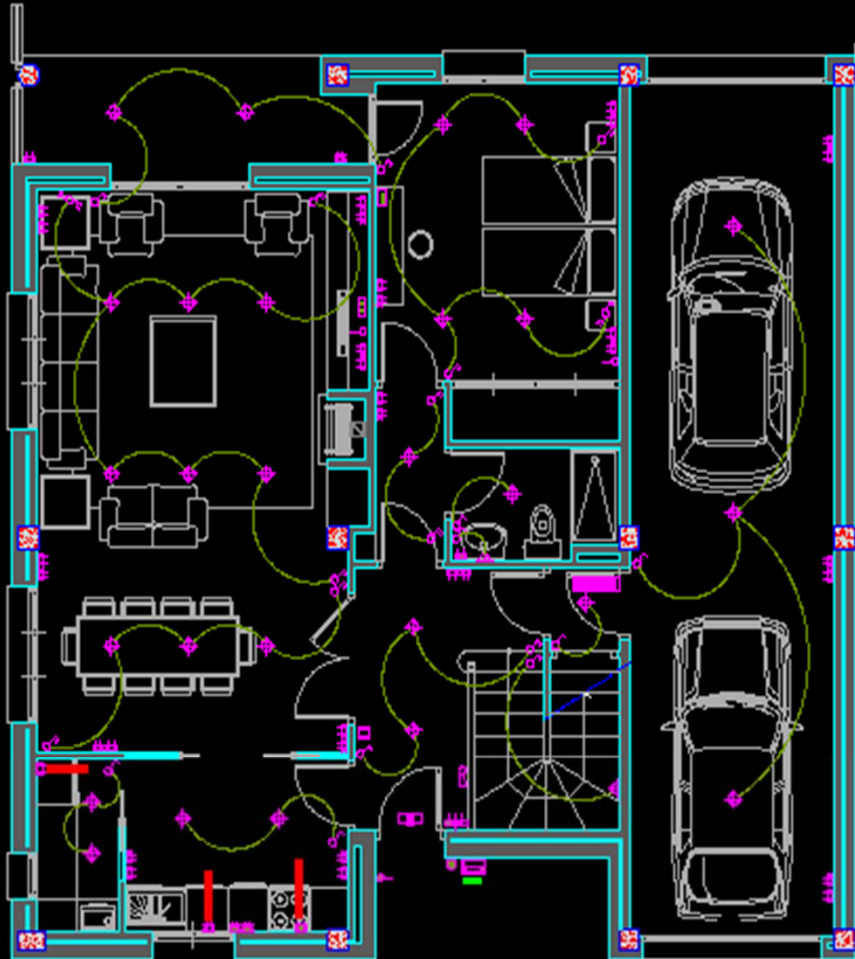
CUADRO SUPERFICIE ÚTIL DE LA VIVIENDA	
<b>PLANTA BAJA</b>	<b>PRIMERA PLANTA</b>
PORCHE 1(1/2)_____ 2.30m <sup>2</sup>	DORMITORIO2_____ 13.52m <sup>2</sup>
VESTIBULO_____ 6.79m <sup>2</sup>	BAÑO_____ 4.95m <sup>2</sup>
PASO Y ARMARIO_____ 2.33m <sup>2</sup>	DORMITORIO3_____ 12.26m <sup>2</sup>
COCINA_____ 7.46m <sup>2</sup>	DORMITORIO4_____ 13.35m <sup>2</sup>
ESTAR-COMEDOR_____ 35.27m <sup>2</sup>	CUARTO DE LA PLANCHA_____ 10.34m <sup>2</sup>
PASO_____ 2.41m <sup>2</sup>	PASO Y ESCALERAS_____ 11.85m <sup>2</sup>
DORMITORIO1_____ 15.98m <sup>2</sup>	VESTIDOR_____ 5.28m <sup>2</sup>
ASEO_____ 3.53m <sup>2</sup>	TERRAZA 1(1/2)_____ 6.27m <sup>2</sup>
DESPENSA_____ 2,75m <sup>2</sup>	TERRAZA 2(1/2)_____ 6.27m <sup>2</sup>
PORCHE 2(1/2)_____ 3.16m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PLANTA BAJA_____ 81.99m<sup>2</sup></b>	<b>TOTAL SUPERFICIE ÚTIL PRIMERA PLANTA_____ 84.08m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL SUPERFICIE UTIL VIVIENDA_____ 166.07m<sup>2</sup></b>	

CUADRO SUPERFICIE ÚTIL OTRAS DEPENDENCIAS	
<b>PLANTA BAJA</b>	
GARAJE_____ 40.50m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL SUPERFICIE UTIL OTRAS DEPENDENCIAS_____ 40.50m<sup>2</sup></b>	

CUADRO SUPERFICIE CONSTRUIDA	
<b>PLANTA BAJA</b>	
EN PLANTA BAJA_____ 101.62m <sup>2</sup>	
EN PRIMERA PLANTA_____ 98.61m <sup>2</sup>	
OTRAS DEPENDENCIA_____ 40.50m <sup>2</sup>	
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA EDIFICIO_____ 240.73m<sup>2</sup></b>	



# Instalación eléctrica de la vivienda





1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.1 Instalación fotovoltaica

Consumo eléctrico en la vivienda

Consumo Luminarias					
	Ubicación	Número	Potencia (W)	Horas funcionamiento	Energía (Wh)
PLANTA BAJA	Garaje	3	40	1,5	180
	Cocina-fluoresc.	2	40	3	240
	Despensa	2	11	0,75	16,5
	Estar-comedor	9	13	5	585
	Aseo	1+1	20+9	0,75	21,75
	Vestíbulo	2	15	0,25	7,5
	Paso	1	9	0,1	0,9
	Dormitorio 1	4	20	1,5	120
	Paso	1	9	0,1	0,9
	Porche 1				
PLANTA PRIMERA	Porche 2	2	18	1	36
	Dormitorio 2	2	11	1,5	33
	Dormitorio 3	2	20	1	40
	Vestidor	1	9	0,1	0,9
	Dormitorio 4	2	30	1	60
	Cuarto de plancha	3	20	1,5	90
	Paso y escaleras	5	9	0,25	11,25
	Baño	1+1	30+18	1,5	72
	Terraza 1	2	30	1	60
	Terraza 2	2	20	0,2	8
Cubierta	3	40	2	240	
TOTAL					1823,7

Consumo Aparatos					
	Receptor	Número	Potencia (W)	Horas funcionamiento	Energía (Wh)
PLANTA BAJA	Lavavajillas	1	1050	1	1050
	Cocina (4 discos)	1	1800	1,5	2700
	Horno	1	1800	0,5	900
	microondas	1	1200	0,5	600
	Cafetera eléctrica	1	900	0,25	225
	Nevera	1	90	24	2160
	Extractor	1	200	0,25 (15 min)	50
	TV. Plasma - Salón	1	50	4,5	225
	DVD	1	25	0,75 (45min)	18,75
	Videoconsola	1	45	1	45
PRIMERA PLANTA	Teléfono inalámbrico	2	2	24	96
	Lavadora	1	500	1	500
	Plancha	1	1100	1	1100
	TV - Dormitorio 1	1	150	0,75	112,5
	TV - Dorm 2. 20"	1	100	1	100
	Ordenador HP fijo	1	345	1,5	517,5
	Ordenador portátil	2	63,5	2	254
	Modem (Internet)	1	12	24	288
	Secador de cabello	1	1000	0,15	150
	Equipo de sonido	2	75	1	150
TOTAL	Bombas de agua	1	400	1	400
	Caldera	1	120	10	1200
TOTAL					12841,75



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.1 Instalación fotovoltaica. Sistema de captación

- Aporte solar. Inclinación más óptima.
  - Tabla de radiaciones para latitud y longitud de Larraga [kWh/m<sup>2</sup> día]

Mes	Inclinación 30º	Inclinación 40º	Inclinación 50º	Inclinación 60º
Enero	2,44	2,62	2,74	2,78
Febrero	3,22	3,38	3,46	3,45
Marzo	4,62	4,71	4,69	4,56
Abril	4,93	4,85	4,66	4,36
Mayo	5,58	5,35	5,00	4,55
Junio	6,05	5,72	5,28	4,73
Julio	6,18	5,88	5,45	4,91
Agosto	5,90	5,75	5,46	5,05
Septiembre	5,37	5,42	5,34	5,13
Octubre	4,00	4,17	4,24	4,20
Noviembre	2,75	2,94	3,05	3,10
Diciembre	2,18	2,35	2,47	2,53

- Inclinación más óptima → Criterio del Mes Crítico Tabla cociente (consumo/radiación)

Mes	Inclinación 30º	Inclinación 40º	Inclinación 50º	Inclinación 60º
Enero	7215,4	6719,7	6425,4	6332,9
Febrero	5467,6	5208,8	5088,3	5103,1
Marzo	3810,7	3737,9	3753,9	3860,9
Abril	3571,1	3630,0	3778,0	4038,0
Mayo	3155,1	3290,8	3521,1	3869,4
Junio	2910,0	3077,9	3334,4	3722,1
Julio	2848,8	2994,1	3230,4	3585,7
Agosto	2984,0	3061,8	3224,5	3486,3
Septiembre	3278,5	3248,3	3296,9	3431,9
Octubre	4401,4	4222,0	4152,3	4191,8
Noviembre	6402,0	5988,3	5772,3	5679,2
Diciembre	8076,0	7491,7	7127,8	6958,7

**INCLINACIÓN DE LOS CAPTADORES → 60º**

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

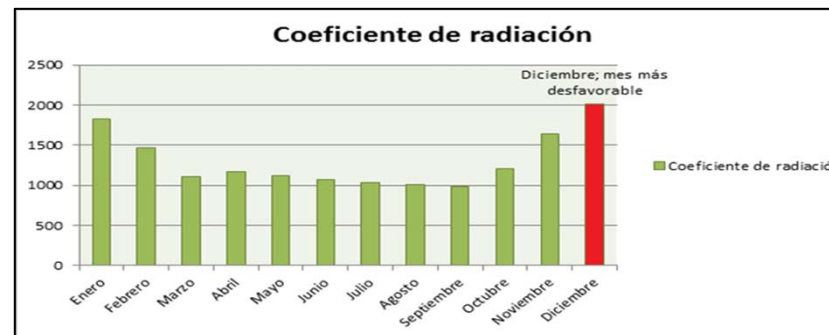
## 5.1 Instalación fotovoltaica. Sistema de captación

- Aporte sistema solar fotovoltaico

Consumo al mes (kWh)	535,3
Consumo al día (kWh)	17,6
% que aporta el sistema fotovoltaico	29
A producir por la fotovoltaica (kWh)	5,075

- Número de paneles fotovoltaicos necesarios

Mes	Energía disponible [kWh/m <sup>2</sup> /día]	Consumo energético [kWh/día]	energía consumida <u>energía disponible</u>
Enero	2,78	5,075	1825,54
Febrero	3,45	5,075	1471,01
Marzo	4,56	5,075	1112,94
Abril	4,36	5,075	1163,99
Mayo	4,55	5,075	1115,38
Junio	4,73	5,075	1072,94
Julio	4,91	5,075	1033,60
Agosto	5,05	5,075	1004,95
Septiembre	5,13	5,075	989,28
Octubre	4,20	5,075	1208,33
Noviembre	3,10	5,075	1637,10
Diciembre	2,53	5,075	2005,93



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

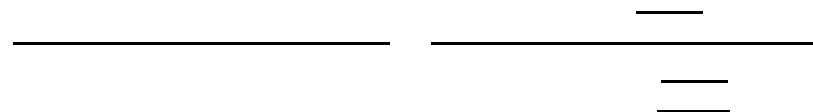
5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.1 Instalación fotovoltaica. Sistema de captación

- Número de paneles fotovoltaicos necesarios

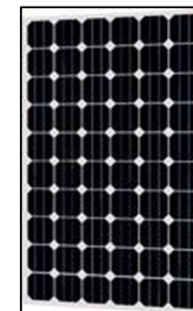


**CAPTADORES FOTOVOLTAICOS NECESARIOS → 8**

- Panel fotovoltaico seleccionado

- Panel solar DSP 280 SILICIO MONOCRISTALINO

Potencia Máxima	280 +/- 3%	W
Tensión Nominal	24	Volt
Tensión Circuito Abierto (Voc)	44,20	Volt.
Corriente Cortocircuito (Isc)	8,26	Amp.
Tensión máxima Potencia (Vmpp)	36,60	Volt.
Corriente Máxima Potencia (Impp)	7,66	Amp
Coefficiente Rendimiento (nm)	14,5	%
Peso	19	Kg.
Dimensiones	1960 x 990 x 45	mm.



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.1 Instalación fotovoltaica. Sistema de regulación

- Tensión máxima del regulador
- Intensidad nominal del interruptor de conexión y desconexión del generador fotovoltaico a las baterías

- Regulador seleccionado :

- Regulador XANTREX c40

Tensión Nominal	48	Volt
Intensidad Máxima	40	Amp
Tensión en circuito abierto	125	Volt
Dimensiones	254 x 127 x 63,5	mm
Peso	1,4	Kg



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.1 Instalación fotovoltaica. Sistema de acumulación

- Capacidad total de acumulación

\_\_\_\_\_

- Batería seleccionada

- HAWKER PzS

Tensión Nominal	2	Volt
Capacidad (100h)	1799	Ah
Peso	385,2	Kg
Dimensiones	275 x 210 x 684	mm



- Numero de baterías en serie:

\_\_\_\_\_

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.1 Instalación fotovoltaica. Sistema de adaptación

- Potencia máxima del inversor

$$P_{inversor} = 1,25 \times P_{receptores\ simult\neanos} = 1,25 \times 4559,50 \\ = 5699,375W$$

\* Factores de simultaneidad extraídos del Reglamento Electrónico para Baja Tensión. ITC – BT 25. Instalaciones interiores en viviendas.

- Inversor seleccionado

➤ Inversor XANTREX

Potencia	6000	W
Tensión nominal	48	V
Tensión de la salida	230±3	V
Eficacia máxima	95,4	%
Peso	57	Kg
Dimensiones	580 x 410 x 230	mm



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto





5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.1 Instalación fotovoltaica. Líneas

- Métodos de cálculo de las secciones de línea:
  - ✓ Intensidad máxima admisible por los conductores en régimen permanente.
  - ✓ Caída de tensión máxima admisible
  - ✓ Intensidad máxima admisible por los conductores en caso de cortocircuito
- Secciones de línea y protecciones:

	Sección de línea	Protecciones
Entre módulos fotovoltaicos	10 mm <sup>2</sup>	-Intensidad nominal 32. - PdC 6 kA 
De los módulos fotovoltaicos al regulador	50 mm <sup>2</sup>	- Intensidad nominal 63. - PdC 25 kA 
Del regulador a las baterías	185 mm <sup>2</sup>	- Intensidad nominal 400. - PdC 180 kA 
De las baterías al inversor	95 mm <sup>2</sup>	- Intensidad nominal 250. - PdC 70 kA 

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

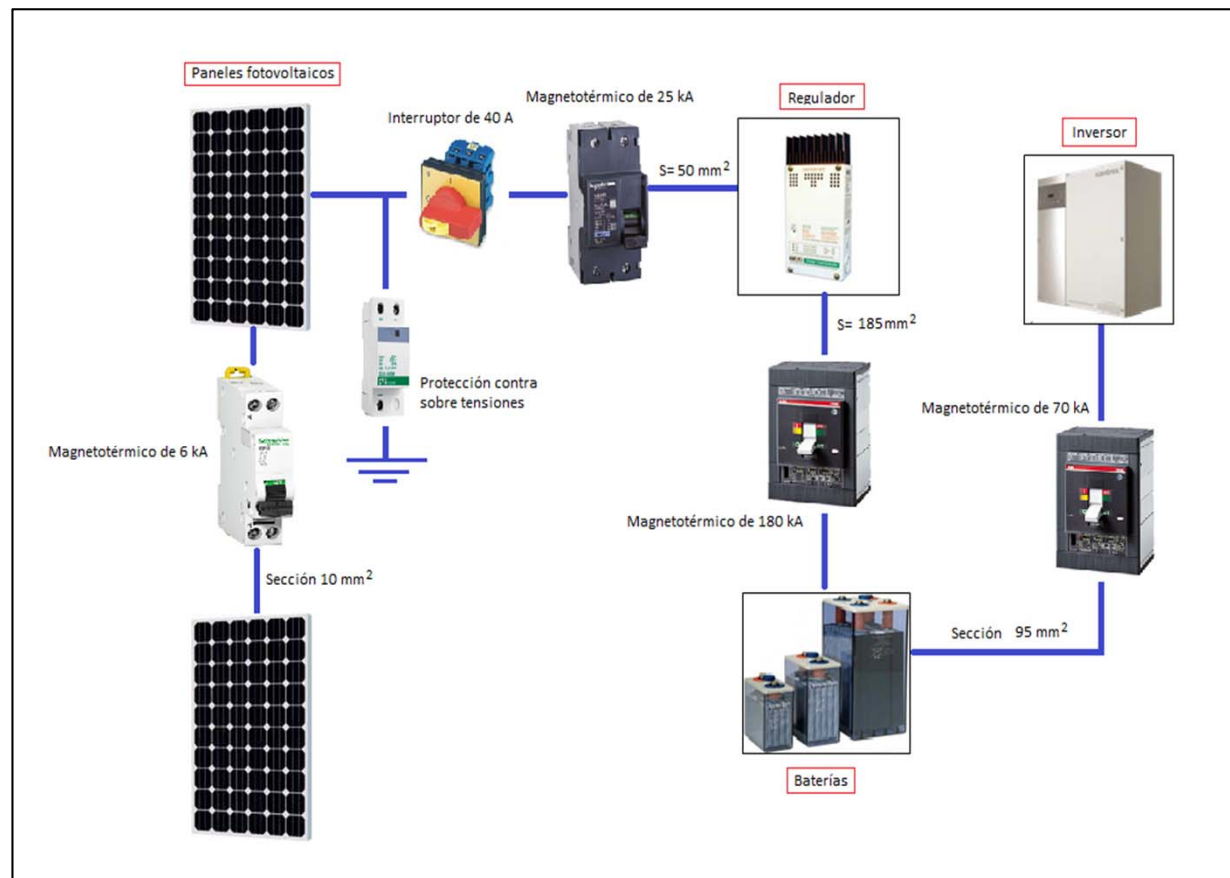
5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.1 Instalación fotovoltaica.

- Esquema de la instalación fotovoltaica



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.2 Instalación solar térmica + biomasa.

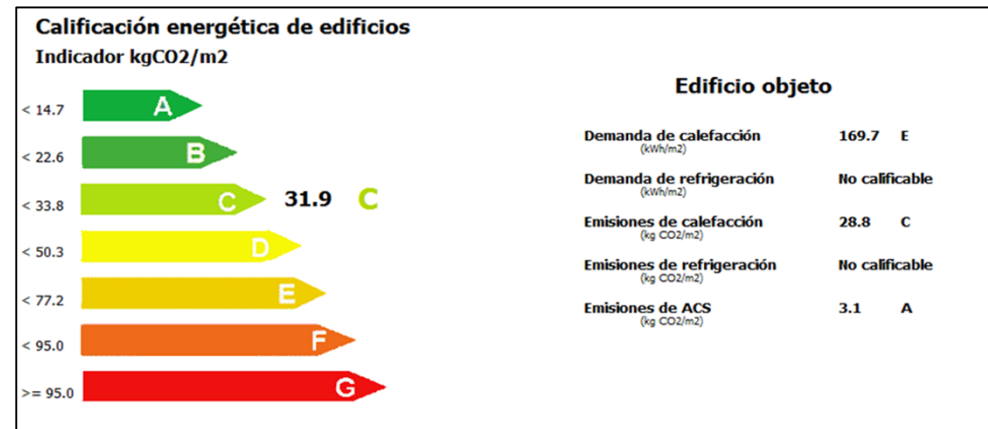
- Estudio del suministro térmico

Programa proporcionado por IDAE:

ce3x

\*Programa de calificación energética para edificios existentes. Cumplimiento DBHE del CTE después de 2018.

- Calificación energética de la vivienda:



- Instalaciones a implantar:

Caldera de biomasa.....40%  
Instalación solar.....60%

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

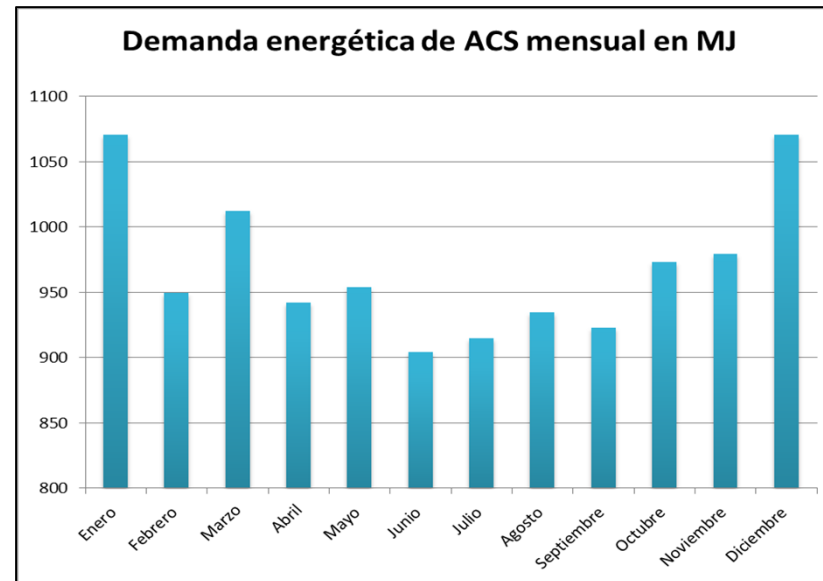
6. Conclusiones

## 5.2 Instalación solar térmica + biomasa.

- Consumo estimado de calefacción anual/ programa ce3x :

$$169\text{kWh/m}^2 = 90018,864 \text{ MJ}$$

- Consumo estimado de ACS :



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

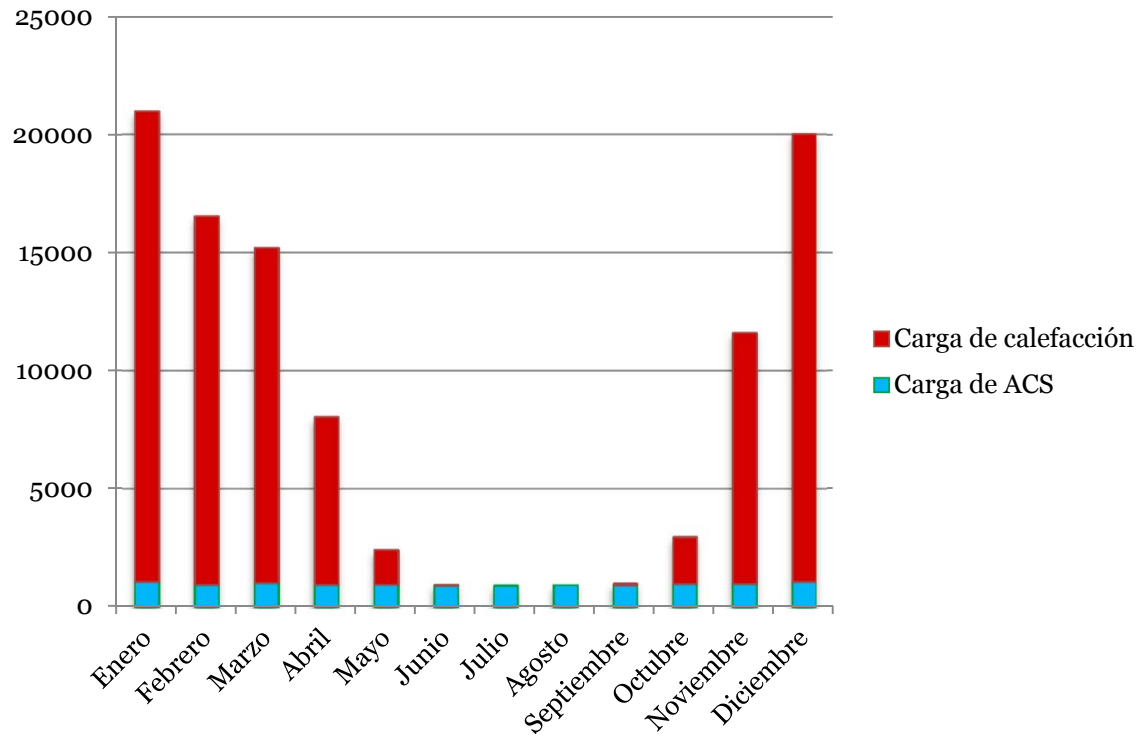
5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.2 Instalación solar térmica + biomasa.

- Consumo total ( ACS + CALEFACCIÓN)

### Demanda energética total en MJ





1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.2 Instalación solar térmica + biomasa.

- Radiación disponible para distintas inclinaciones de los captadores

Mes	Inclinación 30º	Inclinación 40º	Inclinación 50º	Inclinación 60º
Enero	8,784	9,432	9,864	10,008
Febrero	11,592	12,168	12,456	12,42
Marzo	16,632	16,956	16,884	16,416
Abril	17,748	17,46	16,776	15,696
Mayo	20,088	19,26	18	16,38
Junio	21,78	20,592	19,008	17,028
Julio	22,248	21,168	19,62	17,676
Agosto	21,24	20,7	19,656	18,18
Septiembre	19,332	19,512	19,224	18,468
Octubre	14,4	15,012	15,264	15,12
Noviembre	9,9	10,584	10,98	11,16
Diciembre	7,848	8,46	8,892	9,108

Inclinación más adecuada para la época de invierno (latitud + 10 °)

$$\text{INCLINACIÓN CAPTADORES SOLARES} = 42 + 10 \approx 50$$

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

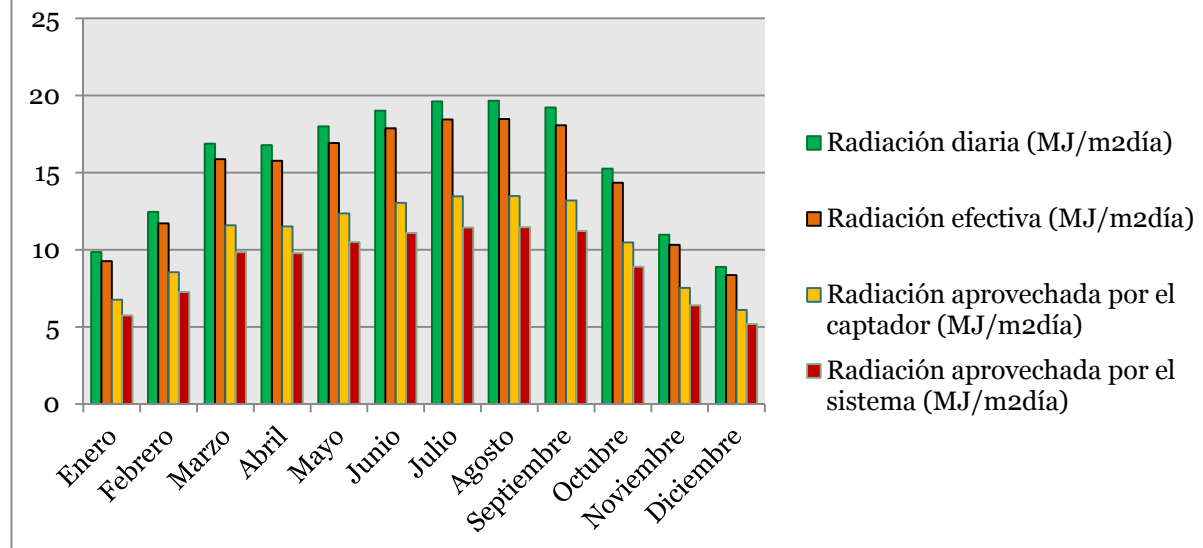
5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.2 Instalación solar térmica + biomasa.

- ❖ Radiación efectiva:  $[radiación\ efectiva = 0,94 \times radiación\ diaria]$
- ❖ Radiación aprovechada por el captador  $[Rendimiento\ captador = 0,73]$
- ❖ Radiación aprovechada por el sistema  $[0,85\ previsto\ para\ instalaciones\ normales]$

### Comparativa de las diferentes radiaciones [MJ/m<sup>2</sup> día]



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.2 Instalación solar térmica + biomasa.

- Número de captadores necesarios en la instalación

	Energía aprovechada por el sistema [MJ/m <sup>2</sup> día]	Energía aprovechada por el sistema [MJ/m <sup>2</sup> mes]	Carga total (calefacción + ACS) [MJ/mes]	Superficie del captador [m <sub>2</sub> ]	Porcentaje cubierto por captador 1	2 captadores	3 captadores	4 captadores	5 captadores
Enero	5,75	178,31	12595,35	1,91	2,70	5,41	8,11	10,82	13,52
Febrero	7,27	203,45	9936,666	1,91	3,91	7,82	11,73	15,64	19,55
Marzo	9,85	305,27	9131,52	1,91	6,39	12,77	19,16	25,54	31,93
Abril	9,79	293,56	4830,48	1,91	11,61	23,21	34,82	46,43	58,04
Mayo	10,50	325,46	1447,158	1,91	42,96	85,91	100	100	100
Junio	11,09	332,65	568,176	1,91	100	100	100	100	100
Julio	11,44	354,70	549,042	1,91	100	100	100	100	100
Agosto	11,47	355,47	560,724	1,91	100	100	100	100	100
Septiembre	11,21	336,37	598,638	1,91	100	100	100	100	100
Octubre	8,90	276,03	1778,094	1,91	29,65	59,30	88,95	100	100
Noviembre	6,40	192,11	6972,93	1,91	5,26	10,52	15,79	21,05	26,31
Diciembre	5,19	160,81	12020,694	1,91	2,56	5,11	7,67	10,22	12,78
Media					42,09	50,84	57,19	60,81	63,51

Captadores solares térmicos = 4

- Captador seleccionado:

➤ SOLAHART M

Material	Tubo cobre
Capacidad	3 L
Caudal recomendado	55 L/h
Rendimiento	0,73
Área útil	1,91 m <sup>2</sup>
Dimensiones	1937 x 1022 x 77 (mm)





1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.2 Instalación solar térmica + biomasa.

- **Caldera de biomasa.** Carga a cubrir por la caldera de biomasa

Mes	Carga total (calefacción + ACS) [MJ/mes]	A aportar por la solar térmica (60%)	A aportar por la caldera de biomasa (40%)	Porcentaje cubierto solar (%)	Carga cubierta instalación solar	Carga NO cubierta instalación solar	Carga a cubrir caldera de biomasa [MJ/mes]
Enero	20992,25	12595,35	8396,9	10,82	1362,82	11232,53	19629,43
Febrero	16561,11	9936,666	6624,444	15,64	1554,09	8382,57	15007,02
Marzo	15219,2	9131,52	6087,68	25,54	2332,19	6799,33	12887,01
Abril	8050,8	4830,48	3220,32	46,43	2242,79	2587,69	5808,01
Mayo	2411,93	1447,158	964,772	100	1447,16	0	946,77
Junio	946,96	568,176	378,784	100	568,18	0	0
Julio	915,07	549,042	366,028	100	549,04	0	0
Agosto	934,54	560,724	373,816	100	560,72	0	0
Septiembre	997,73	598,638	399,092	100	598,64	0	0
Octubre	2963,49	1778,094	1185,396	100	1778,09	0	1185,40
Noviembre	11621,55	6972,93	4648,62	21,05	1467,80	5505,13	10153,75
Diciembre	20034,49	12020,694	8013,796	10,22	1228,51	10792,18	18805,98
TOTAL	101649,09	60989,454	40659,636	60,81	15121,87	45299,43	84441,36

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.2 Instalación solar térmica + biomasa.

- Consumo de combustible

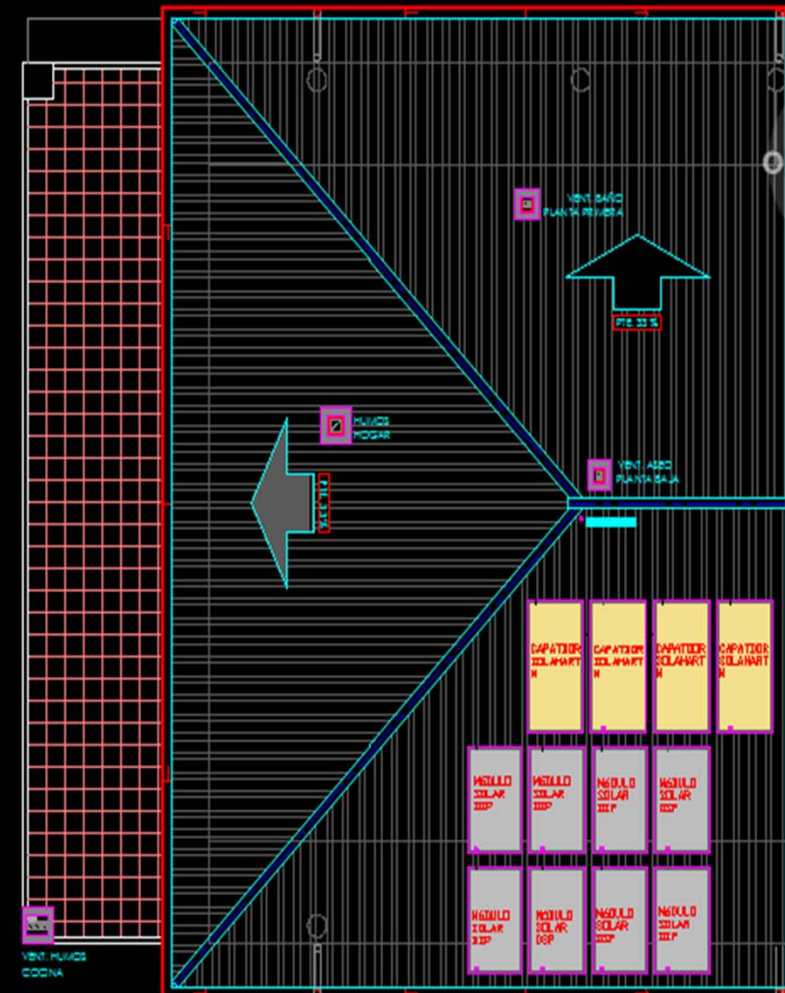
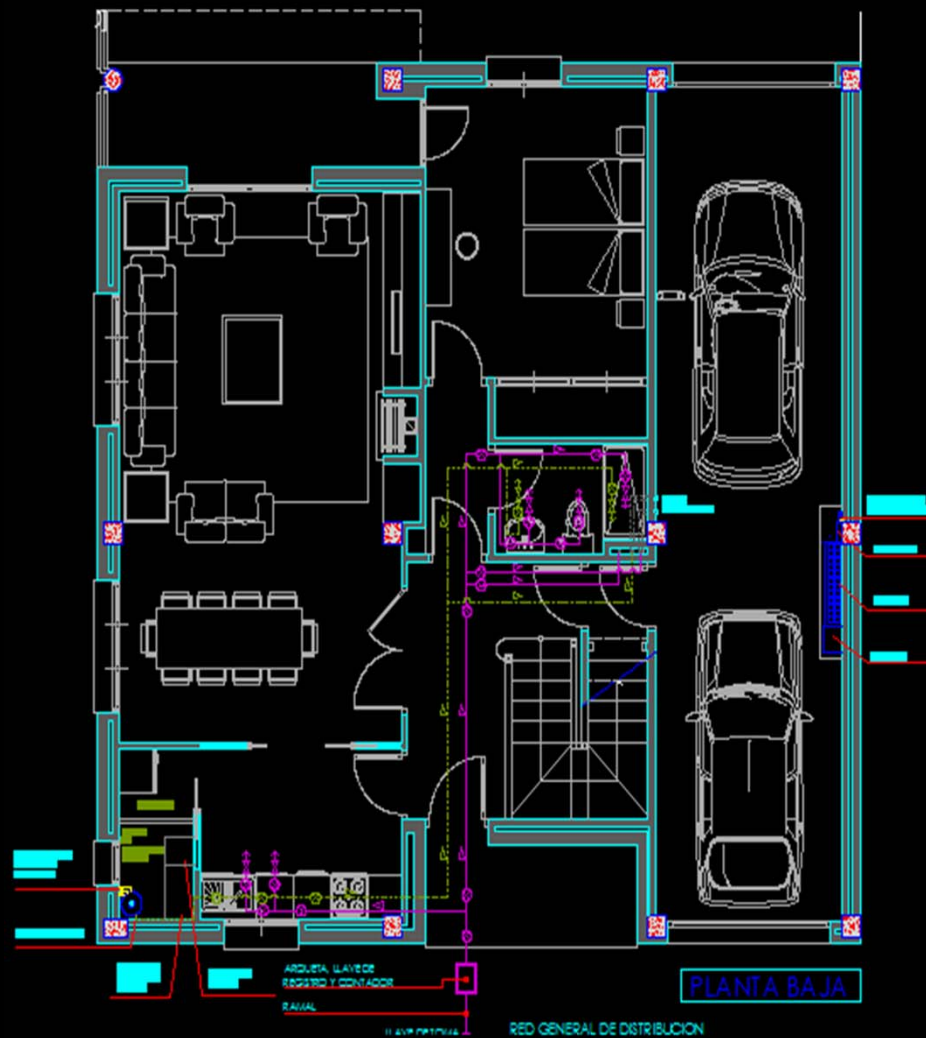
Mes	Carga total (calefacción + ACS) [MJ/mes]	Carga a aportar por la caldera de biomasa [MJ/mes]	Consumo combustible (kg)
Enero	20992,25	19629,43	1247,74
Febrero	16561,11	15007,02	953,92
Marzo	15219,20	12887,01	819,16
Abril	8050,80	5808,01	369,18
Mayo	2411,93	946,77	61,33
Junio	946,96	0	0
Julio	915,07	0	0
Agosto	934,54	0	0
Septiembre	997,73	0	0
Octubre	2963,49	1185,40	75,35
Noviembre	11621,55	10153,75	645,42
Diciembre	20034,49	18805,98	1195,40
Total	101649,09	84441,36	5367,49

- Caldera de biomasa seleccionada

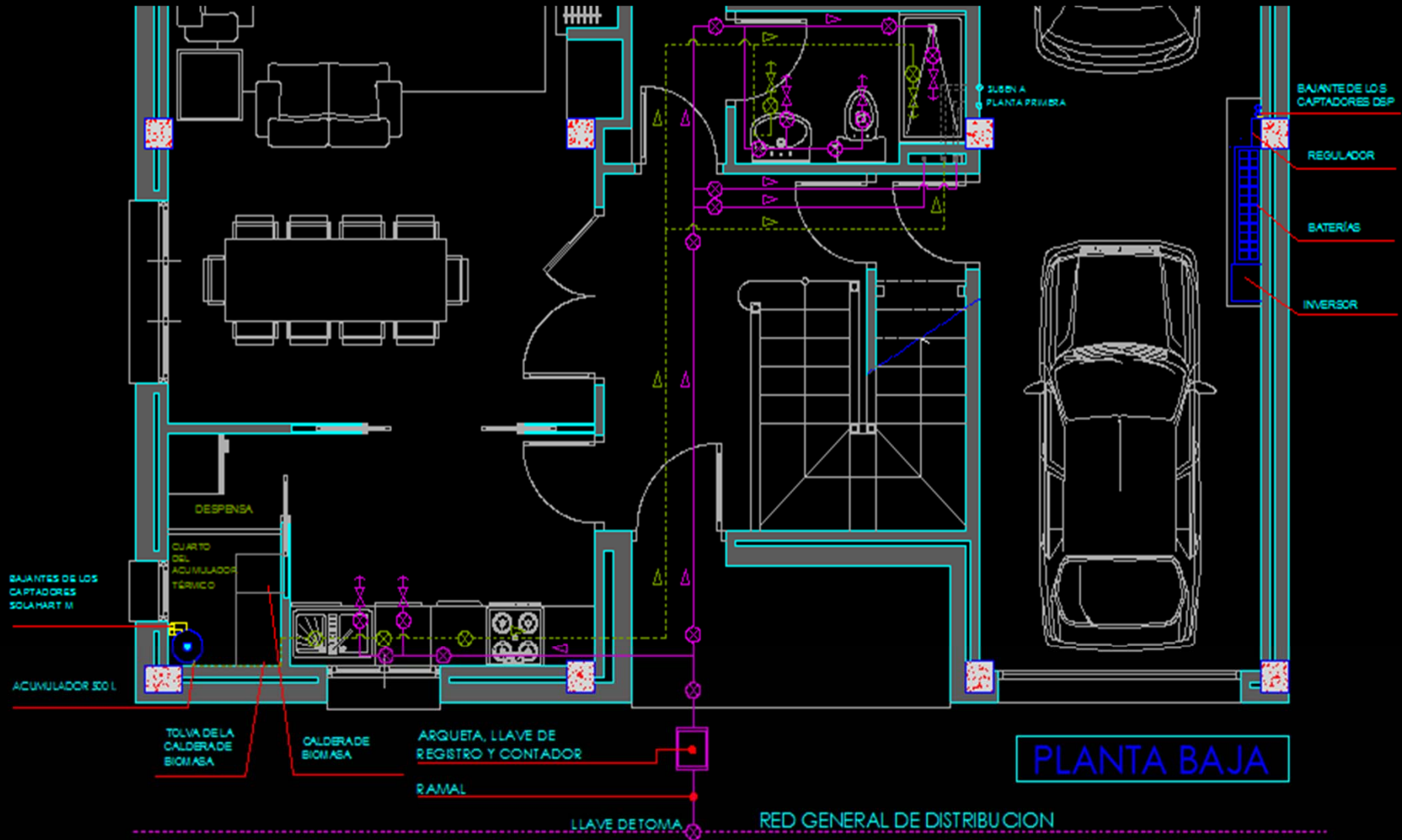
- ❖ Caldera ECO CARSAN



# Instalaciones fotovoltaica, solar y caldera de biomasa



# Instalaciones fotovoltaica, solar y caldera de biomasa



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5.2 Instalación solar térmica + biomasa.

- **Suelo radiante.** Circuitos de suelo radiante:

Planta baja		Primera planta	
Circuito	Habitáculo	Circuito	Habitáculo
Circuito 1	Cocina	Circuito 1	Dormitorio 2
Circuito 2	Comedor	Circuito 2	Dormitorio 3 y vestidor
Circuito 3	Comedor	Circuito 3	Dormitorio 4
Circuito 4	Aseo	Circuito 4	Cuarto de la plancha
Circuito 5	Vestíbulo	Circuito 5	Baño
Circuito 6	Paso	Circuito 6	Paso y escalera
Circuito 7	Dormitorio 1		

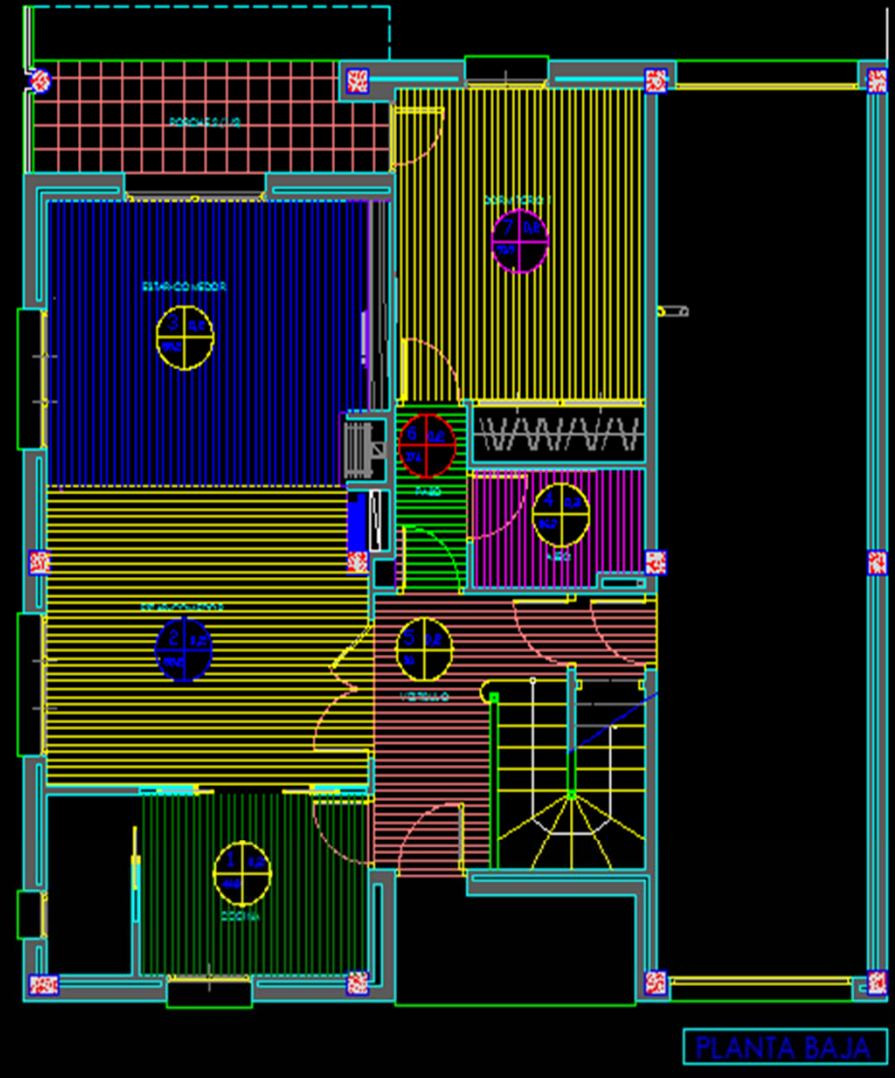
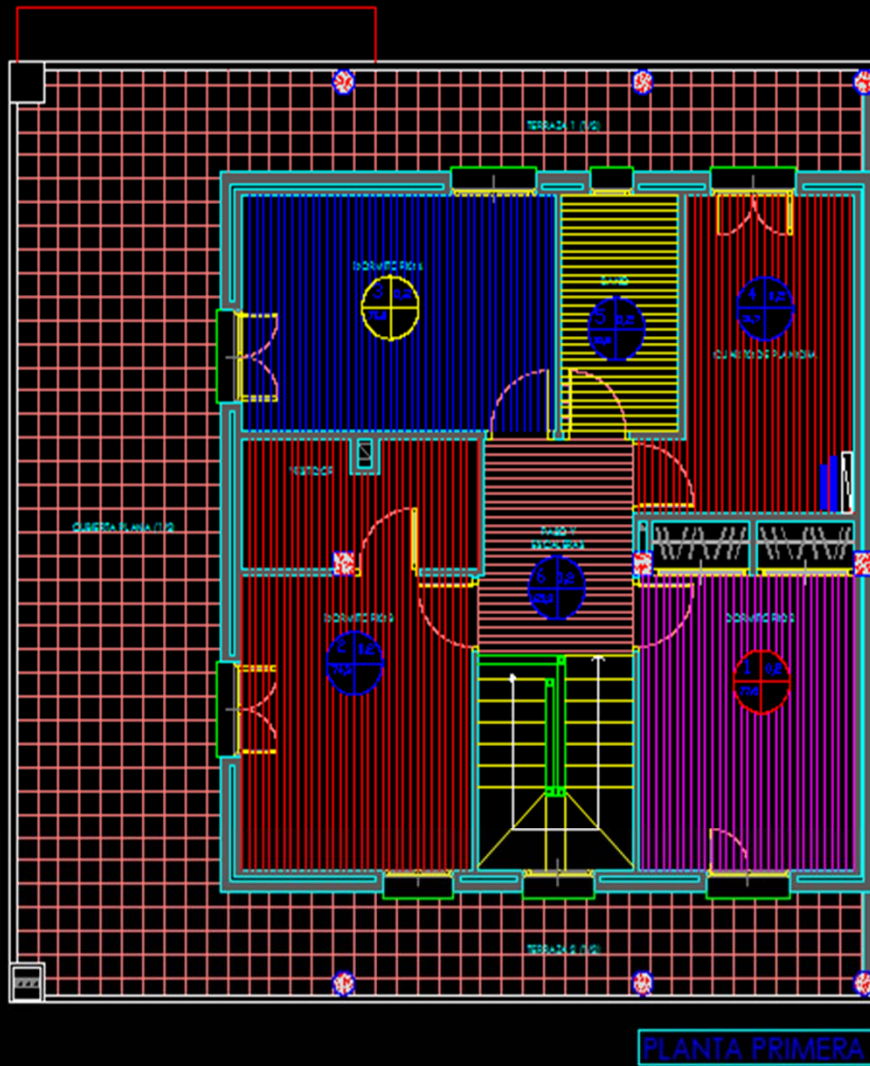
Total circuitos de tubo radiante planta baja: 7

Total circuitos de tubo radiante primera planta: 6

- Dimensionado del suelo radiante. Distancia entre tubos 20cm. Tubería UPONOR

	Ubicación	Área (m <sup>2</sup> )	e (m)	l (m)	L (m)
PLANTA BAJA	Cocina	7,46	0,2	3,5	44,3
	Estar-comedor	35,27	0,2	0	176,35
	Aseo	3,53	0,2	4,30	26,65
	Vestíbulo	9,09	0,2	1,80	49,05
	Paso	2,41	0,2	2,50	17,05
	Dormitorio 1	15,98	0,2	6	91,9
PLANTA PRIMERA	Dormitorio 2	13,52	0,2	5	77,6
	Dormitorio 3 y vestidor	17,54	0,2	6,50	100,7
	Dormitorio 4	13,35	0,2	5	76,75
	Cuarto de plancha	10,34	0,2	0	51,7
	Paso y escaleras	11,85	0,2	3	65,25
	Baño	4,95	0,2	3,5	31,75
TOTAL					809,05

# Diseño del suelo radiante en la vivienda



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 5. Presupuesto total del proyecto

### ○ Resumen del presupuesto

INSTALACIÓN	IMPORTE	%
SISTEMA FOTOVOLTAICO	17937,48 €	50,31
INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	3624,83 €	10,17
INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	5289,22 €	14,84
CALDERA DE BIOMASA	4245,36 €	11,91
INSTALACIÓN DE SUELO RADIANTE	4553,50 €	12,77
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	35.650,39 €	
13,00%	Gastos Generales (GG)	4.634,55 €
6,00%	Beneficio Industrial (BI)	2.139,02 €
	TOTAL (GG + BI)	6.773,57 €
	TOTAL (PEM + GG + BI)	42.423,96 €
21,00%	I.V.A	8.909,03 €
	TOTAL PRESUPUESTO	51.333,00 €

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 6. Conclusiones

### ○ Instalación fotovoltaica

$$E_p = I_i \times P_p \times N$$

Energía generada:

MES	Radiación			Potencia nominal panel fotovoltaico (kWp)	N	Energía generada(kWh)
	MJ/m <sup>2</sup> día	kWh/m <sup>2</sup> día	kWh/m <sup>2</sup> mes			
Enero	10,008	2,78	86,18	0,28	8	193,04
Febrero	12,42	3,45	96,6	0,28	8	216,38
Marzo	16,416	4,56	141,36	0,28	8	316,65
Abril	15,696	4,36	130,8	0,28	8	292,99
Mayo	16,38	4,55	141,05	0,28	8	315,95
Junio	17,028	4,73	141,9	0,28	8	317,86
Julio	17,676	4,91	152,21	0,28	8	340,95
Agosto	18,18	5,05	156,55	0,28	8	350,67
Septiembre	18,468	5,13	153,9	0,28	8	344,74
Octubre	15,12	4,20	130,2	0,28	8	291,65
Noviembre	11,16	3,10	93	0,28	8	208,32
Diciembre	9,108	2,53	78,43	0,28	8	175,68
TOTAL						3364,88



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

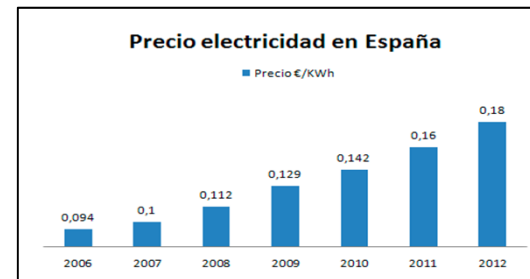
5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

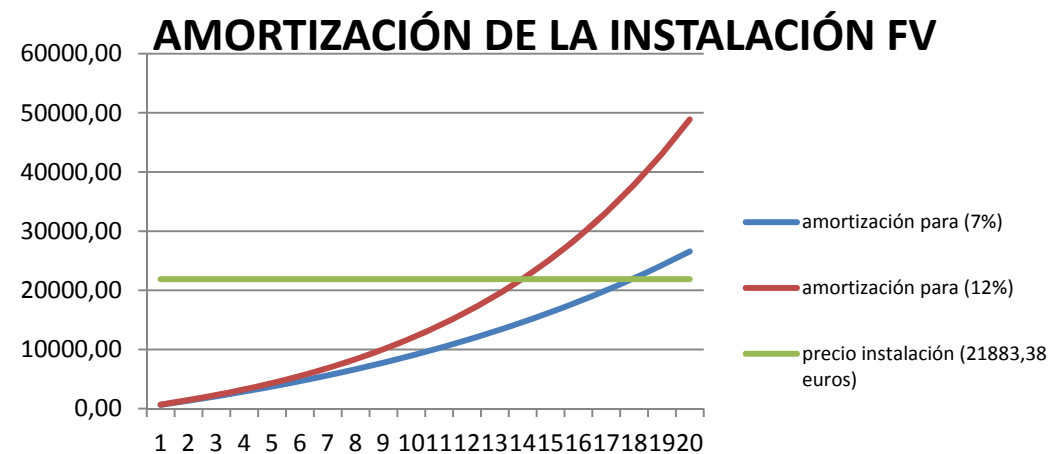
6. Conclusiones

## 6. Conclusiones

Incremento del precio de la electricidad en España en los últimos años:



Considerando un incremento del (12%) y otra opción con un incremento del (7%):



Amortización INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA : ENTRE 14 Y 18 AÑOS



1. Estado actual del modelo energético
2. Objeto del proyecto
3. Propuesta de medidas
4. Alcance del proyecto
5. Desarrollo del proyecto
  - 5.1 Instalación fotovoltaica
  - 5.2 Instalación solar térmica + biomasa
6. Conclusiones

## 6. Conclusiones

- **Instalación solar térmica**

Energía demandada anual de ACS + Calefacción (MJ)	101649,09
Energía demandada anual de ACS + Calefacción (kWh)	28235,85
Cubrimiento energético de la instalación (%)	36
Producción solar mensual (MJ/m <sup>2</sup> )	160,81
Producción solar mensual del campo de captadores (MJ)	1228,59
Producción solar anual del campo de captadores (MJ)	14743,06
Producción solar anual del campo de captadores (kWh)	4095,29

AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	
Ahorro energético anual	4095,29 kWh
Tarifa	0,109678 €/kWh
Ahorro económico anual	449,16 €
Coste de la instalación	5240,92 €
Amortización de la instalación	12 años

**Amortización INSTALACIÓN SOLAR : 12 AÑOS**

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

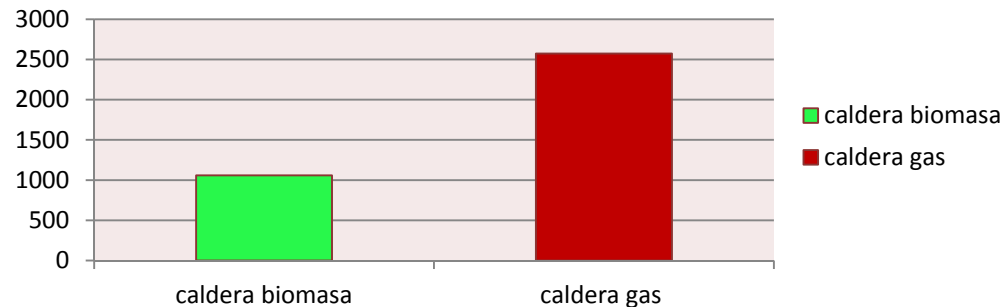
6. Conclusiones

## 6. Conclusiones

### o Caldera de biomasa

	Gas	Pellets
Ahorro energético anual	23455,93 kWh	23455,93 kWh
Precio	0,109678 €/kWh	0,0451 €/kWh
Coste económico anual	2572,560 €	1057,86 €

### Gasto anual estimado de calefacción según combustible



Años	Ahorro económico acumulado
1 año	1514,7
2 años	3029,4
3 años	4544,1
4 años	6058,8

**Amortización CALDERA DE BIOMASA : 3 AÑOS**

1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 6. Conclusiones

- Ahorro de CO<sub>2</sub> con las distintas instalaciones

1 kWh de electricidad = 0,545 kg de CO<sub>2</sub>

1 kWh de gas natural = 0,2 kg de CO<sub>2</sub>

### ➤ Instalación fotovoltaica

Fuente de energía	Kg de CO <sub>2</sub> por kWh generado	kWh producidos anualmente por la instalación fotovoltaica	Ahorros emisiones de CO <sub>2</sub> anualmente
Electricidad	0,545	3364,88	1833,6 kg
Gas natural	0,2	3364,88	672,98 kg

### ➤ Instalación solar térmica

Fuente de energía	Kg de CO <sub>2</sub> por kWh generado	kWh producidos anualmente	Ahorros emisiones de CO <sub>2</sub> anualmente
Electricidad	0,545	4095,29	2231,93 kg
Gas natural	0,2	4095,29	819,06 kg

### ➤ Caldera de biomasa

Fuente de energía	Kg de CO <sub>2</sub> por kWh generado	kWh producidos anualmente	Ahorros emisiones de CO <sub>2</sub> anualmente
Electricidad	0,545	84441,36	46020,54 kg
Gas natural	0,2	84441,36	16888,27 kg



1. Estado actual del modelo energético

2. Objeto del proyecto

3. Propuesta de medidas

4. Alcance del proyecto

5. Desarrollo del proyecto

5.1 Instalación fotovoltaica

5.2 Instalación solar térmica + biomasa

6. Conclusiones

## 6. Conclusiones

- Con el estudio técnico y económico realizado sobre la incorporación de energías renovables a nuestra vivienda cumpliendo la normativa vigente de ahorro de energía, concluimos que:
  - ✓ Instalación solar térmica con apoyo de biomasa. **Resultados positivos.** Con una amortización en torno a los 10 años.
  - × Instalación fotovoltaica. **Resultados negativos.** Amortización entre 14 y 18 años.

\*Podría replantearse el proyecto considerando las subvenciones proporcionadas por el estado y que actualmente se encuentran en proceso de cambio por la nueva reforma energética.