

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"DISEÑO DE INSTALACIÓN DE
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS
PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A
RED EN LA GASOLINERA DE LA
ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE"

TRABAJO FIN DE GRADO

Enero – 2023

AUTOR: Juan Luis Domene Serrano

DIRECTOR/ES: Fernando Verdú Bernabéu

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es tanto el estudio como el diseño de una instalación de generación de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos, cuya finalidad es la de dotar de autoconsumo a la gasolinera de la estación de autobuses, situada en la localidad de Elche (Alicante).

Se trata de una instalación de autoconsumo con vertido del excedente a red, cuyos módulos fotovoltaicos tienen una potencia pico de 460 W cada uno. El proyecto cuenta con el estudio de dos opciones de inclinación de los paneles fotovoltaicos, cuyas ventajas y desventajas se explicarán a lo largo de este.

En el presente proyecto también se realizará un análisis económico para estudiar tanto la rentabilidad de ambas opciones como la justificación de la solución adoptada.



ÍNDICE

1.-	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	12
1.1.-	CONSIDERACIONES GENERALES _____	12
1.2.-	ANTECEDENTES _____	12
1.3.-	PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN _____	15
1.4.-	OBJETO DEL PROYECTO _____	15
1.5.-	ALCANCE _____	16
1.6.-	NORMATIVA _____	16
1.7.-	UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN _____	19
1.8.-	TIPOS DE INSTALACIÓN EXISTENTES _____	20
1.9.-	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA _____	21
1.10.-	COMPONENTES PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN _____	22
1.11.-	ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS _____	25
1.12.-	INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS _____	30
2.-	CÁLCULOS.....	31
2.1.-	CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO MÁXIMA EN SUPERFICIE	31
2.2.-	CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN _____	37
2.3.-	DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS EN LA CUBIERTA DE LA MARQUESINA. _____	47
2.4.-	ESTRUCTURA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS _____	49
2.5.-	CABLEADO DE LA INSTALACIÓN _____	51
2.6.-	CABLEADO CORRIENTE CONTINUA. _____	56
2.7.-	CABLEADO CORRIENTE ALTERNA _____	66
2.8.-	PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN _____	71

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

2.9.-	DISEÑO DE LAS PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA	72
2.10.-	DISEÑO DE LAS PROTECCIONES PARA CORRIENTE ALTERNA.	75
2.11.-	PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN	78
2.12.-	CAJAS DE PROTECCIÓN	80
2.13.-	SUMINISTRO ELÉCTRICO	81
2.14.-	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO.	91
2.15.-	CÁLCULOS SOBRE LA DEMANDA, PRODUCCIÓN, COMPRA Y VERTIDO A RED	92
2.16.-	PUNTO DE ACCESO Y CONEXIÓN A RED	104
2.17.-	BALANCE DE ENERGÍA	104
2.18.-	PRESUPUESTO	106
2.19.-	ANÁLISIS ECONÓMICO	108
2.20.-	CONCLUSIONES	116
2.21.-	BIBLIOGRAFÍA	117
3.-	PLIEGO DE CONDICIONES.	118
3.1.-	OBJETO	118
3.2.-	CONDICIONES GENERALES	118
3.3.-	SEGURIDAD EN EL TRABAJO	118
3.4.-	SEGURIDAD PÚBLICA	119
3.5.-	DATOS DE LA OBRA	119
3.6.-	REPLANTEO DE LA OBRA	120
3.7.-	MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO	120
3.8.-	RECEPCIÓN DEL MATERIAL	120
3.9.-	ORGANIZACIÓN	121

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

3.10.-	FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN _____	121
3.11.-	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS _____	122
3.12.-	IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES _____	122
3.13.-	CAJAS DE EMPALME _____	122
3.14.-	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN _____	123
3.15.-	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS _____	123
3.16.-	FUSIBLES _____	124
3.17.-	INTERRUPTORES DIFERENCIALES _____	124
3.18.-	EQUIPOS DE MEDIDA _____	125
3.19.-	PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS _____	125
3.20.-	INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA _____	126
3.21.-	MEDIOS AUXILIARES _____	127
3.22.-	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS _____	127
3.23.-	SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS _____	127
3.24.-	PLAZO DE EJECUCIÓN _____	128
3.25.-	RECEPCIÓN PROVISIONAL _____	128
3.26.-	MANTENIMIENTO. _____	128
4.-	MEDICIONES Y PRESUPUESTO.	130
5.-	ANEXO I: FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS INSTALADOS.	135
6.-	ANEXO II: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.	147
6.1.-	OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. _	147
6.2.-	DATOS GENERALES DEL PROYECTO. _____	147
6.3.-	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD. _____	148
6.4.-	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA. _____	148

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

6.5.-	INTERFERENCIAS CON SERVICIOS. _____	149
6.6.-	FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA. _____	149
6.7.-	MAQUINARIA PREVISTA EN LA OBRA. _____	150
6.8.-	IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES. _____	150
6.9.-	ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASEFICADOS POR LAS FASES/ACTIVIDADES DE OBRA. _____	150
6.10.-	ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MAQUINARIA UTILIZADA EN LA OBRA. _____	160
6.11.-	INSTALACIONES DE SALUBRIDAD. _____	165
6.12.-	OBLIGACIONES DEL PROMOTOR. _____	165
6.13.-	COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD. __	166
6.14.-	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD. _____	167
6.15.-	OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.	167
6.16.-	OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS. __	169
6.17.-	LIBRO DE INCIDENCIAS. _____	170
6.18.-	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS. _____	170
6.19.-	DERECHOS DE LOS TRABAJADORES. _____	171
7.-	PLANOS.....	172

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: LOCALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA ..	19
ILUSTRACIÓN 2: ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA.....	20
ILUSTRACIÓN 3: ESQUEMA DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA	21
ILUSTRACIÓN 4: INVERSOR TRIFÁSICO HUAWEI SUN2000-30KTL-M3.....	24
ILUSTRACIÓN 5: INVERSOR TRIFÁSICO GOODWE GW50KBF-MT.....	24
ILUSTRACIÓN 6: ORIENTACIÓN DE LA MARQUESINA DE LA GASOLINERA.	25
ILUSTRACIÓN 7: INCLINACIÓN ÓPTIMA DE LOS MÓDULOS SEGÚN PVGIS.	30
ILUSTRACIÓN 8: INCLINACIÓN COPLANAR DE LOS MÓDULOS SEGÚN PVGIS.....	30
ILUSTRACIÓN 9: BALIZAS DE EXTRACCIÓN DE GASES Y MURETA.....	31
ILUSTRACIÓN 10: ALTURA SOLAR A LAS 10:00H DEL DÍA MÁS DESFAVORABLE DEL AÑO.	32
ILUSTRACIÓN 11: FÓRMULA PARA CALCULAR LA DISTANCIA MÍNIMA PARA EVITAR LA SOMBRA ENTRE FILAS DE MÓDULOS	33
ILUSTRACIÓN 12: NÚMERO DE PANELES VERTICALES POR FILA CON INCLINACIÓN DE 35°.	33
ILUSTRACIÓN 13: NÚMERO DE PANELES HORIZONTALES POR FILA.....	34
ILUSTRACIÓN 14: NÚMERO DE PANELES ORIENTADOS VERTICALMENTE CON UNA INCLINACIÓN COPLANAR.	35
ILUSTRACIÓN 15: DISPOSICIÓN Y DIMENSIONES PARA LA CONFIGURACIÓN COPLANAR (MM).....	36
ILUSTRACIÓN 16: CONSUMO MEDIO MENSUAL DEL AÑO 2021/2022.	37

ILUSTRACIÓN 17: CONFIGURACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS CON INCLINACIÓN DE 35° (M).	47
ILUSTRACIÓN 18: CONFIGURACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS CON INCLINACIÓN DE 0° (M).	48
ILUSTRACIÓN 19: ESTRUCTURA PARA LA CONFIGURACIÓN DE LOS MÓDULOS CON INCLINACIÓN DE 35°.	49
ILUSTRACIÓN 20: ESTRUCTURA PARA LA CONFIGURACIÓN DE LOS MÓDULOS COPLANARES A LA CHAPA DE LA MARQUESINA.	50
ILUSTRACIÓN 21: DISTRIBUCIÓN DEL CABLE PARA LOS MÓDULOS INCLINADOS 35°.	52
ILUSTRACIÓN 22: DISTRIBUCIÓN DEL CABLE PARA LOS MÓDULOS COPLANARES.	53
ILUSTRACIÓN 22: CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR PV1-F.....	55
ILUSTRACIÓN 23: CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR RZ1-K 0,6/1 KV... ..	67
ILUSTRACIÓN 24: INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO SCHNEIDER ACTI 9 IC60 RCBO.	72
ILUSTRACIÓN 25: ESQUEMA UNIFILAR PARA CORRIENTE CONTINUA CONFIGURACIÓN 1.	73
ILUSTRACIÓN 26: INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO SCHNEIDER ACTI 9 IC60N.	73
ILUSTRACIÓN 27: ESQUEMA UNIFILAR PARA CORRIENTE CONTINUA CONFIGURACIÓN 2.	74
ILUSTRACIÓN 28: INTERRUPTOR DIFERENCIAL SCHNEIDER ACTI 9 IID40. ..	75
ILUSTRACIÓN 29: INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO SCHNEIDER C120H. ..	75
ILUSTRACIÓN 30: ESQUEMA UNIFILAR PARA CORRIENTE ALTERNA CONFIGURACIÓN 1.	76
ILUSTRACIÓN 31: INTERRUPTOR DIFERENCIAL VIGI C120.	77
.....	77

ILUSTRACIÓN 32: INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO SCHNEIDER C120N.	77
ILUSTRACIÓN 33: ESQUEMA UNIFILAR PARA CORRIENTE ALTERNA CONFIGURACIÓN 2.	78
ILUSTRACIÓN 34: PUESTA A TIERRA CONFIGURACIÓN 1.....	79
ILUSTRACIÓN 35: PUESTA A TIERRA CONFIGURACIÓN 2.....	79
ILUSTRACIÓN 36: CAJA DE PROTECCIÓN CC.....	80
ILUSTRACIÓN 37: CAJA DE PROTECCIÓN CA	80
ILUSTRACIÓN 38: PÉRDIDAS TOTALES SEGÚN PVGIS CONFIGURACIÓN 1.	81
ILUSTRACIÓN 39: PÉRDIDAS TOTALES SEGÚN PVGIS CONFIGURACIÓN 2.	82
ILUSTRACIÓN 40: HERRAMIENTA PARA DETERMINAR EL AHORRO ANUAL EN LA FACTURA DE LA LUZ CONFIGURACIÓN 2.	82
ILUSTRACIÓN 41: FACTURA DE SUMINISTRO ELÉCTRICO DE L'ESTACIÓ.	83
ILUSTRACIÓN 42: DESGLOSE DE LAS TEMPORADAS PARA LA TARIFA 6.1 TD.	84
ILUSTRACIÓN 43: RESUMEN ANUAL POR HORAS QUE INDICA QUE PERIODO APLICA CADA MES.	84
ILUSTRACIÓN 44: GRÁFICOS POR MESES DEL CONSUMO EN KWH DE LA GASOLINERA.....	91
ILUSTRACIÓN 45: RESULTADO DEL VAN PARA LA CONFIGURACIÓN 1... ..	114
ILUSTRACIÓN 46: FLUJO DE CAJA ACUMULADO Y TIEMPO DE RETORNO PARA LA CONFIGURACIÓN 1	114
ILUSTRACIÓN 47: RESULTADO DEL VAN PARA LA CONFIGURACIÓN 2... ..	115
ILUSTRACIÓN 48: FLUJO DE CAJA ACUMULADO Y TIEMPO DE RETORNO PARA LA CONFIGURACIÓN 2.	115

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON ORIENTACIÓN AL SUR. .	26
TABLA 2: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD PARALELA A LA MARQUESINA Y CON INCLINACIÓN DE 35°.....	27
TABLA 3: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD PARALELA A LA MARQUESINA Y COPLANAR A LA CHAPA.....	28
TABLA 4: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD PERPENDICULAR A LA MARQUESINA.....	28
TABLA 5: RECORRIDO Y LONGITUD DEL CABLE PARA LA CONFIGURACIÓN 1.....	53
TABLA 6: RECORRIDO Y LONGITUD DEL CABLE PARA LA CONFIGURACIÓN 2.....	54
TABLA 7: DATOS PARA DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR CONFIGURACIÓN 1.....	56
TABLA 8: DATOS PARA DIMENSIONAMIENTO DEL CONDUCTOR CONFIGURACIÓN 2.....	57
TABLA 9: RESUMEN DE LA SECCIÓN CC PARA CADA CRITERIO CONFIGURACIÓN 1.....	60
TABLA 10: RESUMEN CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA EN CC PARA CONFIGURACIÓN 1.....	61
TABLA 11: RESUMEN DE LA SECCIÓN CC PARA CADA CRITERIO CONFIGURACIÓN 2.....	64
TABLA 12: RESUMEN CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA EN CC CONFIGURACIÓN 2.....	65
TABLA 13: RESUMEN DE LA SECCIÓN CA PARA CADA CRITERIO CONFIGURACIÓN 1.....	68

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

TABLA 14: RESUMEN DE LA SECCIÓN CA PARA CADA CRITERIO CONFIGURACIÓN 2.....	71
TABLA 15: DEMANDA ANUAL DIVIDIDA POR PERIODOS.	85
TABLA 16: RESUMEN MENSUAL DE LA ENERGÍA DEMANDADA Y PRODUCIDA POR LA CONFIGURACIÓN 1.....	92
TABLA 17: RESUMEN MENSUAL DE LA ENERGÍA DEMANDADA Y PRODUCIDA POR LA CONFIGURACIÓN 2.....	93
TABLA 18: PRECIOS DE LA COMPAÑÍA ELÉCTRICA DE LA EMPRESA INCLUYENDO IMPUESTOS.....	105
TABLA 19: PRECIO DE VENTA DEL EXCEDENTE.	105
TABLA 20: PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN CON LA CONFIGURACIÓN 1	106
TABLA 21: PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN CON LA CONFIGURACIÓN 2.	107
TABLA 22: FLUJO DE FONDOS PARA LA CONFIGURACIÓN 1.	110
TABLA 23: FLUJO DE FONDOS PARA LA CONFIGURACIÓN 2.	111
TABLA 24: TASAS DE INTERÉS DEL VAN PARA LA CONFIGURACIÓN 1....	112
TABLA 25: TASAS DE INTERÉS DEL VAN PARA LA CONFIGURACIÓN 2....	113
TABLA 26: RESUMEN CON LOS DATOS MÁS RELEVANTES DEL PROYECTO.	117

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Se denomina instalaciones fotovoltaicas con autoconsumo a todos aquellos sistemas donde la energía eléctrica generada a partir de los denominados módulos fotovoltaicos se emplea para consumo propio.

Estas instalaciones se pueden dividir en dos tipos: El primer tipo de sistemas son los que están conectados a la red eléctrica, que en dicho caso se estará hablando de sistemas con conexión a red. El segundo tipo instalaciones son las que no están conectadas a la red de distribución, en cuyo caso se denominan sistemas aislados. En los sistemas conectados a la red de distribución, se puede dar el caso de que la propia instalación genere más energía de la demandada por las cargas, entonces el excedente se verterá a red, o que la generación de energía no sea suficiente, que en ese caso se utiliza la suministrada por la red.

Las instalaciones fotovoltaicas pueden trabajar en paralelo con la red de distribución, así como de forma complementaria. Los sistemas en paralelo trabajan conjunto a la red de distribución de forma que los dos suministran electricidad. Los sistemas complementarios, las cargas se alimentan de otro tipo de fuentes, según la necesidad del usuario.

Los sistemas fotovoltaicos de autoconsumo permiten un elemento de acumulación energético, con el objetivo de almacenar la energía para poder emplearla en los momentos en los que no se pueda satisfacer la demanda de las cargas o cuando no se genere energía, es decir por la noche.

1.2.- ANTECEDENTES

Varios años atrás, tanto los expertos como la comunidad de científicos llevan insistiendo en la necesidad de cambiar el modelo energético actual. Algunas de las principales causas son:

- La limitación de los recursos energéticos combustibles, como el petróleo, gas, carbón, o cualquier otro mineral que sea extraído de la tierra, esto hace que exista la necesidad de reducir el uso de estos elementos, así como la de buscar otras fuentes energéticas.
- La emisión de gases de efecto invernadero tras la combustión de elementos, muchos de ellos nocivos para el planeta. Por tanto, surge la necesidad de utilizar otras fuentes de energía, con el objetivo de generar un menor impacto en la naturaleza.
- La energía nuclear ocupa gran parte de la generación de energía eléctrica, el problema que conlleva el uso de este medio son los residuos, los cuales deben tratarse con extrema precaución, almacenándolos en los lugares oportunos, ya que seguirán emitiendo radiación extremadamente dañina durante miles de años, esto implica que un vertido en la naturaleza puede suponer consecuencias desastrosas.
- La energía eléctrica es fundamental para el día a día de los seres humanos. Una gran parte de nuestras actividades cotidianas requieren más y más energía eléctrica, lo que la convierte en la energía más demandada y necesaria. Por este motivo, es vital que toda la población pueda acceder a ella para un correcto bienestar.

Existe por tanto una necesidad de encontrar nuevas fuentes de generación de energía que no tengan los puntos negativos expuestos anteriormente, cuyo combustible o fuente de activación sea inagotable a largo plazo y sea accesible a la mayor cantidad de personas a nivel mundial.

Una forma de generar energía es la transformación de energía solar en energía eléctrica mediante el efecto fotoeléctrico. Para convertir la energía solar en energía eléctrica existen diferentes dispositivos, como por ejemplo convertidores termoeléctricos, termoiónicos y los fotovoltaicos. Por sus características, los convertidores fotovoltaicos son sistemas sencillos de instalar, versátiles y han demostrado su eficacia en aplicaciones terrestres a gran escala, por ende, es la opción que va a abordar este proyecto.

En estos últimos años, las placas fotovoltaicas han sufrido una evolución considerable, convirtiendo de manera más eficiente la energía del sol en energía eléctrica. Otro factor que se debe tener en cuenta es la producción a gran escala, dicha producción ha supuesto que, en los últimos años, haya habido una reducción del coste.

Otro aspecto fundamental para la instalación de los sistemas fotovoltaicos es la normativa legal. Hace unos años, en España, la normativa era claramente favorecedora hacia los inversores para que apostasen por las instalaciones fotovoltaicas. Dichas instalaciones se amortizaban en pocos años, ya que la energía vertida a red se pagaba a un precio favorable y sin ningún tipo de restricción. Una vez amortizada, la rentabilidad obtenida a largo plazo era elevada, por lo que hacían que este sistema de generación de energía eléctrica fuese uno de los más interesantes y favorables del mercado.

Todo esto dio un giro inesperado a partir de 2011, los beneficios que antes se obtenían se vieron comprometidos llegando al extremo opuesto de forma que la energía vertida a la red se devaluaba, también aparecieron penalizaciones y peajes, todo esto ocasionó que se paralizasen las inversiones en este sector.

Con toda esta información, es necesario analizar tanto las ventajas como los inconvenientes de la producción de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos. Principalmente se deben valorar dos aspectos:

En primer lugar, atendiendo a la problemática medioambiental, esta forma de generación de energía eléctrica sale claramente favorecida en comparación con otras fuentes de energía. por las causas expuestas anteriormente. Otro factor a tener en cuenta es que, en el último año, vista de todos los problemas globales, el precio de la electricidad ha subido porcentajes desorbitados, comparado con años atrás, esto hace que apostar por la producción eléctrica mediante paneles fotovoltaicos gane aún más fuerza y sea un motivo de peso, debido a que la amortización es todavía más rápida.

En segundo lugar, entra en juego el estudio económico, ya que es necesario ver si estos sistemas pueden ser competitivos en comparación con otras formas de generación de energía. Es importante que estos sistemas sean competitivos, económicamente, si no se produciría un conflicto de intereses. Por otra parte, si el coste de la energía producida por los paneles fotovoltaicos es similar o menor que la producida por otras fuentes no renovables, no hay duda de que la opción favorable es la fotovoltaica.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

PIMESA, es una empresa pública, de capital 100% municipal, dicha empresa pertenece al ayuntamiento de Elche. Uno de sus principales compromisos es el cuidado del medioambiente, por este motivo se plantea la instalación de la planta fotovoltaica objeto del presente proyecto.

PIMESA cuenta con experiencia previa en este tipo de instalaciones, un ejemplo es la planta fotovoltaica conectada a red instalada sobre la cubierta de la estación de autobuses de Elche, que gestiona directamente. Esta planta fotovoltaica fue instalada en el año 2010 y obtuvo una subvención de la Agencia Valenciana de la Energía (AVEN). Actualmente, la planta se encuentra en un perfecto funcionamiento, produciendo una media de 160.000 kWh al año y cuenta con unos ingresos medios de 40.000 euros anuales.

La nueva instalación se plantea para compensar el consumo eléctrico de “L’ Estació”, estación de servicio que gestiona PIMESA, la cual está ubicada en la Avda. del alcalde Vicente Quiles, 8,

1.3.- PROMOTOR DE LA INSTALACIÓN

- Nombre: Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A. (PIMESA)
- C.I.F.: A-03475001
- Domicilio: Calle Diagonal Del Palau, nº7
- Localidad: Elche (Alicante)
- Teléfono: 966665111

1.4.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es tanto el diseño como el dimensionamiento de una instalación de generación de energía eléctrica mediante paneles solares fotovoltaicos para autoconsumo en la estación de servicio L’Estació.

Uno de los principales objetivos de esta instalación solar fotovoltaica para autoconsumo es el de reducir la facturación eléctrica anual, consiguiendo a través de esta un ahorro energético significativo debido al uso del sol como fuente de energía. Otro objetivo que se logra por el uso de dichas placas es un ahorro considerable de las emisiones de CO₂ a la atmósfera, cuyos efectos son muy nocivos para nuestro planeta.

La definición técnica será lo suficientemente detallada para que su construcción pueda llevarse a cabo por parte de un industrial del sector.

También, se va a realizar un análisis económico para determinar la viabilidad del proyecto, así como el punto de vista de inversión y el retorno que genera la instalación, todo ello según la actual normativa de remuneración para la energía generada por estos sistemas.

1.5.- ALCANCE

El alcance del presente proyecto es el siguiente:

- Dimensionamiento de una planta fotovoltaica para que el uso de la superficie de la cubierta de la estación de servicio L' Estació sea el óptimo.
- Estudio de la opción más viable del mercado en referente a los equipos a instalar.
- Dimensionamiento del cable y protecciones eléctricas de la instalación.
- Estudio de las opciones disponibles para aprovechar de una manera óptima la energía excedente.
- Análisis económico para evaluar la rentabilidad del proyecto, tiempo de retorno de este, etc.

1.6.- NORMATIVA

La normativa que se va a emplear en el presente proyecto es la siguiente:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE nº285 de 28/11/1997).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 “Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica”.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto – Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002, de 2 de agosto, por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.

- Real Decreto 1433/2003, de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en régimen especial.
- Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Conectadas a Red, publicado por el IDAE.
- Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Aisladas, publicado por el IDAE.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. (BOE nº295 de jueves 8 de diciembre de 2011).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, (BOE nº310 de 27 de diciembre de 2013).
- Orden del 9 de marzo de 1971, por el que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones Mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Y Real Decreto 486/1997, de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Reglamento de Acometidas Eléctricas (Aprobado por Real Decreto 2944/1982, de 15 de octubre, BOE 12/11/1982).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1495/1986, modificada por Real Decreto 830/1991, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas.
- Real Decreto 1435/1992, modificado por Real Decreto 56/1995, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre las máquinas.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 1407/1992, modificado por Real Decreto 159/1995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual – EPI.

1.7.- UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación solar fotovoltaica para autoconsumo se va a realizar en la gasolinera L' Estació, la cual se encuentra ubicada en la localidad de Elche.

Los módulos fotovoltaicos van a ir ubicados en la marquesina de la propia gasolinera,

Las coordenadas del emplazamiento son:

- Latitud: 38°16'20'' N
- Longitud: 0°41'26'' O

La instalación está a 90 metros sobre el nivel del mar. El edificio tiene una orientación al sur con una desviación de -13° respecto al sur puro. Esta disposición ayudará a la generación de energía y junto con la ausencia de objetos, así como de construcciones cercanas que pudieran formar sombras, hace que sea una ubicación óptima para la instalación de paneles fotovoltaicos.



Ilustración 1: Localización de la instalación fotovoltaica.

1.8.- TIPOS DE INSTALACIÓN EXISTENTES

En la actualidad se pueden distinguir los siguientes tipos de instalaciones fotovoltaicas:

- Instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red eléctrica.
- Instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica.

Las instalaciones fotovoltaicas aisladas consisten en grupos de paneles con el fin de generar energía eléctrica, dichos paneles no tienen ninguna capacidad física de conexión eléctrica con la red de distribución, cuya energía tiene que ser almacenada en un elemento llamado acumulador o batería para disponer de la misma cuando el panel no está recibiendo radiación.

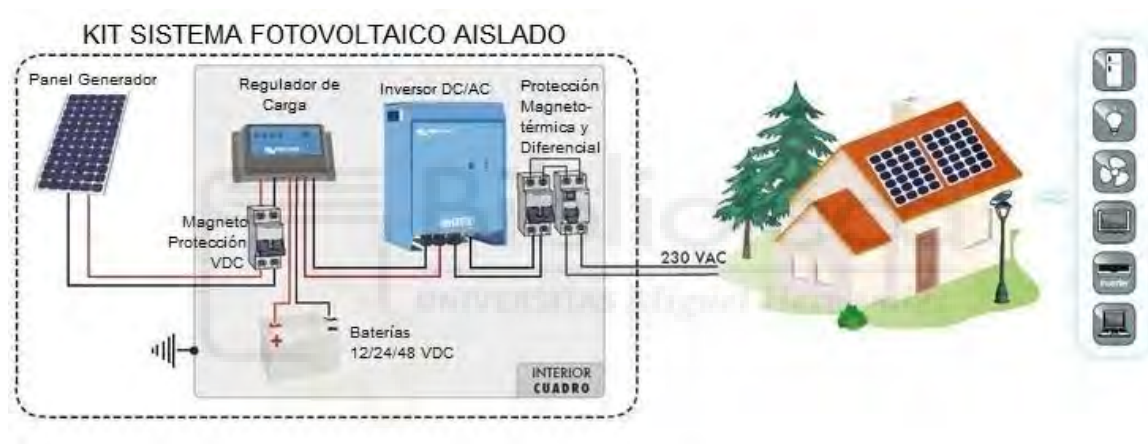


Ilustración 2: Esquema de una instalación fotovoltaica aislada de la red eléctrica.

Por otra parte, las instalaciones conectadas a la red eléctrica son todo lo contrario a las aisladas, es decir están conectadas directamente a la red eléctrica con el objetivo de verter la energía producida, así como el sobrante a la red de distribución. Para poder verter la energía, esta debe ser transformada en alterna mediante un elemento llamado inversor. A continuación, se debe elevar la tensión a la misma del punto de conexión con la red con un elemento denominado transformador como se aprecia en el siguiente esquema.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



Ilustración 3: Esquema de una instalación fotovoltaica conectada a la red eléctrica.

1.9.- DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Para poder dimensionar correctamente la instalación fotovoltaica se debe realizar un estudio del consumo eléctrico del edificio. Una vez obtenido los consumos, se calcula la potencia máxima pico que se puede llegar a obtener a través de la superficie disponible. Acto seguido mediante el uso de la herramienta PVGIS se extraen los datos de generación eléctrica por horas de la ubicación, comparando de este modo el consumo, se puede obtener el ahorro que se obtiene en la factura eléctrica.

Una vez finalizado el cálculo de la potencia, se puede realizar una planificación, así como la comprobación del terreno donde se va a llevar a cabo la instalación, de esta manera se comprueba el espacio disponible, la distribución óptima que van a tener los paneles, el método de instalación de dichos paneles, identificación de posibles obstáculos que interfieran en la instalación, etc.

Verificando que todo lo descrito anteriormente es correcto se procede a configurar los módulos e inversores que son necesarios en la instalación para satisfacer la demanda eléctrica. Una vez terminada la configuración tanto de módulos como de inversores se calcula las características del cable a emplear, las protecciones eléctricas y por último la parte estructural relacionada con los soportes de los paneles

Para terminar, se calcula el tiempo de retorno de la inversión, comparando la energía producida con sus posibles pérdidas con la energía consumida en las facturas.

1.10.-COMPONENTES PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN

Los componentes principales de una instalación fotovoltaica son los siguientes:

- Células fotovoltaicas.
- Inversor fotovoltaico.

Célula fotovoltaica

Se pueden distinguir tres tipos de modulo fotovoltaico:

- Células de silicio policristalino.
- Células de silicio monocristalino.
- Células de silicio amorfo.

Las células de silicio policristalino están formadas por una gran cantidad de cristales de silicio con una menor pureza. En el proceso de producción se vierte el silicio en moldes cuadrados, por lo que no es necesario biselarlos como los monocristalinos. Estas células están constituidas por diferentes tonalidades de azul por lo que es fácil distinguirlas de las monocristalinas. Las ventajas principales de este tipo de células es que poseen un proceso de producción más sencillo y económico, así como un coeficiente térmico más elevado. Su principal desventaja es que tienen menos rendimiento, entre un 16 % y un 20 %, esto hace que requieran de más superficie para una misma potencia.

Las células monocristalinas están constituidas por un único cristal de silicio, el cual posee una estructura muy uniforme, así como una alta pureza. Las principales ventajas de este tipo de células son su elevado rendimiento, comprendido entre un 18 % y un 25 %, mayor vida útil y mejor funcionamiento con baja radiación solar. En cuanto a las principales desventajas son su proceso de producción que es más lento y costoso, peor coeficiente térmico, mayor derroche de silicio por su proceso de producción.

Por último, los paneles de silicio amorfo se producen depositando una película de silicio en forma de vapor encima de una superficie de acero, base de vidrio, plástico u otro tipo de material (es un proceso similar al pintado). Su principal ventaja es que son las más económicas de fabricar y su buena integración en cualquier superficie. Su desventaja es que tienen un bajo rendimiento y una menor vida útil.

Características de la célula seleccionada

El módulo fotovoltaico que se ha escogido para la instalación del presente proyecto es el modelo “LR4-72HPH 460 M” de la marca LONGI. El módulo seleccionado lleva un panel monocristalino de 460 W. Las características principales del módulo seleccionado son las siguientes:

- Dimensiones de 2094x1038x35 mm.
- Cuenta con un peso de 24,3 kg.
- Alta eficiencia de conversión por módulo, hasta un 21,2 %.
- Cuenta con la tecnología Half-Cell.

Una de las razones por la que se ha seleccionado este módulo es porque LONGI es uno de los fabricantes líderes de la industria fotovoltaica a nivel mundial, otro motivo es que se necesita una elevada potencia pico, debido a las limitaciones dimensionales de la marquesina. Este módulo cuenta con la tecnología Half-Cell, esto se traduce en mayor eficiencia, un aumento en la potencia y una vida útil más larga tanto por la reducción de cargas mecánicas como la reducción de los puntos calientes. Otro factor determinante a la hora de seleccionar este módulo ha sido por sus dimensiones óptimas, ya que se tiene que dejar una distancia entre serie de módulos de 2 cm y gracias a sus dimensiones se ha conseguido adaptar a las dimensiones de la marquesina sin tener que quitar un módulo por fila.

Inversor

El inversor es un elemento cuya finalidad es el de transformar la corriente continua de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna, con el objetivo de verterla a red o para que las cargas que aprovechen este tipo de corriente la consuman. Para dimensionar correctamente tanto la **configuración 1** como la **configuración 2** se van a seleccionar 2 inversores, uno será para la instalación con los módulos inclinados 35° y el otro inversor será para la instalación con los módulos con inclinación coplanar a la chapa, ya que las potencias varían según la instalación, por ende, no se puede seleccionar el mismo inversor.

Características del inversor seleccionado para inclinación de 35°

El inversor escogido es un inversor trifásico de la marca Huawei, cuya modelo es “SUN2000-30KTL-M3”. Este elemento cuenta con una potencia nominal de 30 kW, también cuenta con una potencia máxima de entrada de 44 kWp. Dicho inversor ha sido seleccionado, ya que, va a aprovechar la máxima potencia posible. Por otra parte, dispone de 4 seguidores MPPTs, con lo que cada seguidor cuenta con el mismo número de módulos.



Ilustración 4: Inversor trifásico Huawei SUN2000-30KTL-M3.

Características del inversor seleccionado para inclinación de 0°

El inversor seleccionado para esta configuración es un inversor trifásico de la marca Goodwe, cuya modelo es “GW50KBF-MT”. Este elemento cuenta con una potencia nominal de 50 kW, también cuenta con una potencia máxima de entrada de 65 kWp. Dicho inversor ha sido seleccionado, ya que, va a aprovechar la máxima potencia posible y también porque cuenta con una corriente de entrada máxima por MPPT de 30 A, de esta manera permite una configuración de 2 series de 14 módulos en paralelo por cada entrada. Por otra parte, el inversor dispone de 4 seguidores MPPTs. Cuenta con una eficiencia máxima de 98,8%.



Ilustración 5: Inversor trifásico Goodwe GW50KBF-MT.

1.11.-ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La orientación de los paneles fotovoltaicos es fundamental para que la instalación funcione adecuadamente, concretamente la orientación óptima es el sur geográfico, ya que los módulos reciben la máxima irradiación solar durante el día, por tanto, el rendimiento del sistema también será el máximo posible.

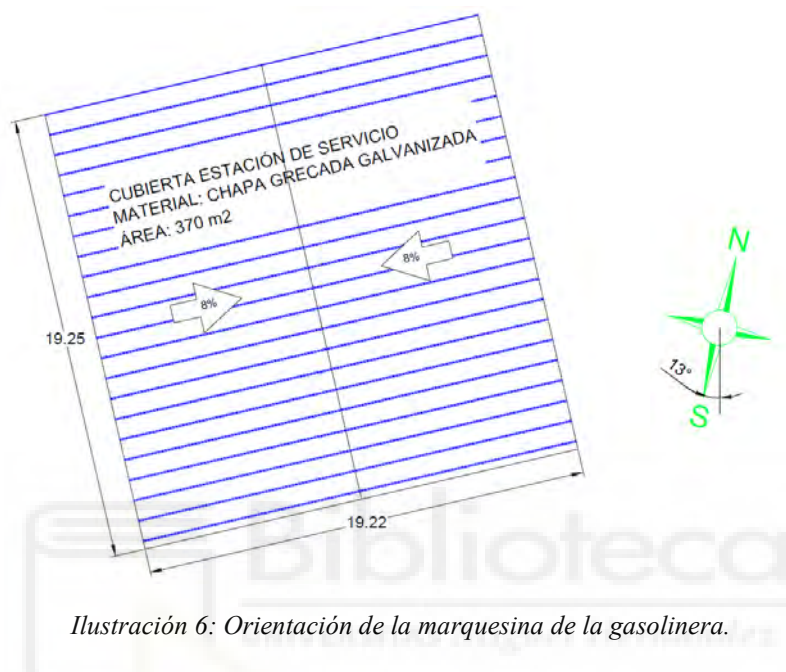


Ilustración 6: Orientación de la marquesina de la gasolinera.

En la figura anterior se puede apreciar como la estación de servicio no está orientada al sur, es decir, tiene una desviación de 13°. Otro aspecto que se debe tener en cuenta es que la chapa grecada es perpendicular a la marquesina, esto hace que haya que realizar 4 comprobaciones:

- **1º Comprobación:** Orientar los módulos completamente al sur, es decir a 0°, con una inclinación de 36° y una potencia de 31,28 kWp.
- **2º Comprobación:** Orientar los módulos paralelos a la marquesina, es decir con una desviación de 13° respecto al sur, una inclinación de 35° y una potencia de 31,28 kWp.
- **3º Comprobación:** Orientar los módulos paralelos a la marquesina, es decir con una desviación de 13° respecto al sur, pero con una inclinación de 0° o coplanares y una potencia de 51,52 kWp.
- **4º Comprobación:** Orientar los módulos a favor de la chapa grecada.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Para realizar las comprobaciones mencionadas con anterioridad se recurre a la herramienta PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), dicha herramienta es capaz, entre otras cosas, calcular la orientación e inclinación que más se ajuste a una ubicación en concreto.

Otro uso, es para realizar una estimación de la potencia que va a generar la instalación durante un año entero, así como la irradiación que va a sufrir.

1º Comprobación: Orientar los módulos completamente al sur con una inclinación de 36º

Colocando en el PVGIS un azimut de 0º y una potencia de 31,28 kW pico se obtiene los siguientes resultados:

	E_m	H_m
	3799,9	147,9
	3799,2	149,9
	4580,2	184,6
	4655,3	191,4
	5008,7	210,2
	4957,4	212,2
	5123,6	221,7
	5037	216,9
	4464,2	188,9
	4212,4	173,7
	3548,4	141,2
	3563,4	138,5
Promedio	4395,81	181,43

TABLA 1: Generación de electricidad con orientación al sur.

Los variables expuestas por el PVGIS son las siguientes:

- **E_m**: Esta variable hace referencia a la producción eléctrica mensual, medida en kWh.
- **H_m**: Esta variable corresponde con la suma promedio de la irradiación global por metro cuadrado que reciben los módulos, se mide en kWh/m².

2º Comprobación: Orientar los módulos con azimut de -13 y una inclinación de 35º

Esta comprobación sigue la orientación de la marquesina de la estación de servicio (-13º respecto al sur) y una potencia de 31,28 kWp. Los módulos cuentan con una inclinación de 35º, la cual resulta ser la óptima para este azimut. Los datos que otorga el PVGIS son los siguientes:

E_m	H_m
3720,9	144,8
3733,3	147,3
4546,7	183,3
4658,5	191,8
5044,5	211,9
5001,1	214,4
5159,7	223,7
5032,4	217,2
4423,9	187,3
4148,1	171
3467,2	138
3466,5	134,8
4366,9	180,46

TABLA 2: Generación de electricidad paralela a la marquesina y con inclinación de 35º.

3º Comprobación: Orientar los módulos con azimut de -13 y una inclinación de 0º

La siguiente comprobación tiene el mismo azimut que la anterior, pero con la diferencia de que la inclinación de los propios módulos es coplanar a la chapa de la marquesina. Esta orientación tiene sus ventajas y sus desventajas, las cuales se analizarán a continuación.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

E_m	H_m
3353,4	83,1
4131,7	100,6
6047,6	147,8
7227	179,3
8695,7	219,8
9095,1	234,5
9205,1	239,9
8175,8	212,3
6286,2	160,7
4952	124,8
3425,8	85,7
2988,4	74,8
5898,92	155,28

TABLA 3: Generación de electricidad paralela a la marquesina y coplanar a la chapa.

4º Comprobación: Orientar los módulos con azimut de 77°.

Esta comprobación se realiza por la posibilidad de orientar los módulos a favor de la chapa grecada de la marquesina. Los datos otorgados por el PVGIS son los siguientes:

E_m	H_m
2235	89,6
2644,9	105,5
3727,1	150,1
4370,6	179
5199,1	216,9
5423,1	230,6
5525,5	237,6
4976,5	213,2
3874	163,2
3140	130
2259,1	92
2038	82,2
3784,41	157,49

TABLA 4: Generación de electricidad perpendicular a la marquesina.

Observando las tablas expuestas anteriormente, se llega a las siguientes conclusiones:

- La orientación de los módulos completamente al sur es la idónea, ya que se obtiene un beneficio óptimo de energía, pero la estructura empleada para la sujeción de los paneles es más complicada de realizar, y por ende más costosa, otra desventaja es que por las dimensiones de la marquesina la cantidad de módulos es inferior al resto de configuraciones.
- La orientación de los módulos con una desviación de -13° o lo que es lo mismo, paralela a la marquesina y con una inclinación de 35° , la energía que se pierde en comparación con la primera opción es pequeña y asumible, otra ventaja es que la instalación de la estructura de los módulos resulta más sencilla si se compara con la **comprobación 1**. La comprobación 2 se va a denominar **configuración 1** a lo largo del proyecto, ya que se va a estudiar detalladamente, ya que es una solución válida y viable. Se adjunta el tanto por cien de la pérdida de energía respecto a la configuración con los módulos orientados al sur y con una inclinación de 36° .

$$\frac{4395,81 - 4366,9}{4395,81} * 100 = 0,66 \%$$

- La orientación de los módulos paralela a la marquesina, con una inclinación de dichos módulos de 0° o coplanar, es otra solución viable, ya que su principal ventaja es que permite colocar una mayor cantidad de módulos, debido a que no procede el cálculo de sombras entre filas, permitiendo una potencia pico más elevada. Otra ventaja para esta opción es que la instalación de los soportes de los módulos resulta más sencilla que la de la configuración 1 y por consiguiente más económica. La principal desventaja es que, en igualdad de módulos, si se compara esta opción con las otras dos opciones anteriores, la producción eléctrica mensual y la irradiación global por metro cuadrado es más baja. Esta configuración va a denominarse **configuración 2**, ya que también se va a estudiar detalladamente.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- La orientación de los módulos a favor de la chapa grecada, o lo que es lo mismo con una desviación de 77° queda totalmente descartada por la cantidad de energía que se pierde respecto a las demás y la baja cantidad de módulos que se podrían instalar.

1.12.-INCLINACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

La inclinación de los módulos fotovoltaicos es fundamental, ya que con la inclinación óptima se consigue aprovechar al máximo la energía solar que incide en ellos.

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

Provided inputs:	Simulation outputs	
Latitude/Longitude: 38.272,-0.691	Slope angle:	35 (opt) °
Horizon: Calculated	Azimuth angle:	-13 °
Database used: PVGIS-SARAH2	Yearly PV energy production:	52402.66 kWh
PV technology: Crystalline silicon	Yearly in-plane irradiation:	2165.38 kWh/m ²
PV installed: 31.28 kWp	Year-to-year variability:	1355.43 kWh
System loss: 14 %	Changes in output due to:	
	Angle of incidence:	-2.6 %
	Spectral effects:	0.54 %
	Temperature and low irradiance:	-8.13 %
	Total loss:	-22.63 %

Ilustración 7: Inclinación óptima de los módulos según PVGIS.

En la *Ilustración 7*, se puede observar como el PVGIS otorga la inclinación óptima según la ubicación de la instalación, incluyendo la potencia pico de 31,28 kWp y el azimut de -13°.

A su vez, se va a estudiar la opción que implica una inclinación de los módulos de 0°, aunque no sea la óptima, ya que dicha opción permite instalar un número más elevado de módulos y por consiguiente permite aumentar la potencia pico, concretamente, a 51,52 kWp, entonces se debe valorar la viabilidad de dicha opción.

Provided inputs:	Simulation outputs	
Latitude/Longitude: 38.272,-0.691	Slope angle:	0 °
Horizon: Calculated	Azimuth angle:	-13 °
Database used: PVGIS-SARAH2	Yearly PV energy production:	73584.21 kWh
PV technology: Crystalline silicon	Yearly in-plane irradiation:	1863.4 kWh/m ²
PV installed: 51.52 kWp	Year-to-year variability:	1567.95 kWh
System loss: 14 %	Changes in output due to:	
	Angle of incidence:	-3.58 %
	Spectral effects:	0.37 %
	Temperature and low irradiance:	-7.91 %
	Total loss:	-23.35 %

Ilustración 8: Inclinación coplanar de los módulos según PVGIS.

2.- CÁLCULOS.

2.1.- CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO MÁXIMA EN SUPERFICIE

Como ya se han obtenido todos los datos previos que se necesitan para el correcto dimensionamiento de la planta fotovoltaica, se va a comenzar con el cálculo de la potencia pico máxima en la superficie. Se puede definir la potencia pico como la máxima potencia eléctrica que un panel es capaz de generar bajo las condiciones estándares de medida.

Lo primero de todo es tener en cuenta edificios, elementos u otros objetivos que puedan hacer sombra a los módulos. Actualmente, la marquesina dispone de 7 balizas anuladas, cuya función era la de extracción de gases. Estas balizas no van a afectar al cálculo de sombras, ya que van a ser retiradas. Existe una mureta de altura 60 cm situada entre el inicio de la marquesina y el tejado del supermercado Dicost, dicha mureta tiene una separación de 5 metros a cada lado. Este elemento no se va a tener en cuenta para el cálculo de sombras, debido a que se encuentra situada completamente al oeste y no va a interferir con la instalación, ya que se va a dejar una distancia de 70 cm para mantenimiento.



Ilustración 9: Balizas de extracción de gases y mureta.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

A continuación, se va a calcular la máxima cantidad de módulos que, por limitación de la superficie de la marquesina, se es capaz de instalar. El primer dato a tener en cuenta es la distancia mínima que hay que dejar entre paneles para que entre ellos mismos no se generen sombra, al menos en las 4 horas entorno al mediodía del día más desfavorable del año, ya que el IDAE (Instituto para la Diversificación y ahorro de energía), establece en su Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red que se debe asegurar al menos 4 horas de luz solar entorno al mediodía más desfavorable del año, este día es el 21 de diciembre.

Para la configuración coplanar no es necesario calcular la distancia mínima entre filas, ya que por su orientación no se van a generar ninguna sombra. Se va a dejar una distancia de 1 metro para agilizar el paso y tareas de mantenimiento

Es necesario conocer la altura solar en dichas condiciones, por ello se ha empleado la herramienta “SunEarthTools.com”, cuya función es proporcionar una serie de datos meteorológicos según una ubicación, un día y una hora determinada.



Ilustración 10: Altura solar a las 10:00h del día más desfavorable del año.

DATOS

- Inclinación óptima de los módulos: $\beta=35^\circ$
- Altura solar a las 10:00h: $\alpha=22,08^\circ$
- Dimensiones del módulo fotovoltaico seleccionado: 2.094x1.038 mm.

La distancia mínima que se debe dejar entre paneles se va a calcular tanto con los módulos en posición vertical como horizontal, porque para la configuración de los paneles en posición coplanar no procede, con el objetivo de determinar el número de filas óptimo para cada configuración

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

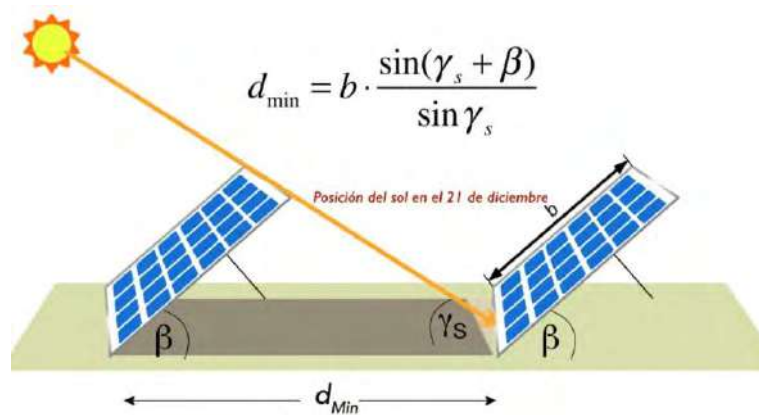


Ilustración 11: Fórmula para calcular la distancia mínima para evitar la sombra entre filas de módulos.

Paneles verticales

$$d_{min} = 2,094 \text{ m} \cdot \frac{\text{sen}(22,08 + 35)}{\text{sen } 22,08} = 4,6761 \text{ m}$$

$$N^{\circ} \text{ Filas} = \frac{19,25 \text{ m}}{4,6761 \text{ m}} = 4,1167 \rightarrow 4 \text{ Filas} + \text{resto}$$

$$\text{Resto} = 0,1167 \cdot 4,6761 \text{ m} = 0,5457 \text{ m}$$

$$\text{Proporción Panel} = 2,094 \cdot \cos 35 = 1,7153 \text{ m}$$

Como la proporción del panel es más grande que el resto no caben más filas. Por lo que en posición vertical se dispone de 4 filas.

La siguiente imagen tiene como objetivo determinar el número de módulos que caben por fila. Los paneles fotovoltaicos están proyectados verticalmente.

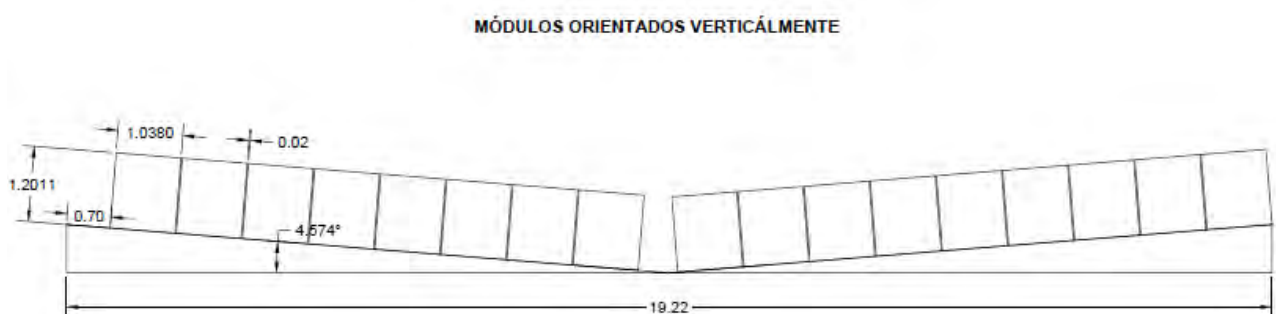


Ilustración 12: Número de paneles verticales por fila con inclinación de 35°.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Potencia pico en posición vertical:

$$P_{pico} = 4 \text{ filas} \cdot 17 \text{ módulos} \cdot 460 \text{ Wp} = 31,28 \text{ kWp}$$

Paneles horizontales

$$d_{min} = (1,038 \cdot 2) \text{ m} \cdot \frac{\text{sen}(22,08 + 35)}{\text{sen } 22,08} = 4,636 \text{ m}$$

$$N^{\circ} \text{ Filas} = \frac{19,25 \text{ m}}{4,636 \text{ m}} = 4,1523 \rightarrow 4 \text{ Filas} + \text{resto}$$

Se comprueba que quepa otra fila de 16 paneles.

$$\text{Resto} = 0,1523 \cdot 4,636 \text{ m} = 0,7061 \text{ m}$$

$$\text{Proporción Paneles} = 2,076 \cdot \cos 35 = 1,701 \text{ m}$$

$$\text{Proporción Panel} > \text{Resto} \rightarrow \text{No más filas}$$

Se comprueba que quepa otra fila de 8 paneles.

$$\text{Resto} = 0,1523 \cdot 4,636 \text{ m} = 0,7061 \text{ m}$$

$$\text{Proporción Panel} = 1,038 \cdot \cos 35 = 0,8503 \text{ m}$$

$$\text{Proporción Panel} > \text{Resto} \rightarrow \text{No más filas}$$

Ninguna de las opciones cumple por lo que se dispone de 4 filas. La siguiente imagen tiene como objetivo determinar el número de módulos que caben por fila.

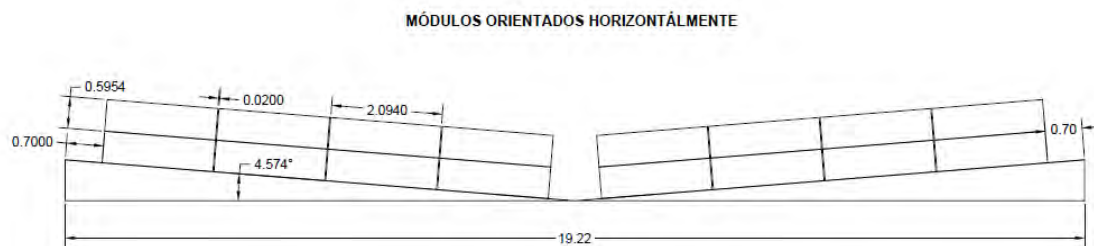


Ilustración 13: Número de paneles horizontales por fila.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Potencia pico en posición horizontal:

$$P_{pico} = 4 \text{ filas} \cdot 16 \text{ módulos} \cdot 460 \text{ Wp} = 29,44 \text{ kWp}$$

Paneles coplanares

No es necesario calcular la distancia mínima entre filas de paneles, ya que como se ha comentado anteriormente, no se va a producir ninguna sombra. Únicamente, se tiene que considerar un espacio de 50 cm entre filas para facilitar el paso del operario encargado de las tareas de mantenimiento de los paneles fotovoltaicos.

Para calcular el número de filas se va a seguir la siguiente formulación:

$$N^{\circ} \text{ Filas} = \frac{19,25 \text{ m}}{2,596 \text{ m}} = 7,412 \rightarrow 7 \text{ Filas}$$

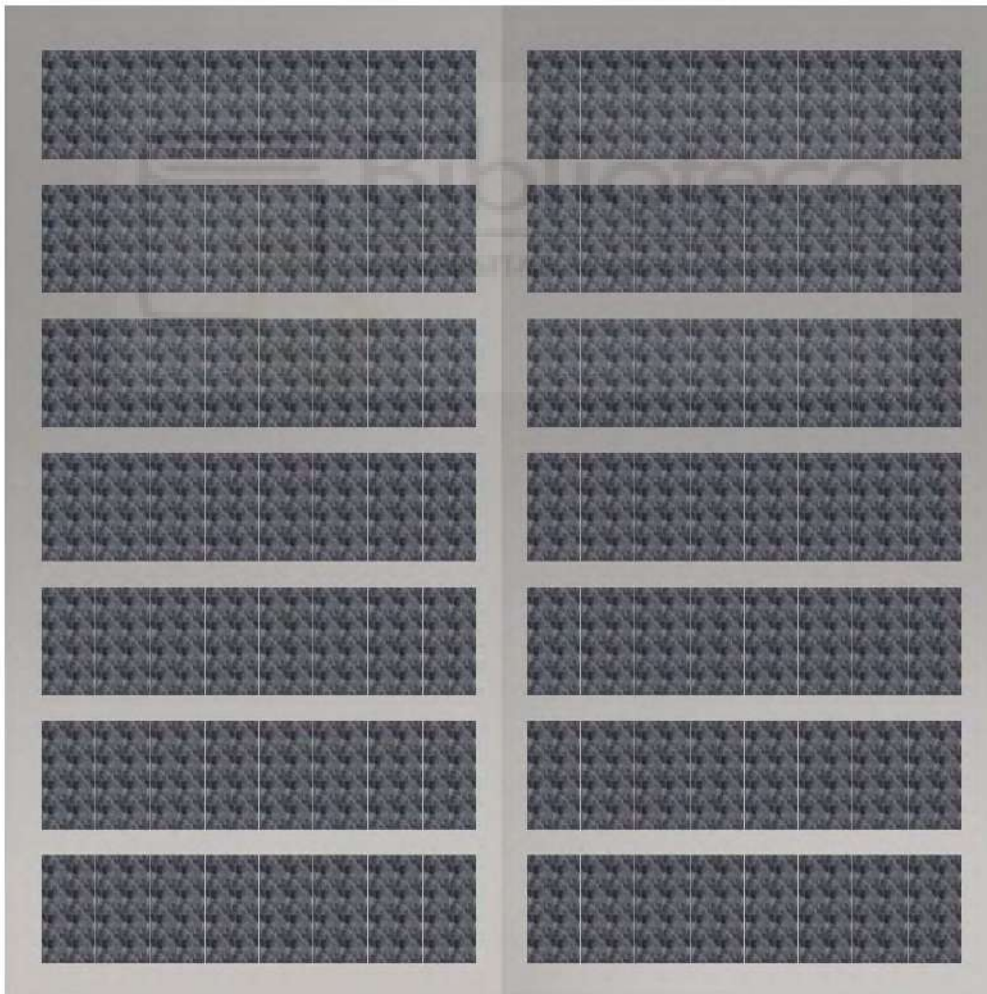


Ilustración 14: Número de paneles orientados verticalmente con una inclinación coplanar.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

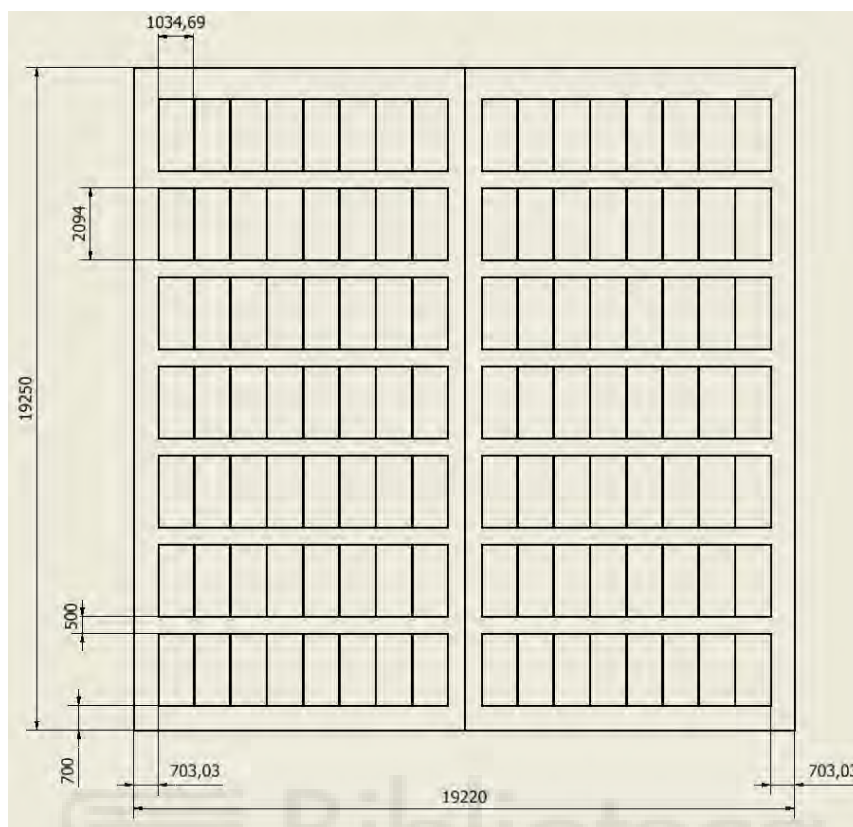


Ilustración 15: Disposición y dimensiones para la configuración coplanar (mm).

No se pueden instalar más paneles, por lo que la configuración final es de 7 filas.

Potencia pico para una orientación coplanar:

$$P_{pico} = 7 \text{ filas} \cdot 16 \text{ módulos} \cdot 0,460 \text{ kWp} = 51,52 \text{ kWp}$$

Un dato obligatorio y que se puede apreciar en la *ilustración 12*, en la *ilustración 13* y en la *ilustración 15* es que se debe dejar una distancia de unos 70 cm, aproximadamente, para facilitar el paso a las distintas series de módulos con el objetivo de aplicarles un correcto mantenimiento, así como una separación entre módulos de la misma fila de 2 cm para poder unirlos correctamente con las grapas.

Como conclusión, debido a las limitaciones de la marquesina la configuración que permite colocar una mayor cantidad de módulos es la coplanar o la **configuración 2**, y como consecuencia más potencia pico se puede instalar. A pesar de estas conclusiones se debe realizar un estudio más profundo tanto de la configuración coplanar como de la vertical con inclinación de 35°, ya que esta última es la inclinación óptima para un azimut de -13°.

2.2.- CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Con el objetivo de conseguir una configuración adecuada es necesario calcular el número de módulos, y posteriormente realizar una estimación del número de inversores necesarios.

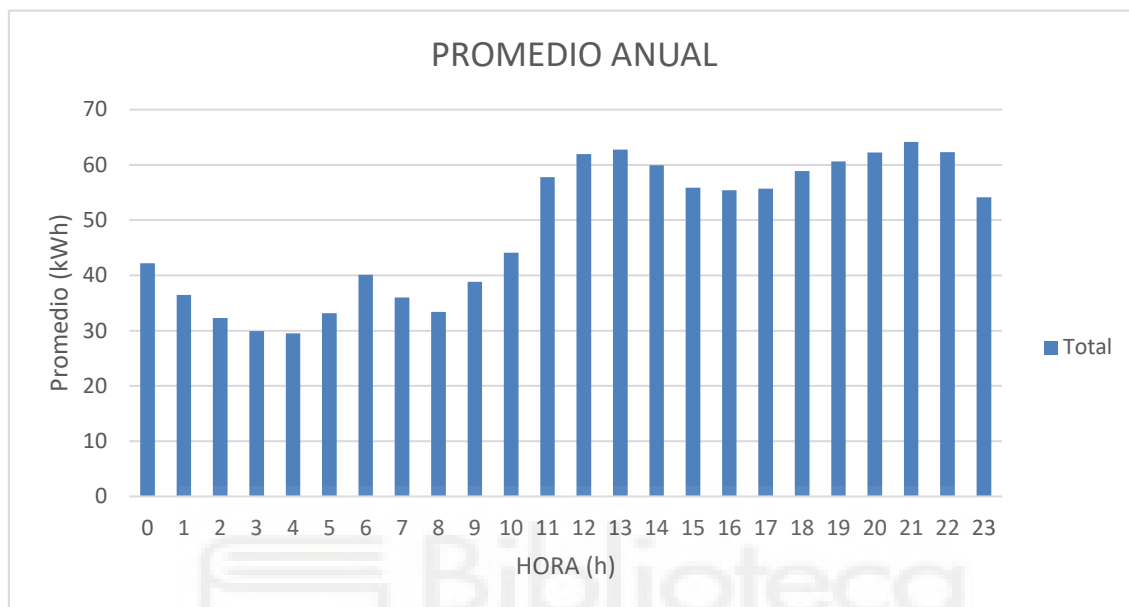


Ilustración 16: Consumo medio mensual del año 2021/2022.

Para determinar el número de módulos que se deben instalar es necesario disponer de los datos de consumo que tiene la estación de servicio.

Observando la *ilustración 16*, se puede definir una potencia pico provisional en la instalación de 50 kWp, esto se debe a que dicha potencia supera en gran parte el valor de la media diaria.

En el subapartado “2.1 CALCULO DE LA MÁXIMA POTENCIA EN SUPERFICIE” se obtienen los módulos totales que se pueden instalar, según la inclinación de los paneles. A modo de resumen, en la primera configuración se dispone de 68 módulos en total, mientras que en la segunda configuración se dispone de un total de 112 paneles, en ambos casos los módulos otorgan una potencia de 460 Wp.

$$P_{pico\ config\ 1} = 68\ módulos \cdot 0,460\ kWp = 31,28\ kWp$$

$$P_{pico\ config\ 2} = 7\ filas \cdot 16\ módulos \cdot 0,460\ kWp = 51,52\ kWp$$

Como se puede apreciar, en la primera configuración no se consigue llegar a la potencia ideal de 50 kWp, ya que la marquesina tiene unas dimensiones limitadas, por ende, es imposible instalar más módulos sin hacer sombra a la fila anterior. La potencia de la instalación para la configuración 1 va a ser de 31,28 kWp. En la **configuración 2** se supera la potencia provisional, aunque debido al alto consumo de la gasolinera, se va a establecer una potencia de la instalación de 51,52 kWp. En ambas configuraciones en los meses que no sea posible satisfacer la demanda de consumo, la red de distribución va a estar dando soporte y en los meses que la potencia generada por los paneles sea mayor que la demandada el excedente se volcará a red.

DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR CONFIGURACIÓN 1.

El número de inversores a instalar viene determinado por la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de inversores}_{CONFIG 1} = \frac{P_{instalación}}{P_{pico_{inversor}}} = \frac{31,28 \text{ kWp}}{44 \text{ kWp}} = 0,71 \rightarrow 1 \text{ inversor}$$

Debido a las condiciones dadas en Elche, en la instalación fotovoltaica proyectada no se van a conseguir los 31,28 kWp, ya que para conseguir esta potencia se deberían tener las denominadas condiciones estándar (25°C de celda, irradiación de 1000 W/m²). Con el objetivo de aprovechar la potencia del inversor se realiza un cálculo para observar cuanto está sobredimensionado el campo fotovoltaico respecto a la potencia nominal del inversor.

$$USO \text{ INVERSOR}_{CONFIG 1} = \frac{31280 \text{ W} - 30000 \text{ W}}{30000 \text{ W}} \cdot 100 = 4,09\%$$

El campo fotovoltaico está sobredimensionado un 4,09% respecto a la potencia nominal del inversor, por lo que si se va a aprovechar el inversor seleccionado.

A continuación, se va a detallar la configuración que va a llevar la instalación. Para comenzar, es necesario datos tanto del panel fotovoltaico como del inversor.

Datos del panel

- $V_{oc} = 49,7 \text{ V}$
- $I_{sc} = 11,73 \text{ A}$
- $V_{mpp} = 41,9 \text{ V}$
- $I_{mpp} = 10,98 \text{ A}$

- *Coefficiente de temperatura $V_{oc} = \frac{-0,265\%}{^{\circ}C}$*
- *Coefficiente de temperatura $I_{sc} = \frac{+0,05\%}{^{\circ}C}$*
- *Temperatura de operación nominal de la celda = 45 °C*

Datos del inversor

- *Número de seguidores MPP = 4*
- *Máxima corriente de entrada $I_{maxDC} = 26 A$*
- *Máxima intensidad de salida = 47,9 A*
- *$V_{min\ inversor} = 200 V$*
- *$V_{max\ inversor} = 1000 V$*
- *Potencia máxima de entrada DC = 44 kWp*

A continuación, es necesario calcular las restricciones dadas por el inversor. Se debe calcular el número mínimo de módulos en serie, con el objetivo de conseguir el voltaje mínimo necesario para que el inversor pueda funcionar. Posteriormente, se calcula la cantidad máxima de módulos para no sobrepasar el voltaje máximo admitido por el inversor. También se va a calcular el número máximo de series en paralelo que se puede conectar por MPPT, ya que no es posible sobrepasar la intensidad de entrada máxima.

$$N^{\circ} \text{ mínimo de módulos} = \frac{V_{min\ inversor}}{V_{oc}} = \frac{200 V}{49,7 V} = 4,02 \rightarrow 4 \text{ módulos}$$

$$N^{\circ} \text{ máximo de módulos} = \frac{V_{max\ inversor}}{V_{oc}} = \frac{1000 V}{49,7 V} = 20,12 \rightarrow 20 \text{ módulos}$$

$$N^{\circ} \text{ máximo de series paralelo} = \frac{I_{max\ dc}}{I_{sc}} = \frac{26 A}{11,73 A} = 2,22 \rightarrow 2 \text{ series}$$

La configuración propuesta para la instalación es la siguiente: 17 módulos en serie con una serie en paralelo por cada seguidor MPPT. Se deben comprobar ciertos criterios para comprobar que la configuración seleccionada se pueda llevar a cabo.

Criterio de tensión: Los 17 módulos propuestos en serie deben estar en el rango de voltaje que admite el inversor, ya que si no cumple.

$$\text{Máximo voltaje de 17 módulos en serie} = 17 \cdot V_{oc} = 17 \cdot 49,7 = 844,9 \text{ V}$$

$$V_{min\ inversor} = 200 \text{ V} < 844,9 \text{ V} < V_{max\ inversor} = 1000 \text{ V}$$

Se puede observar que el criterio de tensión cumple, ya que los 844,9 V se encuentran dentro de los valores establecidos por el inversor.

Criterio de intensidad: Para que la configuración seleccionada cumpla el criterio de intensidad no se puede superar la intensidad máxima de entrada por MPPT. El número de series en paralelo por MPPT va a ser de 1, junto con la intensidad de una serie en paralelo I_{sc} se puede obtener la intensidad por MPPT.

$$N^{\circ} \text{ series paralelo por MPPT} = 1$$

$$\text{Intensidad por MPPT} = N^{\circ} \text{ series paralelo} \cdot I_{sc} = 1 \cdot 11,73 \text{ A} = 11,73 \text{ A}$$

$$11,73 \text{ A} < I_{max\ dc} = 26 \text{ A}$$

Se puede observar que el criterio de intensidad cumple, ya que los 11,73 A no superan la intensidad máxima de entrada por MPPT del inversor

Criterio de temperatura: Los criterios calculados anteriormente, hacen referencia a las condiciones estándar (25°C Y 1000W/m² de irradiación global), pero al variar la temperatura los datos tanto de voltaje como de intensidad de entrada al inversor también van a cambiar, entonces se debe comprobar que, al variar dicha temperatura, ambos criterios siguen estando en los rangos adecuados para un correcto funcionamiento de la instalación. De lo contrario, el inversor no sería válido, teniendo que seleccionar otro.

Para realizar las comprobaciones oportunas se debe escoger una irradiación global máxima de 1000 W/m² y una mínima de 200 W/m². Se han consultado en la página “Meteoelche.com” los datos de temperatura ambiente desde 2009 hasta 2022, obteniendo una temperatura ambiente máxima de 45,1 °C y temperatura ambiente mínima de 0,2 °C.

Primero, se obtiene la temperatura de la célula con las temperaturas ambientes expuestas anteriormente.

$$T_{célula} = T_{amb} + (T_{nom} - 20) \cdot \frac{E}{800}$$

El parámetro “E” hace referencia a la irradiación global medido en W/m².

$$T_{\text{célula mínima}} = 0,2 + (45 - 20) \cdot \frac{200}{800} = 6,45 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{célula máxima}} = 45,1 + (45 - 20) \cdot \frac{1000}{800} = 76,35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Se debe calcular tanto el nuevo valor de voltaje de circuito abierto “V_{OC}” como el nuevo valor de la intensidad de cortocircuito “I_{SC}”, con las temperaturas de célula mínima y máxima.

$$V_{OC_{T_{\text{célula}}}} = V_{OC_{25 \text{ }^{\circ}\text{C}}} \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100} \cdot (T_{\text{célula}} - 25)\right)$$

$$I_{SC_{T_{\text{célula}}}} = I_{SC_{25 \text{ }^{\circ}\text{C}}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} \cdot (T_{\text{célula}} - 25)\right)$$

Siendo “β” el coeficiente de temperatura V_{OC} y “α” el coeficiente de temperatura I_{SC}, ambos parámetros están medidos en %/°C.

$$V_{OC_{6,45 \text{ }^{\circ}\text{C}}} = 49,7 \cdot \left(1 + \frac{-0,265}{100} \cdot (6,45 - 25)\right) = 52,143 \text{ V}$$

$$I_{SC_{6,45 \text{ }^{\circ}\text{C}}} = 11,73 \cdot \left(1 + \frac{0,05}{100} \cdot (6,45 - 25)\right) = 11,621 \text{ A}$$

$$V_{OC_{76,35 \text{ }^{\circ}\text{C}}} = 49,7 \cdot \left(1 + \frac{-0,265}{100} \cdot (76,35 - 25)\right) = 42,937 \text{ V}$$

$$I_{SC_{76,35 \text{ }^{\circ}\text{C}}} = 11,73 \cdot \left(1 + \frac{0,05}{100} \cdot (76,35 - 25)\right) = 12,031 \text{ A}$$

Se procede a calcular la variación respecto a las condiciones estándar.

$$\Delta V_{OCTmin} = V_{OC_{6,45 \text{ }^{\circ}\text{C}}} - V_{OC_{25 \text{ }^{\circ}\text{C}}} = 52,1431 - 49,7 = 2,443 \text{ V}$$

$$\Delta V_{OCTmax} = V_{OC_{76,35 \text{ }^{\circ}\text{C}}} - V_{OC_{25 \text{ }^{\circ}\text{C}}} = 42,937 - 49,7 = -6,763 \text{ V}$$

$$\Delta I_{SCTmin} = I_{SC_{6,45 \text{ }^{\circ}\text{C}}} - I_{SC_{25 \text{ }^{\circ}\text{C}}} = 11,6212 - 11,73 = -0,109 \text{ A}$$

$$\Delta I_{SCTmax} = I_{SC_{76,35 \text{ }^{\circ}\text{C}}} - I_{SC_{25 \text{ }^{\circ}\text{C}}} = 12,031 - 11,73 = 0,301 \text{ A}$$

Ya se tienen los datos necesarios para calcular los nuevos criterios:

Criterio de intensidad con las nuevas temperaturas.

$$\text{Intensidad entrada con } 6,45 \text{ }^{\circ}\text{C} = 11,73 + 1 \cdot (-0,1088) = 11,621 \text{ A}$$

$$\text{Intensidad entrada con } 76,35 \text{ }^{\circ}\text{C} = 11,73 + 1 \cdot (0,301) = 12,031 \text{ A}$$

Ambas temperaturas cumplen con el criterio de intensidad, ya que son inferiores a 26 A

Criterio de tensión con las nuevas temperaturas.

$$\text{Tensión de entrada con } 6,45 \text{ }^{\circ}\text{C} = 844,9 + 17 \cdot (2,4431) = 886,433 \text{ V}$$

$$\text{Tensión de entrada con } 76,35 \text{ }^{\circ}\text{C} = 844,9 + 17 \cdot (-6,763) = 729,929 \text{ V}$$

Ambas temperaturas cumplen con el criterio de tensión, ya que ambos valores se encuentran entre 200 V y 1000 V

Finalizadas las comprobaciones oportunas se puede concluir que la configuración de 17 módulos en serie por cada seguidor MPPT es válida.

DIMENSIONAMIENTO DEL INVERSOR CONFIGURACIÓN 2.

El número de inversores a instalar viene determinado por la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ de inversores}_{CONFIG 2} = \frac{P_{instalación}}{P_{picoinversor}} = \frac{51,52 \text{ kWp}}{65 \text{ kWp}} = 0,793 \rightarrow 1 \text{ inversor}$$

Igual que en la **configuración 1**, a causa de las condiciones dadas en Elche, en la instalación fotovoltaica proyectada no se van a conseguir los 51,52 kWp, ya que para conseguir esta potencia se deberían tener las denominadas condiciones estándar (25°C de celda, irradiación de 1000 W/m²). Para aprovechar la potencia del inversor se va a realizar un cálculo para observar cuanto está sobredimensionado el campo fotovoltaico respecto a la potencia nominal del inversor.

$$USO \text{ INVERSOR}_{CONFIG 2} = \frac{51520 \text{ W} - 50000 \text{ W}}{50000 \text{ W}} \cdot 100 = 3,04\%$$

El campo fotovoltaico está sobredimensionado un 3,04% respecto a la potencia nominal del inversor, por lo que si se va a aprovechar el inversor seleccionado.

A continuación, se va a detallar la configuración que va a llevar la instalación. Para comenzar, es necesario datos tanto del panel fotovoltaico, los cuales van a ser los mismos que para la configuración 1, como los del nuevo inversor.

Datos del panel

- $V_{oc} = 49,7 V$
- $I_{sc} = 11,73 A$
- $V_{mpp} = 41,9 V$
- $I_{mpp} = 10,98 A$
- *Coeficiente de temperatura V_{oc}* $= \frac{-0,265\%}{^{\circ}C}$
- *Coeficiente de temperatura I_{sc}* $= \frac{+0,05\%}{^{\circ}C}$
- *Temperatura de operación nominal de la celda* $= 45 ^{\circ}C$

Datos del inversor

- *Número de seguidores MPP* $= 4$
- *Máxima corriente de entrada I_{maxDC}* $= 30/30/30/30 A$
- *Máxima intensidad de salida* $= 80 A$
- $V_{min\ inversor} = 200 V$
- $V_{max\ inversor} = 1000V$
- *Potencia máxima de entrada DC* $= 65 kWp$

Antes de calcular los criterios para saber si el inversor seleccionado cumple o no cumple los requisitos demandados por la instalación, es necesario calcular las restricciones dadas por el inversor. Se debe calcular el número mínimo de módulos en serie, con el objetivo de conseguir el voltaje mínimo necesario para que el inversor pueda funcionar. Posteriormente, se calcula la cantidad máxima de módulos para no sobrepasar el voltaje máximo admitido por el inversor. También se va a calcular el número máximo de series en paralelo que se puede conectar por MPPT, ya que no es posible sobrepasar la intensidad de entrada máxima.

$$N^{\circ} \text{ mínimo de módulos} = \frac{V_{\text{min inversor}}}{V_{oc}} = \frac{200 \text{ V}}{49,7 \text{ V}} = 4,02 \rightarrow 4 \text{ módulos}$$

$$N^{\circ} \text{ máximo de módulos} = \frac{V_{\text{max inversor}}}{V_{oc}} = \frac{1000 \text{ V}}{49,7 \text{ V}} = 20,12 \rightarrow 20 \text{ módulos}$$

$$N^{\circ} \text{ máximo de series paralelo} = \frac{I_{\text{max dc}}}{I_{sc}} = \frac{30 \text{ A}}{11,73 \text{ A}} = 2,557 \rightarrow 2 \text{ series}$$

La configuración propuesta para la instalación es la siguiente: 14 módulos en serie con dos series en paralelo por cada seguidor MPPT, ya que solo se dispone de 4 entradas MPPT. Se deben comprobar ciertos criterios para comprobar que la configuración seleccionada se pueda llevar a cabo.

Criterio de tensión: Los 14 módulos propuestos en serie deben estar en el rango de voltaje que admite el inversor, ya que si no cumple.

$$\text{Máximo voltaje de 14 módulos en serie} = 14 \cdot V_{oc} = 14 \cdot 49,7 \text{ V} = 695,8 \text{ V}$$

$$V_{\text{min inversor}} = 200 \text{ V} < 695,8 \text{ V} < V_{\text{max inversor}} = 1000 \text{ V}$$

Se puede observar que el criterio de tensión cumple, ya que los 695,8 V se encuentran dentro de los valores establecidos por el inversor.

Criterio de intensidad: Para que la configuración seleccionada cumpla el criterio de intensidad no se puede superar la intensidad máxima de entrada por MPPT. El número de series en paralelo por MPPT va a ser de 2, junto con la intensidad de una serie en paralelo I_{sc} se puede obtener la intensidad por MPPT.

$$N^{\circ} \text{ series paralelo por MPPT} = 2$$

$$\text{Intensidad por MPPT} = N^{\circ} \text{ series paralelo} \cdot I_{sc} = 2 \cdot 11,73 \text{ A} = 23,46 \text{ A}$$

$$23,46 \text{ A} < I_{\text{max dc}} = 30 \text{ A}$$

Se puede observar que el criterio de intensidad cumple, ya que los 23,46 A no superan la intensidad máxima de entrada por MPPT del inversor.

Criterio de temperatura: Los criterios calculados anteriormente, hacen referencia a las condiciones estándar (25°C Y 1000W/m² de irradiación global), pero al variar la temperatura los datos tanto de voltaje como de intensidad de entrada al inversor también van a cambiar, entonces se debe comprobar que, al variar dicha temperatura, ambos criterios siguen estando en los rangos adecuados para un correcto funcionamiento de la instalación. De lo contrario, el inversor no sería válido, teniendo que seleccionar otro.

Para realizar las comprobaciones oportunas se debe escoger una irradiación global máxima de 1000 W/m² y una mínima de 200 W/m². Se han consultado en la página “Meteoelche.com” los datos de temperatura ambiente desde 2009 hasta 2022, obteniendo una temperatura ambiente máxima de 45,1 °C y temperatura ambiente mínima de 0,2 °C.

Primero, se obtiene la temperatura de la célula con las temperaturas ambientes expuestas anteriormente.

$$T_{\text{célula}} = T_{\text{amb}} + (T_{\text{nom}} - 20) \cdot \frac{E}{800}$$

El parámetro “E” hace referencia a la irradiación global medido en W/m².

$$T_{\text{célula mínima}} = 0,2 + (45 - 20) \cdot \frac{200}{800} = 6,45 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{célula máxima}} = 45,1 + (45 - 20) \cdot \frac{1000}{800} = 76,35 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Se debe calcular tanto el nuevo valor de voltaje de circuito abierto “V_{OC}” como el nuevo valor de la intensidad de cortocircuito “I_{SC}”, con las temperaturas de célula mínima y máxima.

$$V_{OC_{T_{\text{célula}}}} = V_{OC_{25^{\circ}\text{C}}} \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100} \cdot (T_{\text{célula}} - 25)\right)$$

$$I_{SC_{T_{\text{célula}}}} = I_{SC_{25^{\circ}\text{C}}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} \cdot (T_{\text{célula}} - 25)\right)$$

Siendo “β” el coeficiente de temperatura V_{OC} y “α” el coeficiente de temperatura I_{SC}, ambos parámetros están medidos en %/°C.

$$V_{OC_{6,45\text{ }^{\circ}\text{C}}} = 49,7 \cdot \left(1 + \frac{-0,265}{100} \cdot (6,45 - 25) \right) = 52,143 \text{ V}$$

$$I_{SC_{6,45\text{ }^{\circ}\text{C}}} = 11,73 \cdot \left(1 + \frac{0,05}{100} \cdot (6,45 - 25) \right) = 11,621 \text{ A}$$

$$V_{OC_{76,35\text{ }^{\circ}\text{C}}} = 49,7 \cdot \left(1 + \frac{-0,265}{100} \cdot (76,35 - 25) \right) = 42,937 \text{ V}$$

$$I_{SC_{76,35\text{ }^{\circ}\text{C}}} = 11,73 \cdot \left(1 + \frac{0,05}{100} \cdot (76,35 - 25) \right) = 12,031 \text{ A}$$

Se procede a calcular la variación respecto a las condiciones estándar.

$$\Delta V_{OCTmin} = V_{OC_{6,45\text{ }^{\circ}\text{C}}} - V_{OC_{25\text{ }^{\circ}\text{C}}} = 52,1431 - 49,7 = 2,443 \text{ V}$$

$$\Delta V_{OCTmax} = V_{OC_{76,35\text{ }^{\circ}\text{C}}} - V_{OC_{25\text{ }^{\circ}\text{C}}} = 42,937 - 49,7 = -6,763 \text{ V}$$

$$\Delta I_{SCTmin} = I_{SC_{6,45\text{ }^{\circ}\text{C}}} - I_{SC_{25\text{ }^{\circ}\text{C}}} = 11,6212 - 11,73 = -0,109 \text{ A}$$

$$\Delta I_{SCTmax} = I_{SC_{76,35\text{ }^{\circ}\text{C}}} - I_{SC_{25\text{ }^{\circ}\text{C}}} = 12,031 - 11,73 = 0,301 \text{ A}$$

Ya se tienen los datos necesarios para calcular los nuevos criterios:

Criterio de intensidad con las nuevas temperaturas.

$$\text{Intensidad entrada con } 6,45\text{ }^{\circ}\text{C} = 23,46 + 1 \cdot (-0,1088) = 23,351 \text{ A}$$

$$\text{Intensidad entrada con } 76,35\text{ }^{\circ}\text{C} = 23,46 + 1 \cdot (0,301) = 23,761 \text{ A}$$

Ambas temperaturas cumplen con el criterio de intensidad, ya que son inferiores a 30 A

Criterio de tensión con las nuevas temperaturas.

$$\text{Tensión de entrada con } 6,45\text{ }^{\circ}\text{C} = 695,8 + 14 \cdot (2,443) = 730 \text{ V}$$

$$\text{Tensión de entrada con } 76,35\text{ }^{\circ}\text{C} = 695,8 + 14 \cdot (-6,763) = 601,12 \text{ V}$$

Ambas temperaturas cumplen con el criterio de tensión, ya que ambos valores se encuentran entre 200 V y 1000 V

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Finalizadas las comprobaciones oportunas se puede concluir que la configuración de 14 módulos en serie, con dos filas en paralelo por cada entrada MPPT es válida.

2.3.- DISPOSICIÓN DE LOS MÓDULOS EN LA CUBIERTA DE LA MARQUESINA.

El objetivo de este apartado es el de mostrar la disposición de los módulos en la cubierta de la marquesina, tanto en la configuración 1 como en la configuración 2. En el plano se tiene en cuenta los 70 cm, cuya finalidad es para que el operario encargado del mantenimiento de la instalación pueda realizar las tareas oportunas sin dificultad, así como el de salvaguardar la distancia con la mureta.

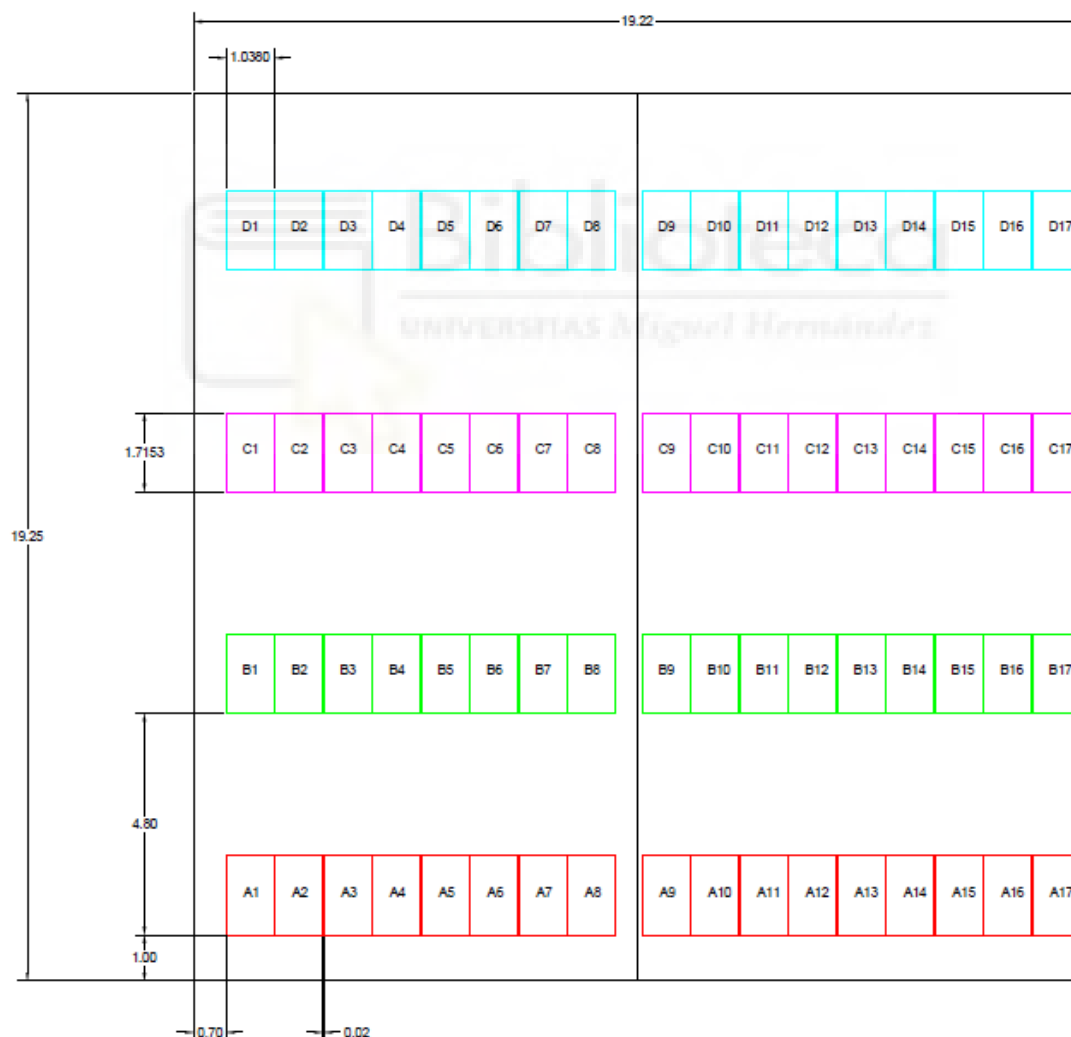


Ilustración 17: Configuración y disposición de los módulos con inclinación de 35° (m).

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Las balizas no se han tenido en cuenta, ya que van a ser retiradas. En el plano se puede apreciar la distancia mínima entre series de módulos con el objetivo de evitar que los estos mismos se hagan sombra entre ellos. También se puede observar la distancia entre serie de módulos de 2 cm para las grapas de unión

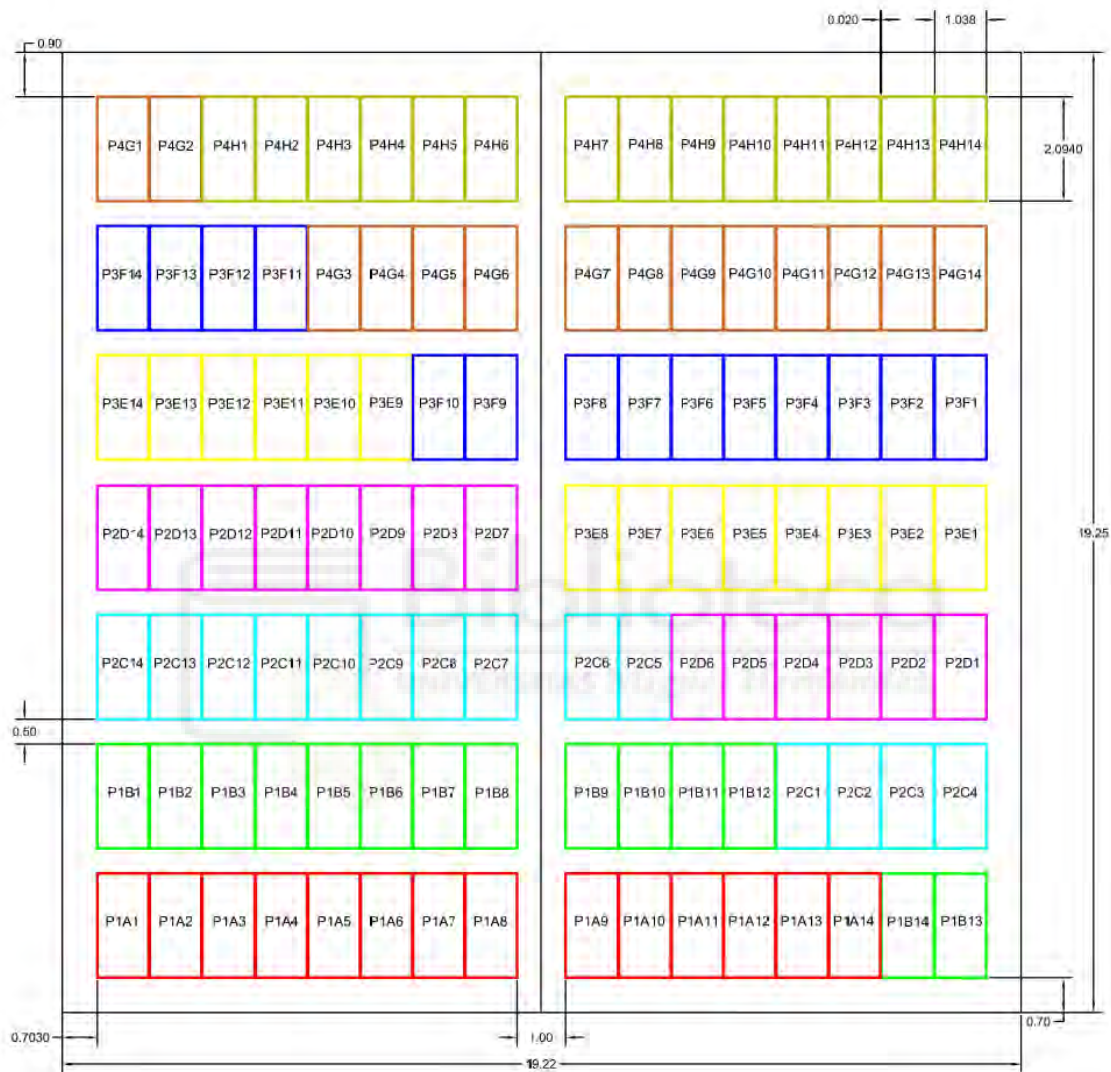


Ilustración 18: Configuración y disposición de los módulos con inclinación de 0° (m).

La nomenclatura empleada en la *ilustración 17* para cada uno de los módulos es la siguiente: la letra hace referencia al seguidor correspondiente y el número sirve para localizar el módulo dentro de la serie. La nomenclatura empleada en la *ilustración 18* corresponde a lo siguiente: P1, P2, P3, P4 hace referencia a las series que están en paralelo. La letra A, B, C, D, E, F, G y H corresponde con los módulos que están en serie y el número sirve para localizar el módulo dentro de esta misma serie igual que la *ilustración 17*.

2.4.- ESTRUCTURA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El diseño de la parte estructural es fundamental para que la instalación funcione de forma óptima, ya que es la encargada de la sujeción de los módulos a la marquesina.

Se va a dimensionar la estructura de los módulos tanto para la **configuración 1** como para la **configuración 2**, con el objetivo de conseguir una sujeción adecuada y evitar posibles desperfectos en los paneles.

DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA CONFIGURACIÓN 1

Para diseñar la estructura de la **configuración 1** o lo que es lo mismo los módulos con una inclinación de 35°, se ha solicitado al GRUPO PEISA un informe detallado tanto de la estructura que mejor se adapta a la marquesina como de las piezas necesarias para un adecuado montaje.

En dicho informe se detalla que la marquesina soporta la instalación, así como las inclemencias meteorológicas.

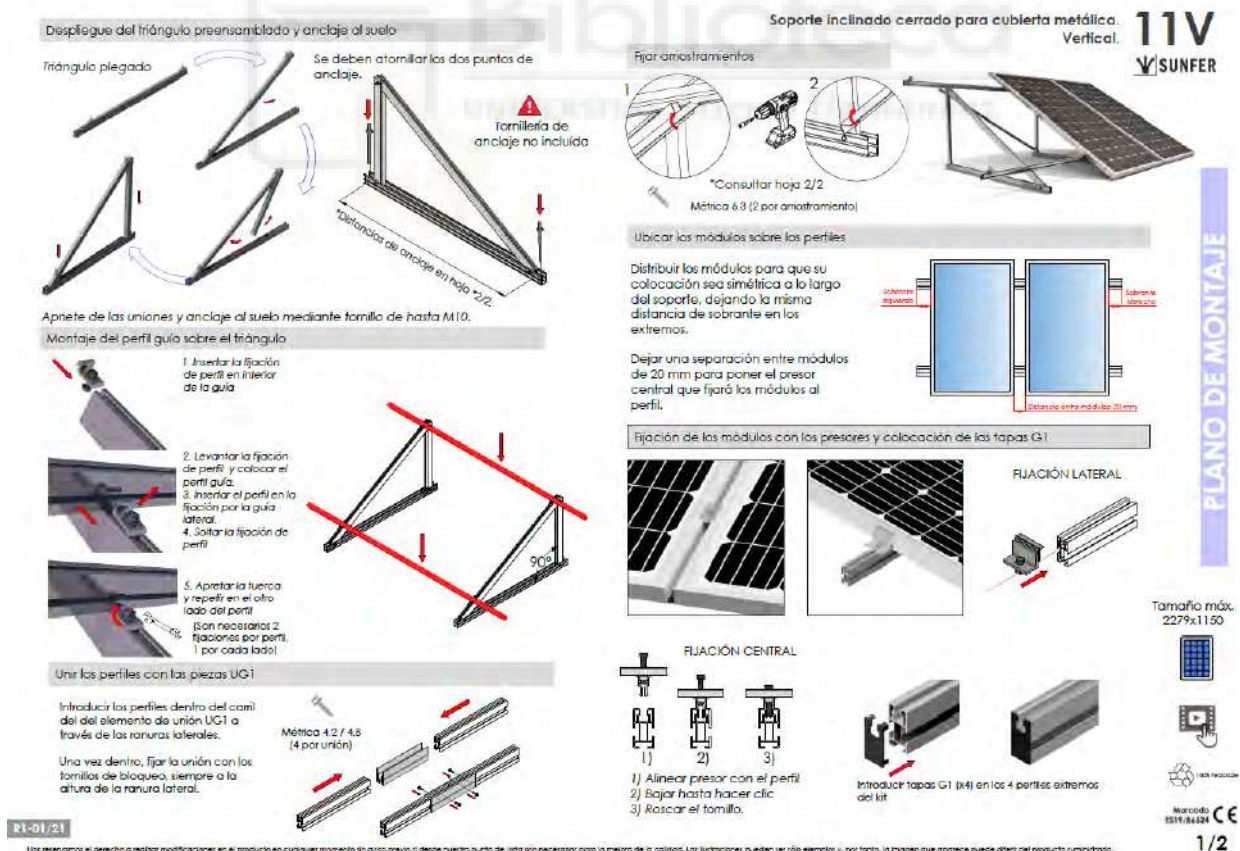


Ilustración 19: Estructura para la configuración de los módulos con inclinación de 35°.

DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA CONFIGURACIÓN 2

La estructura empleada para la sujeción de los módulos coplanares a la chapa de la marquesina va a tener la siguiente forma, ya que se puede poner en kits de 8 módulos por fila:



Especificaciones

Superficie de instalación	
Superficie de anclaje	
Tamaño máximo del panel	Para todos los tamaños de panel.
Espesor del panel	de 30 a 45 mm
Kit disponibles	1 - 8 módulos
Junta de estanqueidad	EPDM
Velocidad del viento	Hasta 150 km/h (ver documento de velocidades del viento)
Observaciones	Para la idoneidad del soporte la cubierta debe estar en buenas condiciones. Muy importante seguir todos los pasos de montaje cumpliendo con los tiempos marcados.

Componentes del kit

S07.1 Bote impermeabilización S10 S11

Cubiertas compatibles con la fijación

Menú Principal Coplanar para cubiertas de chapa metálica

Ejemplos de instalación

Ver precio

Ficha técnica

033

Perfiles: Aluminio BH AW 6005A.T6

Tornillería: Acero inoxidable A2-70

Ilustración 20: Estructura para la configuración de los módulos coplanares a la chapa de la marquesina.

Como se puede observar en la anterior ilustración, la sujeción de los módulos para la **configuración 2** va a resultar más sencilla de instalar, consiguiendo de esta manera un ahorro económico tanto en la mano de obra como en el coste de la propia sujeción. Con los componentes que trae el kit de anclaje se asegura una correcta sujeción de los 8 paneles por fila según los planos adjuntos en el apartado “5.- PLANOS”.

2.5.- CABLEADO DE LA INSTALACIÓN

El diseño del cableado tiene que seguir una serie de condiciones que establece el Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Conectadas a Red, publicado por el IDAE. Las condiciones son las siguientes:

- 5.5.1: Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.
- 5.5.2: Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.
- 5.5.3: El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- 5.5.4: 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.

Para dimensionar correctamente la instalación, es necesario emplear el criterio de caída de tensión, esto es debido a que la norma establece que no debe ser superior a un 1,5% de la tensión total entre los módulos fotovoltaicos y el punto de inyección a la red.

El cable seleccionado para corriente continua y para ambas configuraciones es el modelo TECSUN (PV) (AS) PV1-F, fabricado por PRYSMIAN. Dicho cable es el indicado en instalaciones de generación de energía eléctrica basadas en la energía solar fotovoltaica para ser instalados en el interior o exterior y tanto en instalación fija como móvil (conexión de paneles en seguidores solares con inversores o con red fija de B.T. en continua). Pueden ser instalados en bandejas, conductos, paredes y equipos, y están indicados para aplicaciones con aislamiento de protección, contando con protección de clase II. Cumple con las normativas IEC 61215 y 61646, IEC64/1123/CD y DIN VDE 01000 parte 520.

Algunas características que proporciona el cable son las siguientes:

- Resistencia al ozono, EN50396.
- Resistencia a la radiación ultravioleta, HD 506/A1-2.4.20.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- Resistencia a la absorción de agua, DIN VDE 0473-811-1-3, DIN EN 60811-1-3.
- Resistencia al frío, DIN EN 60811-1-4.
- Resistencia a impactos, DIN EN 50305.
- Resistencia a la humedad en caliente, EN 60068-2-78.
- Resistencia a la contracción, EN 60811-1-3.
- Resistencia a la penetración dinámica, DKE/VDE 411.2.3.
- Resistencia a aceites minerales, DIN VDE 0473-811-2-1, DIN EN 60811-2-1.
- Resistencia a ácidos y bases, EN 60811-2-1.
- Robusto y resistente a la abrasión, DIN EN 53516.
- Resistencia a la hidrólisis y al amoniaco.

Dimensionar correctamente la cantidad de cable a emplear es un parámetro fundamental, cuyo objetivo es el de ahorrar el máximo coste posible, así como obtener una sección óptima.

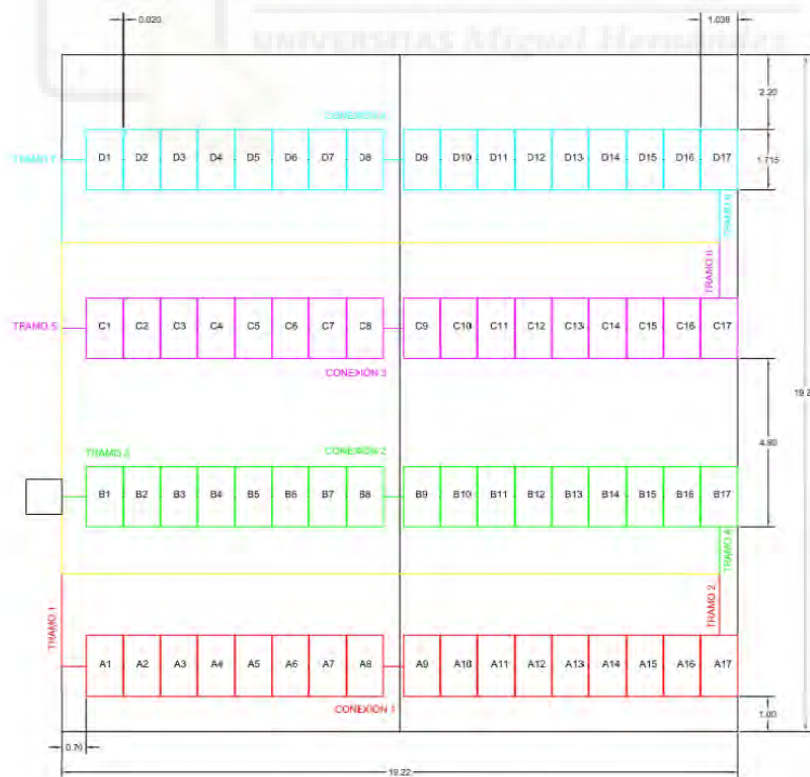


Ilustración 21: Distribución del cable para los módulos inclinados 35°.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

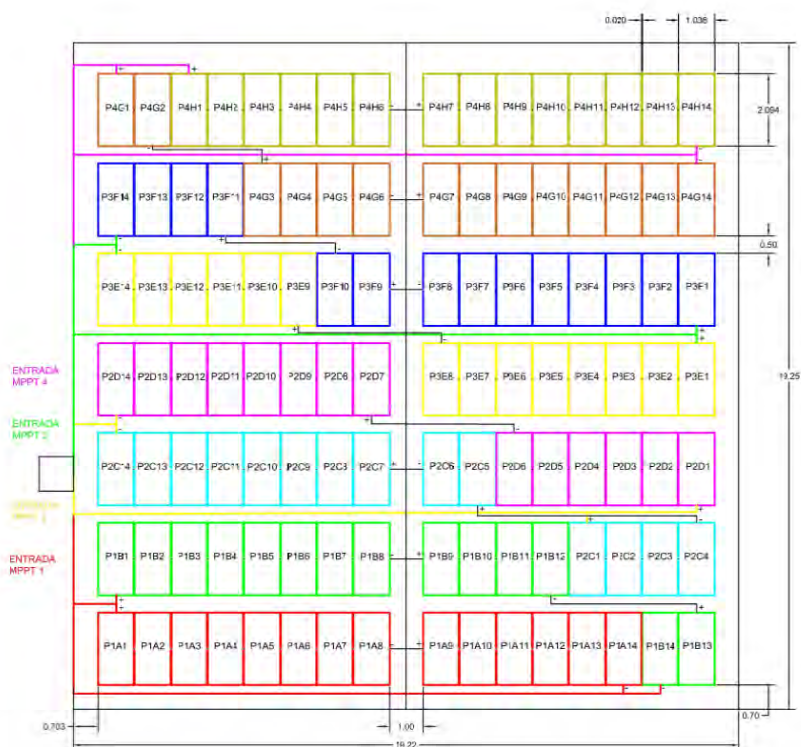


Ilustración 22: Distribución del cable para los módulos coplares.

Las siguientes tablas muestran los tramos del cable, así como la longitud de este en metros para cada configuración.

ETAPA	INICIO	FIN	LONGITUD (M)
TRAMO 1	INVERSOR	MÓDULO A1	14
CONEXIÓN 1	MÓDULO A8	MÓDULO A9	1
TRAMO 2	MÓDULO A17	INVERSOR	25
TRAMO 3	INVERSOR	MÓDULO B1	6
CONEXIÓN 2	MÓDULO B8	MÓDULO B9	1
TRAMO 4	MÓDULO B17	INVERSOR	25
TRAMO 5	INVERSOR	MÓDULO C1	12
CONEXIÓN 3	MÓDULO C8	MÓDULO C9	1
TRAMO 6	MÓDULO C17	INVERSOR	36
TRAMO 7	INVERSOR	MÓDULO D1	17
CONEXIÓN 4	MÓDULO D8	MÓDULO D9	1
TRAMO 8	MÓDULO D17	INVERSOR	36
TRAMO 9	INVERSOR	CUADRO	20 (DIFERENTE CABLE)
CONEXIÓN 5	MÓDULO	MÓDULO	100
TOTAL			300

TABLA 5: Recorrido y longitud del cable para la configuración 1.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

ETAPA	TIPO	INICIO	FIN	LONGITUD (M)
TRAMO 1	PARALELO	ENTRADA MPPT 1	POSITIVO P1A1	12
CONEXIÓN 1	SERIE	NEGATIVO P1A8	POSITIVO P1A9	2
TRAMO 2	PARALELO	NEGATIVO P1A14	ENTRADA MPPT 1	30
CONEXIÓN 2	PARALELO	NEGATIVO P1B14	NEGATIVO P1A14	1
CONEXIÓN 3	SERIE	NEGATIVO P1B12	POSITIVO P1B13	6
CONEXIÓN 4	PARALELO	POSITIVO P1B1	POSITIVO P1A1	0,5
CONEXIÓN 5	SERIE	NEGATIVO P1B8	POSITIVO P1B9	2
TRAMO 3	PARALELO	ENTRADA MPPT 2	POSITIVO P2C1	23
CONEXIÓN 6	PARALELO	POSITIVO P2D1	POSITIVO P2C1	4
CONEXIÓN 7	SERIE	NEGATIVO P2C4	POSITIVO P2C5	8
CONEXIÓN 8	SERIE	NEGATIVO P2C6	POSITIVO P2C7	2
TRAMO 4	PARALELO	NEGATIVO P2C14	ENTRADA MPPT 2	9
CONEXIÓN 9	PARALELO	NEGATIVO P2D14	NEGATIVO P2C14	0,5
CONEXIÓN 10	SERIE	NEGATIVO P2D6	POSITIVO P2D7	6
TRAMO 5	PARALELO	ENTRADA MPPT 3	POSITIVO P3E1	30
CONEXIÓN 11	PARALELO	POSITIVO P3F1	POSITIVO P3E1	0,5
CONEXIÓN 12	SERIE	NEGATIVO P3E8	POSITIVO P3E9	6
TRAMO 6	PARALELO	NEGATIVO P3E14	ENTRADA MPPT 3	9
CONEXIÓN 13	PARALELO	NEGATIVO P3F14	NEGATIVO P3E14	1
CONEXIÓN 14	SERIE	NEGATIVO P3F8	POSITIVO P3F9	2
CONEXIÓN 15	SERIE	NEGATIVO P3F10	POSITIVO P3F11	6
TRAMO 7	PARALELO	ENTRADA MPPT 4	POSITIVO P4G1	4
CONEXIÓN 16	PARALELO	POSITIVO P4H1	POSITIVO P4G1	3
CONEXIÓN 17	SERIE	NEGATIVO P4G2	POSITIVO P4G3	6
CONEXIÓN 18	PARALELO	NEGATIVO P4G6	POSITIVO P4G7	2
CONEXIÓN 19	SERIE	NEGATIVO P4H6	POSITIVO P4H7	2
TRAMO 8	PARALELO	NEGATIVO P4G14	ENTRADA MPPT 4	50
CONEXIÓN 20	PARALELO	NEGATIVO P4H14	NEGATIVO P4G14	0,5
CONEXIÓN 21	SERIE	ENTRE MODULOS	-	172
TRAMO 9	INVERSOR	CUADRO	-	20 (DIFERENTE CABLE)
TOTAL				400

TABLA 6: Recorrido y longitud del cable para la configuración 2.

Una de las principales ventajas del cable seleccionado es que se puede emplear tanto en corriente continua como corriente alterna, ya que está fabricado en cobre electrolítico enlatado. El cableado se realizará sobre bandejas porta cables, la cuales irán ancladas al suelo de la marquesina, con el objetivo de conseguir una buena sujeción de los cables, así como una instalación limpia y despajada.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Las secciones de las que dispone el cable a emplear son las siguientes:

TECSUN (PV) (AS) PV1-F								
Sección nominal	Color	Diámetro del conductor	Diámetro exterior del cable Valor mínimo	Diámetro total del cable Valor máximo	Peso	Resistencia del conductor a 20 °C	Intensidad admisible al aire (1)	Caida de tensión (continua)
[mm ²]		[mm]	[mm]	[mm]	[kg/km]	[Ω/km]	[A]	[V/A km]
1x1,5	Ne, Az, Ro	1,6	4,4	4,8	29	13,7	25	26,5
1x2,5	Ne, Az, Ro	1,9	4,7	5,1	43	8,21	34	15,92
1x4	Ne, Az, Ro	2,4	5,2	5,6	58	5,09	46	9,96
1x6	Ne, Az, Ro	2,9	5,7	6,1	76	3,39	59	6,74
1x10	Ne	4,0	6,8	7,2	120	1,95	82	4
1x16	Ne	5,5	8,3	9,0	178	1,24	110	2,51
1x25	Ne	6,4	10,0	10,7	273	0,795	140	1,59
1x35	Ne	7,5	11,1	11,8	364	0,565	174	1,15
1x50	Ne	9	12,6	13,3	500	0,393	210	0,85
1x70	Ne	10,8	14,4	15,2	686	0,277	269	0,59
1x95	Ne	12,6	16,2	17	899	0,21	327	0,42
1x120	Ne	14,3	17,7	18,7	1131	0,164	380	0,34
1x150	Ne	15,9	19,7	20,7	1382	0,132	438	0,27
1x185	Ne	17,5	21,3	22,3	1669	0,108	500	0,22
1x240	Ne	20,5	24,2	25,5	2208	0,0817	590	0,17

(1) Instalación monofásica en bandeja al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
Otros cables y accesorios para red de BT o AT consultar.

Ilustración 22: Características del conductor PV1-F.

A modo de aclaración, la parte de la **CONEXIÓN 5** de la TABLA 5 y la **CONEXIÓN 21** de la TABLA 6 hacen referencia al total de cable a emplear para la conexión en serie de las filas de paneles que están separados 2 cm, así que esta parte no se va a tener en cuenta para el criterio de caída de tensión.

El conductor seleccionado para cablear la parte de corriente alterna es el RZ1-K 0,6/1 kV. Es un cable flexible de alimentación y control diseñado para aplicaciones fijas de interior con una tensión nominal de 600/1000 V. Dicho cable posee un revestimiento exterior verde que es estable ante la radiación UV y adecuado para la exposición a la luz solar directa. Otra característica de su revestimiento es que es de poliolefina de baja emisión de humos y sin halógenos, es decir que no emite gases tóxicos ni humos en caso de incendio, por lo que resulta adecuado para instalaciones en interiores.

2.6.- CABLEADO CORRIENTE CONTINUA.

Únicamente hay corriente continua en la conexión entre los módulos y el inversor y la conexión entre los propios módulos. Para el conexionado en serie, los propios módulos incorporan dos cables, uno positivo y otro negativo.

Modo instalación módulos:	Módulos fijos con una inclinación de 35°, orientación 13° sur	
N.º de módulos en serie:	17	
N.º de series en paralelo:	1	
N.º de MPPs	4	
N.º de módulos:	68	
Cableado a emplear:	TECSUN (PV) (AS) PV1-F	
Resistividad del conductor a 90°C:	$0,017241379 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$	
Conductividad (γ) del conductor a 90°C:	$44 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$	
Datos del módulo		
Potencia nominal:	460 W	
Corriente en el punto de máxima potencia:	10,98 A	
Tensión en el punto de máxima potencia:	41,9 V	
Corriente de cortocircuito:	11,73 A	
Potencia del inversor:	30000 W	
Nº de inversores:	1	
Potencia pico de la instalación:	31280 Wp	
Corrección de la intensidad:		
Incrementar el valor de la intensidad en un 25%, según el punto 5 de la ITC-BT 40 del REBT (instalaciones generadoras de BT)		
Instalación expuesta directamente al sol	0,9	(Punto 4.2.2.1. ITC-BT 06)
Coefficiente de corrección por agrupación de cables	0,85	(Tabla 14 ITC-BT 07)
Corrección por temperatura ambiente distinta a 40°C	0,9	(Tabla 7 ITC-BT 06)
La caída de tensión máxima entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución o la instalación interior no será superior al 1,5% para la intensidad nominal, según el punto 5 de la ITC-BT 40 del REBT. Se considera un factor de potencia igual a 1, $\cos(\varphi) = 1$		

TABLA 7: Datos para dimensionamiento del conductor configuración 1.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Modo instalación módulos:	Módulos fijos con una inclinación de 0°, orientación 13° sur	
N.º de módulos en serie:	14	
N.º de series en paralelo:	2	
N.º de MPPs	4	
N.º de módulos:	112	
Cableado a emplear:	TECSUN (PV) (AS) PV1-F	
Resistividad del conductor a 90°C:	$0,017241379 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$	
Conductividad (γ) del conductor a 90°C:	$44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$	
Datos del módulo		
Potencia nominal:	460 W	
Corriente en el punto de máxima potencia:	10,98 A	
Tensión en el punto de máxima potencia:	41,9 V	
Corriente de cortocircuito:	11,73 A	
Potencia del inversor:	50000 W	
Nº de inversores:	1	
Potencia pico de la instalación:	51520 Wp	
Corrección de la intensidad:		
Incrementar el valor de la intensidad en un 25%, según el punto 5 de la ITC-BT 40 del REBT (instalaciones generadoras de BT)		
Instalación expuesta directamente al sol	0,9	(Punto 4.2.2.1. ITC-BT 06)
Coefficiente de corrección por agrupación de cables	0,85	(Tabla 14 ITC-BT 07)
Corrección por temperatura ambiente distinta a 40°C	0,9	(Tabla 7 ITC-BT 06)
La caída de tensión máxima entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución o la instalación interior no será superior al 1,5% para la intensidad nominal, según el punto 5 de la ITC-BT 40 del REBT. Se considera un factor de potencia igual a 1, $\cos(\varphi) = 1$		

TABLA 8: Datos para dimensionamiento del conductor configuración 2.

Con los datos expuestos en la **TABLA 5** y **TABLA 6**, se va a realizar el cálculo de la sección del cable a emplear en cada tramo y conexión, atendiendo a los criterios de caída máxima de tensión e intensidad máxima admisible.

DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN CONFIGURACIÓN 1

Potencia total en cada línea:

$$P_{total} = 460 W \cdot 17 \text{ módulos} = 7820 W$$

Voltaje total en cada línea:

$$V_{total} = 49,7 V \cdot 17 \text{ módulos} = 844,90 V$$

Cálculo de la sección mediante el criterio de intensidad máxima:

Cable seleccionado:

- $S = 1,5 \text{ mm}^2$
- XLPE
- Cobre
- 2 cables
- I máxima admisible = 25 A
- Intensidad que circula por la línea sin corregir: 11,73 A

K1 – Instalación expuesta directamente al sol

$$K1 = 0,9$$

K2 – Coeficiente de corrección por agrupación de cables

$$K2 = 0,85$$

K3 – Corrección por temperatura ambiente distinta a 40°C

$$K3 = 0,9$$

$$K = K1 \cdot K2 \cdot K3 = 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 0,6885$$

Se tiene aumentar la intensidad en un 25%:

$$I = 1,25 \cdot 11,73 = 14,663 A$$

$$I_{corregida} = \frac{I}{K} = \frac{14,663 A}{0,6885} = 21,297 A$$

$$I_{m\acute{a}xima \text{ admisible del cable}} = I \cdot K = 25 A \cdot 0,6885 = 17,213 A$$

$$21,297 A > 17,213 A \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Con la sección de $1,5 \text{ mm}^2$ de cable no es posible satisfacer el criterio de intensidad máxima admisible, por ende, se debe seleccionar una sección de mayor volumen y comprobar que cumple, concretamente con una sección de $2,5 \text{ mm}^2$:

Cable seleccionado:

- $S = 2,5 \text{ mm}^2$
- XLPE
- Cobre
- 2 cables
- $I \text{ máxima admisible} = 34 \text{ A}$
- Intensidad que circula por la línea sin corregir: $11,73 \text{ A}$

K1 – Instalación expuesta directamente al sol

$$K1 = 0,9$$

K2 – Coeficiente de corrección por agrupación de cables

$$K2 = 0,85$$

K3 – Corrección por temperatura ambiente distinta a 40°C

$$K3 = 0,9$$

$$K = K1 \cdot K2 \cdot K3 = 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 0,6885$$

Como se debe aumentar la intensidad en un 25%:

$$I = 1,25 \cdot 11,73 = 14,663 \text{ A}$$

$$I \text{ corregida} = \frac{I}{K} = \frac{14,663 \text{ A}}{0,6885} = 21,297 \text{ A}$$

$$I \text{ máxima admisible del cable} = I \cdot K = 34 \text{ A} \cdot 0,6885 = 23,409 \text{ A}$$

$$21,297 \text{ A} < 23,409 \text{ A} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

La intensidad es la misma para todas las líneas, entonces es posible asumir que la sección mínima para las líneas es de $2,5 \text{ mm}^2$ en cada una de ellas.

Cálculo de la sección mediante el criterio de caída de tensión:

La caída de la tensión no debe ser superior al 1,5% y con un valor de tensión por línea de 844,9 V. Se tiene una caída de tensión de:

$$\Delta V = 0,015 \cdot 844,9 \text{ V} = 12,67 \text{ V}$$

Sección mínima según el criterio de caída de tensión: El único dato que varía es la longitud de cable a emplear, el resto de los datos son constantes. Únicamente se va a calcular la sección mínima para la línea de mayor longitud, ya que va a ser la que tenga una sección más restrictiva, entonces si cumple esa sección lo hará para el resto.

Para el tramo 6 y 8 con $L = 36 \text{ m}$:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta V}$$

$$S = \frac{2 \cdot 36 \text{ m} \cdot 21,296 \text{ A} \cdot 1}{44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 12,67 \text{ V}} = 2,75 \text{ mm}^2$$

El criterio más restrictivo es el de caída de tensión máxima, por ende, se escoge la sección más próxima a $2,75 \text{ mm}^2$, resultando ser la de 4 mm^2 .

LÍNEA	LONGITUD (m)	CAIDA MÁXIMA DE TENSIÓN (%)	SECCIÓN C.I.M (mm ²)	SECCIÓN C.C.T (mm ²)	SECCIÓN ESCOGIDA (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A)
TRAMO 6 y 8	36	1,5	2,5	2,75	4	31,67

TABLA 9: Resumen de la sección CC para cada criterio configuración 1.

Para completar los cálculos se tiene que comprobar que no se sobrepase la caída de tensión máxima de 1,5%, para ello se va a emplear la siguiente formulación:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta V = \frac{2 \cdot 36 \cdot 21,296 \cdot 1}{44 \cdot 4} = 8,712 \text{ V}$$

$$\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{8,712 \text{ V}}{844,9 \text{ V}} \cdot 100 = 1,031\% < 1,5\% \text{ CUMPLE}$$

ETAPA	CAÍDA DE TENSIÓN (V)	CAÍDA DE TENSIÓN (%)	LONGITUD (M)
TRAMO 1	2,904	0,344	12
CONEXIÓN 1	0,242	0,029	1
TRAMO 2	6,05	0,716	25
TRAMO 3	1,452	0,172	6
CONEXIÓN 2	0,242	0,029	1
TRAMO 4	6,05	0,716	25
TRAMO 5	2,904	0,344	12
CONEXIÓN 3	0,242	0,029	1
TRAMO 6	8,712	1,031	36
TRAMO 7	4,114	0,487	17
CONEXIÓN 4	0,242	0,029	1
TRAMO 8	8,712	1,031	36

TABLA 10: Resumen caída de tensión máxima en CC para configuración 1.

Una vez comprobadas todas las restricciones oportunas, se puede concluir que la sección óptima para cablear la parte que conectan los módulos con el inversor es de 4 mm².

DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN CONFIGURACIÓN 2.

Potencia total en cada línea:

$$P_{total} = 460 \text{ W} \cdot 14 \text{ módulos} = 6440 \text{ W}$$

Voltaje total en cada línea:

$$V_{total} = 49,7 \text{ V} \cdot 14 \text{ módulos} = 695,8 \text{ V}$$

Cálculo de la sección mediante el criterio de intensidad máxima:

Cable seleccionado:

- S = 1,5 mm²
- XLPE
- Cobre

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- 2 cables
- I máxima admisible = 25 A
- Intensidad que circula por la línea sin corregir: 23,46 A

K1 – Instalación expuesta directamente al sol

$$K1 = 0,9$$

K2 – Coeficiente de corrección por agrupación de cables

$$K2 = 0,85$$

K3 – Corrección por temperatura ambiente distinta a 40°C

$$K3 = 0,9$$

$$K = K1 \cdot K2 \cdot K3 = 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 0,6885$$

Se tiene aumentar la intensidad en un 25%:

$$I = 1,25 \cdot 23,46 = 29,325 \text{ A}$$

$$I_{\text{corregida}} = \frac{I}{K} = \frac{29,325 \text{ A}}{0,6885} = 42,6 \text{ A}$$

$$I_{\text{máxima admisible del cable}} = I \cdot K = 25 \text{ A} \cdot 0,6885 = 17,213 \text{ A}$$

$$42,6 \text{ A} > 17,213 \text{ A} \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Con la sección de $1,5 \text{ mm}^2$ de cable no es posible satisfacer el criterio de intensidad máxima admisible, por ende, se debe seleccionar una sección de mayor volumen. La diferencia de intensidades es elevada, entonces se va a aumentar a la sección a 10 mm^2 y se va a comprobar que cumpla:

Cable seleccionado:

- $S = 10 \text{ mm}^2$
- XLPE
- Cobre
- 2 cables
- I máxima admisible = 82 A
- Intensidad que circula por la línea sin corregir: 23,46 A

K1 – Instalación expuesta directamente al sol

$$K1 = 0,9$$

K2 – Coeficiente de corrección por agrupación de cables

$$K2 = 0,85$$

K3 – Corrección por temperatura ambiente distinta a 40°C

$$K3 = 0,9$$

$$K = K1 \cdot K2 \cdot K3 = 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 0,6885$$

Como se debe aumentar la intensidad en un 25%:

$$I = 1,25 \cdot 23,46 = 29,325 \text{ A}$$

$$I \text{ corregida} = \frac{I}{K} = \frac{29,325 \text{ A}}{0,6885} = 42,6 \text{ A}$$

$$I \text{ máxima admisible del cable} = I \cdot K = 82 \text{ A} \cdot 0,6885 = 56,457 \text{ A}$$

$$42,6 \text{ A} < 56,457 \text{ A} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

La intensidad es la misma para todas las líneas, entonces es posible asumir que la sección mínima para las líneas es de 10 mm^2 en cada una de ellas.

Cálculo de la sección mediante el criterio de caída de tensión:

La caída de la tensión no debe ser superior al 1,5% y con un valor de tensión por línea de 695,8 V. Se tiene una caída de tensión de:

$$\Delta V = 0,015 \cdot 695,8 \text{ V} = 10,437 \text{ V}$$

Sección mínima según el criterio de caída de tensión: El único dato que varía es la longitud de cable a emplear, el resto de los datos son constantes. Únicamente se va a calcular la sección mínima para la línea de mayor longitud, ya que va a ser la que tenga una sección más restrictiva, entonces si cumple esa sección lo hará para el resto.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Para el tramo 8 con $L = 50$ m:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot \Delta V}$$

$$S = \frac{2 \cdot 50 \text{ m} \cdot 42,6 \text{ A} \cdot 1}{44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 10,437 \text{ V}} = 9,276 \text{ mm}^2$$

Ambos criterios son igual de restrictivo, por ende, se va a escoger la sección de 10 mm^2 .

LÍNEA	LONGITUD (m)	CAIDA MÁXIMA DE TENSIÓN (%)	SECCIÓN C.I.M (mm ²)	SECCIÓN C.C.T (mm ²)	SECCIÓN ESCOGIDA (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A)
TRAMO 8	50	1,5	10	9,276	10	31,67

TABLA 11: Resumen de la sección CC para cada criterio configuración 2.

Para completar los cálculos se tiene que comprobar que no se sobrepase la caída de tensión máxima de 1,5%, para ello se va a emplear la siguiente formulación:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta V = \frac{2 \cdot 50 \cdot 42,6 \cdot 1}{44 \cdot 10} = 9,682 \text{ V}$$

$$\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{9,682 \text{ V}}{695,8 \text{ V}} \cdot 100 = 1,40\% < 1,5\% \text{ CUMPLE}$$

Una vez comprobadas todas las restricciones oportunas, se puede concluir que la sección óptima para cablear la parte que conectan los módulos con el inversor es de 10 mm^2 . Se adjunta tabla resumen con la caída de tensión máxima.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

ETAPA	CAIDA DE TENSION (V)	CAIDA DE TENSION (%)	LONGITUD (M)
TRAMO 1	2,32	0,33	12
CONEXIÓN 1	0,39	0,06	2
TRAMO 2	5,81	0,83	30
CONEXIÓN 2	0,19	0,03	1
CONEXIÓN 3	1,16	0,17	6
CONEXIÓN 4	0,10	0,01	0,5
CONEXIÓN 5	0,39	0,06	2
TRAMO 3	4,45	0,64	23
CONEXIÓN 6	0,77	0,11	4
CONEXIÓN 7	1,55	0,22	8
CONEXIÓN 8	0,39	0,06	2
TRAMO 4	1,74	0,25	9
CONEXIÓN 9	0,10	0,01	0,5
CONEXIÓN 10	1,16	0,17	6
TRAMO 5	5,81	0,83	30
CONEXIÓN 11	0,10	0,01	0,5
CONEXIÓN 12	1,16	0,17	6
TRAMO 6	1,74	0,25	9
CONEXIÓN 13	0,19	0,03	1
CONEXIÓN 14	0,39	0,06	2
CONEXIÓN 15	1,16	0,17	6
TRAMO 7	0,77	0,11	4
CONEXIÓN 16	0,58	0,08	3
CONEXIÓN 17	1,16	0,17	6
CONEXIÓN 18	0,39	0,06	2
CONEXIÓN 19	0,39	0,06	2
TRAMO 8	9,68	1,40	50
CONEXIÓN 20	0,10	0,01	0,5

TABLA 12: Resumen caída de tensión máxima en CC configuración 2.

2.7.- CABLEADO CORRIENTE ALTERNA

Para la parte de corriente alterna, únicamente, se tiene un tramo, cuyo recorrido comprende desde la salida del inversor hasta el cuadro eléctrico, así como el de la red distribuidora.

Con el objetivo de dimensionar correctamente la sección del cable a emplear se debe tener en cuenta los siguientes datos para la **configuración 1**:

- El voltaje es de 400 V al tratarse de una línea trifásica.
- La potencia es de 30 kW, ya que solo hay instalado un inversor, cuya potencia es de 30 kW
- La intensidad será la máxima de salida del inversor, correspondiente a 47,9 A.

Datos para la **configuración 2**:

- El voltaje es de 400 V al tratarse de una línea trifásica.
- La potencia es de 50 kW, ya que solo hay instalado un inversor, cuya potencia es de 50 kW
- La intensidad será la máxima de salida del inversor, correspondiente a 80 A.

Como se ha comentado en apartados anteriores, el conductor a emplear va a ser el RZ1-K 0,6/1 kV, debido a que el inversor se encuentra situado en el almacén de la gasolinera, por ende, el cableado también va a estar situado en dicho almacén y una característica fundamental de dicho cable es que es libre de halógenos (Z1).

La constante K1, en esta parte, no se tiene en cuenta, porque el cable no va a estar expuesto directamente al sol. La constante K2 tampoco se va a tener en cuenta, esto es debido a que se va a instalar una única manguera y no unipolares, entonces la agrupación de cables en la bandeja desaparece. La constante K3 sí que se debe tener en cuenta, porque la intensidad admisible de la siguiente captura se da para una temperatura ambiente de 30 °C.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

n° x Sección (mm ²)	Int. aire (A)	Int. enterrado (A)	Caida Tensión (V/A · km)
3 x 16 + 1x10	100	79	2,68
3 x 25 + 1x16	127	101	1,73
3 x 35 + 1x16	158	122	1,23
3 x 50 + 1x25	192	144	0,860
3 x 70 + 1x35	246	178	0,603
3 x 95 + 1x50	298	211	0,457
3 x 120 + 1x70	346	240	0,357
3 x 150 + 1x70	399	271	0,286
3 x 185 + 1x95	456	304	0,235
3 x 240 + 1x120	538	351	0,178
4 G 1,5	23	22	29,5
4 G 2,5	32	29	17,7
4 G 4	42	37	11,0
4 G 6	54	46	7,32
4 G 10	75	61	4,23
4 x 16	100	79	2,68
4 x 25	127	101	1,73
4 x 35	158	122	1,23
4 x 50	192	144	0,860
4 x 70	246	178	0,603
4 x 95	298	211	0,457
4 x 120	346	240	0,357
4 x 150	399	271	0,286
4 x 185	456	304	0,235
4 x 240	538	351	0,178

Ilustración 23: Características del conductor RZ1-K 0,6/1 kV.

DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN CONFIGURACIÓN 1

Cálculo de la sección mediante el criterio de intensidad máxima:

Cable seleccionado:

- S = 16 mm²
- XLPE
- Cobre
- 4 cables
- I máxima admisible = 100 A
- Intensidad que circula por el conductor sin corregir: 47,9 A

El cálculo es muy similar al realizado en el subapartado 2,6, cambia la constante K que en este caso tiene un valor de 0,90. La intensidad también debe aumentarse un 25%, quedando de la siguiente forma;

$$I = 1,25 \cdot 47,9 = 59,875 \text{ A}$$

$$I \text{ corregida} = \frac{I}{K} = \frac{59,875 \text{ A}}{0,90} = 66,53 \text{ A}$$

$$I \text{ máxima admisible del cable} = I \cdot K = 100 \text{ A} \cdot 0,9 = 90 \text{ A}$$

$$90 A > 66,53 A \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Con una sección de 16 mm^2 sí que cumple, ya que la intensidad que circula por el cable es menor a la intensidad máxima admisible de este.

Cálculo de la sección mediante el criterio de caída de tensión:

La caída de la tensión no debe ser superior al 2% y con un valor de tensión por línea de 400 V, ya que es trifásica. Se tiene una caída de tensión de:

$$\Delta V = 0,02 \cdot 400 V = 8 V$$

Según el criterio de tensión la sección mínima es la siguiente:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

$$S = \frac{30000 \text{ W} \cdot 20 \text{ m}}{44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 8 \text{ V} \cdot 400 \text{ V}} = 4,261 \text{ mm}^2$$

El criterio más restrictivo es el de intensidad máxima admisible, por ende, se escoge la sección de 16 mm^2 calculada anteriormente.

LÍNEA	LONGITUD (m)	CAIDA MÁXIMA DE TENSIÓN (%)	SECCIÓN C.I.M (mm ²)	SECCIÓN C.C.T (mm ²)	SECCIÓN ESCOGIDA (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A)
TRAMO 9	20	8	16	4,261	16	90

TABLA 13: Resumen de la sección CA para cada criterio configuración 1.

Para completar los cálculos se tiene que comprobar que no se sobrepase la caída de tensión máxima de 2%, para ello se va a emplear la siguiente formulación:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 66,53 \cdot 1}{44 \cdot 16} = 3,274 V$$

$$\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{3,274 V}{400 V} \cdot 100 = 0,819\% < 2\% \text{ CUMPLE}$$

Se puede concluir que la sección de 16 mm^2 cumple con todos los criterios mencionados, facilitando la elección de las protecciones del cuadro.

DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN PARA LA CONFIGURACIÓN 2

Cálculo de la sección mediante el criterio de intensidad máxima:

Cable seleccionado:

- $S = 25 \text{ mm}^2$
- XLPE
- Cobre
- 4 cables
- I máxima admisible = 127 A
- Intensidad que circula por el conductor sin corregir: 80 A

El cálculo es muy similar al realizado en el subapartado 2,6, cambia la constante K que en este caso tiene un valor de 0,90. La intensidad también debe aumentarse un 25%, quedando de la siguiente forma;

$$I = 1,25 \cdot 80 = 100 \text{ A}$$

$$I_{\text{corregida}} = \frac{I}{K} = \frac{100 \text{ A}}{0,90} = 111,11 \text{ A}$$

$$I_{\text{máxima admisible del cable}} = I \cdot K = 127 \text{ A} \cdot 0,90 = 114,3 \text{ A}$$

$$114,3 \text{ A} > 111,11 \text{ A} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Con una sección de 25 mm^2 sí que cumple, ya que la intensidad que circula por el cable es menor a la intensidad máxima admisible de este, pero surge un inconveniente a la hora de diseñar las protecciones, ya que no existe ningún magnetotérmico o diferencial, el cual la intensidad nominal de este oscile entre los 111,11 y los 114,3 de la intensidad admisible del cable, como solución se va a aumentar la sección a 35 mm^2 .

Cable seleccionado:

- $S = 35 \text{ mm}^2$
- XLPE
- Cobre
- 4 cables
- $I \text{ máxima admisible} = 158 \text{ A}$
- Intensidad que circula por el conductor sin corregir: 80 A

El cálculo es igual al obtenido con la sección de 25 mm^2 . Cambiando los datos oportunos se obtienen los siguientes resultados:

$$I = 1,25 \cdot 80 = 100 \text{ A}$$

$$I \text{ corregida} = \frac{I}{K} = \frac{100 \text{ A}}{0,90} = 111,11 \text{ A}$$

$$I \text{ máxima admisible del cable} = I \cdot K = 158 \text{ A} \cdot 0,90 = 142,2 \text{ A}$$

$$142,2 \text{ A} > 111,11 \text{ A} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

La sección de 35 mm^2 es válida, ya que la intensidad máxima admisible del cable es inferior a la que circula por este.

Cálculo de la sección mediante el criterio de caída de tensión:

La caída de la tensión no debe ser superior al 2% y con un valor de tensión por línea de 400 V , ya que es trifásica. Se tiene una caída de tensión de:

$$\Delta V = 0,02 \cdot 400 \text{ V} = 8 \text{ V}$$

Según el criterio de tensión la sección mínima es la siguiente:

$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot U}$$

$$S = \frac{50000 \text{ W} \cdot 20 \text{ m}}{44 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \cdot 8 \text{ V} \cdot 400 \text{ V}} = 7,10 \text{ mm}^2$$

El criterio más restrictivo es el de intensidad máxima admisible, por ende, se escoge la sección de 35 mm^2 calculada anteriormente.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

LÍNEA	LONGITUD (m)	CAIDA MÁXIMA DE TENSIÓN (V)	SECCIÓN C.I.M (mm ²)	SECCIÓN C.C.T (mm ²)	SECCIÓN ESCOGIDA (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A)
TRAMO 9	20	8	25	7,10	35	142,2

TABLA 14: Resumen de la sección CA para cada criterio configuración 2.

Para completar los cálculos se tiene que comprobar que no se sobrepase la caída de tensión máxima de 2%, para ello se va a emplear la siguiente formulación:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 111,11 \cdot 1}{44 \cdot 35} = 2,5 V$$

$$\% = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 = \frac{2,5 V}{400 V} \cdot 100 = 0,625\% < 2\% \text{ CUMPLE}$$

Se puede concluir que la sección de 35 mm² cumple con todos los criterios mencionados.

2.8.- PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Todas las instalaciones eléctricas, como norma, tienen que llevar unos elementos denominados protecciones, cuyo objetivo es el de proteger tanto a la propia instalación como a las personas de sobretensiones que puedan producirse por el desgaste de los elementos de dicha instalación, a costa de descargas atmosféricas u otros percances. Se instalarán protecciones magnetotérmicas, así como protecciones diferenciales para solucionar dichos problemas.

2.9.- DISEÑO DE LAS PROTECCIONES DE CORRIENTE CONTINUA

DISEÑO DE LAS PROTECCIONES PARA LA CONFIGURACIÓN 1

Para la protección de la línea en corriente continua se ha seleccionado el interruptor magnetotérmico de la marca Schneider, cuyo nombre es Acti 9 IC60 RCBO con referencia A9F79225. Este interruptor posee una intensidad nominal de 25 A, una curva tipo c y 2 polos, es decir, monofásico.



Ilustración 24: Interruptor magnetotérmico Schneider Acti 9 IC60 RCBO.

La intensidad que circula por cada conductor es de 11,73 A y si aplicamos los criterios de corrección oportunos se obtiene una intensidad de 21,297 A. El interruptor escogido tiene una intensidad nominal de 25 A, haciéndolo idóneo para la instalación porque tiene que superar la intensidad de los conductores, además, la intensidad máxima admisible del conductor tiene que ser mayor que la del propio interruptor magnetotérmico, cumpliendo este último requerimiento, debido a que se dispone de una intensidad máxima admisible de 31,67 A.

Se dispone de 4 series de 17 módulos por serie, por ende, es necesario la instalación de 4 interruptores magnetotérmicos, es decir, 1 por cada salida en las series de los módulos, cuyo cable tiene salida positiva y otra negativa. La colocación de estos interruptores va a ser entre los módulos y el inversor tal y como se puede apreciar en el siguiente esquema unifilar.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

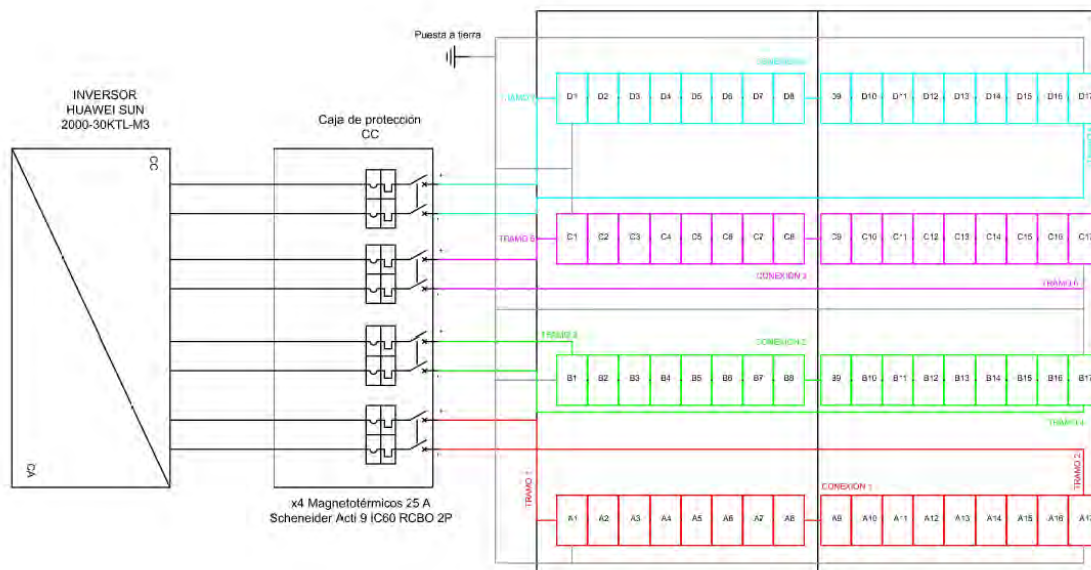


Ilustración 25: Esquema unifilar para corriente continua configuración 1.

DISEÑO DE LAS PROTECCIONES PARA LA CONFIGURACIÓN 2

Para la protección de la línea en corriente continua se ha seleccionado el interruptor magnetotérmico de la marca Schneider, cuyo nombre es Acti 9 IC60N con referencia A9F79250. Este interruptor posee una intensidad nominal de 50 A, una curva tipo C, 2 polos y cuenta con una capacidad de corte de 6000A.



Ilustración 26: Interruptor magnetotérmico Schneider Acti 9 IC60N.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

La intensidad que circula por cada conductor es de 23,746 A, debido a los tramos conectados en paralelo y, aplicando los criterios de corrección oportunos se obtiene una intensidad de 42,6 A. El interruptor escogido tiene una intensidad nominal de 50 A, haciéndolo idóneo para esta configuración, debido a que tiene que superar la intensidad de los conductores, además, la intensidad máxima admisible del conductor tiene que ser mayor que la del propio interruptor magnetotérmico, cumpliendo este último requerimiento, debido a que se dispone de una intensidad máxima admisible de 56,457 A.

Se dispone de 2 series de módulos conectados en paralelo, contando cada serie con una cantidad de 14 paneles, por ende, es necesario la instalación de 4 interruptores magnetotérmicos, es decir, 1 por cada salida en las series de los módulos, cuyo cable tiene salida positiva y otra negativa. En total son 8 series de paneles. La colocación de estos interruptores va a ser entre los módulos y el inversor tal y como se puede apreciar en el siguiente esquema unifilar.

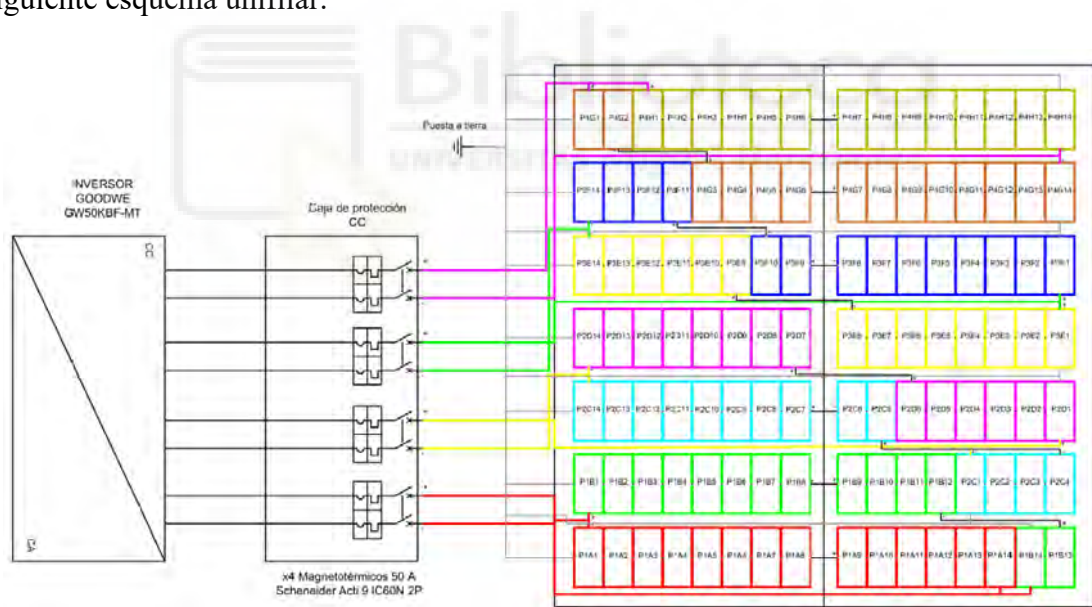


Ilustración 27: Esquema unifilar para corriente continua configuración 2.

2.10.- DISEÑO DE LAS PROTECCIONES PARA CORRIENTE ALTERNA.

DISEÑO DE LAS PROTECCIONES PARA LA CONFIGURACIÓN 1

Para el tramo de corriente alterna de la configuración 1 se ha seleccionado el interruptor diferencial de la marca Schneider modelo Acti 9 iID RCCB con referencia A9R11480, dicho diferencial posee 4 polos, una intensidad nominal de 80 A y una sensibilidad de 30 mA.



Ilustración 28: Interruptor diferencial Schneider Acti 9 iID40.

El interruptor magnetotérmico seleccionado es el de la marca Schneider, cuyo modelo es el C120H con referencia A9N18435, tiene 4P, una intensidad nominal de 80 A, una curva tipo B y una capacidad de corte de 15 kA.



Ilustración 29: Interruptor magnetotérmico Schneider C120H.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Como se ha comentado anteriormente, el interruptor diferencial posee una intensidad nominal de 80 A, la cual es superior a la intensidad que circula por el cable, concretamente, a los 66,53 A (Valor de la intensidad corregida), pero debe ser inferior a la intensidad máxima admisible, siendo esta misma de 90 A.

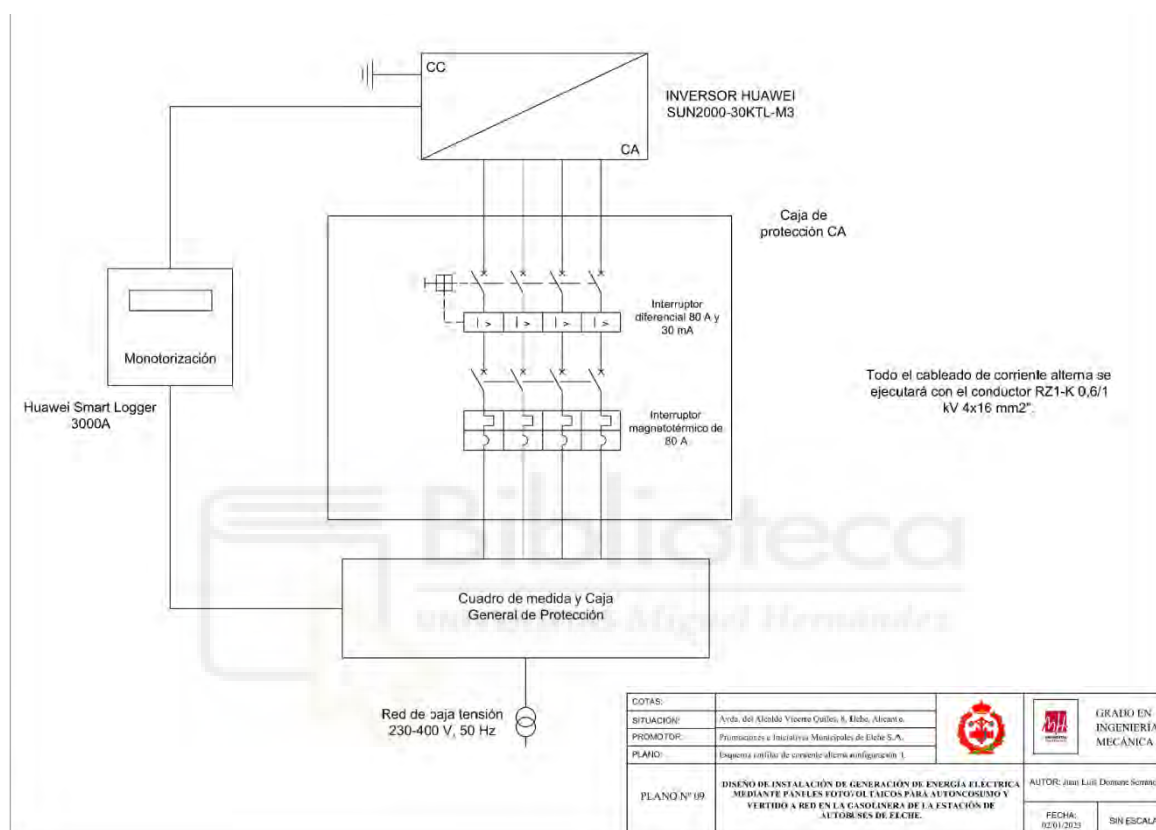


Ilustración 30: Esquema unifilar para corriente alterna configuración 1.

DISEÑO DE LAS PROTECCIONES PARA LA CONFIGURACIÓN 2

Para el tramo de corriente alterna de la configuración 2 se ha seleccionado el interruptor diferencial de la marca Schneider VIGI C120 con referencia A9N18569, dicho diferencial posee 4 polos, una intensidad nominal de 125 A y una sensibilidad de 30 mA. Como se puede ver en el capítulo del presupuesto de la instalación, esta selección de las protecciones va a conseguir un ahorro importante en los costes del proyecto.



Ilustración 31: Interruptor diferencial VIGI C120.

La cualidad del VIGI es que comparte bobina de disparo el diferencial con el magnetotérmico, por lo que te ahorras partes del mecanismo.

El interruptor magnetotérmico seleccionado es el de la marca Schneider, cuyo modelo es el C120N con referencia A9N18376, tiene 4P, una intensidad nominal de 125 A, una curva tipo C y una capacidad de corte de 10 kA.



Ilustración 32: Interruptor magnetotérmico Schneider C120N.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

El interruptor diferencial posee una intensidad nominal de 125 A, la cual es superior a la intensidad que circula por el cable, concretamente, a los 111,11 A (Intensidad corregida), pero debe ser inferior a la intensidad máxima admisible, siendo esta misma de 142,2 A.

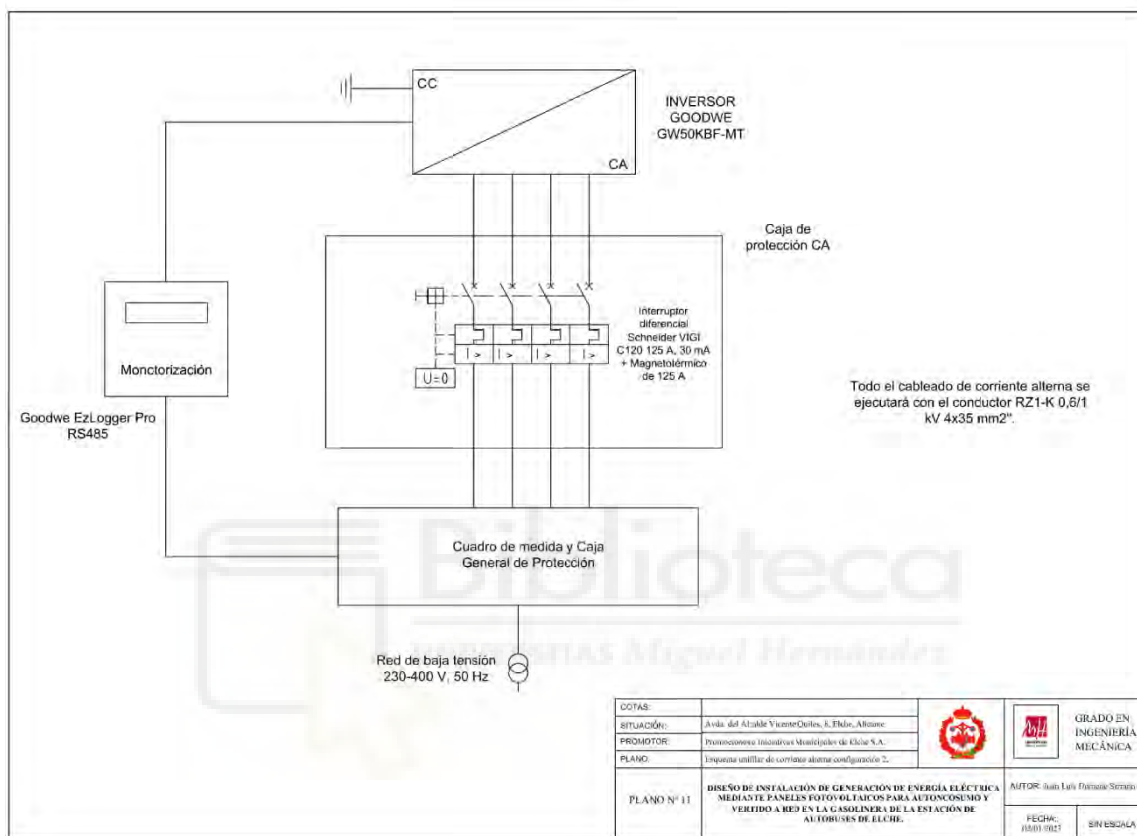


Ilustración 33: Esquema unifilar para corriente alterna configuración 2.

2.11.- PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN

La puesta a tierra en una instalación eléctrica es un mecanismo de seguridad que consiste en conducir eventuales desvíos de la corriente que puedan resultar peligrosos para las personas hacia la tierra, impidiendo que el usuario entre en contacto con la electricidad.

El valor de diferencia de potencial máximo se ha establecido en 24 V con el objetivo de evitar todo daño material, así como personal, por encontrarse en un emplazamiento húmedo o mojado según indica la ITC-BT-18.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

La sección escogida para la puesta a tierra es de 4 mm² para la **configuración 1** y de 10 mm² para la **configuración 2**, ambas secciones coinciden con la sección del conductor correspondiente a instalar. En el esquema unifilar se detalla cómo se va a realizar la instalación de dicho cable:

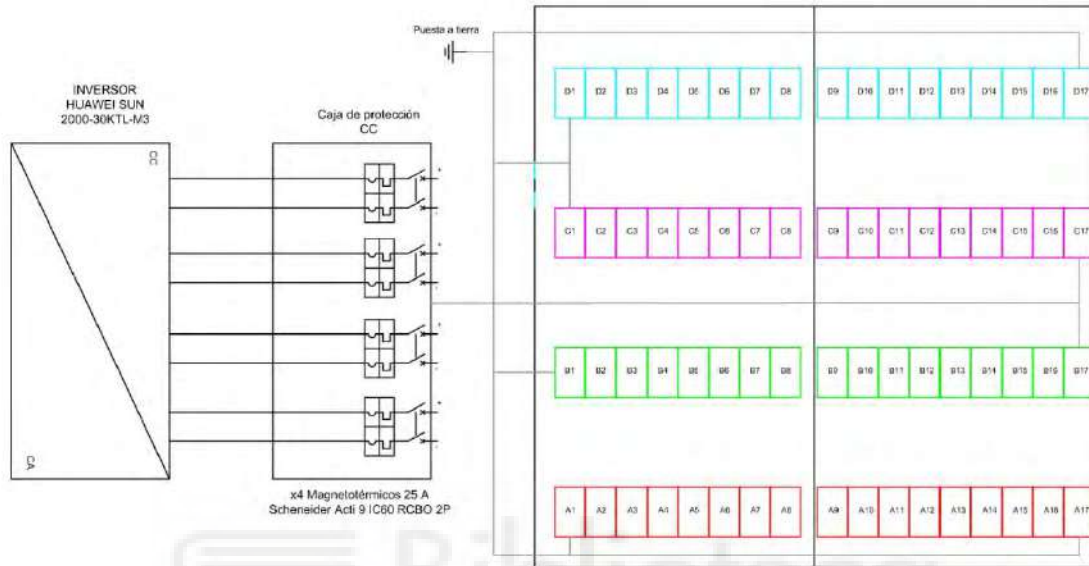


Ilustración 34: Puesta a tierra configuración 1.

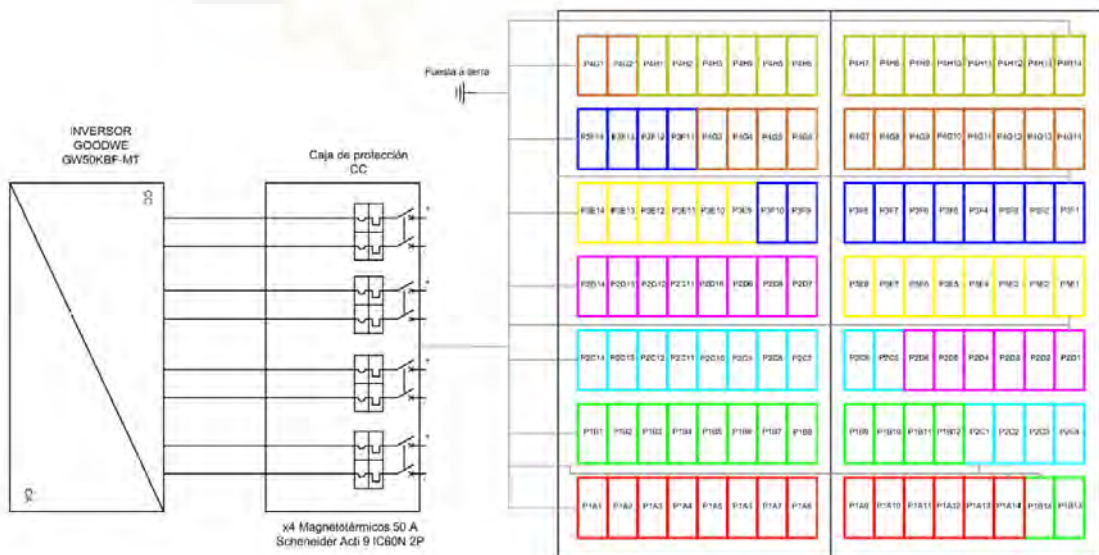


Ilustración 35: Puesta a tierra configuración 2.

2.12.- CAJAS DE PROTECCIÓN

Los componentes de la instalación fotovoltaica estarán expuestos al ambiente, por tanto, es necesario protegerlos de la lluvia, polvo y cualquier otro agente externo capaz de dañarlos, para evitar todos estos daños se va a emplear cajas con un grado de protección elevado (IP 65).

Para el tramo de corriente continua se ha seleccionado una caja de conexión para inversores con múltiples MPPT de GAVE SolarTec, concretamente, el modelo STM11025P/2 cuyas características van a permitir una correcta instalación de los interruptores magnetotérmicos. Válida para ambas configuraciones.

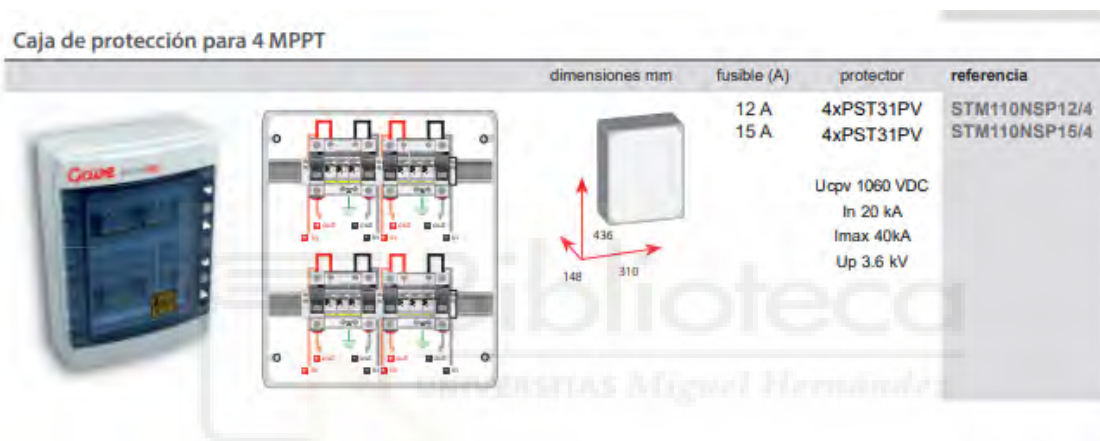


Ilustración 36: Caja de protección CC.

Para el tramo de corriente alterna, se ha seleccionado una caja de protección AC para la salida del inversor en trifásica de GAVE SolarTec, concretamente, el modelo ACT25SDA.

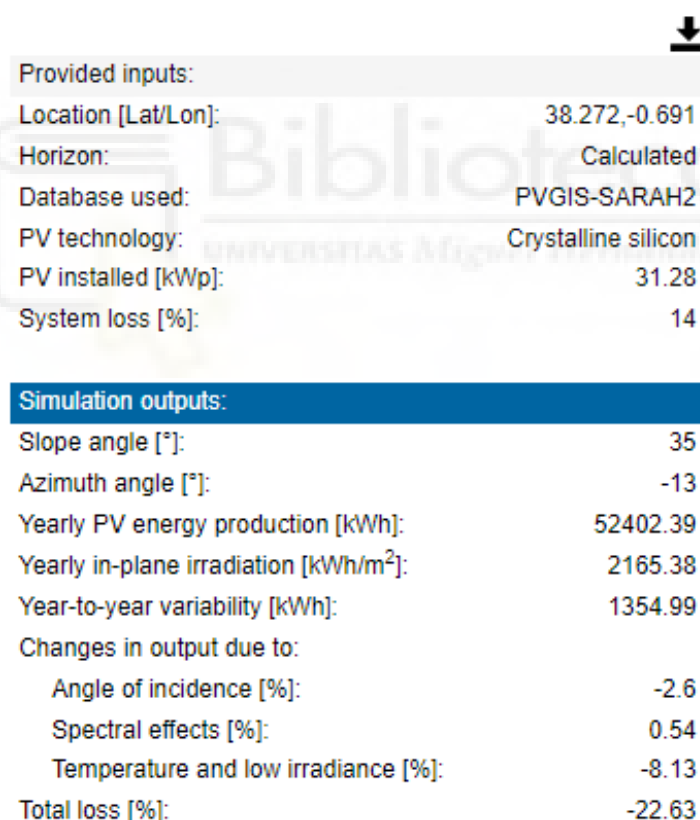


Ilustración 37: Caja de protección CA.

2.13.- SUMINISTRO ELÉCTRICO

Para realizar el proyecto y, por ende, determinar si la instalación es viable o no, la energía producida a lo largo de todo el año toma un papel fundamental.

Se va a requerir otra vez el uso de la herramienta PVGIS con el objetivo de determinar la cantidad de energía producida por horas desde enero de 2015 hasta diciembre de 2020. Los datos que se van a introducir son la ubicación, inclinación de los módulos fotovoltaicos, potencia pico y para terminar el azimut. El dato de pérdidas, inicialmente, se ha supuesto un 14% para todas las configuraciones, pero una vez el PVGIS ha realizado los cálculos oportunos añade las pérdidas por ángulo de incidencia, baja irradiancia y temperatura, siendo este dato de un 22,63% de pérdidas totales para la **configuración 1** y de un 23,35% para la **configuración 2**.



The image shows a screenshot of the PVGIS simulation results. It is divided into two main sections: 'Provided inputs' and 'Simulation outputs'. The 'Provided inputs' section lists: Location [Lat/Lon]: 38.272,-0.691; Horizon: Calculated; Database used: PVGIS-SARAH2; PV technology: Crystalline silicon; PV installed [kWp]: 31.28; System loss [%]: 14. The 'Simulation outputs' section lists: Slope angle [°]: 35; Azimuth angle [°]: -13; Yearly PV energy production [kWh]: 52402.39; Yearly in-plane irradiation [kWh/m²]: 2165.38; Year-to-year variability [kWh]: 1354.99. Under 'Changes in output due to:', it lists: Angle of incidence [%]: -2.6; Spectral effects [%]: 0.54; Temperature and low irradiance [%]: -8.13; Total loss [%]: -22.63.

Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	38.272,-0.691
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	31.28
System loss [%]:	14

Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	35
Azimuth angle [°]:	-13
Yearly PV energy production [kWh]:	52402.39
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	2165.38
Year-to-year variability [kWh]:	1354.99
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.6
Spectral effects [%]:	0.54
Temperature and low irradiance [%]:	-8.13
Total loss [%]:	-22.63

Ilustración 38: Pérdidas totales según PVGIS configuración 1.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	38.272,-0.691
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	51.52
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	0
Azimuth angle [°]:	-13
Yearly PV energy production [kWh]:	73584.21
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1863.4
Year-to-year variability [kWh]:	1567.95
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-3.58
Spectral effects [%]:	0.37
Temperature and low irradiance [%]:	-7.91
Total loss [%]:	-23.35

Ilustración 39: Pérdidas totales según PVGIS configuración 2.

Los datos que va a otorgar el PVGIS, son introducidos en la herramienta de cálculos Excel, y en dicho Excel se ha construido una tabla, en la cual se detalla en un año (divido en horas) el periodo que corresponde a razón de la *ilustración 43*, otro factor que se tiene en cuenta es que los precios de cada periodo varían (precios adjuntos en la **TABLA 18**). También se ha tenido en cuenta la demanda de energía de la gasolinera, la producción según la configuración de los paneles, la compra de la electricidad, el excedente que se vierte a red y la energía que se auto consume. Con estos datos se pueden comparar ambas configuraciones y determinar el porcentaje de ahorro anual en la factura de la luz.

	AÑO	Mes	Dia	Hora	Producción (kWh)	Demanda (kWh)					Periodo	Compra (kWh)	Precio energía + IVA (€/kWh)	Ahorro producción (€)	Coste demanda (€)	Coste compra (€)	Vertido a red (kWh)	Venta vertido a red (€)	Autoconsumo (kWh)	Autoconsumo (€)		
						P1	P2	P3	P4	P5											PE TOTAL	
01/01/2022	00:00	sáb	2022	01	00	0,00	0	0	0	28	28	P6	28,00	0,185376758	0	5,15	5,15	0	0	0	0	
01/01/2022	01:00	sáb	2022	01	01	0,00	0	0	0	28	28	P6	28,00	0,185376758	0	5,15	5,15	0	0	0	0	
01/01/2022	02:00	sáb	2022	01	02	0,00	0	0	0	26	26	P6	26,00	0,185376758	0	4,82	4,82	0	0	0	0	
01/01/2022	03:00	sáb	2022	01	03	0,00	0	0	0	24	24	P6	24,00	0,185376758	0	4,45	4,45	0	0	0	0	
01/01/2022	04:00	sáb	2022	01	04	0,00	0	0	0	24	24	P6	24,00	0,185376758	0	4,45	4,45	0	0	0	0	
01/01/2022	05:00	sáb	2022	01	05	0,00	0	0	0	28	28	P6	28,00	0,185376758	0	5,15	5,15	0	0	0	0	
01/01/2022	06:00	sáb	2022	01	06	0,00	0	0	0	36	36	P6	36,00	0,185376758	0	6,67	6,67	0	0	0	0	
01/01/2022	07:00	sáb	2022	01	07	0,00	0	0	0	43	43	P6	43,00	0,185376758	0	7,97	7,97	0	0	0	0	
01/01/2022	08:00	sáb	2022	01	08	2,81	0	32	0	0	0	32	P2	29,39	0,245034522	0,68	7,94	7,2	0	0	2,81	0,68
01/01/2022	09:00	sáb	2022	01	09	9,20	35	0	0	0	0	35	P1	25,80	0,256622146	2,26	8,98	8,62	0	0	9,20	2,36
01/01/2022	10:00	sáb	2022	01	10	15,22	35	0	0	0	0	35	P1	20,09	0,256622146	4,08	5,24	5,16	0	0	15,22	4,08
01/01/2022	11:00	sáb	2022	01	11	15,24	35	0	0	0	0	35	P1	16,76	0,256622146	4,94	5,24	4,3	0	0	15,24	4,94
01/01/2022	12:00	sáb	2022	01	12	20,63	35	0	0	0	0	35	P1	14,37	0,256622146	5,29	8,98	3,69	0	0	20,63	5,29
01/01/2022	13:00	sáb	2022	01	13	19,25	30	0	0	0	0	30	P1	10,79	0,256622146	4,84	7,7	2,77	0	0	19,25	4,84
01/01/2022	14:00	sáb	2022	01	14	14,58	0	26	0	0	0	26	P2	11,04	0,245034522	3,67	6,27	2,71	0	0	14,58	3,67
01/01/2022	15:00	sáb	2022	01	15	8,43	0	22	0	0	0	22	P2	13,57	0,245034522	2,67	5,26	3,33	0	0	8,43	2,67
01/01/2022	16:00	sáb	2022	01	16	1,70	0	28	0	0	0	28	P2	22,50	0,245034522	0,42	5,88	5,66	0	0	1,7	0,42
01/01/2022	17:00	sáb	2022	01	17	0,00	0	29	0	0	0	29	P2	29,00	0,245034522	0	7,13	7,13	0	0	0	0
01/01/2022	18:00	sáb	2022	01	18	0,00	42	0	0	0	42	P1	43,00	0,256622146	0	10,78	10,78	0	0	0	0	
01/01/2022	19:00	sáb	2022	01	19	0,00	38	0	0	0	38	P1	38,00	0,256622146	0	9,75	9,75	0	0	0	0	
01/01/2022	20:00	sáb	2022	01	20	0,00	37	0	0	0	37	P1	37,00	0,256622146	0	9,5	9,5	0	0	0	0	
01/01/2022	21:00	sáb	2022	01	21	0,00	39	0	0	0	39	P1	39,00	0,256622146	0	8,98	8,98	0	0	0	0	

Ilustración 40: Herramienta para determinar el ahorro anual en la factura de la luz configuración 2.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Se adjunta una factura emitida por Iberdrola, siendo la empresa comercializadora del suministro eléctrico de L'Estacio.

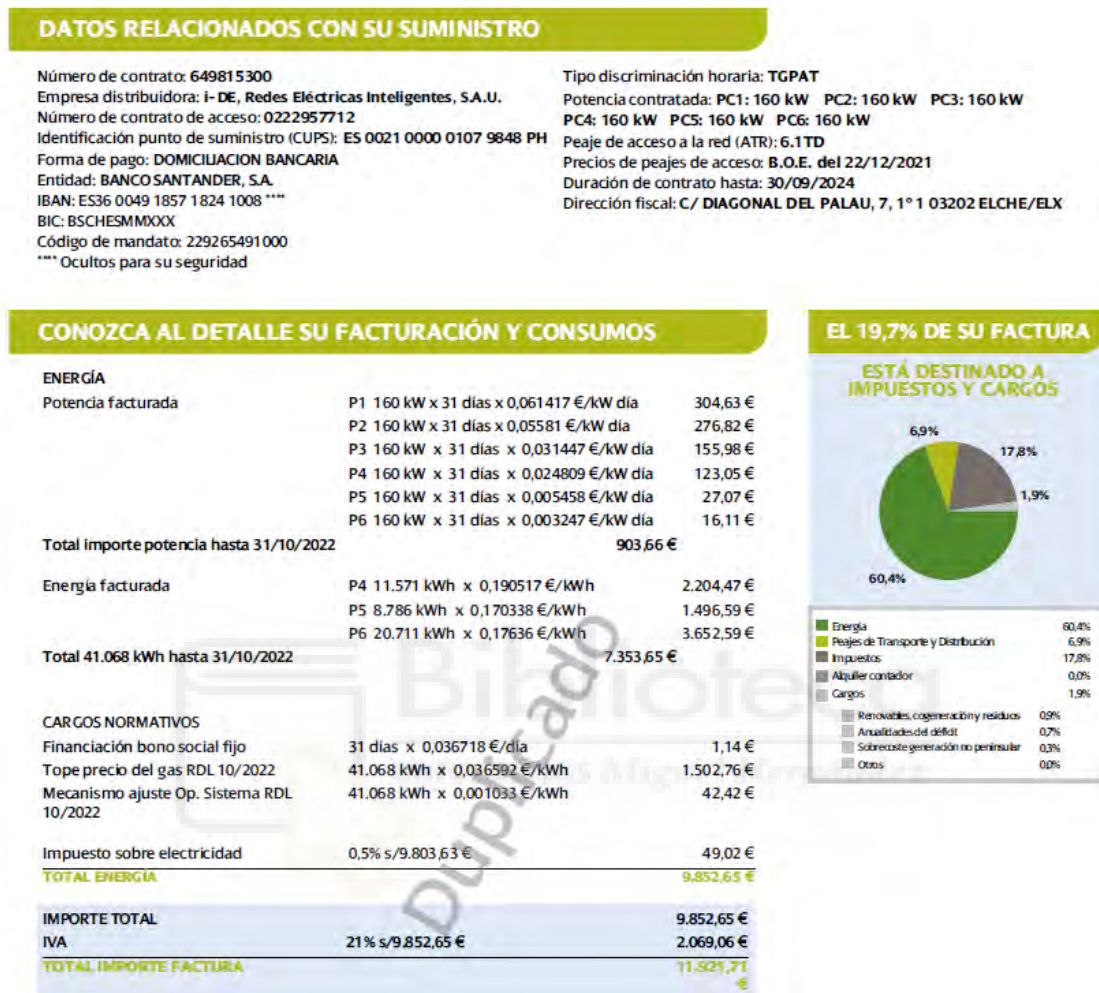


Ilustración 41: Factura de suministro eléctrico de L'Estació.

Se puede observar que, el peaje de acceso o la tarifa contratada corresponde a la “Tarifa 6.1 TD”, la cual cuenta con 6 periodos, siendo el periodo 1 el más caro y el periodo 6 el más barato. Estas tarifas van variando según la hora del día, el día de la semana y según la temporada o mes en el que corresponda a razón de las siguientes capturas.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

La Tarifa 6.1TD tiene una discriminación horaria de seis periodos horarios (P1 a P6) en función de la temporada, el día de la semana y la hora del día, tanto en potencia como en energía.

Las **temporadas** para la península son:

- Temporada **alta**: enero, febrero, julio y diciembre
- Temporada **media alta**: marzo y noviembre
- Temporada **media**: junio, agosto y septiembre
- Temporada **baja**: abril, mayo y octubre

Los tipos de días se clasifican de la siguiente forma:

- **Tipo A**: de lunes a viernes no festivos de temporada alta.
- **Tipo B**: de lunes a viernes no festivos de temporada media alta.
- **Tipo B1**: de lunes a viernes no festivos de temporada media.
- **Tipo C**: de lunes a viernes no festivos de temporada baja.
- **Tipo D**: sábados, domingos, festivos y 6 de enero y festivos nacionales no sustituibles, generalmente 01/01, 01/05, 15/08, 12/10, 01/11, 06/12, 08/12 y 25/12.

Ilustración 42: Desglose de las temporadas para la tarifa 6.1 TD.

Hora	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Sábados, domingos y festivos
0:00 - 1:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1:00 - 2:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2:00 - 3:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3:00 - 4:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4:00 - 5:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5:00 - 6:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6:00 - 7:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7:00 - 8:00	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8:00 - 9:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
9:00 - 10:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
10:00 - 11:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
11:00 - 12:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
12:00 - 13:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
13:00 - 14:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
14:00 - 15:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
15:00 - 16:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
16:00 - 17:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
17:00 - 18:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
18:00 - 19:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
19:00 - 20:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
20:00 - 21:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
21:00 - 22:00	P1	P1	P2	P4	P4	P3	P1	P3	P3	P4	P2	P1	P6
22:00 - 23:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6
23:00 - 00:00	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P4	P4	P5	P3	P2	P6

Ilustración 43: Resumen anual por horas que indica que periodo aplica cada mes.

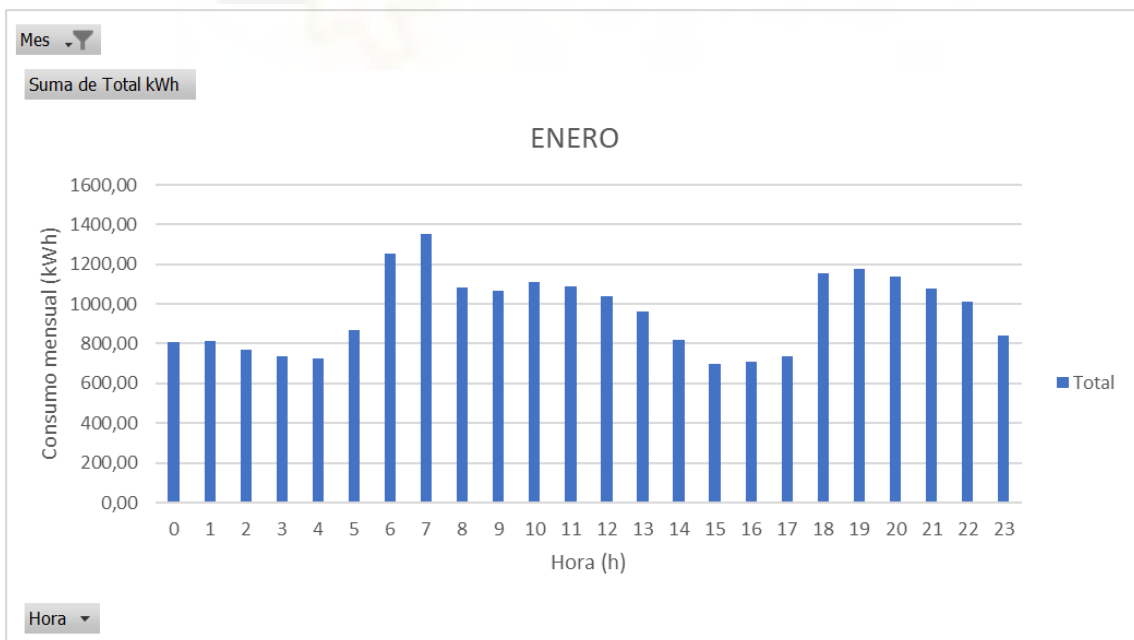
DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

El consumo o demanda anual en cada uno de los periodos corresponde con la siguiente tabla:

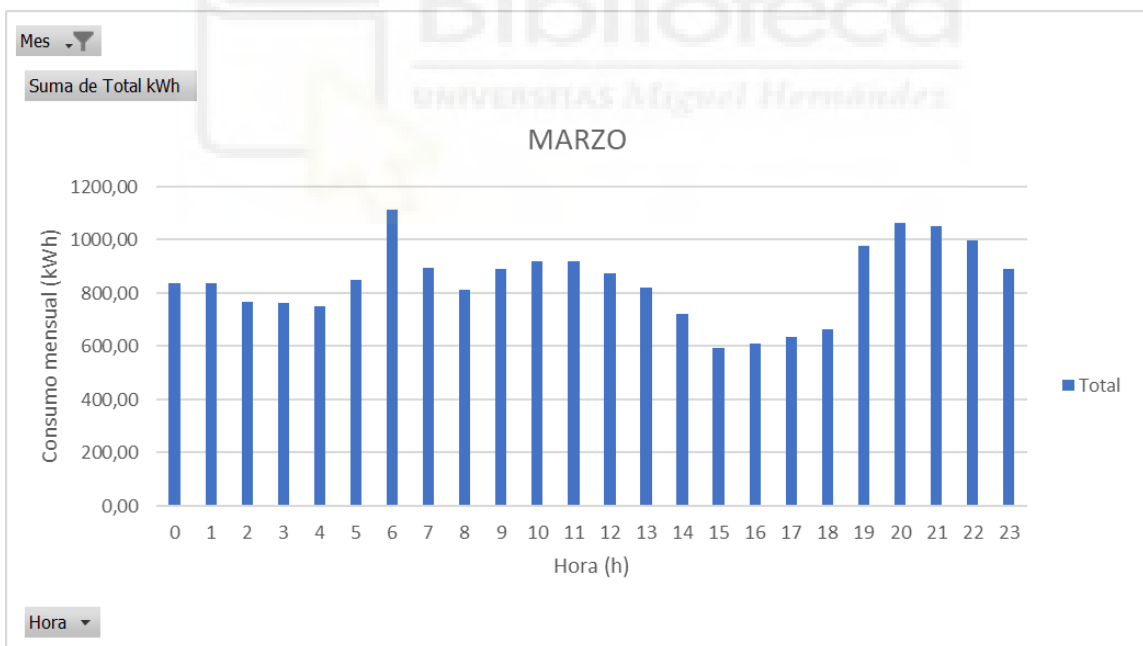
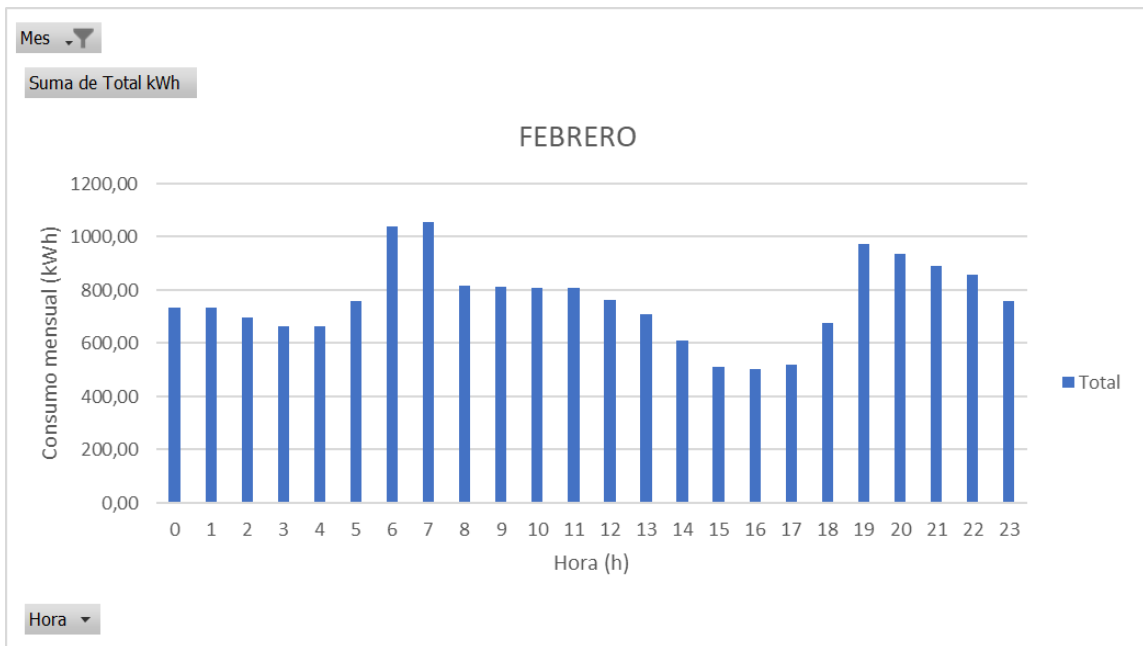
Demanda (kWh)	
P1	36.203
P2	43.095
P3	62.731
P4	66.878
P5	21.887
P6	195.431
TOTAL	426.225

TABLA 15: Demanda anual dividida por periodos.

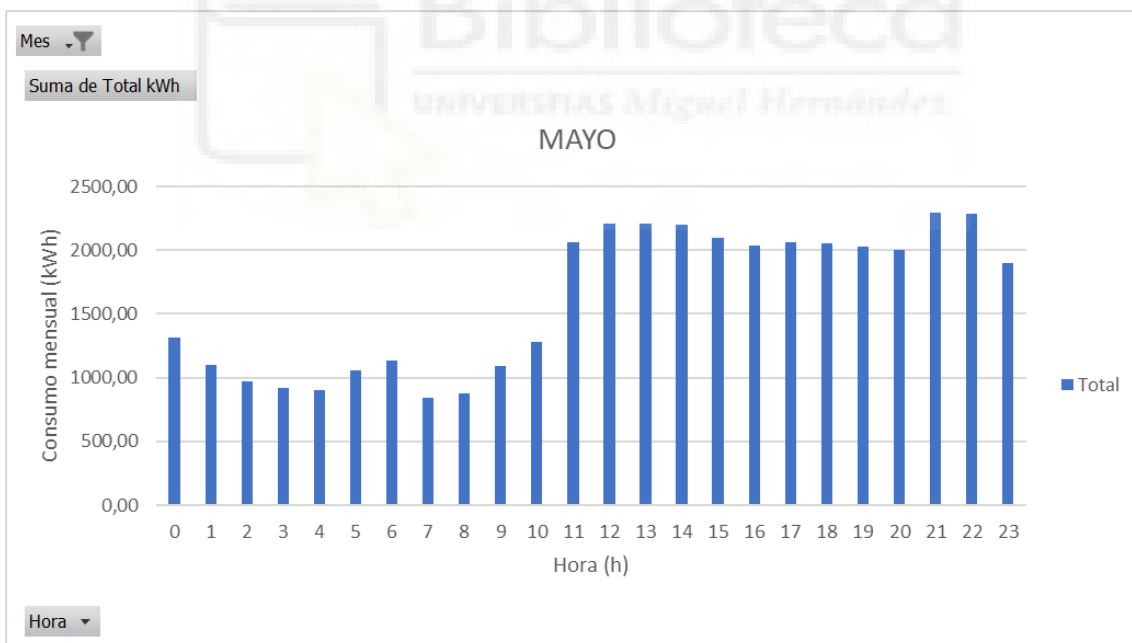
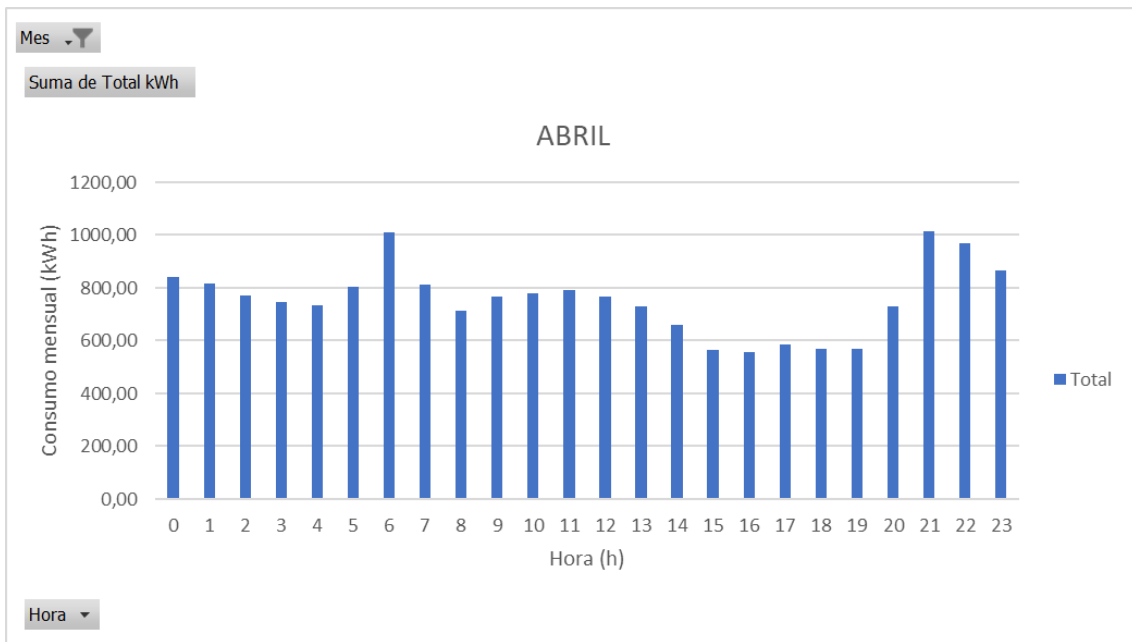
Las siguientes gráficas tiene como objetivo mostrar los datos de consumo mensuales:



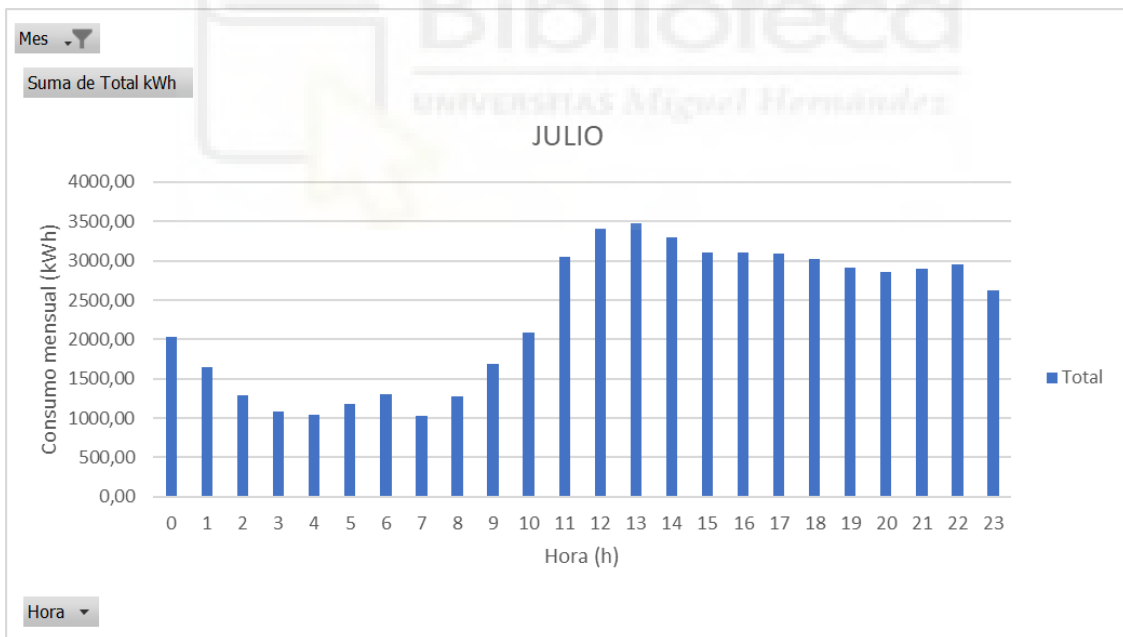
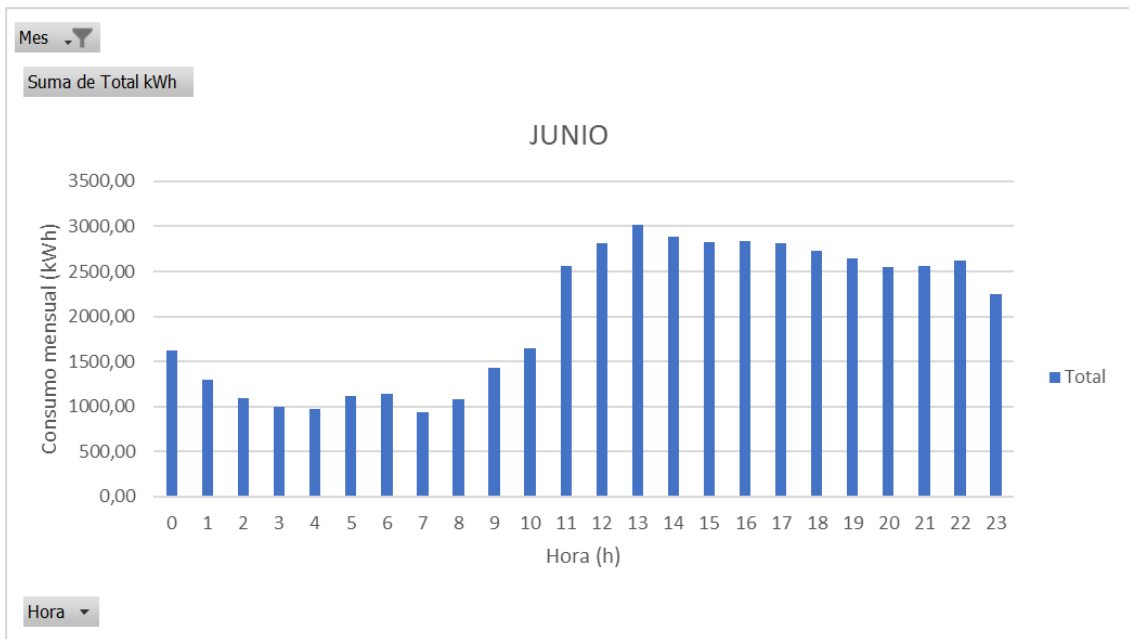
DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



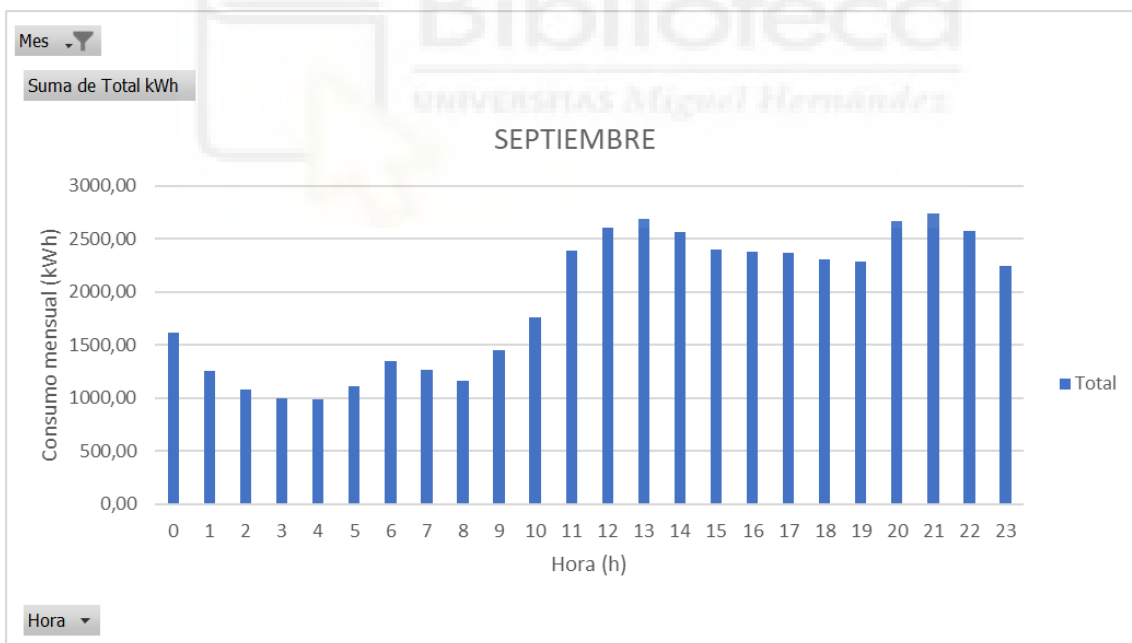
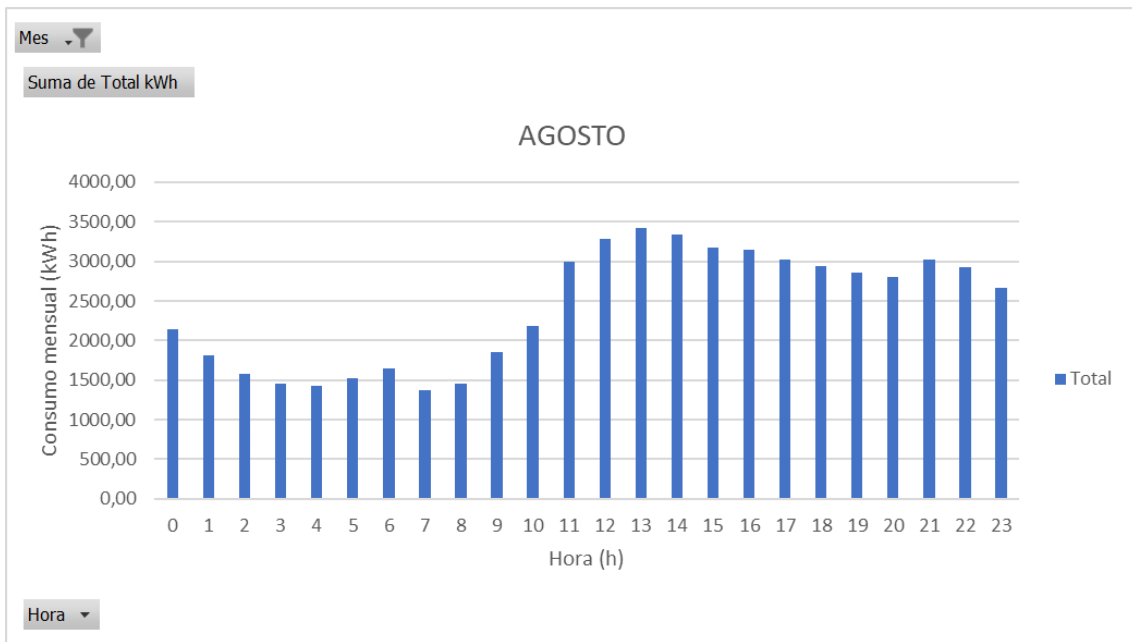
DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



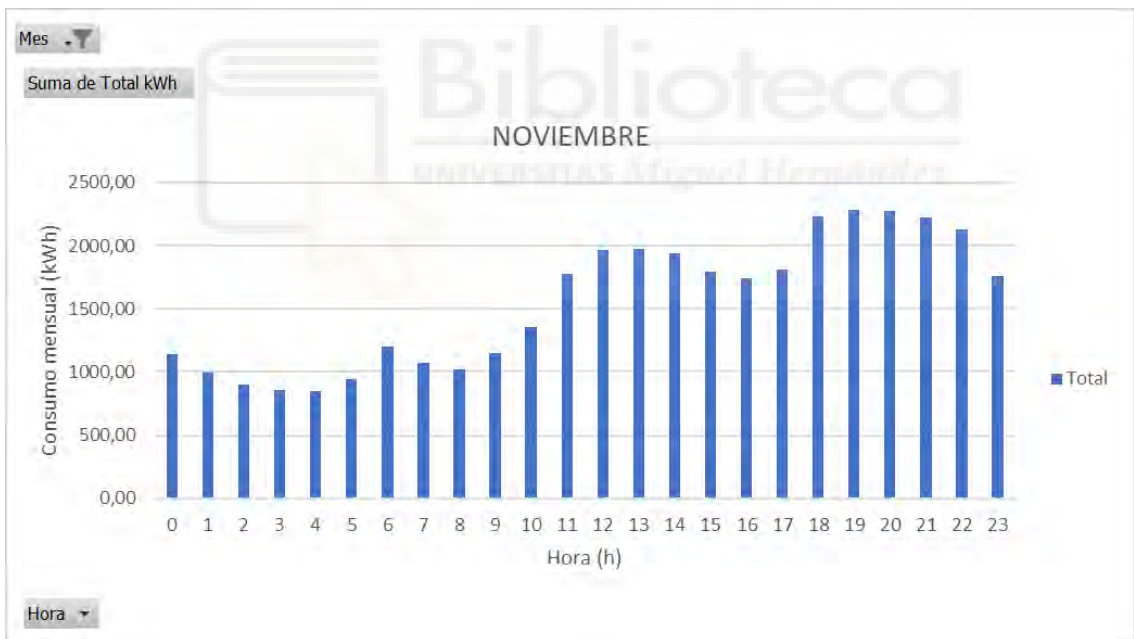
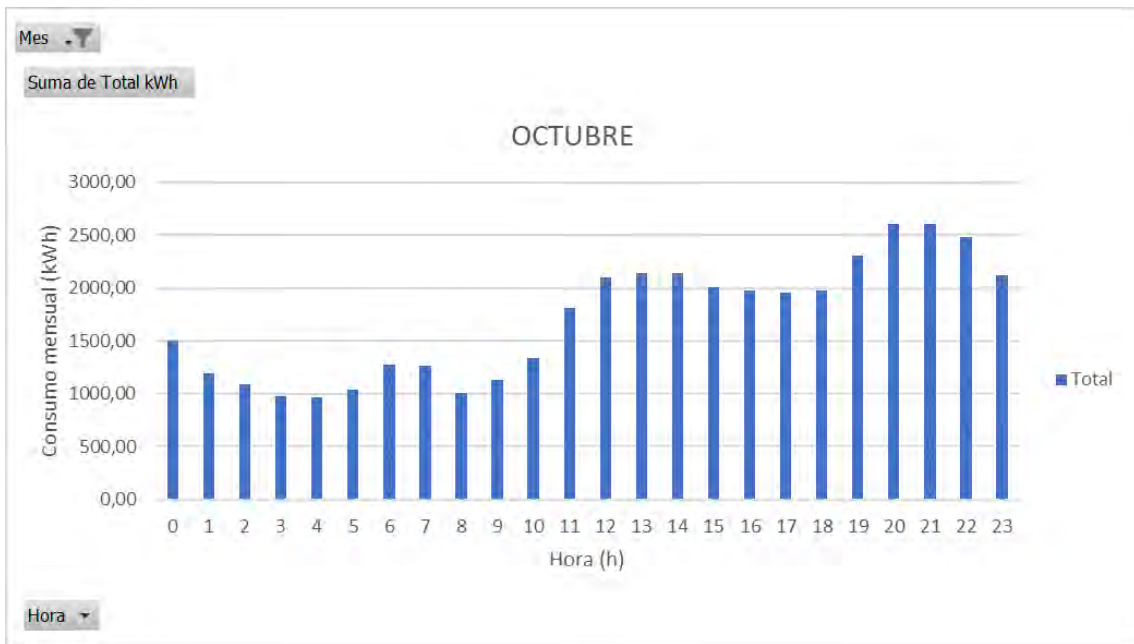
DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



Ilustración 44: Gráficos por meses del consumo en kWh de la gasolinera.

2.14.-CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO.

A continuación, se va a detallar las características de la instalación proyectada para la **configuración 1**.

- Tecnología que emplean los módulos: Paneles fotovoltaicos monocristalinos.
- Tipo de instalación: Modalidad de suministro con autoconsumo, vertido del excedente a red y sin acumulación.
- Sistema de acumulación: No dispone.
- Potencia pico de la instalación: 31,280 kWp.
- N.º total de módulos empleados: 68.
- Ángulo de inclinación de los módulos: 35° respecto de la horizontal.
- Criterio de dimensionado: Dimensionado con el objetivo de consumir la mayor cantidad de energía producida y verter a la red eléctrica el excedente.

Características de la instalación proyectada para la **configuración 2**.

- Tecnología que emplean los módulos: Paneles fotovoltaicos monocristalinos.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- Tipo de instalación: Modalidad de suministro con autoconsumo, vertido del excedente a red y sin acumulación.
- Sistema de acumulación: No dispone.
- Potencia pico de la instalación: 51,52 kWp.
- N.º total de módulos empleados: 112.
- Ángulo de inclinación de los módulos: 0º o coplanar a la marquesina.
- Criterio de dimensionado: Dimensionado con el objetivo de consumir la mayor cantidad de energía producida y verter a la red eléctrica el excedente.

2.15.-CÁLCULOS SOBRE LA DEMANDA, PRODUCCIÓN, COMPRA Y VERTIDO A RED

La justificación del siguiente apartado pasa por la aportación de los siguientes datos:

- Tabla con la suma mensual de la energía demandada, de la energía producida por la instalación, la energía que se debe comprar, la energía vertida a red y, por último, la energía auto consumida, cuya unidad es en kWh de ambas configuraciones.

	DEMANDA	PRODUCCIÓN	COMPRA	VERTIDO	AUTOCONSUMO
Enero	20.885	3.821	17.074	10	3.811
Febrero	20.878	3.763	17.116	1	3.762
Marzo	20.457	4.503	15.999	45	4.458
Abril	19.628	4.654	15.040	66	4.588
Mayo	18.810	5.247	13.657	94	5.153
Junio	37.477	5.068	32.418	9	5.059
Julio	49.902	5.151	44.751	0	5.151
Agosto	55.471	4.970	50.501	0	4.970
Sept.	56.335	4.414	51.921	0	4.414
Oct.	47.974	4.064	43.910	0	4.064
Nov.	39.722	3.517	36.205	0	3.517
Dic.	38.686	3.417	35.269	0	3.417
TOTAL	426.225	52.590	373.861	226	52.364
PROMEDIO	35.519	4.382	31.155	19	4.364

TABLA 16: Resumen mensual de la energía demandada y producida por la configuración 1.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

	DEMANDA	PRODUCCIÓN	COMPRA	VERTIDO	AUTOCONSUMO
Enero	20.885	3.415	17.478	8	3.407
Febrero	20.878	4.160	16.748	30	4.130
Marzo	20.457	5.975	14.849	367	5.608
Abril	19.628	7.199	13.181	752	6.447
Mayo	18.810	9.057	11.746	1.993	7.064
Junio	37.477	9.222	28.487	232	8.990
Julio	49.902	9.172	40.730	0	9.172
Agosto	55.471	8.063	47.408	0	8.063
Sept.	56.335	6.245	50.090	0	6.245
Oct.	47.974	4.855	43.119	0	4.855
Nov.	39.722	3.477	36.245	0	3.477
Dic.	38.686	2.942	35.744	0	2.942
TOTAL	426.225	73.782	355.825	3.381	70.400
PROMEDIO	35.519	6.148	29.652	282	5.867

TABLA 17: Resumen mensual de la energía demandada y producida por la configuración 2.

Se va a detallar un resumen de la tabla para la **configuración 1**:

- Energía anual producida por la instalación fotovoltaica: 52.590 kWh.
- Energía anual demandada: 426.225 kWh.
- Energía anual que es necesario comprar a la compañía: 373.861 kWh.
- Energía anual producida por la instalación y vertida a red: 226 kWh.
- Energía anual producida por la instalación y auto consumida: 52.364 kWh.
- Importe de la factura eléctrica inicial (sin la instalación fotovoltaica): 98.079,67 € (IVA no incluido).
- Peaje de acceso de productores: 0,00 €
- Ahorro (autoconsumo + venta de vertido a red) económico bruto con la instalación fotovoltaica (por periodos):
 - P1: 1.897,49 €
 - P2: 1.938,78 €
 - P3: 1.651,58 €
 - P4: 1.935,22 €
 - P5: 656,04 €
 - P6: 2.988,25 €

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

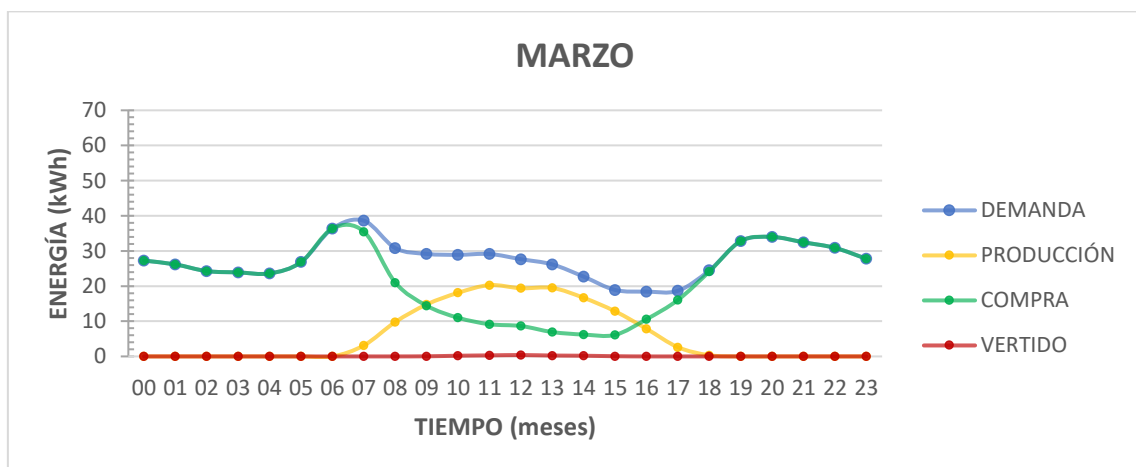
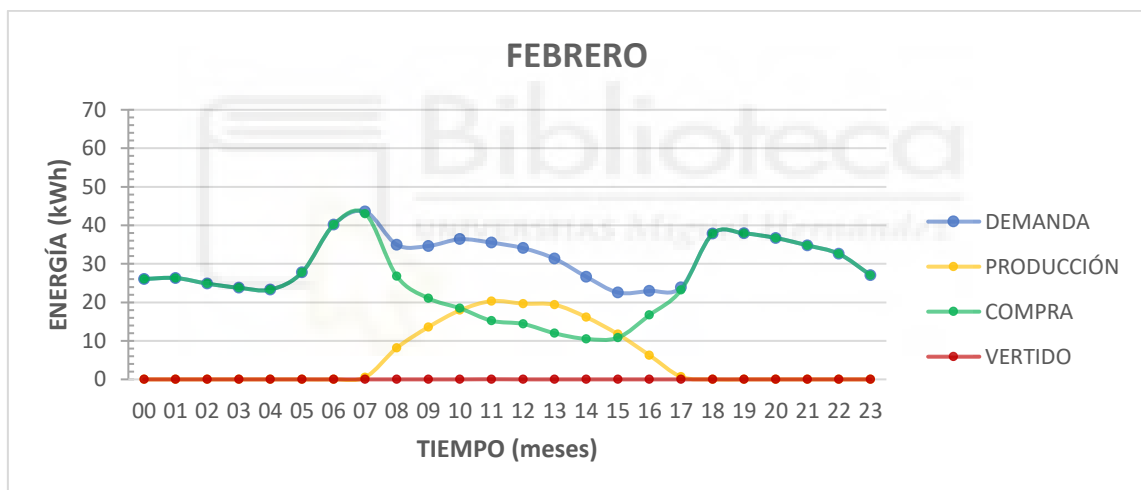
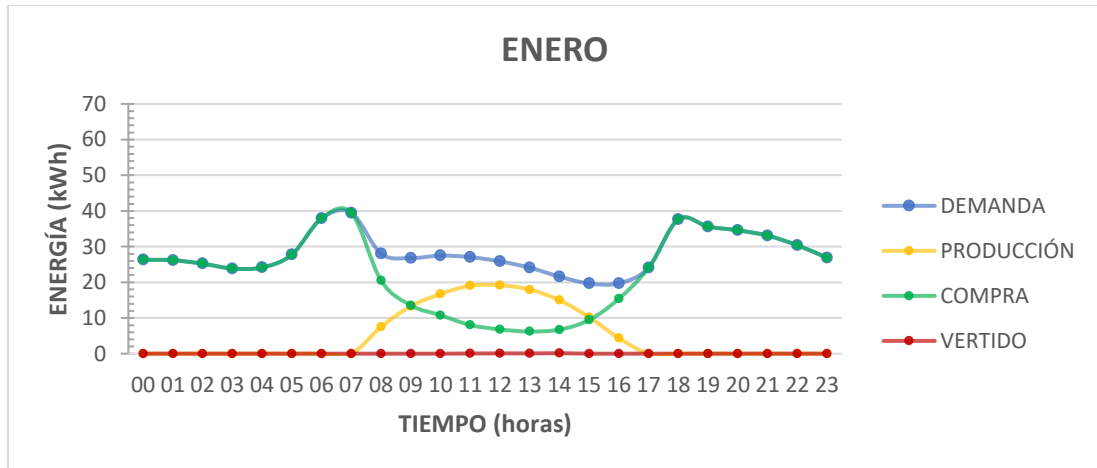
- Importe de la factura eléctrica final (con la instalación fotovoltaica): 87.023,80 € (IVA no incluido).
- Importe de la venta de energía vertida a red: 11,32 € (IVA no incluido).
- Inversión de la instalación fotovoltaica completa: 48.630,17 €
- Costes de mantenimiento de la instalación fotovoltaica: 400,00 €
- Seguro de los componentes: 420,00 €
- Período de retorno simple de la instalación (PRS): 5 años.

Resumen de la tabla para la **configuración 2**:

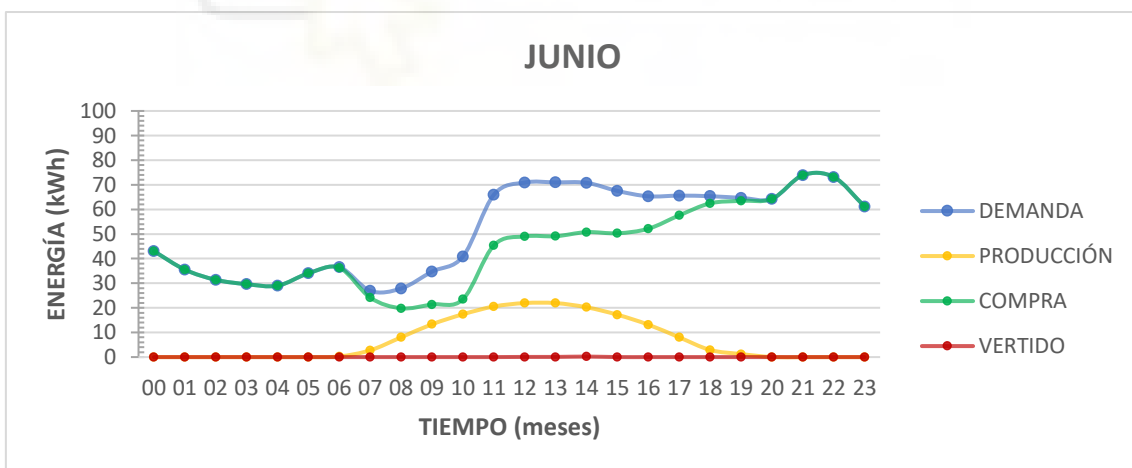
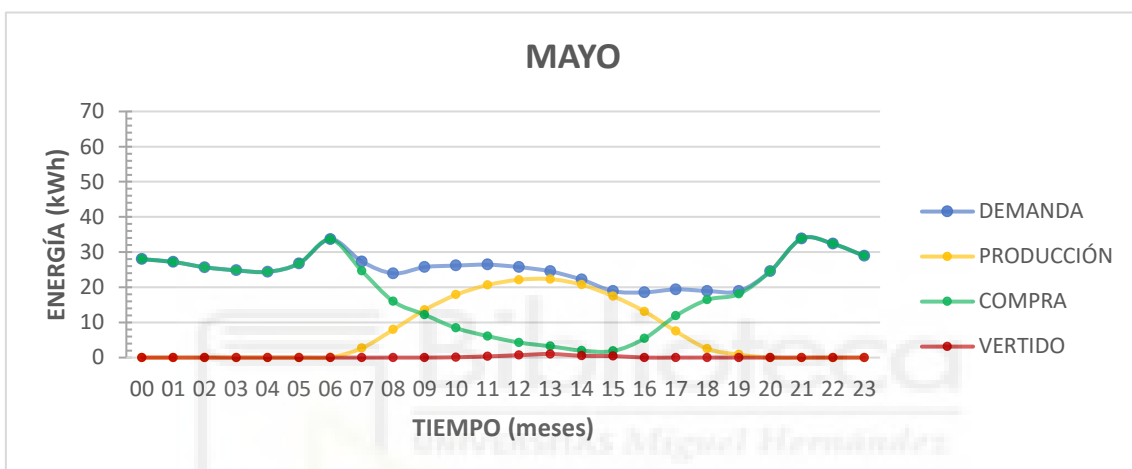
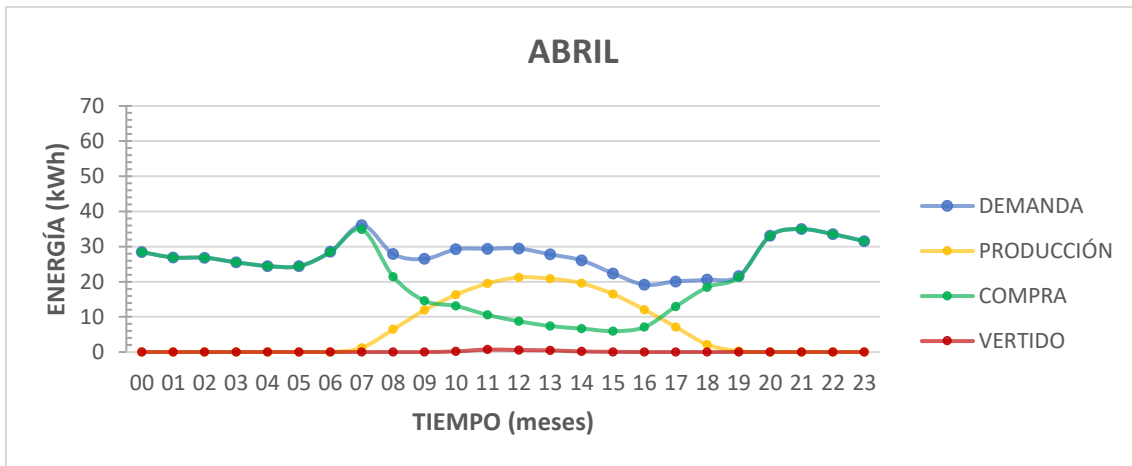
- Energía anual producida por la instalación fotovoltaica: 73.782 kWh.
- Energía anual demandada: 426.225 kWh.
- Energía anual que es necesario comprar a la compañía: 355.825 kWh.
- Energía anual producida por la instalación y vertida a red: 3.381 kWh.
- Energía anual producida por la instalación y auto consumida: 70.400 kWh.
- Importe de la factura eléctrica inicial (sin la instalación fotovoltaica): 98.079,67 € (IVA no incluido).
- Peaje de acceso de productores: 0,00
- Ahorro (autoconsumo + venta de vertido a red) económico bruto con la instalación fotovoltaica (por periodos):
 - P1: 2.354,60 €
 - P2: 2.450,69 €
 - P3: 2.309,06 €
 - P4: 2.869,29 €
 - P5: 1.014,93 €
 - P6: 3.967,36 €
- Importe de la factura eléctrica final (con la instalación fotovoltaica): 83.286,62 € (IVA no incluido).
- Importe de la venta de energía vertida a red: 172,44 € (IVA no incluido).
- Inversión de la instalación fotovoltaica completa: 60.183,41 €
- Costes de mantenimiento de la instalación fotovoltaica: 400,00 €
- Seguro de los componentes: 420,00 €
- Período de retorno simple de la instalación (PRS): 5 años.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

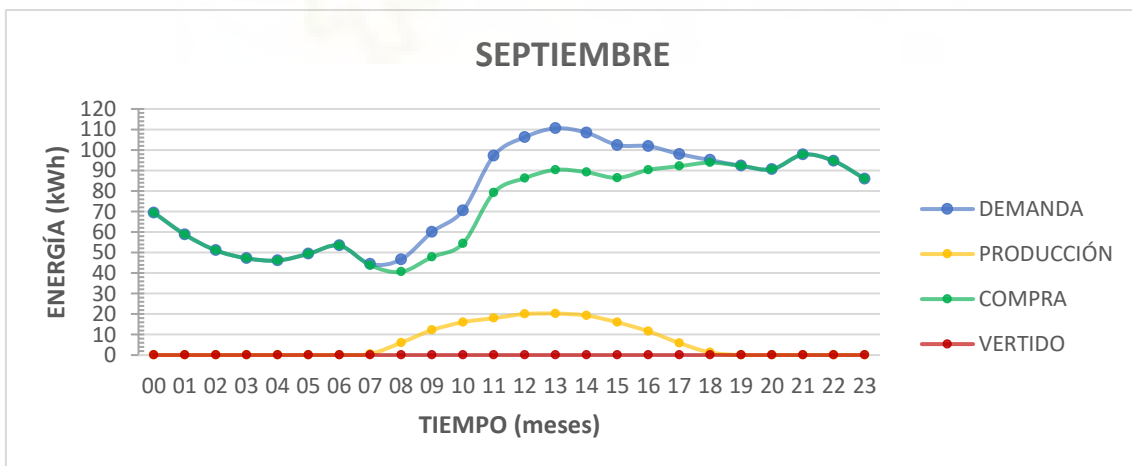
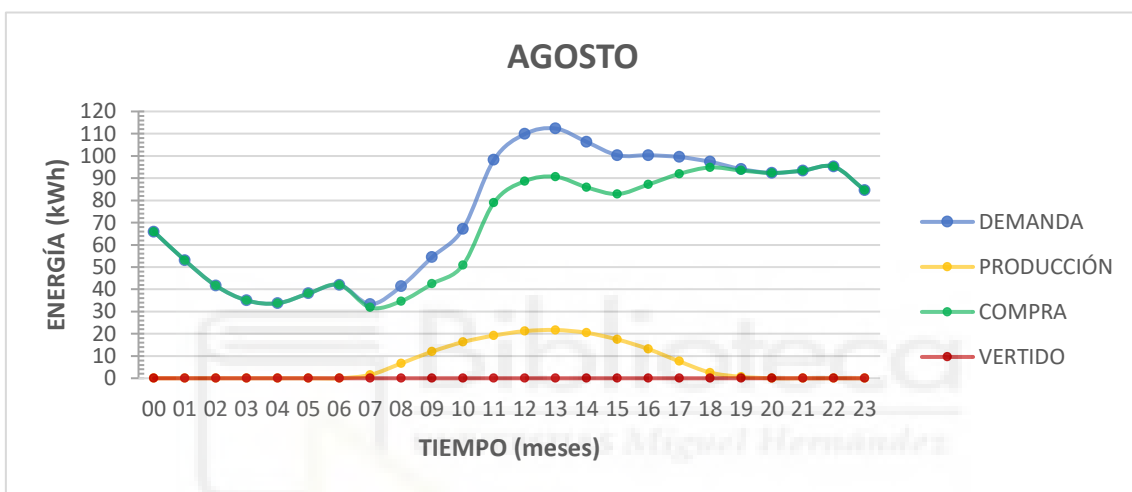
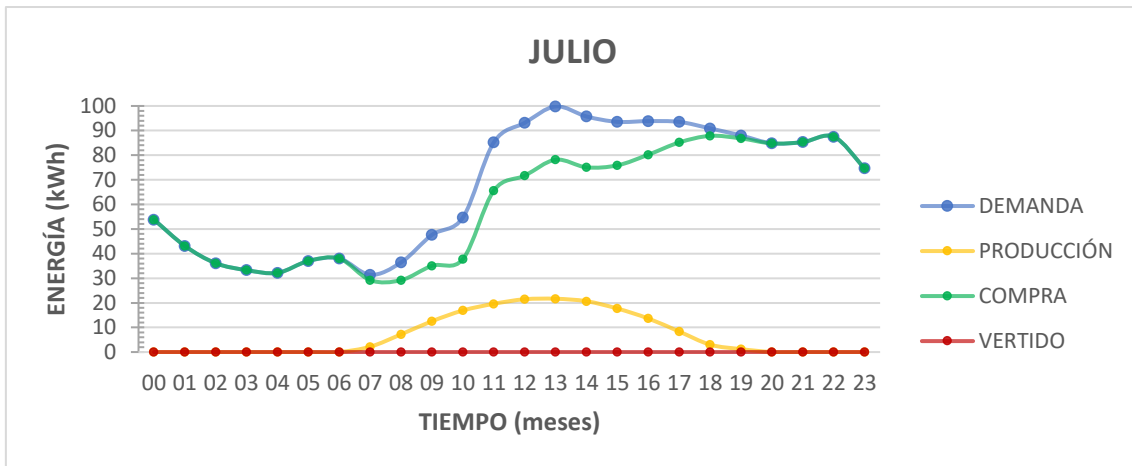
Gráficas de funcionamiento mensual: A continuación, se adjuntan los gráficos de demanda, producción, compra y vertido a red de energía promediando todas las franjas horarias de cada mes de forma anual para la **configuración 1**.



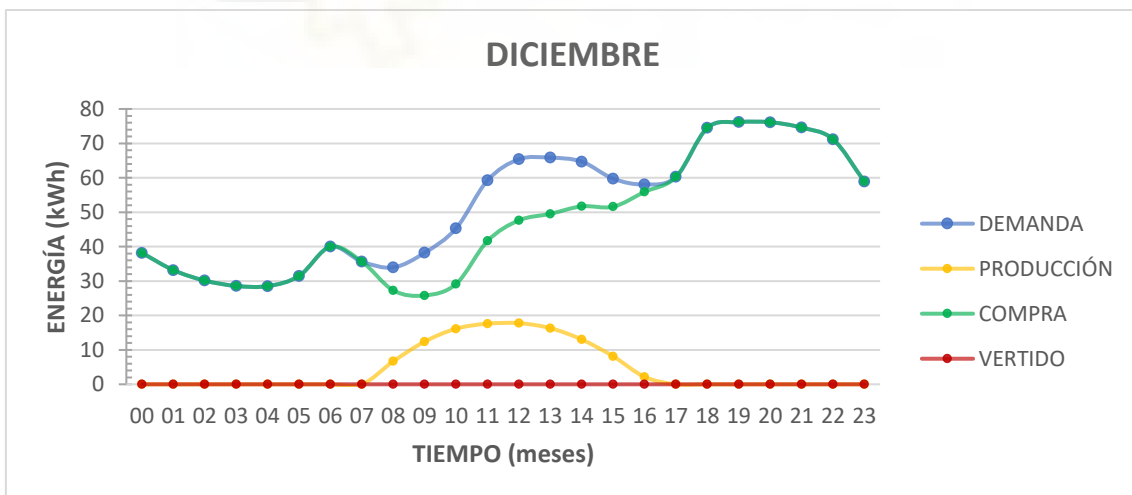
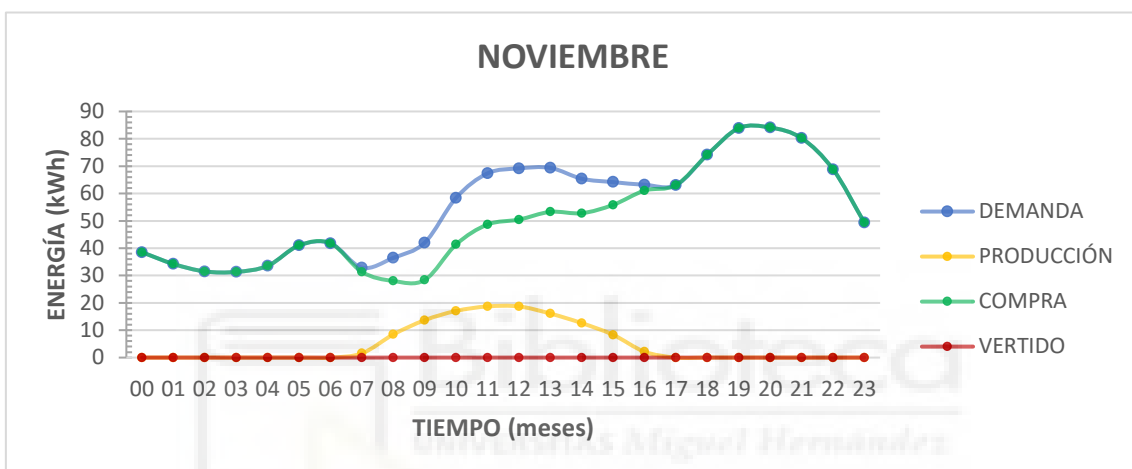
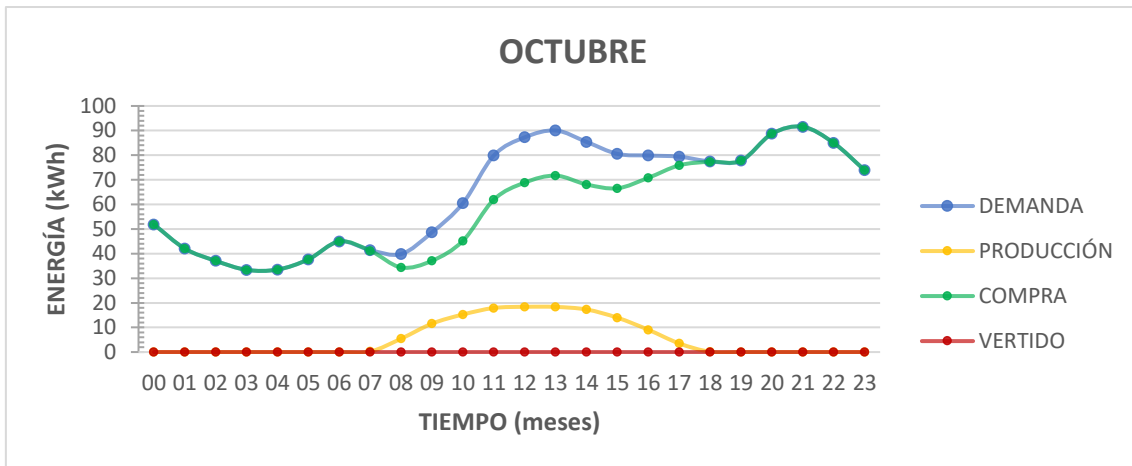
DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

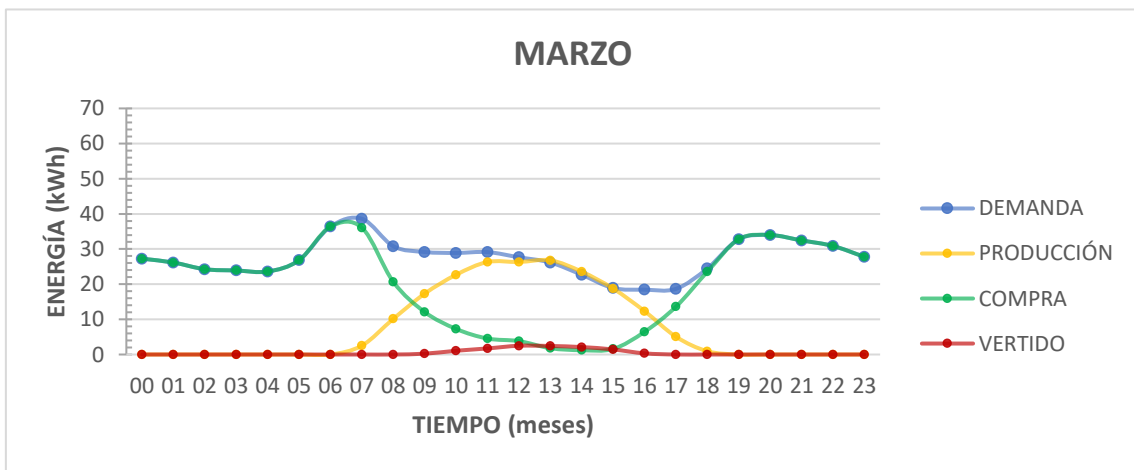
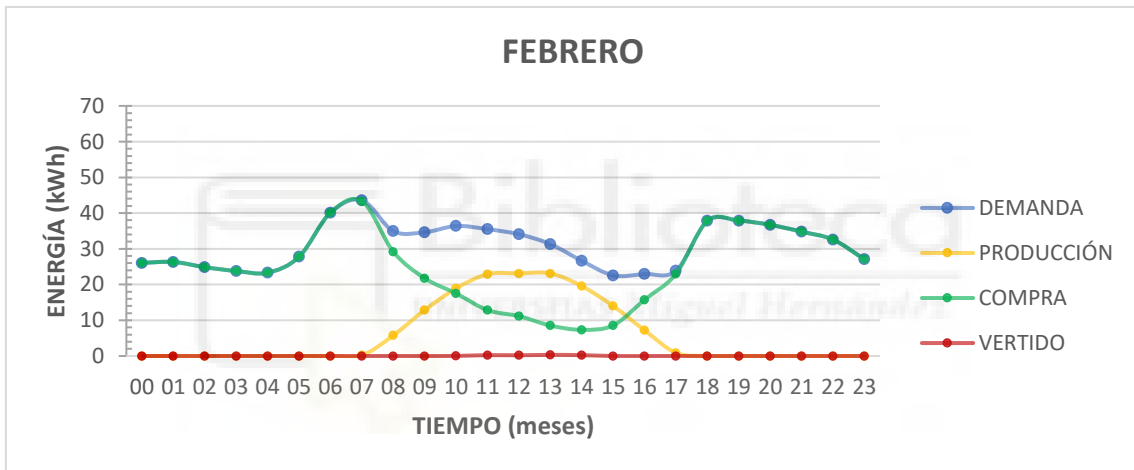
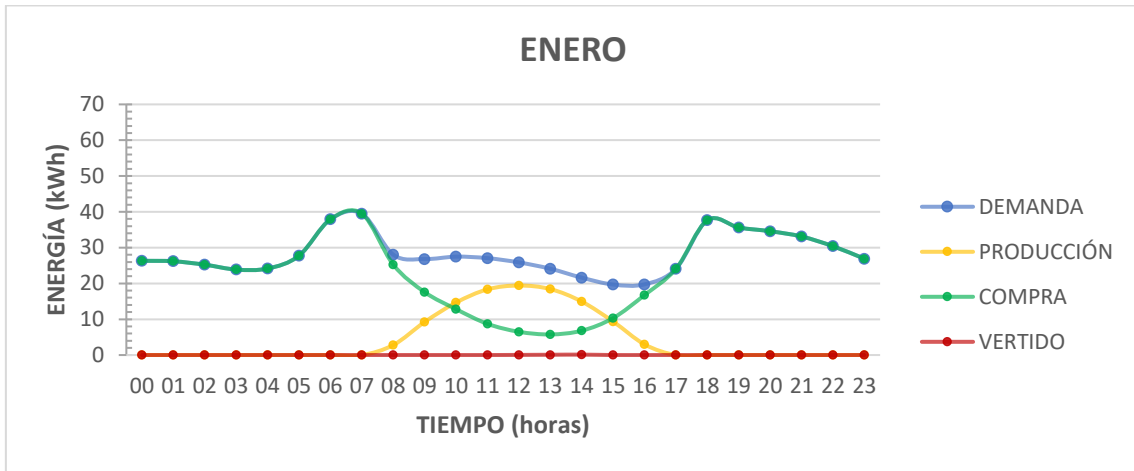


DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

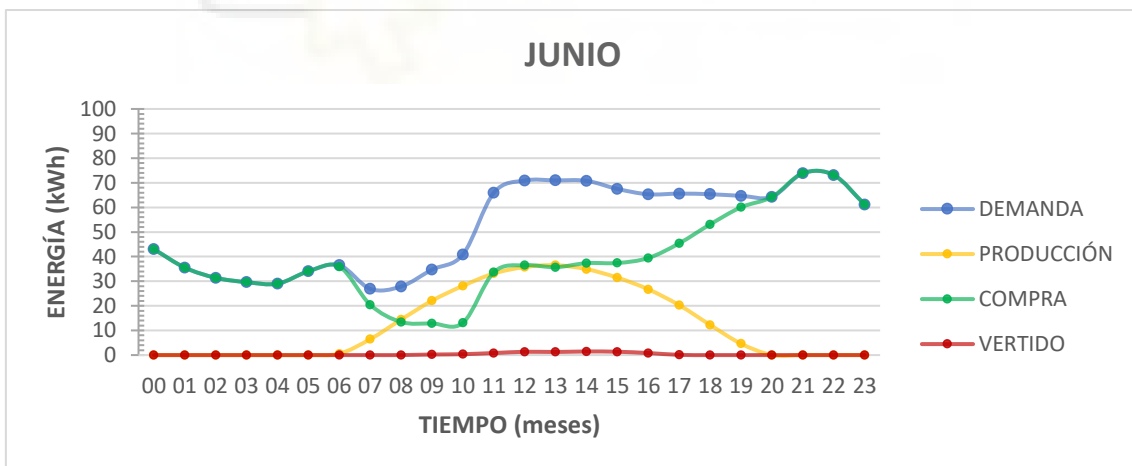
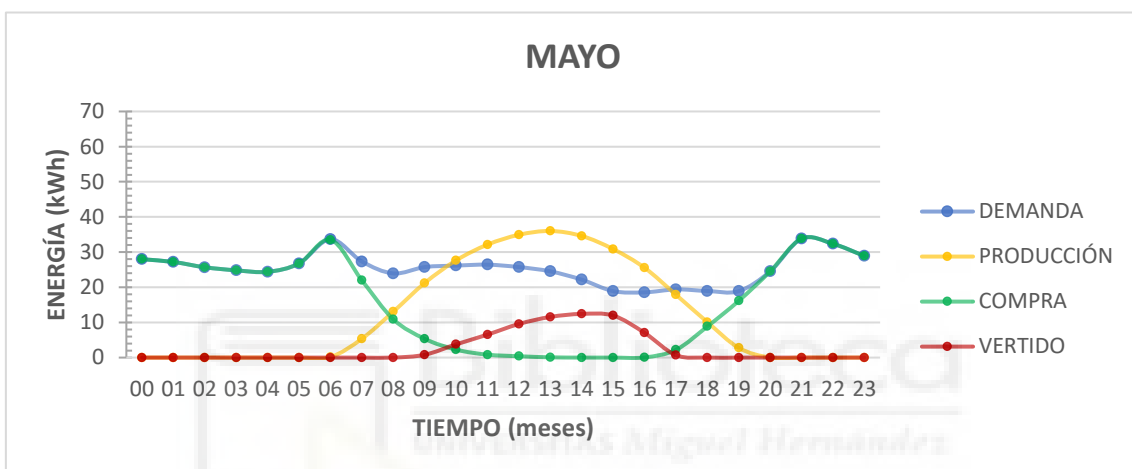
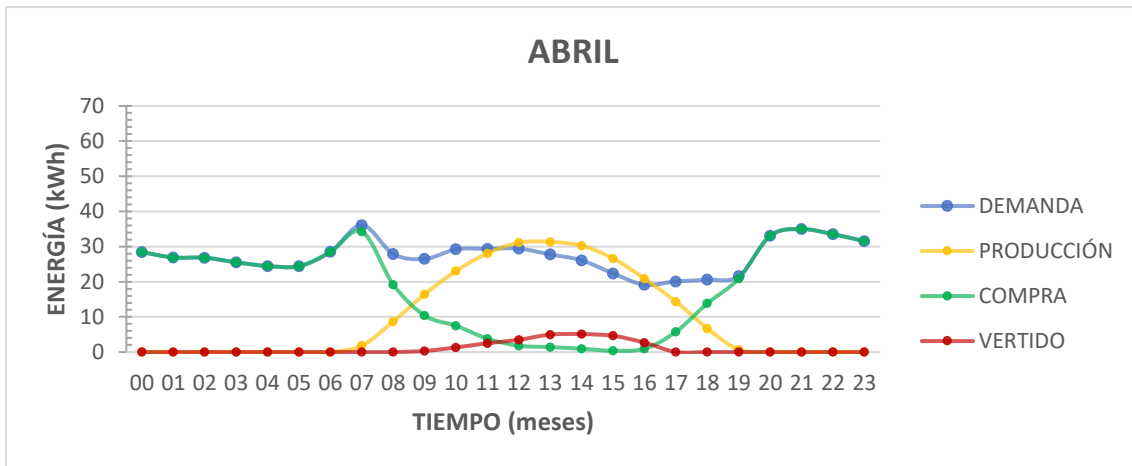


DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

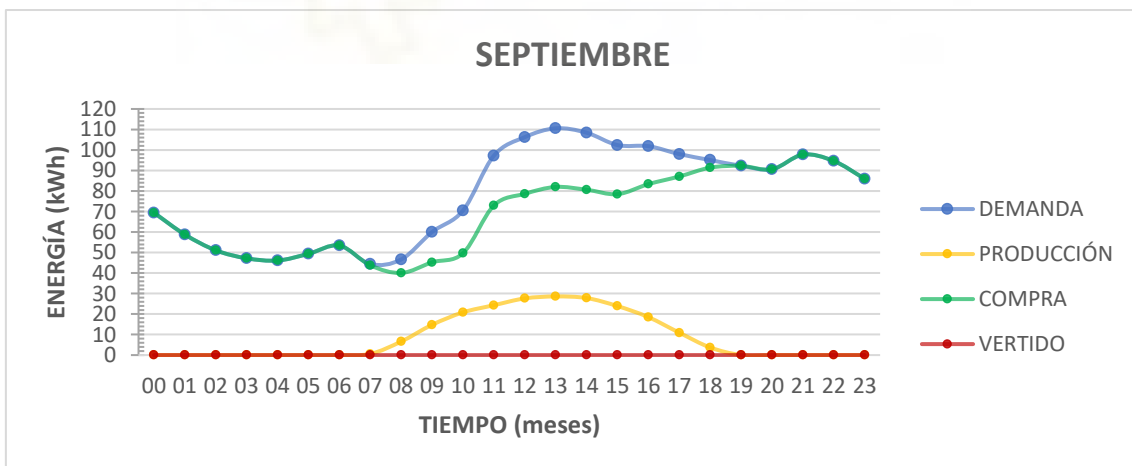
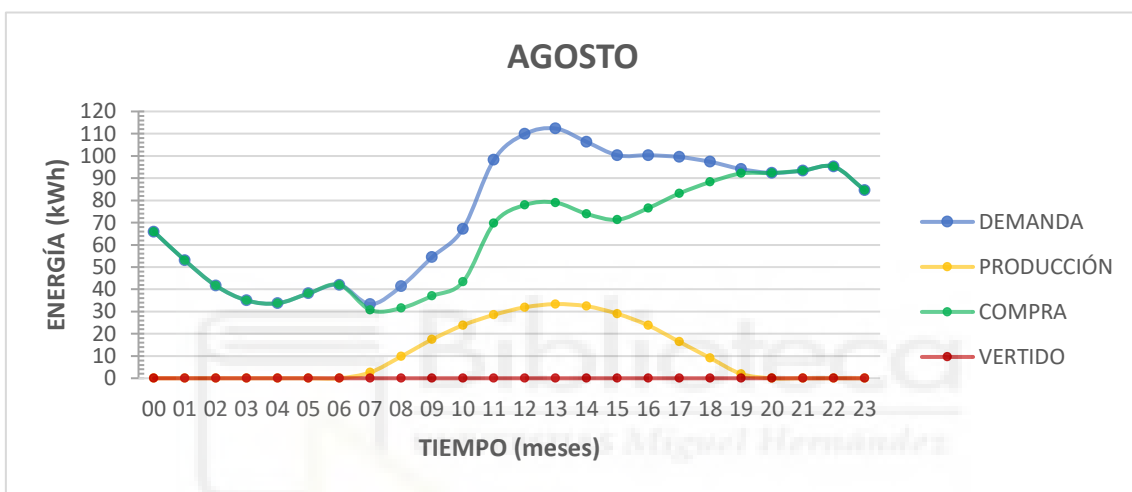
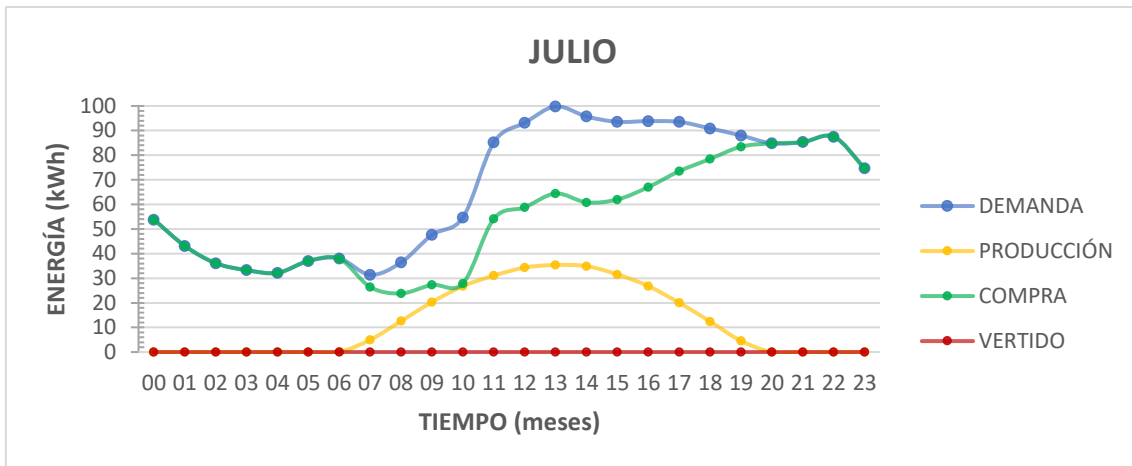
Gráficos de demanda, producción, compra y vertido a red de energía promediando todas las franjas horarias de cada mes de forma anual para la **configuración 2**.



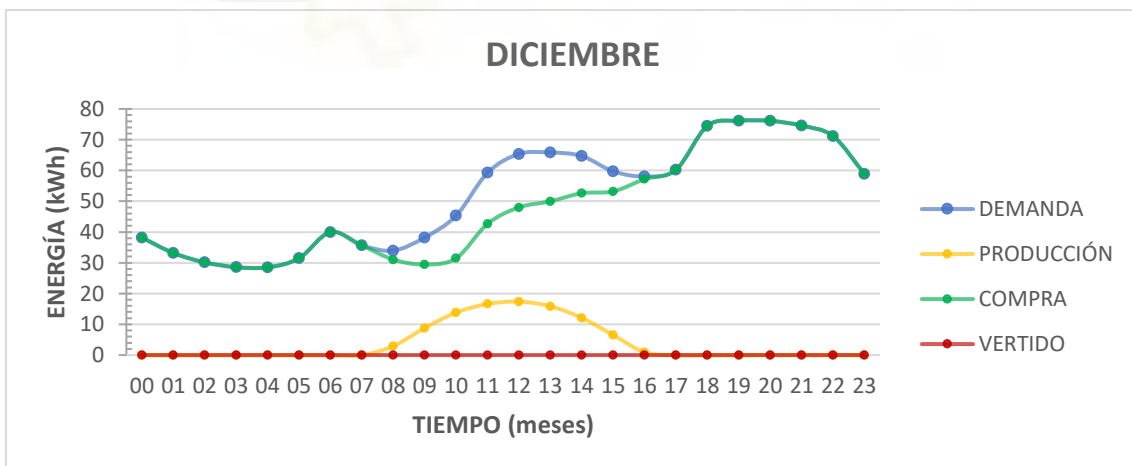
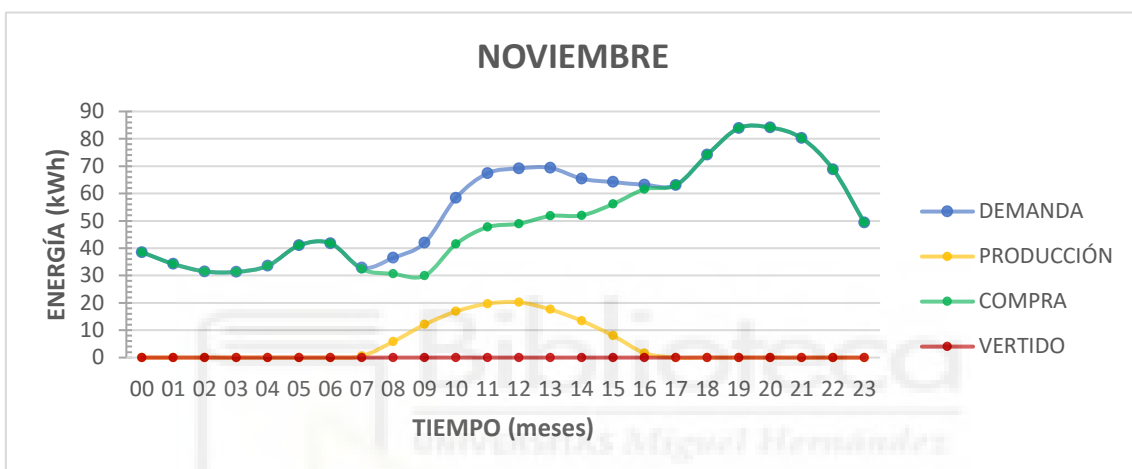
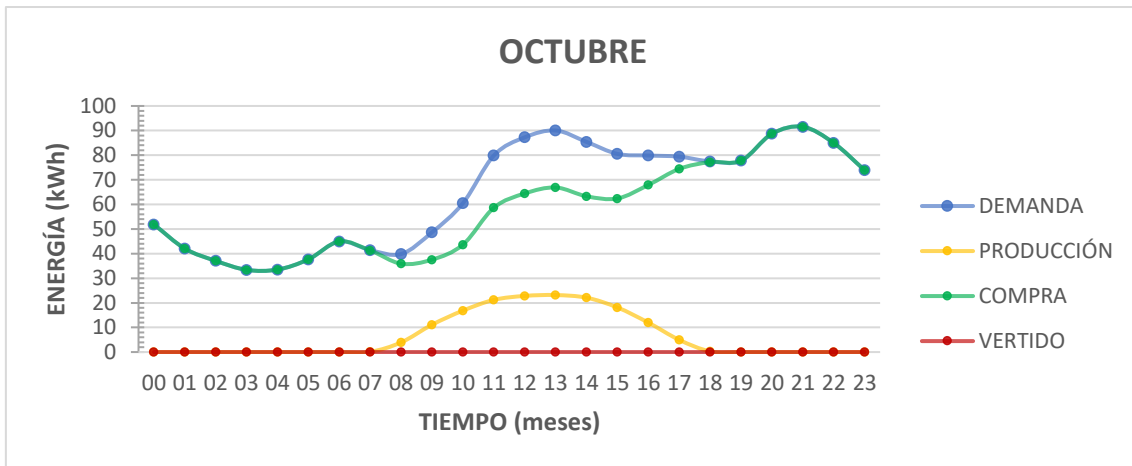
DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Gráfica de funcionamiento anual: A continuación, se adjunta un diagrama de barras con la suma mensual de la energía demandada, producida, comprada, vertida a red y auto consumida de la **configuración 1**

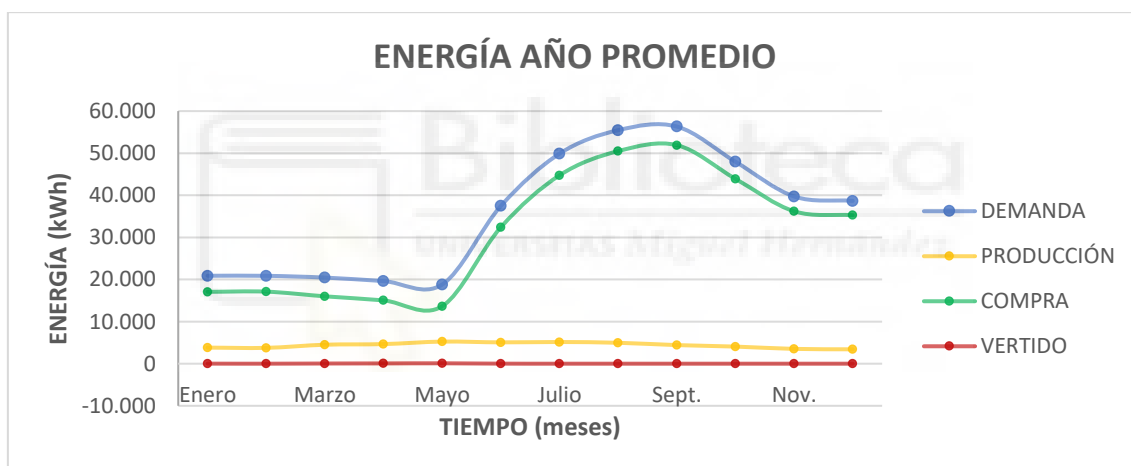
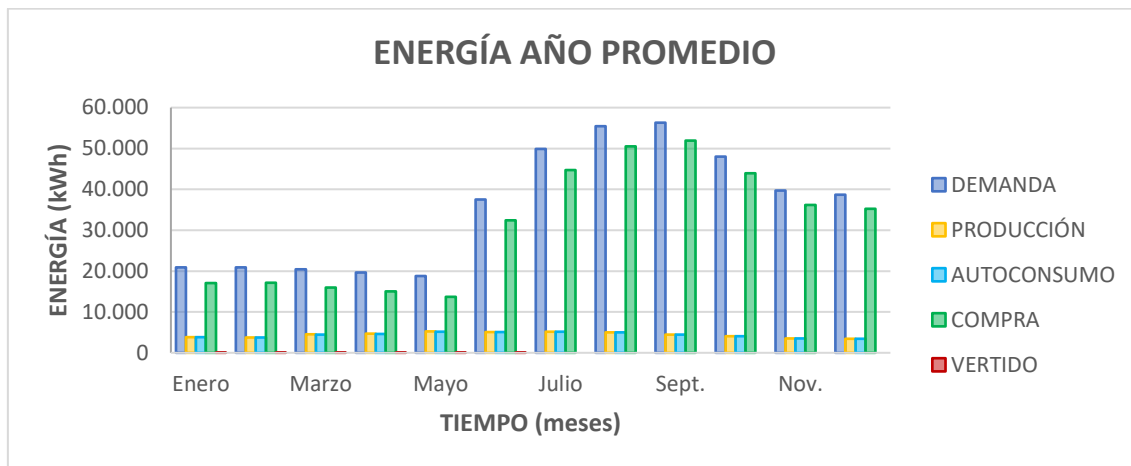
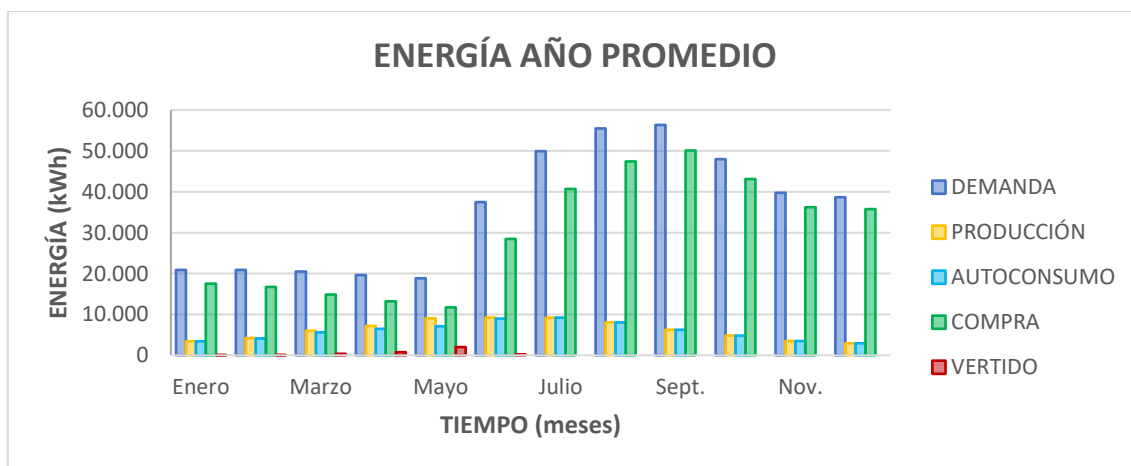
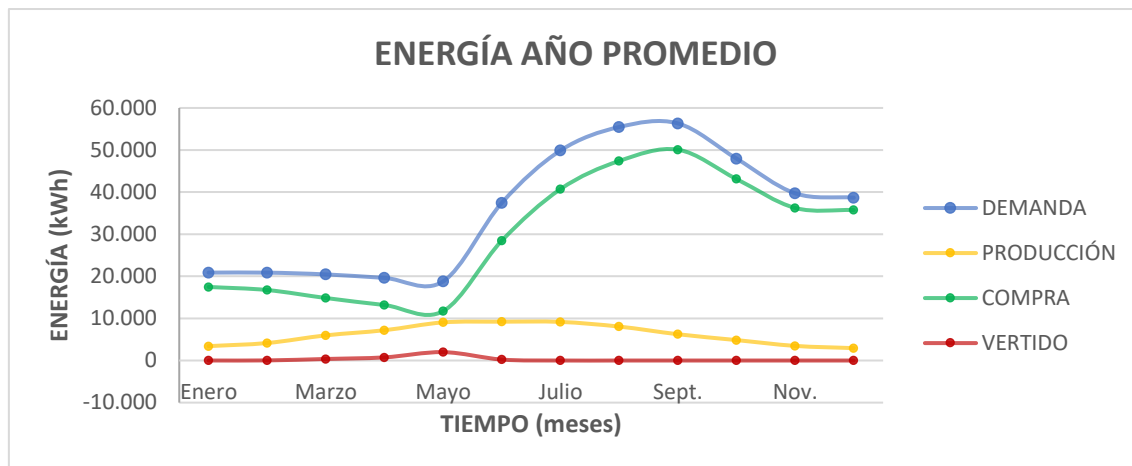


Diagrama de barras con la suma mensual de la energía demandada, producida, comprada, vertida a red y auto consumida de la **configuración 2**.



DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE



Como se puede observar en los gráficos, a partir del mes de mayo hay un aumento considerable en el consumo de energía, esto se debe a que en esas fechas entró en funcionamiento el Burger King, el cual está situado justo al lado de la gasolinera.

2.16.-PUNTO DE ACCESO Y CONEXIÓN A RED

Al tratarse de una instalación fotovoltaica de autoconsumo con vertido del exceso a red, se debe definir un punto de acceso y conexión al sistema de distribución. La instalación se va a conectar al cuadro eléctrico principal de la planta baja y a su vez al cuadro de medida para poder efectuar el vertido del excedente, con el objetivo de recibir una compensación económica.

La mejor opción es realizar una instalación con excedentes con compensación simplificada, ya que verter a red sin dicha compensación implicaría dar de alta la instalación como productora, esto conllevaría unos trámites longevos, complejos y mayor pago de impuestos. Teniendo en cuenta que el importe de la venta de energía sobrante es de 11,32 € para la configuración 1 y de 172,44 € para la configuración 2, esta opción resulta más factible, ya que de esta manera permite sumar un pequeño descuento en la factura eléctrica.

2.17.-BALANCE DE ENERGÍA

Es necesario realizar un balance de energía con el objetivo de determinar el ahorro que la empresa va a tener a causa de la instalación fotovoltaica, para ello, previamente, se han obtenido los datos de la energía producida anualmente por las placas.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Para determinar el cálculo del ahorro anual energético, se tiene que saber el precio de las tarifas. En el presente proyecto la tarifa implementada es la “6.1 TD”, contando con 6 periodos diferentes.

Precio energía + 5% impuestos (€/kWh)	
P1	0,256622
P2	0,245035
P3	0,215295
P4	0,200258
P5	0,179047
P6	0,185377

TABLA 18: Precios de la compañía eléctrica de la empresa incluyendo impuestos.

Precio venta excedente (€/kWh)
0,051

TABLA 19: Precio de venta del excedente.

Un dato importante que se debe tener en cuenta es que el cálculo adjunto no cuenta con el I.V.A. Los datos para la **configuración 1** son los siguientes:

- Coste anual sin la instalación fotovoltaica: 98.079,67 €.
- Coste anual con la instalación fotovoltaica: 87.023,80 €.
- Vertido a red eléctrica: 11,52 €.
- Ahorro anual estimado (sin contar la venta del vertido a red): 11.055,93 €.
- Ahorro anual estimado (contando la venta del vertido a red): 11.067,45 €.

Los datos para la **configuración 2** son los siguientes:

- Coste anual sin la instalación fotovoltaica: 98.079,67 €.
- Coste anual con la instalación fotovoltaica: 83.286,62 €.
- Vertido a red eléctrica: 172,44 €.
- Ahorro anual estimado (sin contar la venta del vertido a red): 14.793,49 €.
- Ahorro anual estimado (contando la venta del vertido a red): 14.965,93 €.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

2.18.-PRESUPUESTO

La siguiente tabla incluye el presupuesto de todos los materiales necesarios para la correcta instalación, así como la mano de obra para ambas configuraciones:

MATERIAL	DESCRIPCIÓN MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTE UNITARIO (€)	COSTE TOTAL (€)
Paneles fotovoltaicos	Longi LR4-72HPH-460M	Ud.	68	159,39	10.838,52 €
Inversor	Huawei SUN2000-30KTL-M3	Ud.	1	3010,25	3.010,25 €
Monitorización	Huawei Smart Logger 3000A	Ud.	1	648,8	648,80 €
Estructura módulos	Sunfer	Ud.	1	3269,112	3.269,11 €
Interruptor magnetotérmico CC	Schneider Acti 9 IC60 RCBO A9F79225	Ud.	4	109,22	436,88 €
Interruptor magnetotérmico CA	Schneider C120H A9N18435	Ud.	1	926,02	926,02 €
Interruptor diferencial CA	Schneider Acti 9 IID RCCB A9R11480	Ud.	1	1607,86	1.607,86 €
Caja de protección CC	GAVE SolarTec STM110NSP12/4	Ud.	1	596,035	596,04 €
Caja de protección CA	GAVE SolarTec ACT25SDA	Ud.	1	811,602	811,60 €
Bandejas cableado	Funda para soporte de cable 100mm RDV 100 NIEDAX	Ud.	67 (en lotes de 3 metros) en total 200 m	28,072	1.880,82 €
Cableado para CC	PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F-4 mm ²	M.	300	1,15	345,00 €
Cableado para CA	Conductor RZ1-K 0,6/1 kV 4x16 mm ²	M.	20	5,51	71,80 €
Seguridad y salud	Partida de seguridad y salud	PA	1	319,68	319,68 €
Legalización	Legalización de la instalación	UD	1	500	500,00 €
Mano de obra	Mano de obra para el montaje de la instalación	UD	1	15603,31	15.603,31 €
Coste Total de la instalación (material + Legalización)					40.865,69 €
Gastos generales (13%)					5.312,54 €
Beneficio Industrial (6%)					2.451,94 €
Coste Total					48.630,17 €

TABLA 20: Presupuesto de la instalación con la configuración 1.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

MATERIAL	DESCRIPCIÓN MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	COSTE UNITARIO (€)	COSTE TOTAL (€)
Paneles fotovoltaicos	Longi LR4-72HPH-460M	Ud.	112	159,39 €	17.851,68 €
Inversor	Goodwe GW50KBF-MT	Ud.	1	4.101,59 €	4.101,59 €
Monitorización	Goodwe – EzLogger Pro RS485	Ud.	1	719,95 €	719,95 €
Estructura módulos	Soporte para módulos coplanares a chapa	Ud.	14	172,03 €	2.408,42 €
Interruptor magnetotérmico CC	Schneider Acti 9 IC60N A9F79250	Ud.	4	278,28 €	1.113,12 €
Interruptor magnetotérmico CA	Schneider C120N A9N18376	Ud.	1	803,17 €	803,17 €
Interruptor diferencial CA	Schneider VIGI C120 A9N18569	Ud.	1	731,86 €	731,86 €
Caja de protección CC	GAVE SolarTec STM110NSP12/4	Ud.	1	596,04 €	596,04 €
Caja de protección CA	GAVE SolarTec ACT25SSDA	Ud.	1	811,60 €	811,60 €
Bandejas cableado	Funda para soporte de cable 100mm RDV 100 NIEDAX	Ud.	84 (en lotes de 3 metros) en total 200 m	25,52 €	2.143,68 €
Cableado para CC	PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F-10 mm ²	M.	400	1,15 €	460,00 €
Cableado para CA	Conductor RZ1-K 0,6/1 kV 4x35 mm ²	M.	20	15,51 €	310,20 €
Seguridad y salud	Partida de seguridad y salud	PA	1	319,68 €	319,68 €
Legalización	Legalización de la instalación	UD	1	500,00 €	500,00 €
Mano de obra	Mano de obra para el montaje de la instalación	UD	1	17.703,31 €	17.703,31 €
Coste Total de la instalación (material + Legalización)					50.574,30 €
Gastos generales (13%)					6.574,66 €
Beneficio Industrial (6%)					3.034,46 €
Coste Total					60.183,41 €

TABLA 21: Presupuesto de la instalación con la configuración 2.

Como se puede observar en las tablas adjuntas, para la **configuración 1** el Wp instalado cuesta 1,5547 €, mientras que para la **configuración 2** el Wp instalado está a 1,168 €. Esto se debe a un ahorro considerable en los soportes de las placas, así como en las protecciones de corriente alterna, a causa del diferencial VIGI.

2.19.-ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico tiene objetivo determinar la rentabilidad de las instalaciones, por ende, este apartado es fundamental, ya que va a determinar que instalación posee una mayor rentabilidad y en su caso si es viable o no, económicamente.

Se deben tener en cuenta los siguientes factores, para poder averiguar la rentabilidad de ambas configuraciones:

- La vida útil de los componentes.
- Degradación de los elementos instalados.
- El mantenimiento de la instalación.
- Se tiene que contar como ingresos el dinero que se ha ahorrado por el autoconsumo de la instalación.
- Aumento del IPC y del precio de la electricidad.

Obteniendo los datos del VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno), se puede realizar una estimación del denominado flujo de caja o “cash flow”. Si antes de que la vida útil de la instalación llegue a su fin, el VAN es superior a 0, indica que la inversión realizada inicialmente para llevar a cabo la propia instalación se ha recuperado, con lo que se puede concluir que llevar a cabo el proyecto es rentable.

El TIR es el tipo de interés por el que el valor del VAN se hace 0. El TIR indica la rentabilidad que ofrece la inversión, por ende, cuanto más alto sea el valor más rentabilidad tendrá llevar a cabo el proyecto.

Para el cálculo del VAN, se va a emplear la siguiente formulación:

$$\sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

- V_t = Flujo de caja en el período t.
- I_0 = Inversión inicial.
- n = Número total de períodos considerado.
- k = Tipo de interés.
- t = N.º de período.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Para calcular el valor del TIR se iguala el VAN a 0 pero sin introducir el dato del tipo de interés, el cual se deja como incógnita.

Para comenzar con dicho cálculo para la **configuración 1**, se parte de los siguientes datos:

- Potencia pico de la instalación: 31,28 kWp.
- Producción anual: 52.589,74 kW.
- Pérdida anual por degradación: 0,55%.
- Inversión inicial: 48.630,17 €
- Tasas / Impuestos: 249,47
- Incremento anual precio electricidad: 4,5%.
- IPC: 7,3%
- Coste del mantenimiento anual: 400,00 €
- Seguro anual de los componentes: 420,00 €

Datos de partida para la **configuración 2**:

- Potencia pico de la instalación: 51,52 kWp.
- Producción anual: 73.782,00 kW.
- Pérdida anual por degradación: 0,55%.
- Inversión inicial: 60.183,41 €
- Tasas / Impuestos: 249,47
- Incremento anual precio electricidad: 4,5%.
- IPC: 7,3%
- Coste del mantenimiento anual: 400,00 €
- Seguro anual de los componentes: 420,00 €

Al tomarse como ingresos el ahorro anual respecto a no realizar la instalación fotovoltaica, es posible realizar el cálculo del VAN y el TIR con dicho dato y con los de la tabla anterior (los costes).

Se debe tener en cuenta que, anualmente hay una pérdida del 0,55% debido al rendimiento de los módulos, y que además hay que restarle tanto los gastos del seguro de los componentes como los del mantenimiento anual de la instalación.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

AÑO	ENTRADAS	FLUJO DE FONDOS
2022	0,00	-48630,17
2023	10247,45	-38382,72
2024	10186,58	-28196,14
2025	10125,71	-18070,43
2026	10064,84	-8005,60
2027	10003,97	1998,37
2028	9943,10	11941,47
2029	9882,22	21823,69
2030	9821,35	31645,04
2031	9760,48	41405,52
2032	9699,61	51105,14
2033	9638,74	60743,88
2034	9577,87	70321,75
2035	9517,00	79838,74
2036	9456,13	89294,87
2037	9395,26	98690,13
2038	9334,39	108024,51
2039	9273,51	117298,03
2040	9212,64	126510,67
2041	9151,77	135662,44
2042	9090,90	144753,34
2043	9030,03	153783,38
2044	8969,16	162752,53
2045	8908,29	171660,82
2046	8847,42	180508,24
2047	8786,55	189294,79

TABLA 22: Flujo de fondos para la configuración 1.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

AÑO	ENTRADAS	FLUJO DE FONDOS
2022	0,00	-60183,41
2023	14145,93	-46037,48
2024	14063,62	-31973,86
2025	13981,30	-17992,56
2026	13898,99	-4093,57
2027	13816,68	9723,11
2028	13734,37	23457,48
2029	13652,05	37109,54
2030	13569,74	50679,28
2031	13487,43	64166,71
2032	13405,12	77571,82
2033	13322,80	90894,63
2034	13240,49	104135,12
2035	13158,18	117293,30
2036	13075,87	130369,16
2037	12993,55	143362,72
2038	12911,24	156273,96
2039	12828,93	169102,88
2040	12746,62	181849,50
2041	12664,30	194513,80
2042	12581,99	207095,79
2043	12499,68	219595,47
2044	12417,37	232012,84
2045	12335,05	244347,89
2046	12252,74	256600,63
2047	12170,43	268771,06

TABLA 23: Flujo de fondos para la configuración 2.

Tanto en la TABLA 22 como en la TABLA 23 se puede observar cómo en ambas configuraciones la inversión se recuperaría al quinto año, pero la **configuración 2** otorga más rentabilidad.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

TASA DE INTERÉS	VAN
0%	189.294,80
1%	161.657,08
2%	138.393,28
3%	118.705,29
4%	101.954,11
5%	87.626,28
6%	75.307,23
7%	64.661,08
8%	55.414,35
9%	47.343,65
10%	40.265,58
11%	34.029,20
12%	28.509,48
13%	23.602,65
14%	19.222,25
15%	15.295,88
16%	11.762,57
17%	8.571,03
18%	5.677,82
19%	3.045,96
20%	643,93
21%	-1.555,28
22%	-3.574,82
23%	-5.434,73
24%	-7.152,27
25%	-8.742,49

TABLA 24: Tasas de interés del VAN para la configuración 1.

Como se puede observar en la tabla expuesta, se ha calculado el VAN con unas tasas de interés entre el 0% y el 25%. Para la **configuración 1** el VAN se hace negativo cuando la tasa es del 21%, indicando que el TIR se encuentra entre el 20% y 21% de tasa de interés.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

TASA DE INTERÉS	VAN
0%	268.771,06
1%	230.538,22
2%	198.357,80
3%	171.125,17
4%	147.956,14
5%	128.139,93
6%	111.103,01
7%	96.380,43
8%	83.593,82
9%	72.434,10
10%	62.647,48
11%	54.025,05
12%	46.393,89
13%	39.610,46
14%	33.555,08
15%	28.127,52
16%	23.243,62
17%	18.832,30
18%	14.833,51
19%	11.196,07
20%	7.876,41
21%	4.837,19
22%	2.046,36
23%	-523,76
24%	-2.897,06
25%	-5.094,41

TABLA 25: Tasas de interés del VAN para la configuración 2.

Para la **configuración 2** el VAN es negativo cuando la tasa es del 23%, indicando que el TIR se encuentra entre el 22% y el 23% de tasa de interés.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

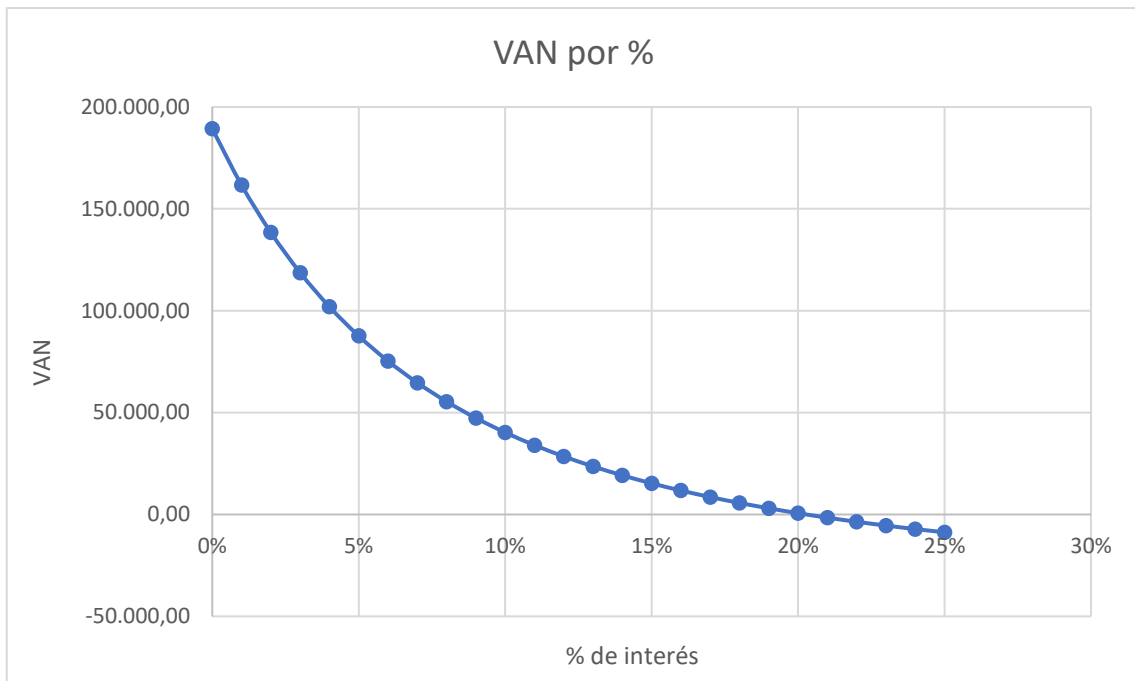


Ilustración 45: Resultado del VAN para la configuración 1.

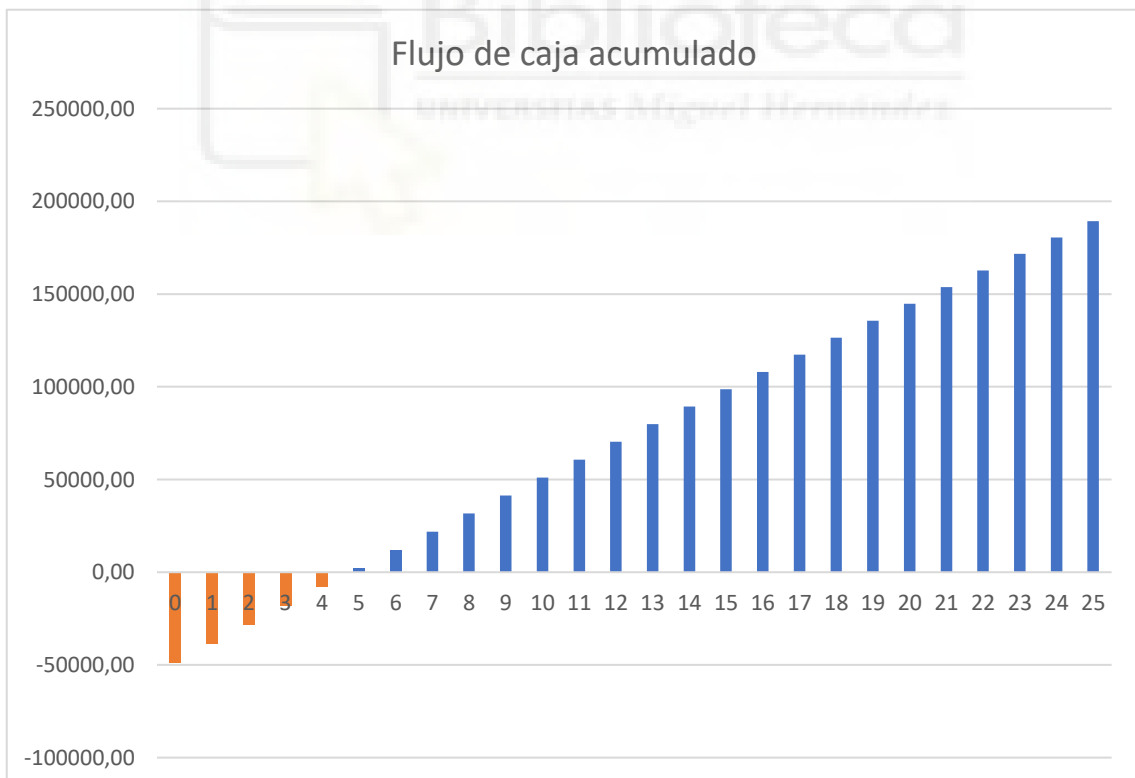


Ilustración 46: Flujo de caja acumulado y tiempo de retorno para la configuración 1.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

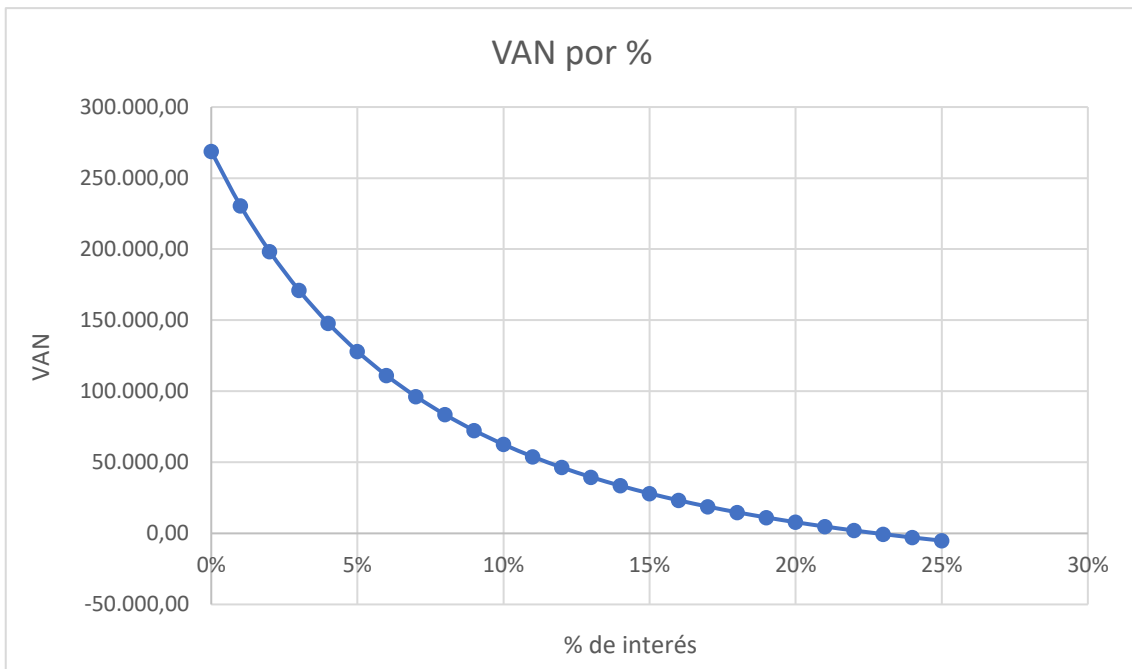


Ilustración 47: Resultado del VAN para la configuración 2.

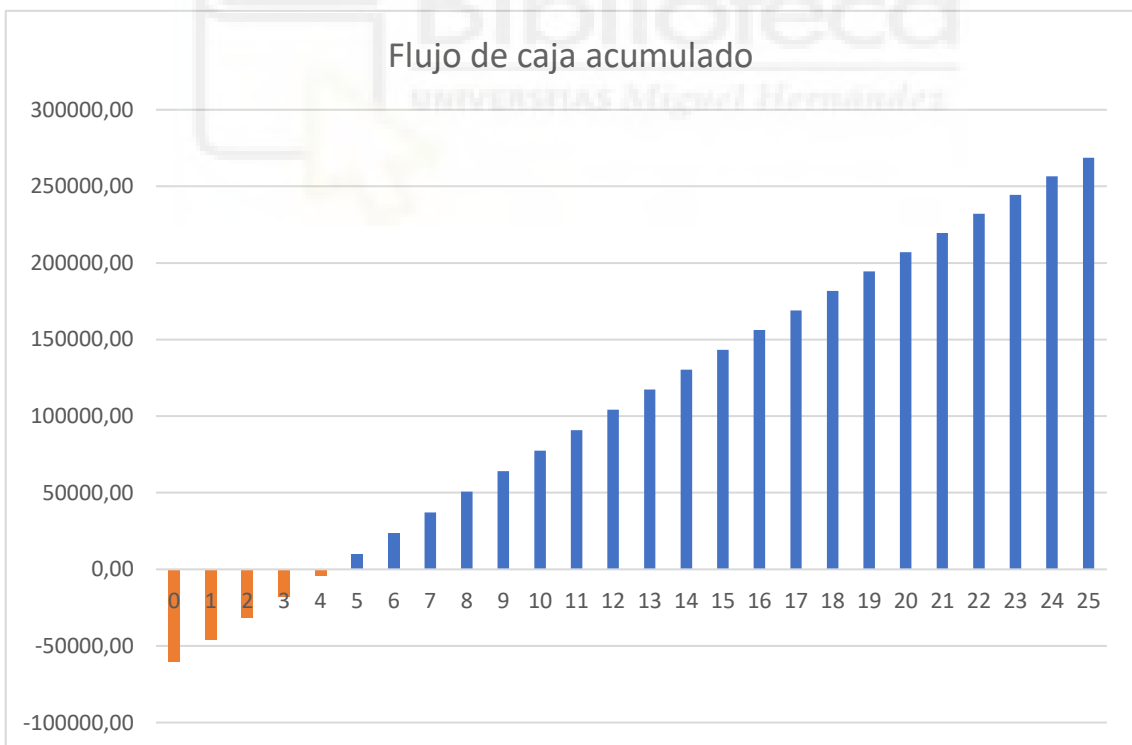


Ilustración 48: Flujo de caja acumulado y tiempo de retorno para la configuración 2.

En resumen, la configuración 1 posee un TIR de 20,283918%, mientras que la configuración 2 cuenta con un TIR de 22,78956%, ambas configuraciones cuentan con un plazo de 5 años para recuperar la inversión, no obstante, la configuración 2 cuenta con una rentabilidad superior al tener un TIR más elevado.

La configuración seleccionada para ejecutar dicho proyecto va a ser la **configuración 2** o, lo que es lo mismo, los módulos coplanares a la chapa de la marquesina

Como mínimo, la vida útil de la instalación es de 25 años, esto quiere decir que para recuperar la inversión inicial es necesario un 20% del tiempo total estimado, por lo que económicamente sería rentable realizar dicha instalación.

2.20.-CONCLUSIONES

PIMESA cuenta con una gran instalación fotovoltaica, concretamente, con la de la estación de autobuses, por lo que, en este caso, seguirá apostando por un futuro más sostenible en el que las fuentes de energías renovables sean la principal forma de generar energía eléctrica. Por ello, se ha dimensionado una instalación fotovoltaica, la cual tiene como objetivo satisfacer las necesidades principales de la gasolinera L'Estacio.

Para el dimensionamiento de la **configuración 1** no se ha tenido en cuenta el artículo 81. Regularización de volúmenes de la normativa de urbanismo de Elche.

La configuración que se llevará a cabo es la que posee una cantidad de 112 paneles fotovoltaicos, los cuales otorgan una potencia pico de 51,52 kW, cuya inclinación es coplanar a la chapa de la marquesina, la cual goza de una buena orientación de cubierta, así como una meteorología favorable en cuanto a la irradiación solar, por estos motivos conseguirá una buena generación de energía eléctrica. Se ha seleccionado esta opción, ya que el precio del Wp instalado es de 1,168 €, otro factor determinante es que se obtiene una producción de energía más elevada. Se va a lograr un ahorro económico considerable en la factura eléctrica en comparación con la ausencia de la instalación. El tiempo de recuperación de la inversión de la instalación es de 5 años. La generación de esta energía es de forma sostenible y limpia, ya que proviene de una fuente totalmente renovable.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Para terminar, se adjunta una tabla, cuyo objetivo es el de resumir los resultados más significativos del proyecto, de esta manera se puede observar de una forma más clara, la elección de la **configuración 2** frente a la **configuración 1**.

	CONFIGURACIÓN 1	CONFIGURACIÓN 2
Módulos	68	112
Inclinación (°)	35	0
Potencia pico (kWp)	31,28	51,52
Sección del cable CC (mm ²)	4	10
Sección del cable CA (mm ²)	16	35
Producción anual (kWp)	52.590	73.782
Ahorro anual (€)	11.067,45	14.965,93
Presupuesto (€)	48.630,17	60.183,41
Coste del Wp instalado (€)	1,5547	1,168
Tiempo de retorno (años)	5	5

TABLA 26: Resumen con los datos más relevantes del proyecto.

2.21.-BIBLIOGRAFÍA

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

<https://solar.huawei.com/>

<https://es.longi-solar.com/>

<https://www.energigreen.com/tarifas-electricidad/tarifa-6-1td/>

https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es

<https://www.se.com/es/es/>

<https://es.goodwe.com/>

<https://www.gave.com/home/es/>

<https://www.google.com/intl/es/earth/>

<http://www.uco.es/electrotecnia-etsiam/reglamentos/REBT-ITC.htm>

<https://economia3.com/van-tir-concepto-diferencias-como-calcularlos/>

<https://sunfer-energy.com/>

<http://www.meteoelche.com/hysnoaa.php?select=>

3.- PLIEGO DE CONDICIONES.

3.1.- OBJETO

En el Pliego de condiciones se determinan los requisitos a los que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de la instalación fotovoltaica para autoconsumo, cuyas características técnicas están especificadas en el presente proyecto.

3.2.- CONDICIONES GENERALES

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

La totalidad de los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán todas las condiciones exigidas en el REBT, así como el CTE y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán escrupulosamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el REBT y cumpliendo de manera estricta las instrucciones recibidas por la dirección facultativa.

3.3.- SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El contratista está obligado a cumplir la Ley 31/1995, del 8 de noviembre, sobre prevención y riesgos laborales, y el RD 162/97, sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos de tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos, así mismo evitarán el uso innecesario de objetos de metal, como por ejemplo metros, reglas o relojes. Se llevarán las herramientas o equipos en sus respectivas bolsas y se utilizará un calzado adecuado aislante.

El personal de la contrata está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales, tales como casco, gafas, etc., pudiendo el director de obra suspender dichos trabajos si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El director de la obra podrá exigir del contratista, ordenándolo por escrito, el cese de la obra o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de seguridad social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.4.- SEGURIDAD PÚBLICA

El contratista deberá tomar las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y objetos de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se lleguen a ocasionar.

El contratista mantendrá una póliza de seguros que le proteja lo suficiente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudiesen ocurrir para el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3.5.- DATOS DE LA OBRA

Se entregará al contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para una correcta ejecución de la obra.

El contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El contratista se hace responsable de la conservación de los documentos originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al director de obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses después de la finalización de los trabajos, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al director de obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa por escrito del director de obra.

3.6.- REPLANTEO DE LA OBRA

El director de obra, una vez que el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de estas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente su ubicación.

Se levantará por duplicado acta, en la que constarán los datos entregados, firmado por el director de obra y por el representante del contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del contratista.

3.7.- MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas por escrito por el director de obra y que haya sido convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del contratista.

3.8.- RECEPCIÓN DEL MATERIAL

El director de la obra, de acuerdo con el contratista, dará aprobación sobre el material suministrado y confirmará que este permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del contratista.

3.9.- ORGANIZACIÓN

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes, quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del contratista, a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El contratista deberá informar al director de obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales, y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el contratista deberá dar cuenta diaria al director de obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de materiales o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del director de obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

3.10.- FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El contratista proporcionará al director de obra o delegados y colaboradores toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

3.11.- CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, o bajo tubos enterrados, según se indica en la memoria, planos y mediciones.

Antes de iniciar el tendido de las líneas de cada serie en la parte de continua, deberán estar preparadas las canalizaciones necesarias al ejecutar la obra previa. Deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.12.- IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

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

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

3.13.- CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente, protegidas contra la oxidación y deberán ser de clase 2. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

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

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

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

3.14.- LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN

La distribución del cableado deberá permitir un fácil acceso a todas las partes de este y la identificación del sistema a que pertenece.

Las canalizaciones que transcurran por el interior de los seguidores se realizarán mediante tubo rígido de PVC curvable en caliente, o bien con tubo flexible de poliamida de sección variable, en función del número de cables a alojar. Las derivaciones y conexiones de las líneas se realizarán en cajas estancas de registro.

Los cables serán de aislamiento clase 2, de polietileno reticulado y cubierta de PVC, – 0,6/1 KV, s/UNE 21 – 123.

Las conexiones se realizarán de forma segura, con terminales, indicando el número identificador según esquemas.

3.15.- INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

A la salida del inversor, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

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

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya

por cambios de sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipos de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

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

3.16.- FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura y limitadores de corriente.

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

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

3.17.- INTERRUPTORES DIFERENCIALES

En la parte de alterna, la protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

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

Protección por medio de barreras o envolventes. Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial – residual. Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

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

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

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

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

3.18.- EQUIPOS DE MEDIDA

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de baja tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida: precintabilidad, grado de protección, etc., se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

3.19.- PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

La instalación cumplirá con lo descrito en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En concreto:

- La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.
- La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o por cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.
- Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación.

No se indica en el RD 1699/2011, pero se indica en la normativa, que las masas de la instalación fotovoltaica, así como de las otras masas del lugar, estarán conectadas de forma independiente de los conductores correspondientes a la puesta a tierra del pararrayo o pararrayos del lugar si los hubiera (los conductores provenientes de la instalación captadora de rayos y de derivación se conectarán directamente con la puesta a tierra del edificio o lugar de emplazamiento).

3.20.- INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1000 voltios, con un mínimo de 1500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.

- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

3.21.- MEDIOS AUXILIARES

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren consignadas en el presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

3.22.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

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

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza en la ejecución de la obra en relación con el proyecto.

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo en el caso de las subcontratas.

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

El contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del director de obra.

3.23.- SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al director de obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

3.24.- PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, a lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el director de obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa ajena por completo al contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el director de obra la prórroga estrictamente necesaria.

3.25.- RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el contratante, requiriendo para ello la presencia del director de obra y del representante del contratista, levantándose la correspondiente acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicha acta será firmada por el director de obra y el representante del contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

3.26.- MANTENIMIENTO.

El mantenimiento de una instalación fotovoltaica debe asegurar el correcto funcionamiento del sistema, manteniendo las condiciones óptimas que existían en su puesta en marcha inicial y minimizando el riesgo de aparición de averías.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

Para llevar a cabo dicho mantenimiento se suscribirá un contrato, con una duración mínima inicial de cinco años, donde vendrán definidas las condiciones de operación tanto normales, para el mantenimiento preventivo, como en caso de averías, mantenimiento correctivo. Asimismo, se contratará un seguro de daños, y pérdida de beneficios, en caso de siniestro como, por ejemplo, robo, caída de pedrisco, avería de origen eléctrico, etc., de forma que se siga asegurando la rentabilidad de la instalación.



4.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO.

CAPÍTULO 1: ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.

1.1	Ud	Módulo fotovoltaico LONGI LR4-72HPH-460M.			
			Medición	Precio	
			112,000	159,39	
					Importe: 17.851,68
1.2	Ud	Inversor GOODWE GW50KBF-MT.			
			Medición	Precio	
			1,000	4.101,59	
					Importe: 4.101,59
1.3	Ud	Monitorización de la Instalación fotovoltaica: GOODWE EzLogger Pro RS485.			
			Medición	Precio	
			1,000	719,95	
					Importe: 719,95
1.4	Ud	Soportes para los módulos fotovoltaicos marca Sunfer.			
			Medición	Precio	
			1	2.408,42	
					Importe: 2.408,42
Total Capítulo 1, Elementos instalación:					25.081,64

CAPÍTULO 2: CABLEADO.

2.1	m	Cable PRYSMIAN TECSUN (PV) (AS) PV1-F de 10 mm² para la instalación del cableado de corriente continua y puesta a tierra.			
			Medición	Precio	
			400,000	1,15	
					Importe: 460,00
2.2	m	Conductor RZ1-K 0,6/1 Kv 4x35 mm² para la instalación del cableado de corriente alterna.			
			Medición	Precio	
			20,000	15,51	

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Importe: 310,20

2.3 Ud Bandejas metálicas porta cables con tapa para proteger el cableado de la instalación, modelo RDV 100 – Niedax. Lotes de 3 metros.

Medición	Precio
84,000	25,52

Importe: 2.143,68

Total Capítulo 2, Cableado: 2.913,88

CAPÍTULO 3: PROTECCIONES.

3.1 Ud Interruptor magnetotérmico de la marca Schneider modelo Acti 9 IC60N A9F79250 para la protección de corriente continua.

Medición	Precio
4,000	278,28

Importe: 1.113,12

3.2 Ud Interruptor magnetotérmico de la marca Schneider modelo C120N para la protección de corriente alterna.

Medición	Precio
1,000	803,17

Importe: 803,17

3.3 Ud Interruptor diferencial de la marca Schneider modelo VIGI C120 para la protección de corriente alterna.

Medición	Precio
1,000	731,86

Importe: 286,59

3.4 Ud Armario de protección para corriente continua de la marca GAVE modelo STM110NSP12/4.

Medición	Precio
1,000	596,04

Importe: 596,04

3.5 Ud Armario de protección para corriente alterna de la marca GAVE modelo ACT25SDA.

Medición	Precio
1,000	811,60

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Importe.....: 811,60

Total Capítulo 3, Protecciones: 3.610,52

CAPÍTULO 4: SEGURIDAD Y SALUD.

4.1 Ud Cinturón reflectante. Amortizable en 3 usos. Certificado CE. s/R.D.773/97.

Medición	Precio
4,000	3,01

Importe: 12,04

4.2 Ud Chaleco de obras reflectante. Amortizable en 5 usos. Certificado CE. s/R.D.773/97.

Medición	Precio
4,000	3,48

Importe: 13,92

4.3 Ud Arnés de seguridad con amarre dorsal y torsal fabricado con cintura ligera de cierre rectangular con cincha de nylon de 45 mm y elementos metálicos de acero inoxidable, incluso dispositivos anticaídas de cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento manual y bloqueo automático, equipado con cuerda de nylon D=15,5 mm y 20 de longitud, mosquetón de amarre de 24 mm, homologado CE. Amortizable en 5 obras. Recomendado para trabajos en pendiente con amarre fijo; s/R.D.773/97.

Medición	Precio
4,000	28,48

Importe: 113,92

4.4 m Vallas de protección lateral para evitar la caída al vacío desde la cubierta del edificio.

Medición	Precio
30,000	3,23

Importe: 96,90

4.5 Ud Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/R.D.773/97.

Medición	Precio
4,000	1,98

Importe: 7,92

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

4.6	Ud Gafas protectoras contra impactos, incoloras, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.			
		Medición	Precio	
		2,000	1,26	
				Importe: 2,52
4.7	Ud Gafas antipolvo, antiempañables y panorámicas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.			
		Medición	Precio	
		4,000	0,67	
				Importe: 3,48
4.8	Ud Juego de tapones anti ruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/R.D.773/97.			
		Medición	Precio	
		4,000	0,6	
				Importe: 2,40
4.9	Ud Cinturón de seguridad de sujeción, homologado, (amortizable en 4 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.			
		Medición	Precio	
		4,000	4,48	
				Importe: 17,92
4.10	m Línea vertical de seguridad para anclaje y desplazamiento de cinturones de seguridad con cuerda para dispositivo anticaída, D=14 mm, y anclaje autoblocante de fijación de mosquetones de los cinturones, incluye desmontaje.			
		Medición	Precio	
		4,000	8,49	
				Importe: 33,96
4.11	Ud Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión hasta 5000 V, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.			
		Medición	Precio	
		2,000	7,35	
				Importe: 14,70
4.12	Ud Par de botas aislantes para electricista hasta 5000 V de tensión, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D.773/97.			
		Medición	Precio	
		4,000	8,72	
				Importe: 34,88
				Total Capítulo 4, Seguridad y Salud: 319,68

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

CAPÍTULO 5: MANO DE OBRA.

5.1 Ud Mano de obra para el montaje de la instalación descrita en el proyecto.

Medición	Precio
1,000	17.703,31

Importe: 17.703,31

CAPÍTULO 6: LEGALIZACIÓN.

6.1 Ud Legalización de la instalación completa.

Medición	Precio
1,000	500

Importe: 500

CAPÍTULO 7: GASTOS GENERALES Y BENEFICIO INDUSTRIAL.

7.1 % Gastos generales.

Medición	Precio
6% del total	3.034,46

Importe: 3.034,46

7.2 % Beneficio Industrial.

Medición	Precio
13% del total	6.574,30

Importe: 6.574,30

9.608,76

Total Capítulo7, Gastos Generales y Beneficio Industrial:

EL PRSUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN ASCIENDE A UNA CANTIDAD DE SESENTA MIL CIENTO OCHENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y UN CENTIMOS (60.183,41 €).

5.- ANEXO I: FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS INSTALADOS.

Hi-MO 4m

LR4-72HPH
430~460M

- Suitable for ground power plants and distributed projects
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M6 Gallium-doped Wafer
 - 9-busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12 12-year Warranty for Materials and Processing

25 25-year Warranty for Extra Linear Power Output

Complete System and Product Certifications

IEC 61215, IEC 61730, UL 61730

ISO 9001:2015: ISO Quality Management System

ISO 14001:2015: ISO Environmental Management System

TSG2941: Guideline for module design qualification and type approval

ISO 45001:2018: Occupational Health and Safety

LONGI



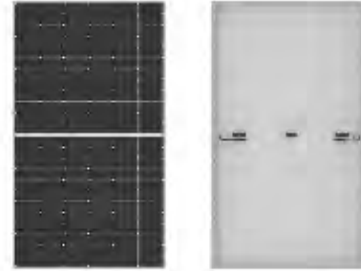
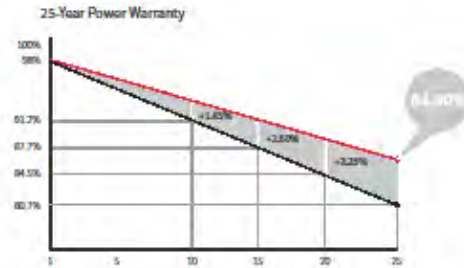
DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Hi-MO 4m

LR4-72HPH 430~460M

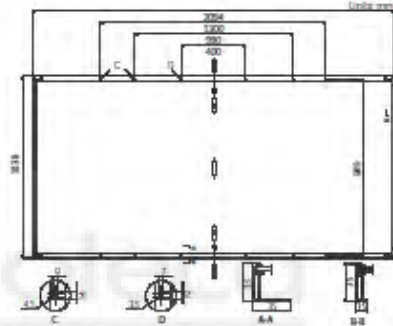
21.2% MAX MODULE EFFICIENCY	0~+5W POWER TOLERANCE	<2% FIRST YEAR POWER DEGRADATION	0.55% YEAR 2-25 POWER DEGRADATION	HALF-CELL Lower operating temperature
--	------------------------------------	--	--	---

Additional Value



Mechanical Parameters

Cell Orientation	144 (6x24)
Junction Box	IP68, three diodes
Output Cable	4mm ² , +40V, -200mm/±1400mm length can be customized
Glass	Single glass, 3.2mm coated tempered glass
Frame	Anodized aluminum alloy frame
Weight	23.3kg
Dimension	2094 x 1038 x 35mm
Packaging	30pcs per pallet / 150pcs per 20' GP / 660pcs per 40' HC



Electrical Characteristics	STC: AM1.5 1000W/m ² 25°C				NOCT: AM1.5 800W/m ² 20°C 1m/s				Test uncertainty for Pmax: ±2%			
	LR4-72HPH-430M	LR4-72HPH-435M	LR4-72HPH-440M	LR4-72HPH-445M	LR4-72HPH-450M	LR4-72HPH-455M	LR4-72HPH-460M	LR4-72HPH-465M	LR4-72HPH-470M	LR4-72HPH-475M	LR4-72HPH-480M	LR4-72HPH-485M
Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax/W)	430	321.1	435	324.9	440	329.6	445	332.3	450	336.1	455	339.8
Open Circuit Voltage (Voc/V)	48.5	48.5	48.7	48.7	48.9	48.8	49.1	49.0	49.3	49.2	49.5	49.4
Short Circuit Current (Isc/A)	11.51	9.35	11.39	9.21	11.46	9.27	11.53	9.33	11.60	9.38	11.66	9.43
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	40.7	37.9	40.9	38.1	41.1	38.3	41.3	38.5	41.5	38.6	41.7	38.8
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.57	8.47	10.64	8.53	10.71	8.59	10.78	8.64	10.85	8.70	10.92	8.75
Module Efficiency(%)	20.8	20.0	20.2	20.0	20.3	20.5	20.6	20.7	20.8	20.9	21.0	21.1

Operating Parameters

Operational Temperature	-40°C ~ +85°C
Power Output Tolerance	0 ~ +5 W
Voc and Isc Tolerance	±3%
Maximum System Voltage	DC1500V (IEC/UL)
Maximum Series Fuse Rating	20A
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C
Protection Class	Class II
Fire Rating	UL type 1 or 2

Mechanical Loading

Front Side Maximum Static Loading	5400Pa
Rear Side Maximum Static Loading	2400Pa
Hailstone Test	25mm Hailstone at the speed of 23m/s

Temperature Ratings (STC)

Temperature Coefficient of Isc	+0.048%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.270%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.350%/°C



No.8369 Shangyuan Road, Xi'an Economic And
Technological Development Zone, Xi'an, Shaanxi, China.
Web: en.longi-solar.com

Specifications included in this datasheet
are subject to change without notice.
LONGI reserves the right of final
interpretation. (20210508V13)

Hoja de características del producto

Especificaciones



Magnetotérmico, Acti9 iC60N,
2P, 50 A, C curva, 6000 A (IEC
60898-1), 10 kA (IEC 60947-2)

A9F79250

Principal

Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Gama	Acti9
Nombre del producto	Acti 9 iC60 RCBO
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	iC60N
Número de polos	2P
Número de polos protegidos	2
[In] Corriente nominal	50 A
Tipo de red	Corriente continua AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	6000 A Icn en 400 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1 36 kA Icu en 12...60 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 10 kA Icu en <= 125 V corriente continua acorde a Icu 10 kA Icu en 380...415 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 20 kA Icu en 220...240 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 6 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 36 kA Icu en 100...133 V AC 50/60 Hz acorde a Icu
Categoría de empleo	Categoría A acorde a HB1 Categoría A acorde a En> 50 A
Poder de seccionamiento	Sí acorde a EN 60898-1 Sí acorde a HB1 Sí acorde a IEC 60898-1 Sí acorde a En> 50 A
Normas	EN 60898-1 HB1 IEC 60898-1 En> 50 A

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
Límite de enlace magnético	8 x In +/- 20%
[Ics] poder de corte en servicio	16 kA 75 % acorde a HB1 - 220...240 V AC 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a HB1 - 380...415 V AC 50/60 Hz 4,6 kA 75 % acorde a HB1 - 440 V AC 50/60 Hz 16 kA 75 % acorde a En> 50 A - 220...240 V AC 50/60 Hz 7,5 kA 75 % acorde a En> 50 A - 380...415 V AC 50/60 Hz 4,6 kA 75 % acorde a En> 50 A - 440 V AC 50/60 Hz 27 kA 75 % acorde a En> 50 A - 12...133 V AC 50/60 Hz

02-ene-2023

3/37 Schneider

1

Atención: Esta documentación no pretende sustituir ni debe usarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

27 kA 75 % acorde a HB1 - 12...133 V AC 50/60 Hz
 6000 A 100 % acorde a EN 60898-1 - 400 V AC 50/60 Hz
 6000 A 100 % acorde a IEC 60898-1 - 400 V AC 50/60 Hz
 10 kA 100 % acorde a En> 60 A - 72...126 V corriente continua
 10 kA 100 % acorde a HB1 - 72...126 V corriente continua

[U] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz acorde a HB1 600 V AC 50/60 Hz acorde a En> 60 A
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a HB1 6 kV acorde a En> 60 A
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicador de disparo
Tipo de montaje	Fijo
Soporte de montaje	Carril DIN
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	Arriba o abajo, estado 1 Sí
Pasos de 9 mm	4
Altura	86 mm
Anchura	36 mm
Profundidad	78,5 mm
Peso del producto	0,26 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	10000 ciclos
Conexiones - terminales	Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...36 mm ² rígido Terminal simple - tipo de cable: arriba o abajo) 1...26 mm ² flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	14 mm para arriba o abajo conexión
Par de apriete	3,6 N.m arriba o abajo
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente
Entorno	
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60629 IP20 acorde a EN 60629
Grado de contaminación	3 acorde a HB1 3 acorde a En> 60 A
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	96 % en 55 °C
Altitud máxima de funcionamiento	0...2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-35...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C
Unidades de embalaje	
Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	3,4 cm

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Package 1 Width	7,5 cm
Package 1 Length	9,5 cm
Package 1 Weight	257,0 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	6
Package 2 Height	8,0 cm
Package 2 Width	9,5 cm
Package 2 Length	23,0 cm
Package 2 Weight	1,697 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	66
Package 3 Height	30,0 cm
Package 3 Width	30,0 cm
Package 3 Length	40,0 cm
Package 3 Weight	18,064 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

País de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

Hoja de características del producto

Especificaciones



VIGI C120 125A 4P 30 MA AC ADAPTABLE RES

A9N18569

Principal

Tipo de producto o componente	Bloque Vigi
Nombre corto del dispositivo	Vigi C120
Número de polos	4P
[In] Corriente nominal	125 A
Tipo de red	AC
Sensibilidad de fuga a tierra	30 mA
Retardo de la protección contra fugas a tierra	Instantáneo
Clase de protección contra fugas a tierra	Tipo AC

Complementario

Ubicación del dispositivo en el sistema	Salida
Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	400...415 V AC 50/60 Hz
Tecnología de disparo corriente residual	Independiente de la tensión
[U] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz acorde a En> 40 A
[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a En> 50 A
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Caril DIN simétrico de 35 mm
Conexión eléctrica a MCB	Mediante tornillos
Pasos de 9 mm	10
Altura	96 mm
Anchura	198 mm
Profundidad	73 mm
Peso del producto	0,68 kg
Color	Bianco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos

Aviso Legal: Esta documentación no pretende sustituir ni debe utilizarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

30-dic-2022

Segelectro

1

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Conexiones - terminales	Terminales de tipo túnel1...36 mm ² flexible Terminales de tipo túnel1...50 mm ² rígido
Longitud de cable pelado para conectar bornas	16 mm
Par de apriete	3,5 N.m

Entorno

Normas	EN 61009
Grado de protección IP	IP20
Grado de contaminación	3 acorde a En> 60 A
Temperatura ambiente de funcionamiento	-5...60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...60 °C

Unidades de embalaje

Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	9,2 cm
Package 1 Width	13,6 cm
Package 1 Length	25,3 cm
Package 1 Weight	716 g
Unit Type of Package 2	S03
Number of Units in Package 2	8
Package 2 Height	30 cm
Package 2 Width	30 cm
Package 2 Length	40 cm
Package 2 Weight	6,217 kg
Unit Type of Package 3	P06
Number of Units in Package 3	64
Package 3 Height	76 cm
Package 3 Width	60 cm
Package 3 Length	80 cm
Package 3 Weight	68,628 kg

Sostenibilidad de la oferta

Reglamento REACH	Declaración de REACH
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Producto fuera del ámbito de RoHS China. Declaración informativa de sustancias
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Información Logística

Pais de Origen ES

Garantía contractual

Periodo de garantía 18 months

Sustituciones recomendadas



Hoja de características del producto

Especificaciones



Interruptor magnetotérmico; Acti9
C120N; 4P; 125 A; curva C; 10000
A/10 kA

A9N18376

Principal

Gama de producto	Dardo Plus
Gama	Acti9
Nombre del producto	C120
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	C120N
Aplicación del dispositivo	Para corriente > 0,1 A
Número de polos	4P
Número de polos protegidos	4
[In] Corriente nominal	125 A en 30 °C
Tipo de red	AC
Tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
Código de curva	C
Capacidad de corte	10000 A Icn en 230...400 V AC 50/60 Hz acorde a EN/IEC 60898-1 6 kA Icu en 440 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 20 kA Icu en 220...240 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 10 kA Icu en 380...415 V AC 50/60 Hz acorde a Icu 10 kA Icu en <= 500 V corriente continua acorde a Icu
Poder de seccionamiento	Sí acorde a En > 60 A

Complementario

Frecuencia de red	50/60 Hz
[Ue] Tensión nominal de empleo	380...415 V AC 50/60 Hz <= 500 V corriente continua 220...240 V AC 50/60 Hz 440 V AC 50/60 Hz 230...400 V AC 50/60 Hz
Límite de enlace magnético	5...10 x In
[Ics] poder de corte en servicio	7600 A 75 % acorde a EN/IEC 60898-1 - 230...400 V AC 50/60 Hz 4,6 kA 75 % acorde a Icu - 440 V AC 50/60 Hz 7,6 kA 75 % acorde a Icu - 380...415 V AC 50/60 Hz 16 kA 75 % acorde a Icu - 220...240 V AC 50/60 Hz 10 kA 100 % acorde a Icu - <= 500 V corriente continua
Clase de limitación	3 acorde a Icu
[U] Tensión nominal de aislamiento	500 V AC 50/60 Hz acorde a Icu

Atenció: Legat. Esta documentación no pretende sustituir ni debe usarse para determinar la adecuación o la fiabilidad de estos productos para aplicaciones específicas de los usuarios.

04-ene-2023

1/9 | Schneider

1

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

[Uimp] Resistencia a picos de tensión	6 kV acorde a Icu
Indicador de posición del contacto	Sí
Tipo de control	Maneta
Señalizaciones en local	Indicación de encendido/apagado
Tipo de montaje	Ajustable en clip
Soporte de montaje	Caril DIN simétrico de 35 mm
Compatibilidad de bloque de distribución y embarrado tipo peine	NO
Pasos de 9 mm	12
Altura	81 mm
Anchura	108 mm
Profundidad	73 mm
Peso del producto	0,82 kg
Color	Blanco
Durabilidad mecánica	20000 ciclos
Durabilidad eléctrica	6000 ciclos acorde a En> 60 A
Conexiones - terminales	Terminales de tipo túnel 1...60 mm ² rígido Terminales de tipo túnel 1,5...35 mm ² flexible
Longitud de cable pelado para conectar bornas	16 mm
Par de apriete	3,6 N.m
Protección contra fugas a tierra	Bloque independiente
Entorno	
Normas	Icu ENIEC 60898-1
Certificaciones de producto	generador
Grado de protección IP	IP20 acorde a IEC 60629
Grado de contaminación	3 acorde a En> 60 A
Categoría de sobretensión	IV
Tropicalización	2 acorde a IEC 60068-1
Humedad relativa	96 % en 65 °C
Altitud máxima de funcionamiento	2000 m
Temperatura ambiente de funcionamiento	-25...70 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40...85 °C
Unidades de embalaje	
Unit Type of Package 1	PCE
Number of Units in Package 1	1
Package 1 Height	7,6 cm
Package 1 Width	8,6 cm
Package 1 Length	10,6 cm

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Package 1 Weight	776 g
Unit Type of Package 2	BB1
Number of Units in Package 2	3
Package 2 Height	8,4 cm
Package 2 Width	9,4 cm
Package 2 Length	33,2 cm
Package 2 Weight	2,39 kg
Unit Type of Package 3	S03
Number of Units in Package 3	18
Package 3 Height	30 cm
Package 3 Width	30 cm
Package 3 Length	40 cm
Package 3 Weight	14,87 kg

Sostenibilidad de la oferta

Estado de oferta sostenible	Producto Green Premium
Reglamento REACH	Declaración de REACH
Conforme con REACH sin SVHC	Sí
Directiva RoHS UE	Conforme Declaración RoHS UE
Sin metales pesados tóxicos	Sí
Sin mercurio	Sí
Información sobre exenciones de RoHS	Sí
Normativa de RoHS China	Declaración RoHS China Declaración proactiva de RoHS China (fuera del alcance legal de RoHS China)
Comunicación ambiental	Perfil ambiental del producto
RAEE	En el mercado de la Unión Europea, el producto debe desecharse de acuerdo con un sistema de recolección de residuos específico y nunca terminar en un contenedor de basura.

Información Logística

Pais de Origen	ES
----------------	----

Garantía contractual

Periodo de garantía	18 months
---------------------	-----------

Sustituciones recomendadas

6.- ANEXO II: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.1.- OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El siguiente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto servir de base para que las empresas contratistas y otras cualesquiera que participen en la ejecución de las obras a las que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio Básico, las lleven a efecto en las condiciones que deban alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de dichas obras, cumpliendo así lo que prescribe el R.D. 1627/1997, del 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, y el resto de la normativa complementaria y de aplicación.

6.2.- DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

El presente Estudio de Seguridad y Salud se refiere al Proyecto de “DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE”, cuyos datos generales son:

MUNICIPIO	Elche (Alicante)
PROMOTOR	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A. (PIMESA)
AUTOR DEL PROYECTO	Juan Luis Domene Serrano
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	60.183,41 €
PLAZO DE EJECUCIÓN	1 mes
REDACTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	Juan Luis Domene Serrano

6.3.- JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 del Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que se dan todos los supuestos siguientes:

- El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es inferior a 450.000 €.
- PEM = Presupuesto de Ejecución Material = 60.183,41 €
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

La duración estimada para las obras es de 28 días laborales, no estando previsto el empleo simultáneo de más de veinte trabajadores.

- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- El volumen de mano de obra estimada para el total de los trabajadores no es superior a 500 jornadas.
- No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como solamente se cumple uno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997, se redacta el presente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

6.4.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

La obra se ejecutará en la localidad de Elche, concretamente en la gasolinera de la estación de autobuses, la cual gestiona PIMESA.

La instalación fotovoltaica para autoconsumo que se pretende construir se realizará en la cubierta de la marquesina de la propia estación de servicio.

El acceso a la cubierta de la marquesina donde se ejecutará la obra se realizará mediante unas escaleras de mano que permiten el acceso a la trampilla.

6.5.- INTERFERENCIAS CON SERVICIOS.

Las interferencias con servicios de todo tipo son causas frecuentes de accidentes, por ello se considera de vital importancia detectar su exigencia y localización, con el fin de poder evaluar y delimitar los diversos riesgos.

Los servicios afectados de cuya existencia se tenga noticias serán correctamente ubicados y señalizados, desviándose los mismos, si ello es posible; pero en aquellas ocasiones en que sea necesario trabajar sin dejar de dar determinado servicio, se adoptarán otras medidas preventivas reflejadas en este estudio de seguridad y salud.

En la realización de las obras, no es necesario el corte del acceso de vehículos y de peatones a la nave, ya que la obra se desarrollará en una zona de esta no expuesta al tráfico de vehículos ni de peatones (la cubierta). Para las instalaciones de enlace, conexión en cuadro de contador actual, etc. En las que sí se precise el corte de estos, se procederá mediante soluciones provisionales debidamente señalizadas.

Las interferencias detectadas son:

- Canalizaciones eléctricas.

6.6.- FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA.

A continuación, se indican las principales fases de la obra:

- Actuaciones previas:

Se consideran actuaciones previas al inicio de la obra, como la colocación de señales de obra, acometidas de electricidad y agua, instalación de casetas provisionales o vallado del recinto entre otras. También se incluye el replanteo de la obra y el acopio de los materiales.

- Estructura metálica

Se considera como estructura metálica la fijación de los soportes de los módulos a la chapa de la marquesina, así como los elementos necesarios para poder fijar los paneles fotovoltaicos a la cubierta. En este caso se trata del anclaje de la estructura de sujeción a la chapa grecada de la cubierta.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- Instalación eléctrica

Se consideran trabajos de electricidad a la instalación de mecanismos, circuitos, elementos de corte y seguridad necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

- Instalación de paneles fotovoltaicos

Se consideran como trabajos de instalación de paneles fotovoltaicos, a la fijación de estos a la estructura de sujeción, así como a la conexión eléctrica de estos para el correcto funcionamiento de la instalación.

6.7.- MAQUINARIA PREVISTA EN LA OBRA.

La maquinaria que será empleada en la ejecución de la obra es la siguiente:

- Camión grúa.
- Sierra radial eléctrica.
- Taladro eléctrico.
- Herramientas manuales (alicates, destornilladores, tijeras, llaves, etc.).

6.8.- IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES.

Al inicio de los trabajos, se revisarán diariamente todos los medios de protección colectiva, reparando o reponiendo los que se encuentren deteriorados. Así mismo, cuando se entreguen los equipos de protección individual a los trabajadores de la obra, se le entregarán también unas normas de actuación durante su estancia en la obra, indicando la obligatoriedad de uso de los EPIS.

6.9.- ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASEFICADOS POR LAS FASES/ACTIVIDADES DE OBRA.

La secuencia de trabajos será la siguiente:

- Actuaciones previas.
- Estructura metálica con fijación a la chapa de la cubierta.
- Instalación paneles fotovoltaicos.
- Instalación eléctrica.

A continuación, se identifican y analizan los riesgos por fases de obra:

Actuaciones previas:

Riesgos y causas:

- Atropellos originados por maquinaria.
- Generación de polvo.
- Sobreesfuerzos.
- Aplastamiento de articulaciones.
- Vuelcos o deslizamientos de vehículos.
- Desplome del material acopiado.
- Caídas en el mismo nivel.

Equipos de protección colectiva:

- Vallado de la obra.
- Señalización.
- Tapado de zanjas de acometidas por medio de tablones de madera.

Equipos de protección individual:

- Chaleco reflectante.
- Botas de seguridad.
- Guantes de protección.
- Casco homologado.

Medidas preventivas:

- Se realizará un reconocimiento del terreno comprobando que no existe ningún riesgo que no esté previsto en este estudio básico de seguridad y salud.
- Se observarán las instalaciones existentes para confirmar la existencia de instalaciones enterradas en la obra.
- Se realizará el vallado de la obra, para impedir la entrada a la misma, dejando puertas los accesos peatonales y de vehículos de obra, permitiendo la circulación de peatones.
- En cada fase de obra se colocarán las señales de obra necesarias, existiendo una coordinación entre ellas y la actividad a desarrollar.

Se comprobará que existen los siguientes documentos:

- Plan de seguridad y salud, aprobado y visado por el coordinador de seguridad y salud en fase de obra.
- Libro de incidencias, firmado y sellado por el coordinador y la empresa adjudicataria.
- Libro de subcontratación, habilitado por la autoridad laboral competente.
- Comunicación de apertura del centro de trabajo.

Estructura metálica con contrapesas para fijación de los paneles:

Riesgos y causas:

- Ruido.
- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Proyección de objetos.
- Golpes o cortes con objetos o máquinas.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Caída de objetos o máquinas.
- Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.
- Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.

Equipos de protección colectiva:

- Señalización.
- Iluminación adecuada.
- Barandilla de protección de perímetros de cubiertas, compuesta por guardacuerpos metálicos cada 2,5 m.
- Utilizar maquinaria con marcado CE provistas de todos los elementos de seguridad necesarios.

Equipos de protección individual:

- Ropa aislante.
- Casco aislante.
- Botas de seguridad aislantes.
- Guantes y manoplas de material aislante.
- Traje impermeable material plástico sintético.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- Línea horizontal de seguridad.
- Cinturones de sujeción o anticaídas de altura.
- Cinturón portaherramientas.
- Protecciones auditivas contra el ruido.
- Gafas protectoras de ojos y cara.
- Casco homologado.
- Botas de seguridad.
- Guantes de uso general.

Medidas preventivas:

- La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24 V.
- Las zonas de trabajo han de tener una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los dos metros.
- Estará prohibido el trabajo en un nivel inferior al tajo.
- Estará prohibido el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin utilizar las clavijas macho – hembra.

Instalación de paneles fotovoltaicos:

Riesgos y causas:

- Contactos eléctricos indirectos.
- Contactos eléctricos directos por mala conservación de máquinas eléctricas.
- Sobreesfuerzos trabajo de rodillas, agachado o doblado.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Proyección de objetos.
- Golpes o cortes con objetos o máquinas.
- Caída de objetos o máquinas.
- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Exposición a condiciones meteorológicas adversas como frío, calor intenso, exposición a la intemperie.
- Corrientes de aire.
- Piso resbaladizo.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

Equipos de protección colectiva:

- Red vertical de seguridad de malla de poliamida de 10x10 cm de paso, atada con cuerda D=3 mm en módulos de 10x5 m.
- Señalización.
- Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálicos cada 2,5 m.

Equipos de protección individual:

- Botas de seguridad aislantes.
- Ropa aislante.
- Casco aislante.
- Guantes y manoplas de material aislante.
- Traje impermeable material plástico sintético.
- Línea horizontal de seguridad.
- Cinturones de sujeción o anticaídas de altura.
- Cinturón portaherramientas.
- Protecciones auditivas contra el ruido.
- Gafas protectoras de ojos y cara.
- Casco homologado.
- Botas de seguridad.
- Guantes de uso general.

Medidas preventivas:

- Como primera medida a ejecutar, se ejecutarán los petos y recercados de los huecos que existan.
- Los paneles se acopiarán repartidos por los faldones para evitar sobrecargas.
- Se paralizarán todos los trabajos sobre cubiertas cuando existan vientos superiores a 60 km/h, lluvia, helada y nieve.
- Estará prohibida la circulación bajo cargas suspendidas.
- Además de lo anterior se comprobará que:
 - Los operarios tienen los EPIS correspondientes para la realización de las tareas, y que vienen definidos en el Plan de Seguridad y Salud.
 - Utilicen correctamente los EPIS, definidos anteriormente.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- El estado de anclaje de las líneas de vida está en servicio.
- Se mantiene la limpieza y el orden en la obra.
- Los operarios que realizan el trabajo son cualificados para esta tarea.
- En los bordes de los forjados se colocan redes de seguridad.
- No se acopia el material al borde del forjado.
- La iluminación en el tajo es la apropiada.
- Se guarda la distancia de seguridad con líneas eléctricas aéreas.

Instalación eléctrica:

Riesgos y causas:

- Cortocircuitos y arco eléctrico.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Contactos eléctricos directos.
- Golpes, cortes o atrapamientos con objetos o máquinas.
- Caídas al mismo o distinto nivel.

Equipos de protección individual:

- Botas de seguridad aislantes.
- Ropa aislante.
- Casco aislante.
- Guantes y manoplas de material aislante.

Medidas preventivas:

Trabajos sin tensión:

- Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: la identificación de la zona y de los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo.
- En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.

- A continuación, se desarrollará el proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los ‘trabajos sin tensión’, conocido como “las cinco reglas de oro”:
 - Desconectar.
 - Prevenir cualquier posible realimentación.
 - Verificar la ausencia de tensión.
 - Poner a tierra y en cortocircuito.
 - Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Reposición de la tensión:

- En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión:
 - Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.
 - Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de la puesta a tierra.
 - Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.
 - Cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
- Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
- Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.

- Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
- Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.

Trabajos con tensión:

- Los trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, y que se ajuste a los requisitos indicados a continuación.
- Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Principales precauciones que deberán ser adoptadas:
 - Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
 - Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
 - Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
 - Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.). Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
 - Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
 - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, etc.).
 - Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
 - Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).
- Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta:

- Las características del trabajo y de los trabajadores.
 - La tensión de servicio, y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.
- Los trabajadores dispondrán de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. No llevarán objetos conductores, como por ejemplo pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos de tensión.
- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión o puedan interferir en los trabajos, provocar distracciones, sobresaltos, etc.
- En la realización de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuerte, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas se interrumpirán en caso de tormenta.
- La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión:
- No será necesario que la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado cuando la maniobra del dispositivo porta fusible conlleve la desconexión del fusible y el material de este ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico.
 - Se realizará mediante el uso del útil normalizado adecuado a cada tipo de fusible. Queda prohibido expresamente el uso de alicates para tal cometido.

- Se procurará, en la medida de lo posible, realizar la acción sin carga o con la menor carga posible, para evitar la producción de arcos eléctricos.
- Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que pudieran “sorprender” al activarse, al trabajador durante la realización de estos.
- De los EPIS necesarios durante los trabajos en tensión y en baja tensión, destacan los guantes dieléctricos, que deben cumplir una serie de requisitos:

Marcas obligatorias:

- Símbolo (doble triángulo).
- Nombre, marca registrada o identificación del fabricante.
- Categoría, si procede.
- Talla.
- Clase.
- Mes y año de fabricación.
- Marca.

Cada guante deberá llevar alguno de los siguientes sistemas:

- Una banda rectangular o una banda sobre la que puedan perforarse agujeros, o bien otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.

Recomendaciones para la utilización de los guantes:

Para la correcta utilización de los guantes se tendrán presentes las indicaciones del fabricante.

A título orientativo se pueden señalar las siguientes:

- Almacenamiento
 - Los guantes se deben almacenar en su embalaje.
 - Se tendrá cuidado de que los guantes no se aplasten, ni se doblen, ni se coloquen en las proximidades de radiadores u otras fuentes de calor artificial o se expongan directamente a los rayos del sol.

6.10.-ANÁLISIS DE LOS RIESGOS LABORALES CLASIFICADOS POR MAQUINARIA UTILIZADA EN LA OBRA.

Camión grúa:

Riesgos y causas:

- Golpes por la carga a paramentos.
- Desplome de la carga.
- Atropello de personas.
- Quemaduras en trabajos de reparación o mantenimiento.
- Incendios por sobretensión.
- Contacto eléctrico de la pluma con líneas aéreas.
- Aplastamiento por caída de carga suspendida.
- Corrimientos de tierra inducidos en excavaciones próximas.
- Caídas al subir o bajar a la zona de mandos.
- Atrapamientos por útiles o transmisiones.
- Vuelco del camión grúa.
- Accidentes en trayecto hacia el punto de trabajo.

Medidas preventivas:

- Las cargas en suspensión para evitar golpes y balanceos se guiarán mediante cabos de gobierno.
- Se prohíbe arrastrar cargas con el camión grúa.
- Se prohíbe realizar suspensión de cargas de forma lateral cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, en previsión de los accidentes por vuelco.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión brazo - grúa.
- Se prohíbe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 m.
- Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Evite pasar el brazo de la grúa sobre el personal.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- Suba y baje del camión grúa por los lugares previstos para ello.
- Asegure la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga.
- Limpie sus zapatos del barro o grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o durante la marcha, puede provocar accidentes.
- Nunca realice arrastres de carga o tirones sesgados.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada.
- Levante una sola carga cada vez.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con la carga suspendida.
- No permita que haya operarios bajo las cargas suspendidas.
- Evite el contacto con el brazo telescópico en servicio, puede sufrir atrapamientos.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.
- El conductor tendrá prohibido dar marcha atrás sin la presencia y ayuda de un señalista, así como abandonar el camión con una carga suspendida.
- Todos los ganchos de cuelgue, aparejos, balancines y eslingas o estribos dispondrán siempre de pestillos de seguridad.
- El gruista tendrá siempre a la vista la carga suspendida y, si ello no fuera posible en alguna ocasión, todas sus maniobras estarán dirigidas por un señalista experto.
- No se permitirá que persona alguna ajena al operador acceda a la cabina del camión o maneje sus mandos.
- El camión grúa nunca deberá estacionar o circular a distancias inferiores a los 2 m del borde de excavaciones o de cortes del terreno.
-

Sierra radial eléctrica:

Riesgos y causas:

- Ruido.
- Abrasiones.
- Cortes o amputaciones.
- Contactos térmicos.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Anulación de protecciones.
- Contactos eléctricos directos.

Equipos de protección individual:

- Mascarilla con filtro mecánico recambiable, contra las partículas de polvo.
- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad.
- Protectores auditivos.
- Calzado de seguridad.
- Casco de seguridad.

Medidas preventivas:

- Antes de depositar el aparato en el suelo, desconectarlo y esperar a que se pare.
- Apagar y desenchufar los equipos antes de realizar cualquier operación de mantenimiento, cambio de disco, etc.
- Bajo ningún concepto se conectará ningún aparato eléctrico a la red mediante hilos desnudos.
- Comprobar siempre el estado del disco a utilizar.
- Cualquier tipo de anomalía en el aislamiento de la máquina será puesto en conocimiento de un responsable para su retirada.
- Las labores de mantenimiento y reparación de la máquina se llevarán a cabo siempre por personal experto.
- No someter al disco a sobreesfuerzos laterales de torsión o aplicación de una presión excesiva.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- No usar aparatos eléctricos con las manos mojadas o sobre superficies húmedas.
- No utilizar la máquina en posturas que obliguen a mantenerla por encima del nivel de los hombros, ya que, en caso de pérdida de control, las lesiones pueden afectar a la cara, pecho o extremidades superiores.
- Prohibido dejar la sierra abandonada en el suelo.
- Prohibido usar discos deteriorados o rotos.
- Usar siempre el disco adecuado al material que se va a cortar.
- Usar siempre en lugares ventilados.
- Prohibido usar la radial sin los elementos de protección.

Taladro portátil:

Riesgos y causas:

- Rotura de la broca.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Cortes o golpes por objetos o herramientas.
- Contactos térmicos.
- Conexión mediante hilos desnudos.
- Anulación de protecciones.
- Contactos eléctricos directos.

Equipos de protección individual:

- Guantes de cuero.
- Gafas de seguridad.
- Calzado de seguridad.

Medidas preventivas:

- Comprobar el cable de conexión eléctrica, de forma que no existan empalmes, ni conexiones inadecuadas.
- Se deberá desconectar el taladro de la red eléctrica, para sustituir la broca.
- En caso de ser necesario orificios de mayor diámetro, se debe cambiar la broca por otra de mayor sección, nunca intentar aumentar el orificio con movimientos oscilatorios del taladro.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- La reparación de los taladros se realizará por personal especializado.
- No utilizar la broca de forma inclinada.
- Para cambiar la broca, debe utilizarse la llave para tal fin.
- Utilizar la broca adecuada al material a taladrar.
- Se comprobarán diariamente el buen estado de los taladros, retirando de la obra aquellos que ofrezcan deterioros que impliquen riesgos para los operarios.

Herramientas manuales:

Riesgos y causas:

- Ruido.
- Golpes y/o cortes con objetos punzantes.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Contactos eléctricos directos o indirectos.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas al mismo nivel por tropiezo.
- Caída de las herramientas a distinto nivel
- Riesgo por impericia.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Quemaduras físicas y químicas.

Equipos de protección individual:

- Cinturón de seguridad para trabajos en altura.
- Calzado con puntera reforzada.
- Guantes de cuero.
- Protecciones auditivas y oculares, en caso necesario.
- Casco homologado.

Medidas preventivas:

- Las herramientas se utilizarán sólo en aquellas operaciones para las que han sido concebidas y se revisarán siempre antes de su empleo, desechándose cuando se detecten defectos en su estado de conservación. Se mantendrán

- siempre limpias de grasa u otras materias deslizantes y se colocarán siempre en los portaherramientas o estantes adecuados, evitándose su depósito desordenado o arbitrario o su abandono en cualquier sitio o por los suelos
- Todas las herramientas eléctricas, estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
 - No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe, si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
 - La desconexión de las herramientas no se hará con un tirón brusco.
 - Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
 - Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
 - En su manejo se utilizarán guantes de cuero o de PVC y botas de seguridad, así como casco y gafas anti proyecciones, en el caso de que sea necesario.

6.11.-INSTALACIONES DE SALUBRIDAD.

En la obra está prevista una media de unos 3 o 4 trabajadores, por lo que no está previsto la instalación de una caseta provisional para vestuario e inodoros. Para ello, se usarán los aseos y vestuarios de las instalaciones, con la previa aprobación del coordinador de seguridad y salud y de la empresa. En el caso de que no sea aprobado su uso por la empresa o el coordinador de seguridad y salud, se habilitará la caseta y aseo portátil necesario.

6.12.-OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.

Antes de que los trabajos inicien, el promotor asignará un coordinador en materia de seguridad y salud cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del coordinador en materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997, debiendo exponerse en la obra de forma viable y actualizándose si fuera necesario.

6.13.-COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.

La designación del coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

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 seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular en las actividades a las que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

6.14.-PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de las obras, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención en el que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función de la ejecución de esta, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación del coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

6.15.-OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.

El contratista y los subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en particular de:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado y limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE

- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materiales peligrosos.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
 - Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
 - Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
 - Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan.

Las responsabilidades del coordinador, Dirección Facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y subcontratistas.

6.16.-OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

6.17.-LIBRO DE INCIDENCIAS.

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

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro: la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

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

6.18.-PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.

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

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

6.19.-DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.

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

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



7.- PLANOS.





GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO



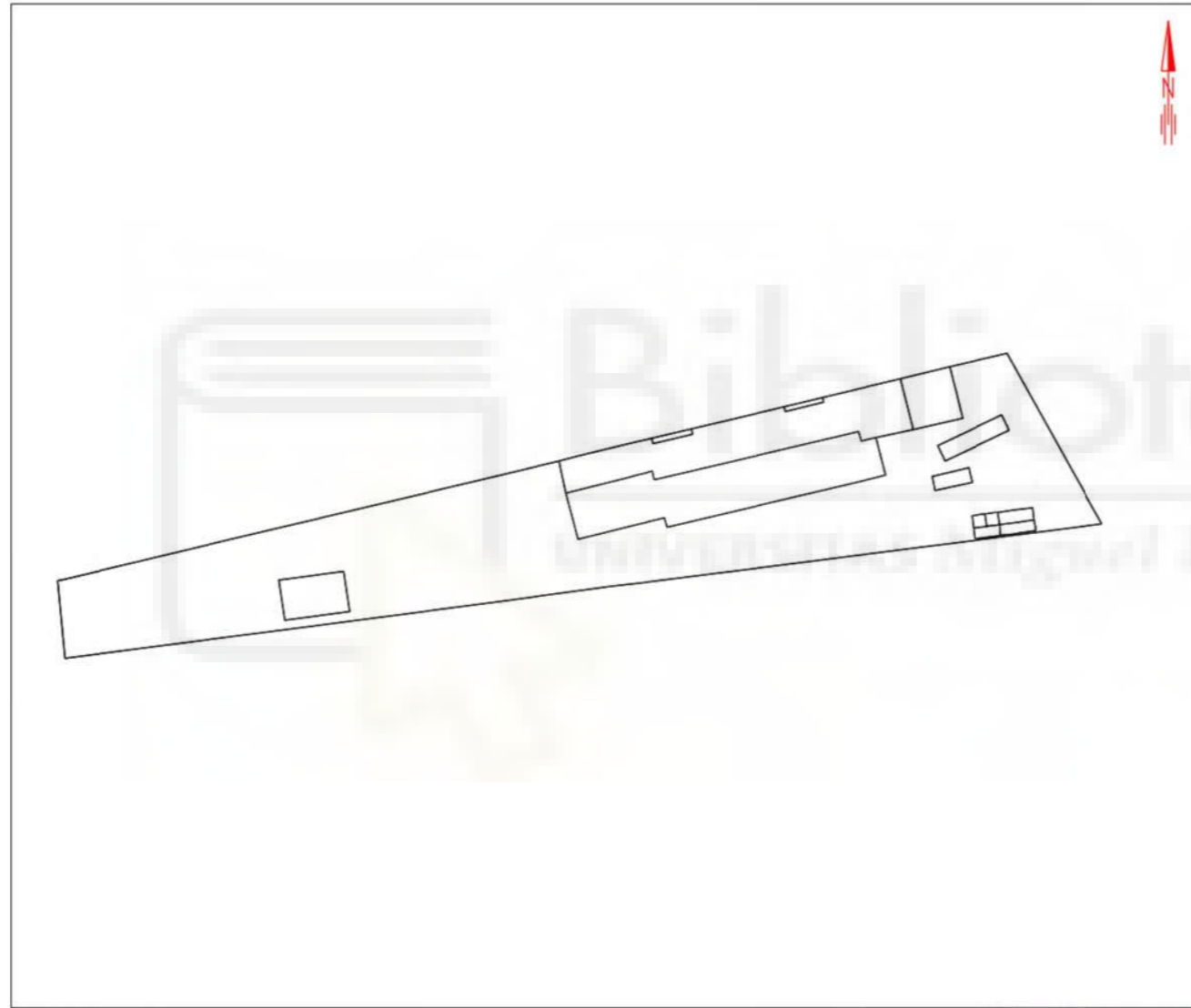
Sede Electrónica del Catastro

CROQUIS CATASTRAL

PARCELA CATASTRAL 2086001YH0318F

AV ALCALDE VICENTE QUILES, 0008. ELCHE/ELX [Alicante]

3 de enero de 2023 10:31



PLANTA GENERAL

CROQUIS A ESCALA 1:2500

SUPERFICIE PARCELA :	18.412 m ²
SUPERFICIE CONSTRUIDA	
Sobre Rasante :	4,173 m ²
Bajo Rasante :	0 m ²
TOTAL :	4,173 m ²



FOTOGRAFÍA

Página 1/3

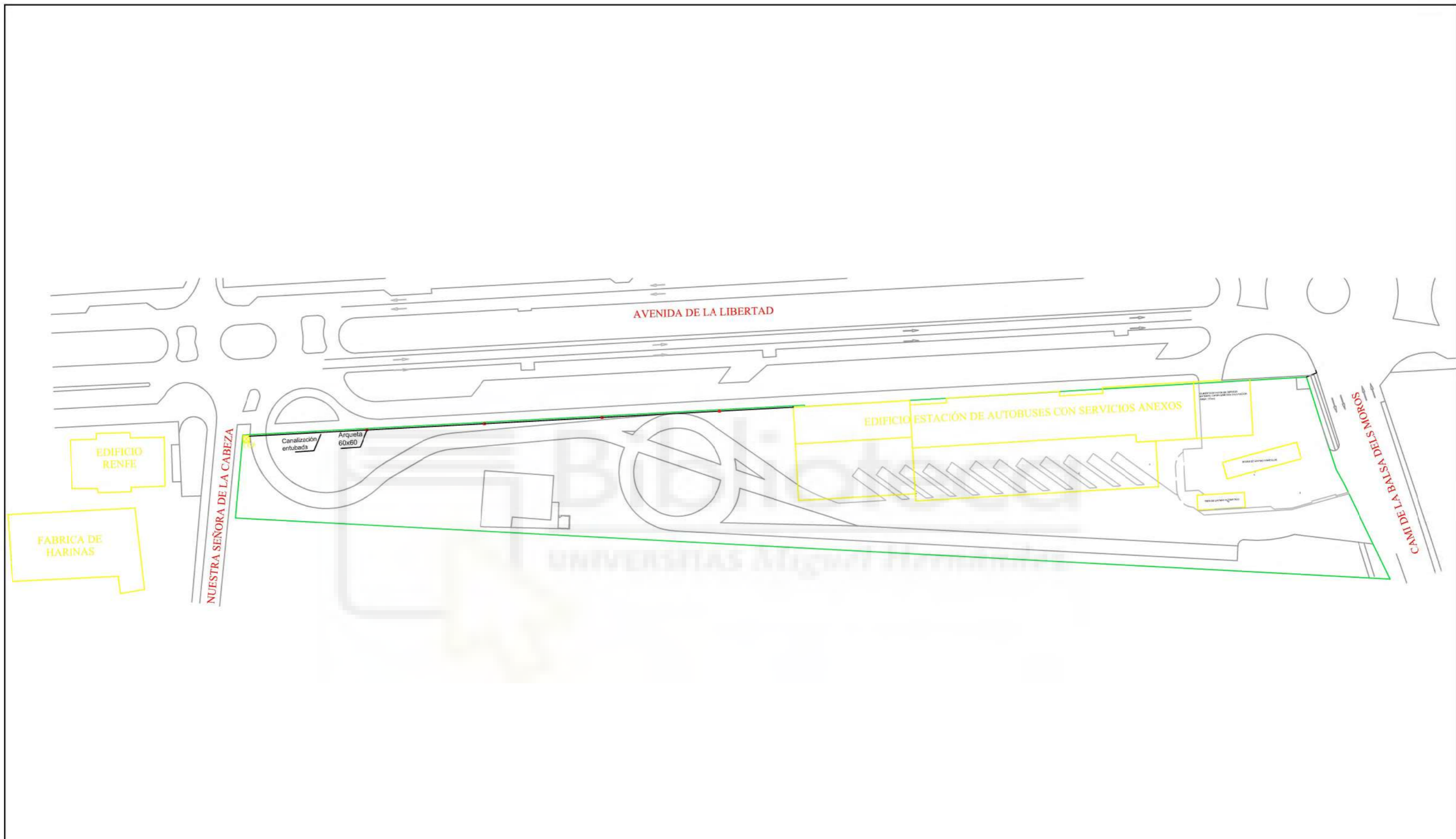
COTAS:	Las medidas del plano estén en metros.
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.
PLANO:	Referencia catastral.





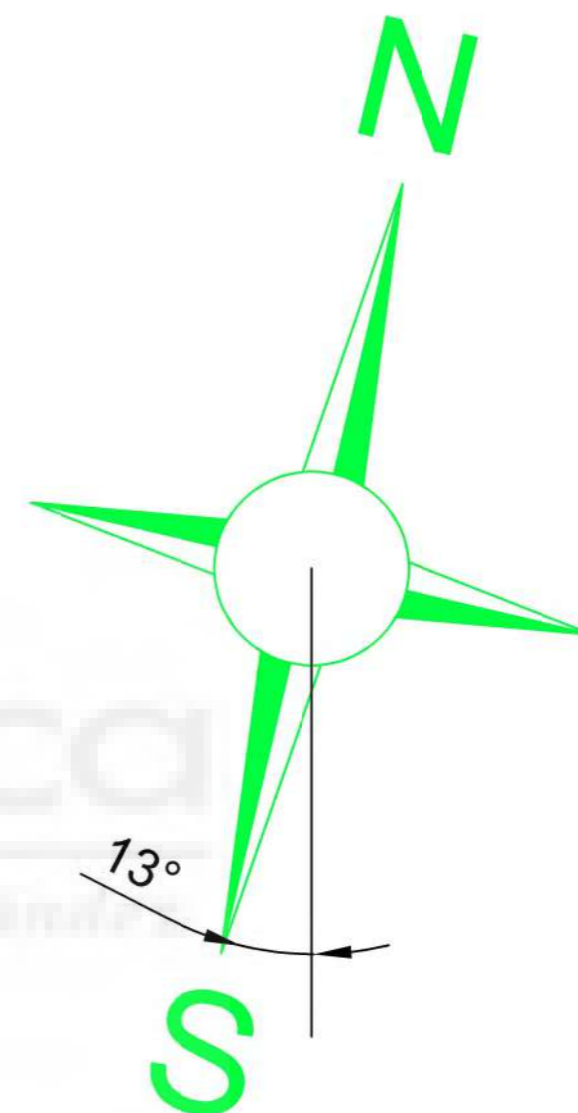
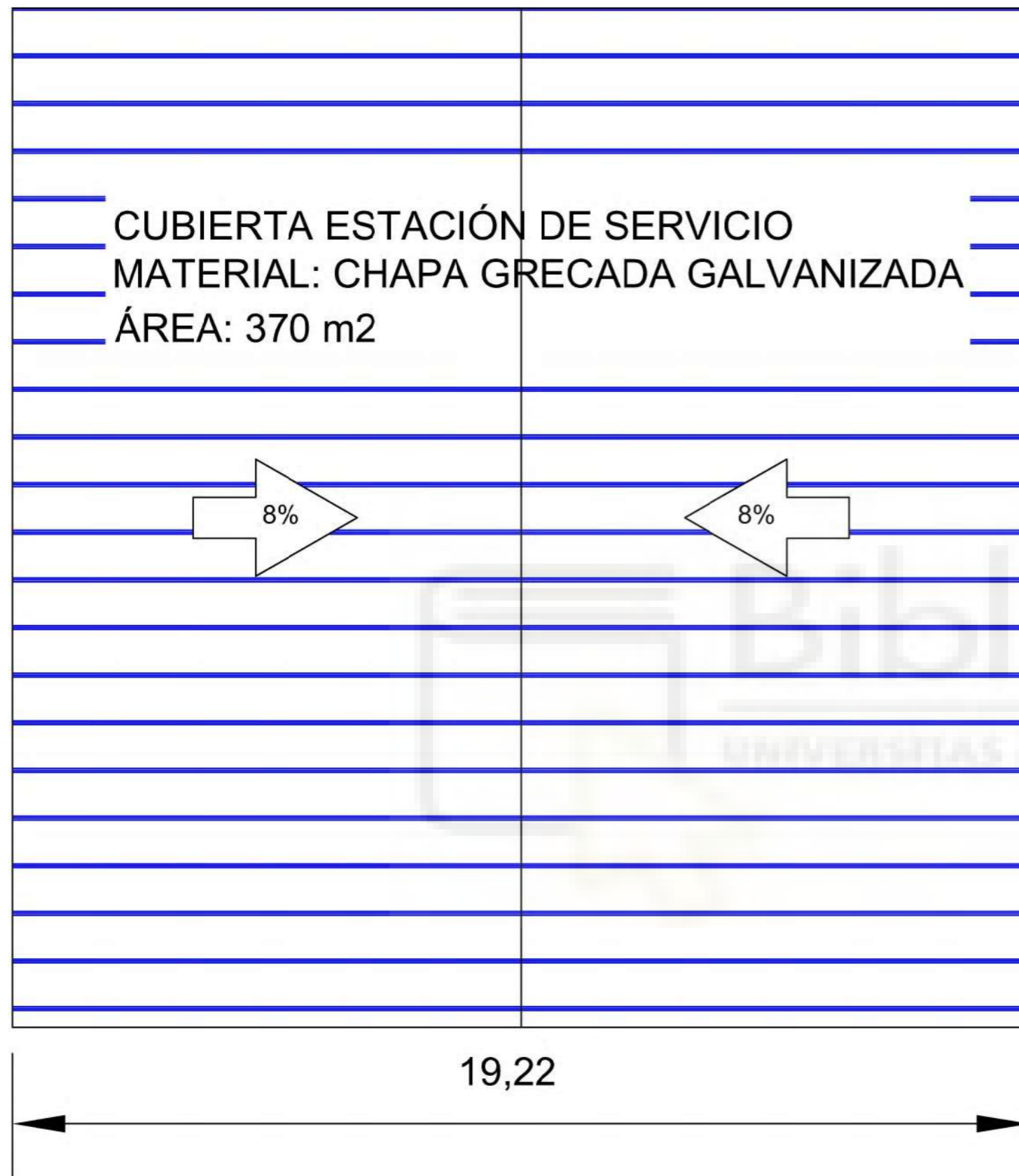
GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



PLANO Nº 01	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.
-------------	---

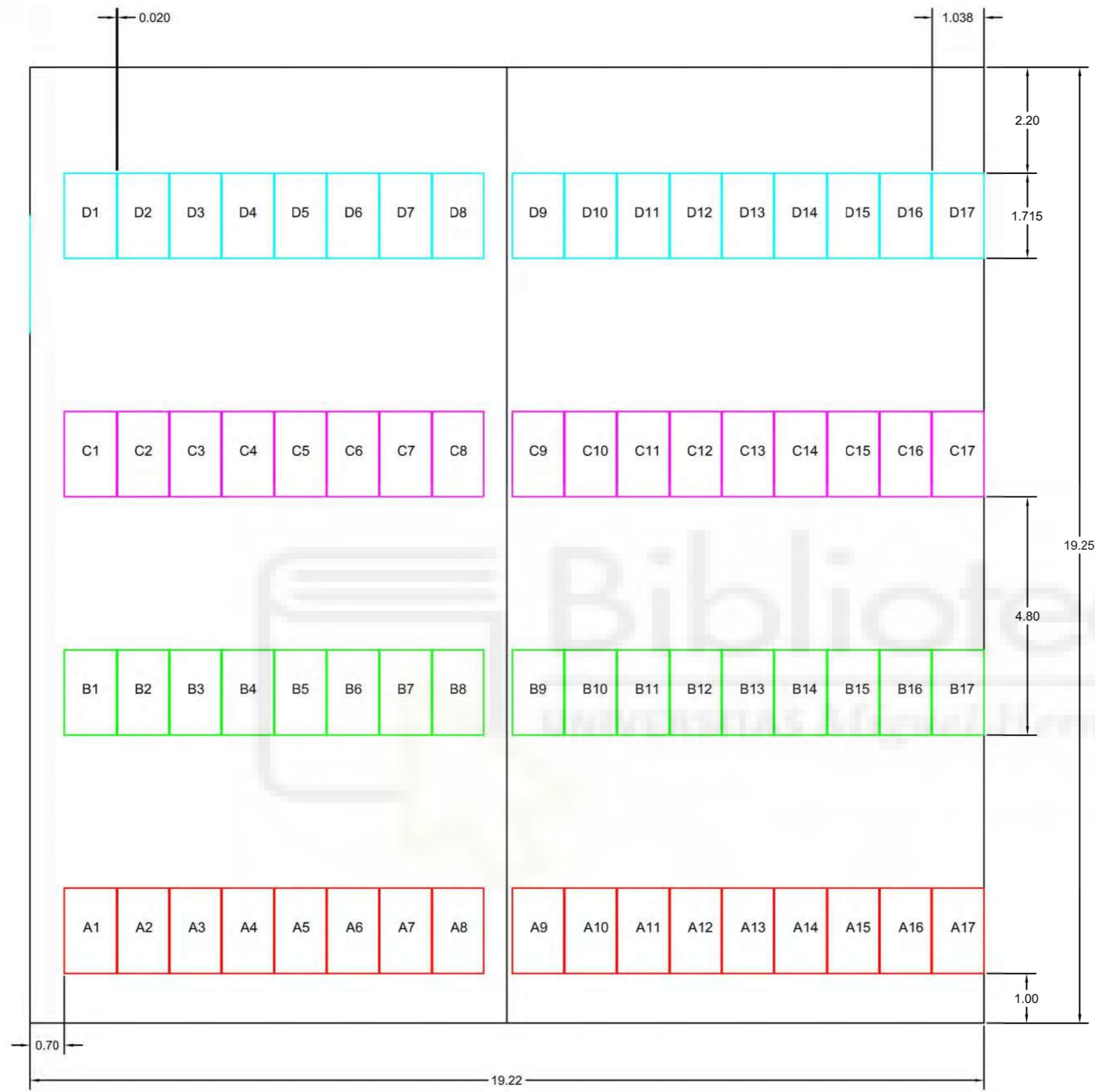
AUTOR: Juan Luis Domene Serrano	
FECHA: 14/12/2022	SIN ESCALA





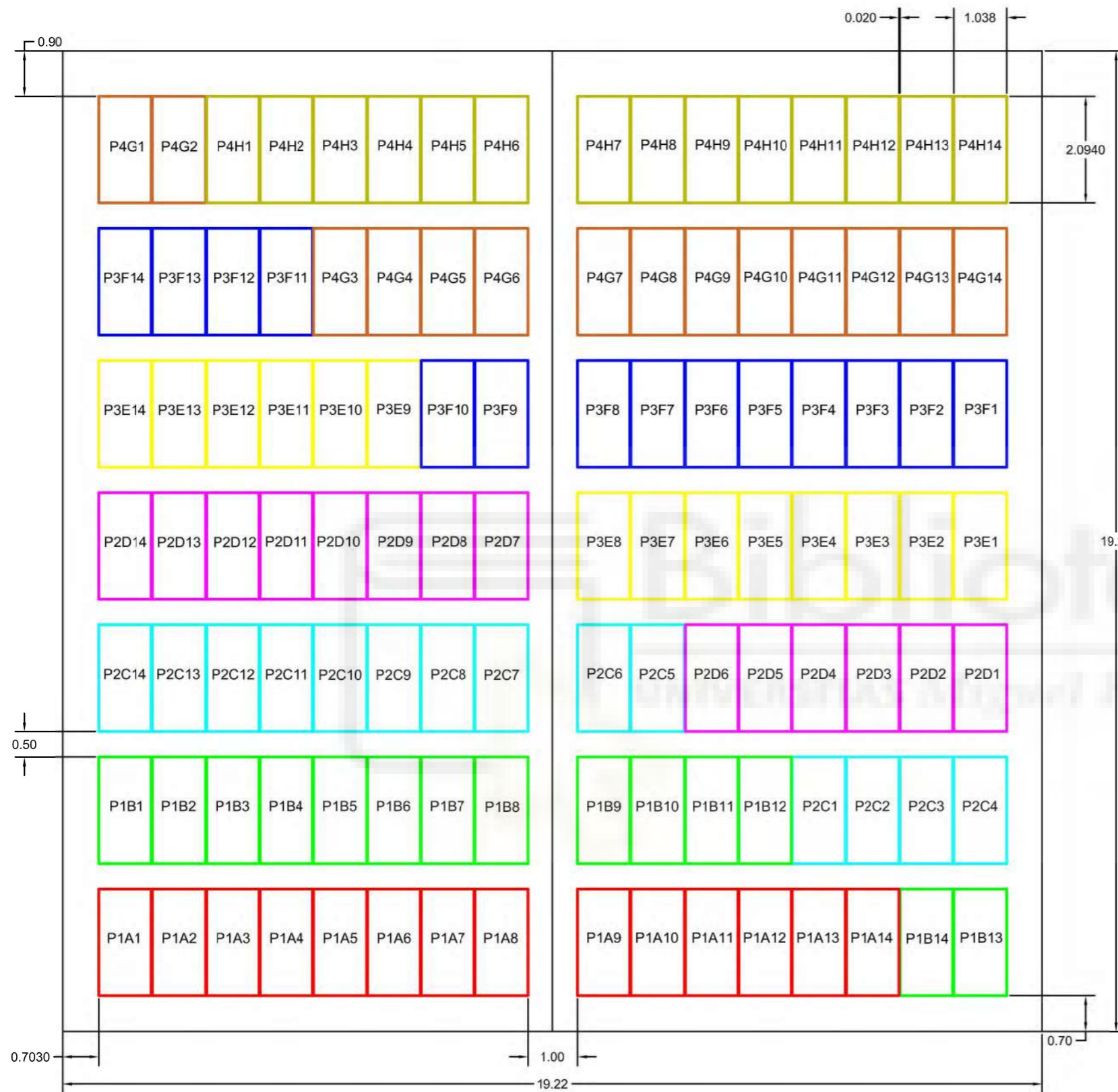
COTAS:	Las medidas del plano estén en metros.			GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.				
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.				
PLANO:	Localización de la estación de servicio.				
PLANO Nº 1.1	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCOSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.	AUTOR: Juan Luis Domene Serrano		FECHA: 14/12/2022	SIN ESCALA





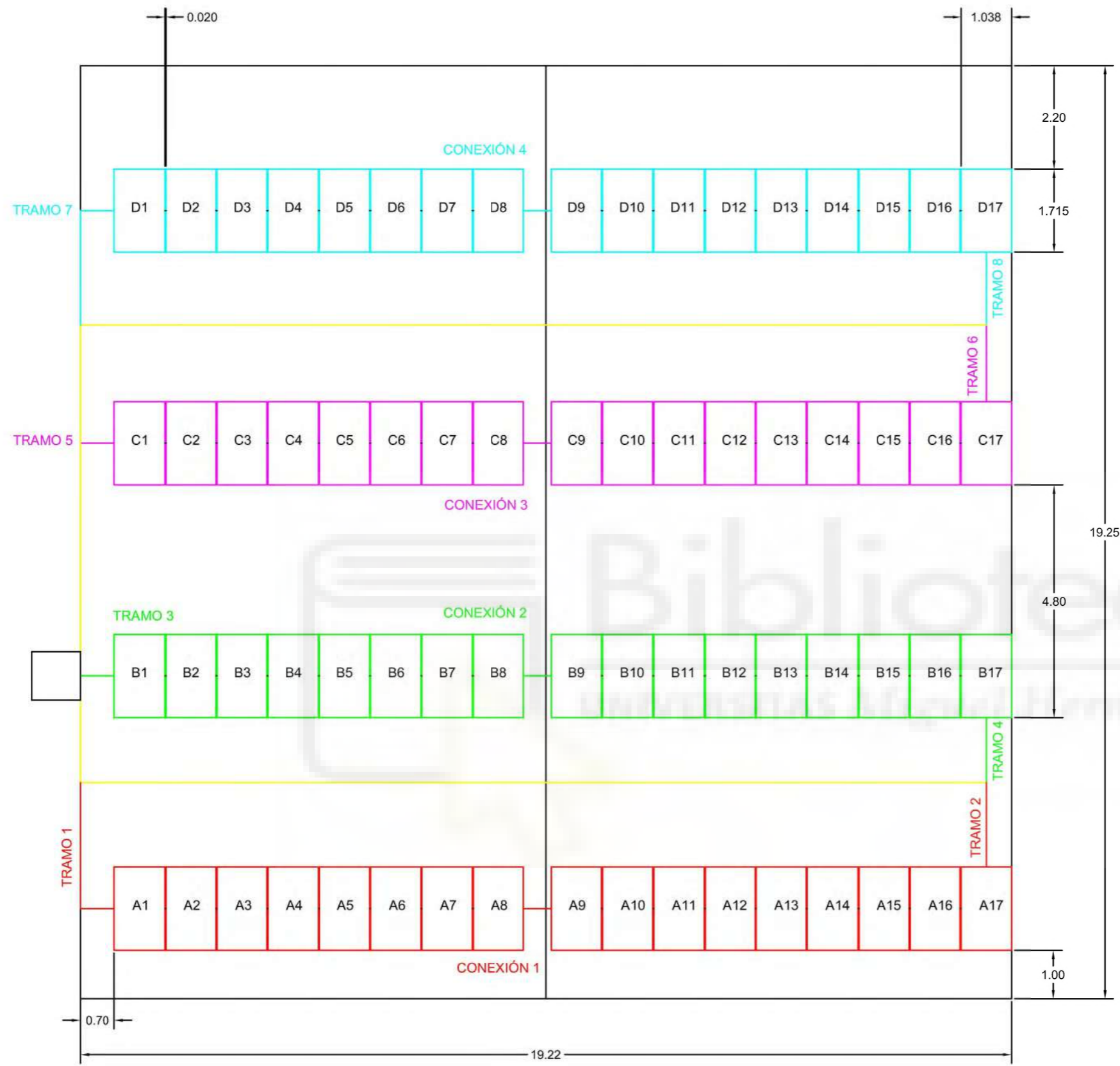
COTAS:	Las medidas del plano estén en metros.			GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.				
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.				
PLANO:	Cubierta de la marquesina de la gasolinera.				
PLANO Nº 02	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.			AUTOR: Juan Luis Domene Serrano	
				FECHA: 14/12/2022	SIN ESCALA





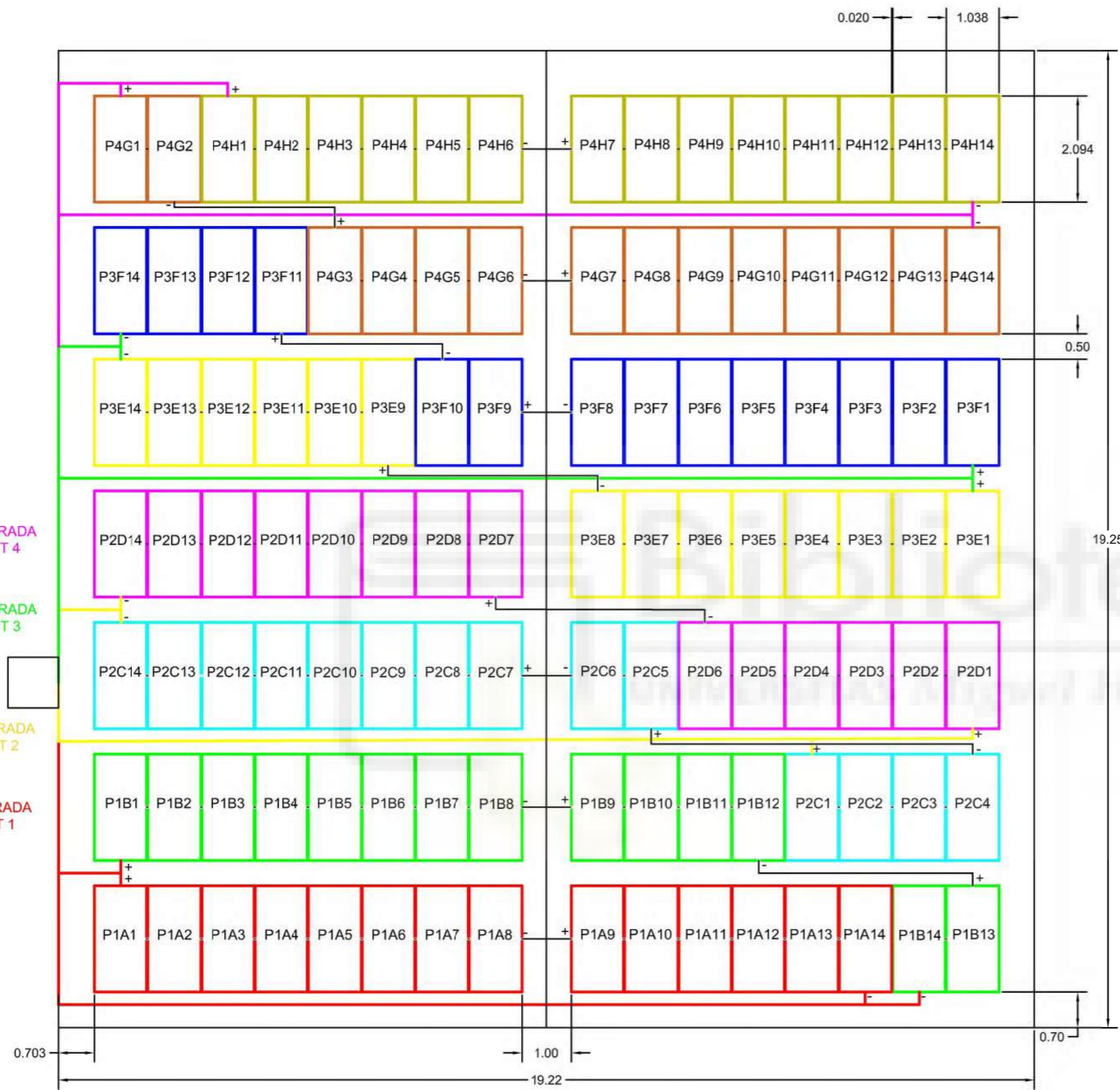
COTAS:	Las medidas del plano estén en metros.			GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.			
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.			
PLANO:	Distribución de los módulos para la inclinación de 35°			
PLANO Nº 03	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCOSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.	AUTOR: Juan Luis Domene Serrano		
		FECHA: 03/01/2023	SIN ESCALA	



COTAS:	Las medidas del plano estn en metros.			GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.				
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.				
PLANO:	Distribución de los paneles para la configuración coplanar.				
PLANO Nº 04	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCOSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.			AUTOR: Juan Luis Domene Serrano	
				FECHA: 14/12/2022	SIN ESCALA



COTAS:	Las medidas del plano estén en metros.			GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.				
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.				
PLANO:	Distribución del cable para los módulos inclinados 35°				
PLANO Nº 05	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.	AUTOR: Juan Luis Domene Serrano			
		FECHA: 14/12/2022	SIN ESCALA		



COTAS:	Las medidas del plano estén en metros.
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.
PLANO:	Distribución del cableado para los módulos coplanares.

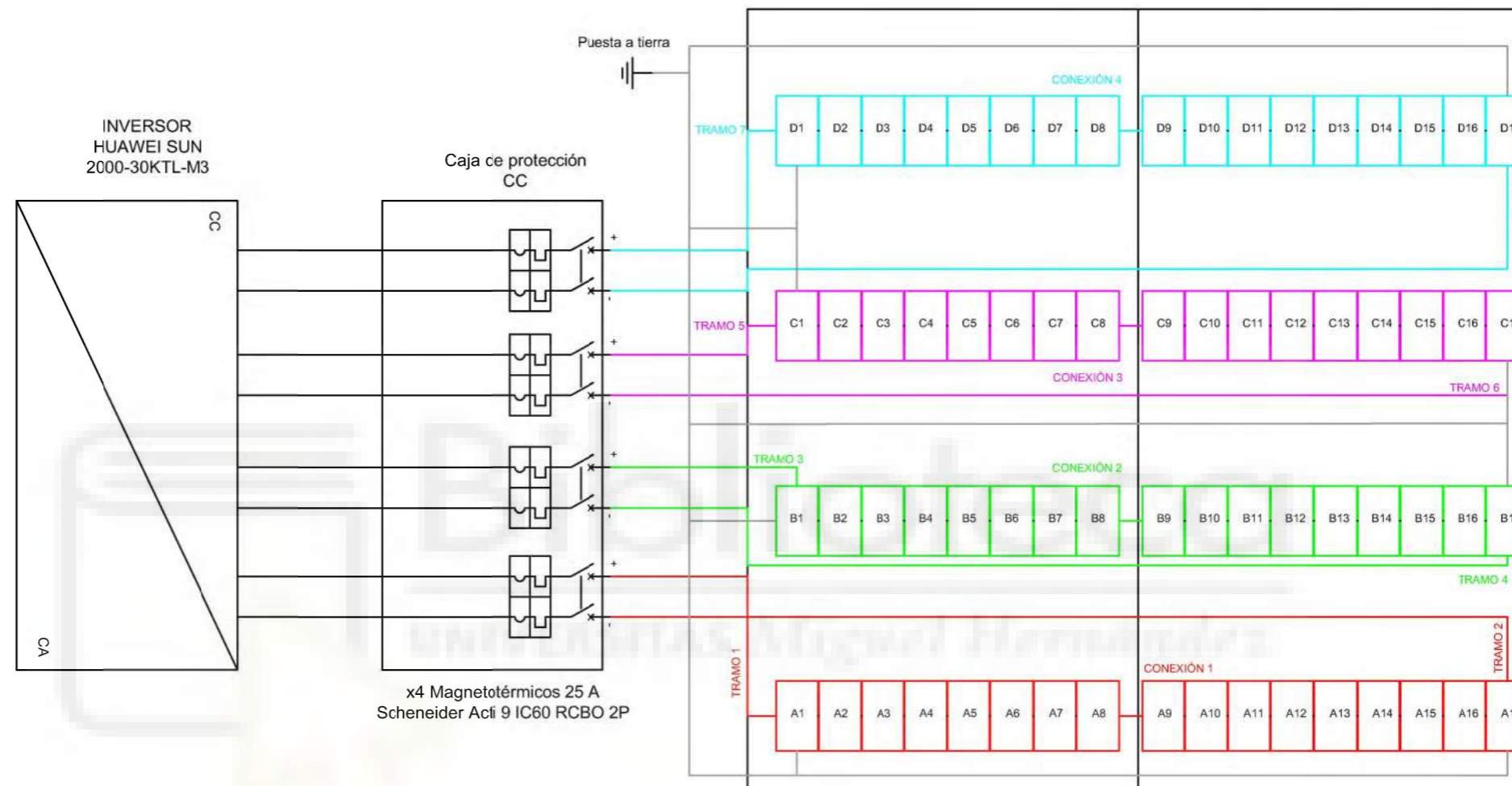


GRADO EN
INGENIERÍA
MECÁNICA



PLANO N° 06	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.	
	AUTOR: Juan Luis Domene Serrano	

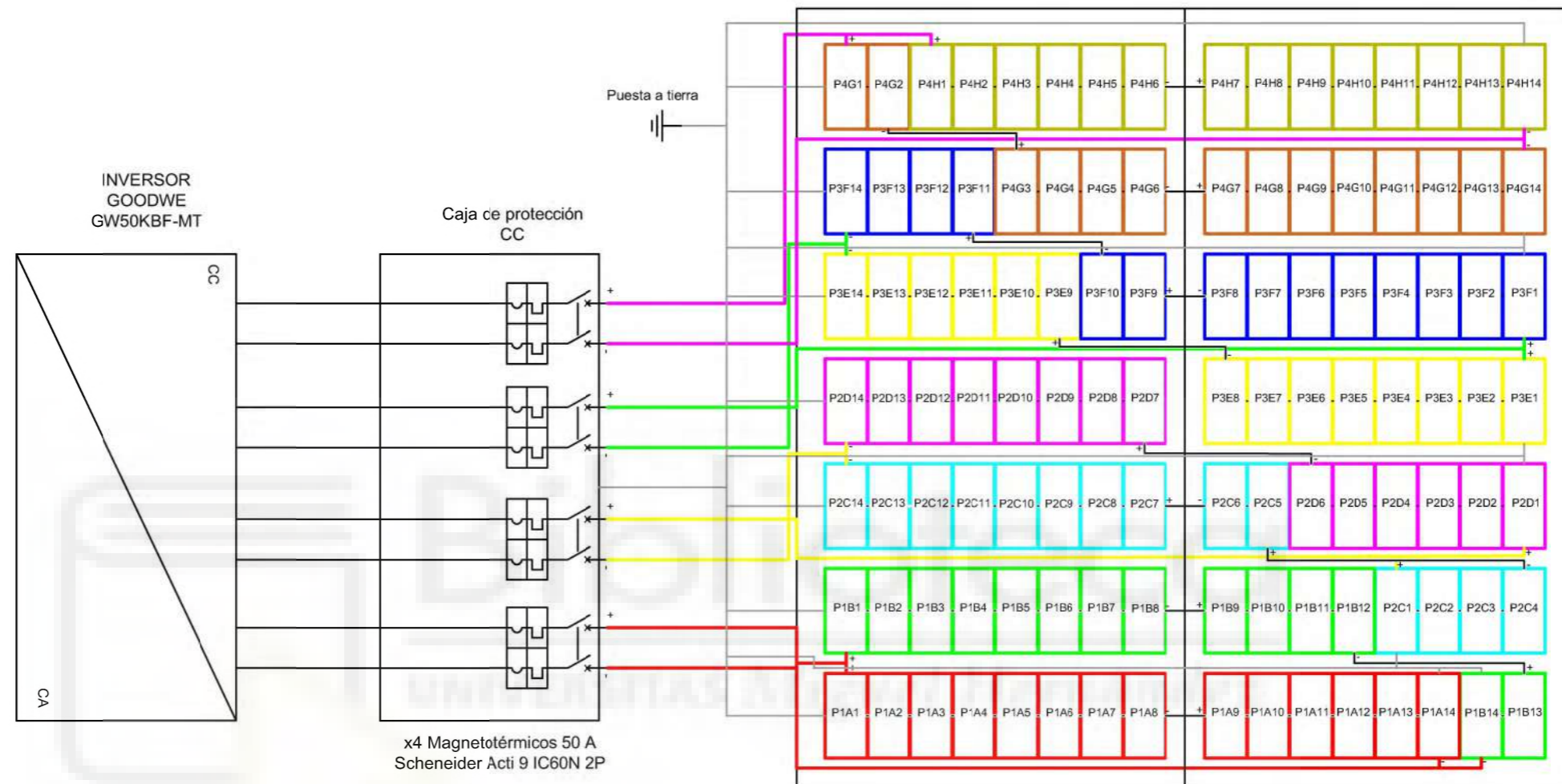
FECHA:
13/12/2022

SIN ESCALA





Todo el cableado de corriente continua se ejecutará con el cable "PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F-4 mm²".

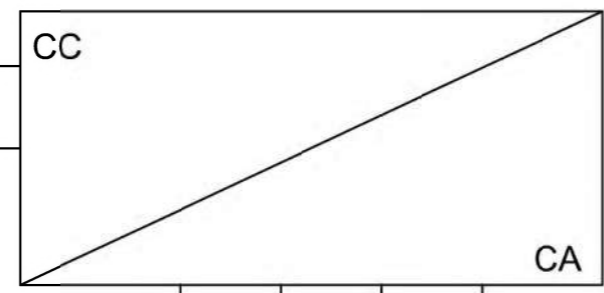
COTAS:				GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.			
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.			
PLANO:	Esquema unifilar de corriente continua configuración 1.			
PLANO N° 07	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.			AUTOR: Juan Luis Domene Serrano
			FECHA: 02/01/2023	SIN ESCALA



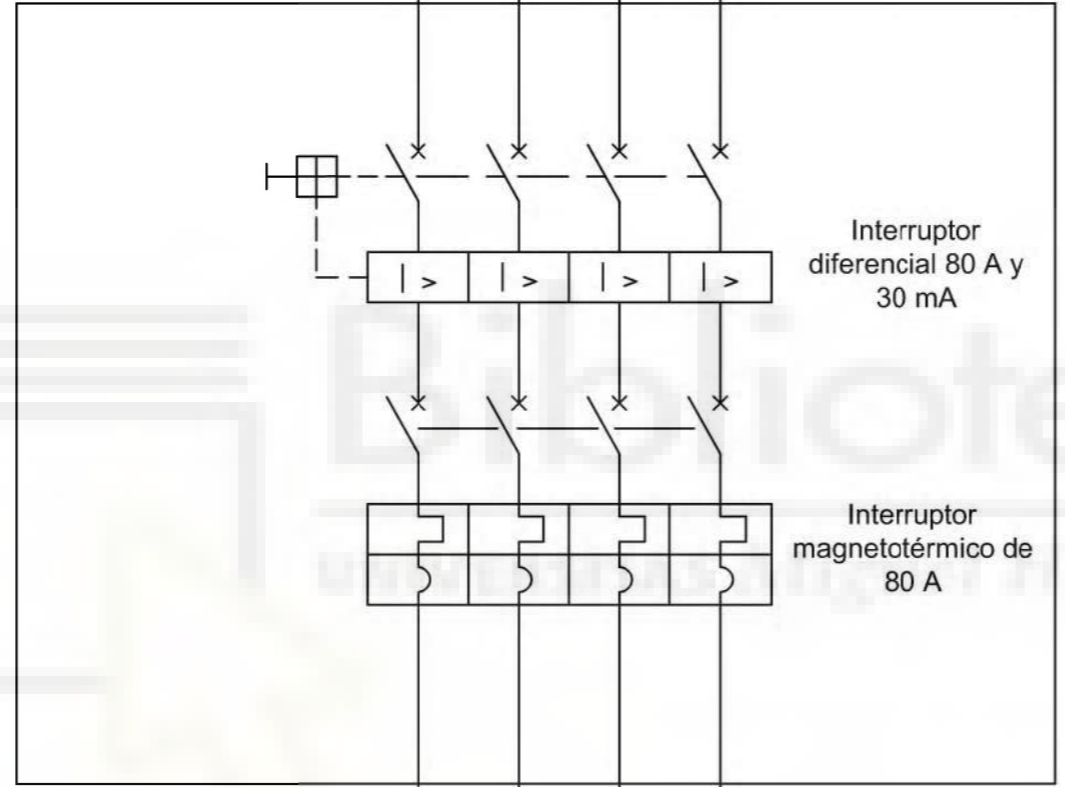
Todo el cableado de corriente continua se ejecutará con el cable "PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F-10 mm²".

COTAS:				GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.				
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.				
PLANO:	Esquema unifilar de corriente continua configuración 2.				
PLANO Nº 08	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.			AUTOR: Juan Luis Domene Serrano	
				FECHA: 02/01/2023	SIN ESCALA

INVERSOR HUAWEI
SUN2000-30KTL-M3



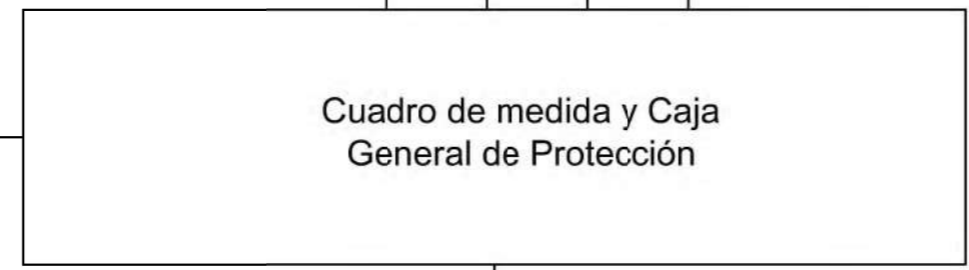
Caja de
protección CA



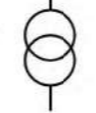
Todo el cableado de corriente alterna se
ejecutará con el conductor RZ1-K 0,6/1
kV 4x16 mm²".





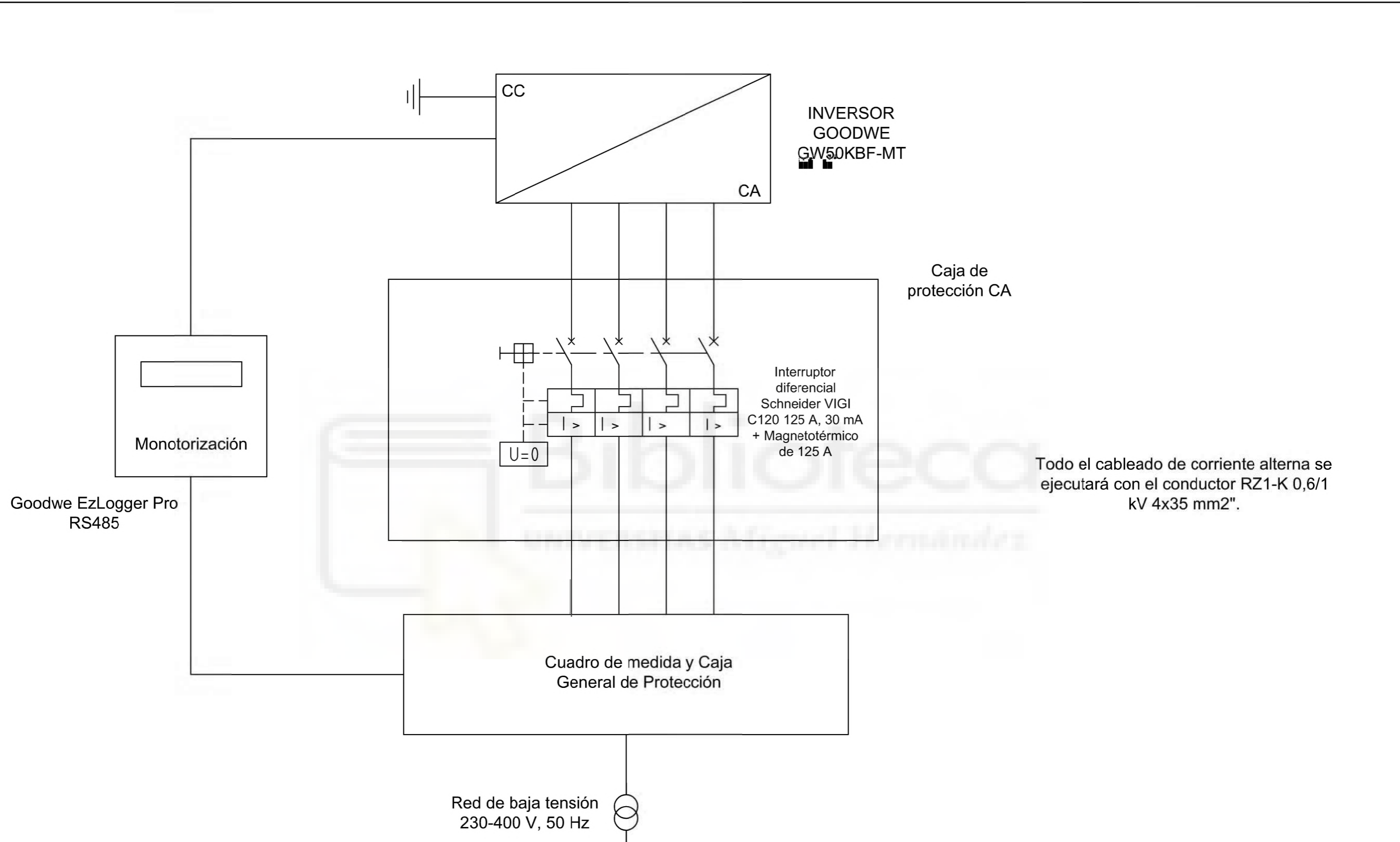
Huawei Smart Logger
3000A



Red de baja tensión
230-400 V, 50 Hz





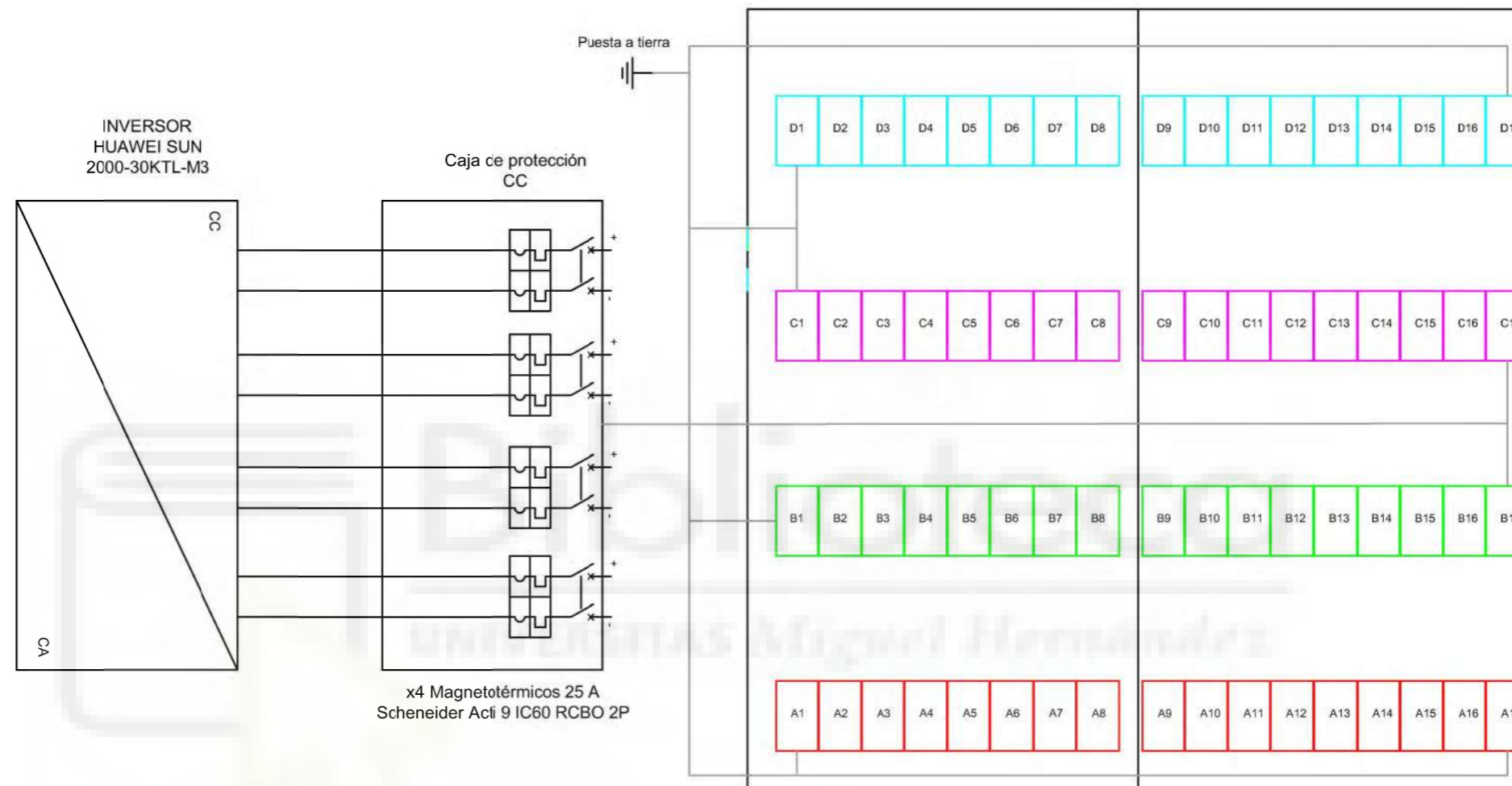
COTAS:				GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.			
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.			
PLANO:	Esquema unifilar de corriente alterna configuración 1.			
PLANO N° 09	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCOSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.			AUTOR: Juan Luis Domene Serrano
			FECHA: 02/01/2023	SIN ESCALA





Goodwe EzLogger Pro
RS485

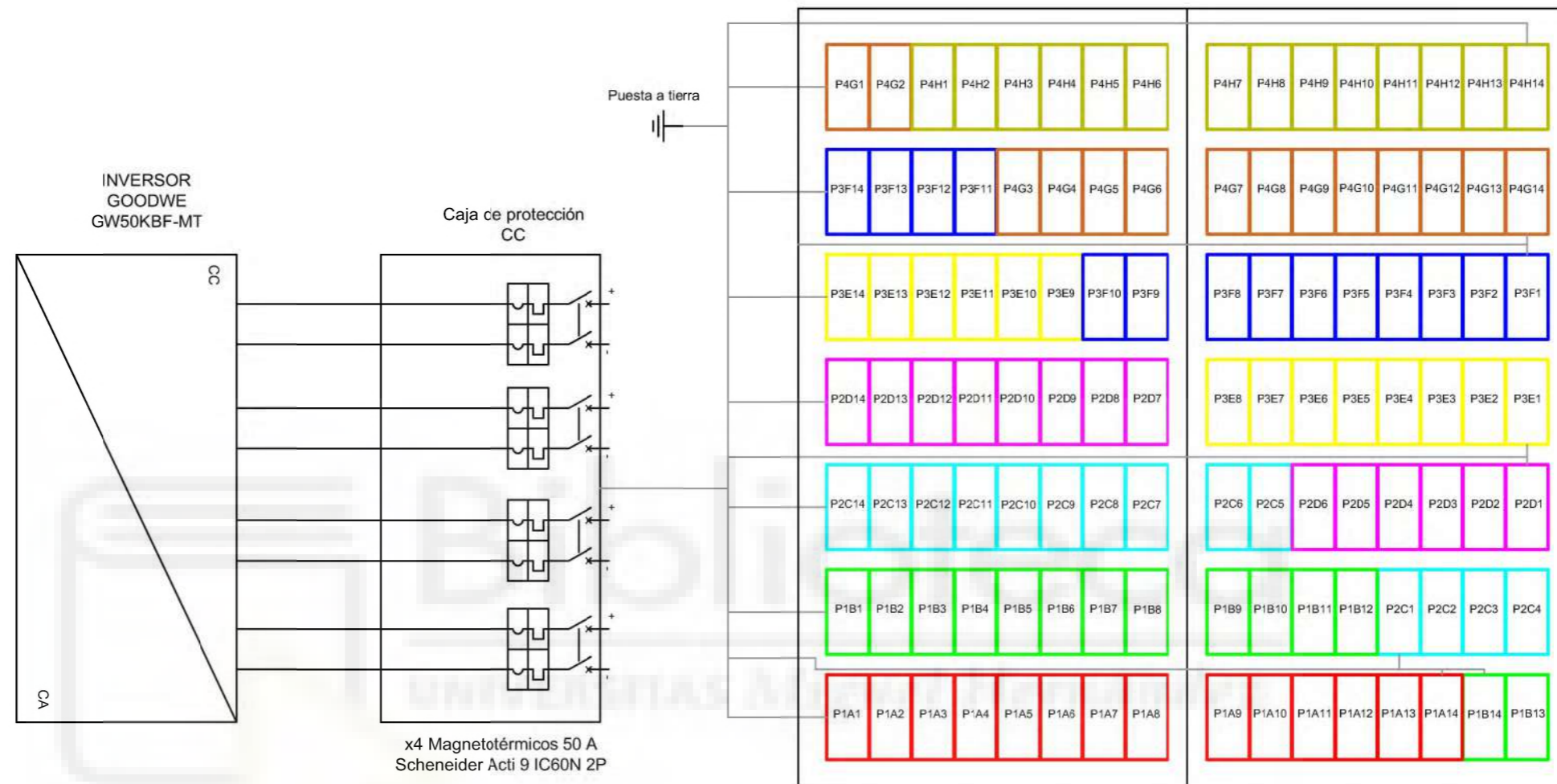
Todo el cableado de corriente alterna se
ejecutará con el conductor RZ1-K 0,6/1
kV 4x35 mm².

COTAS:				GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.				
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.				
PLANO:	Esquema unifilar de corriente alterna configuración 2.				
PLANO Nº 10	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCOSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.			AUTOR: Juan Luis Domene Serrano	
				FECHA: 02/01/2023	SIN ESCALA





Todo el cableado de corriente continua se ejecutará con el cable "PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F-4 mm²".

COTAS:				GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA	
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.				
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.				
PLANO:	Esquema puesta a tierra configuración 1.				
PLANO N° 11	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTOCOSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.			AUTOR: Juan Luis Domene Serrano	
				FECHA: 02/01/2023	SIN ESCALA



Todo el cableado de corriente continua se ejecutará con el cable "PRYSMIAN Tecsun (PV) (AS) PV1-F-10 mm²".

COTAS:				GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA
SITUACIÓN:	Avda. del Alcalde Vicente Quiles, 8, Elche, Alicante.			
PROMOTOR:	Promociones e Iniciativas Municipales de Elche S.A.			
PLANO:	Esquema puesta a tierra configuración 2.			
PLANO N° 12	DISEÑO DE INSTALACIÓN DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA AUTONCONSUMO Y VERTIDO A RED EN LA GASOLINERA DE LA ESTACIÓN DE AUTOBUSES DE ELCHE.			AUTOR: Juan Luis Domene Serrano
			FECHA: 02/01/2023	SIN ESCALA