



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON
ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y
ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED
ELÉCTRICA.**

Tutor: Juan Ángel Saiz Jimenez.

Departamento Ingeniería Eléctrica.

Autor: Raul Clemente Marzo.

CURSO: 2018-2019

INDICE

1.- MEMORIA.	1
1.1.- Objeto del trabajo.	1
1.2.- Generalidades.	1
1.3.- Justificaciones.	3
1.3.1.- Académica.	3
1.3.2.- Técnico-económica.	3
1.3.3.- Legal.	4
1.4.- Descripción de la instalación.	5
1.5.- Localización de la instalación.	14
1.6.- Evaluación de las cargas existentes.	15
2.- CÁLCULOS.	26
2.1.- Cálculo del consumo de energía eléctrica de la instalación.	26
2.2.- Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.	36
2.2.1.- Módulos o placas fotovoltaicas.	39
2.2.1.1.- Alternativas elegidas de placas fotovoltaicas.	39
2.2.1.2.- Cálculo del número de placas.	39
2.2.1.3.- Selección del modelo de placa fotovoltaica.	41
2.2.1.4.- Conexionado de las placas.	41
2.2.1.5.- Distancia entre placas y filas de placas.	42
2.2.2.- Reguladores.	44
2.2.2.1.- Alternativas elegidas de reguladores.	44
2.2.2.2.- Cálculo de los reguladores necesarios.	44
2.2.2.3.- Conexionado de los reguladores.	45
2.2.3.- Inversores.	45
2.2.3.1.- Alternativas elegidas de inversores.	45
2.2.3.2.- Selección de los inversores necesarios.	46
2.2.4.- Baterías.	49
2.2.4.1.- Alternativas elegidas de baterías.	49
2.2.4.2.- Selección del modelo de batería.	50
2.2.4.3.- Cálculo de las baterías necesarias.	51
2.2.4.4.- Conexionado de las baterías.	54

2.3.- Dimensionamiento de la instalación minieólica.....	54
2.3.1.- Alternativas de aerogeneradores.	54
2.3.2.- Cálculo de aerogeneradores necesarios.....	55
2.3.3.- Disposición física.	63
2.4.- Cálculo de la sección de los conductores.	64
2.5.- Instalación eléctrica existente. Modificaciones.....	72
2.6.- Instalación de Puesta a Tierra. Ampliación.....	77
2.7.- Protecciones eléctricas de la instalación.....	79
3.- COSTE ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN.....	85
3.1.- Consideraciones generales.....	85
3.2.- Coste económico de la instalación fotovoltaica.....	85
3.3.- Coste económico de la instalación minieólica.	87
3.4.- Adopción del tipo de instalación renovable.	88
4.- PLANOS.....	89
-Plano 1. Situación y emplazamiento de la instalación.	89
-Plano 2. Planta instalación. Disposición de máquinas herramientas (Fuerza)..	89
-Plano 3. Planta instalación. Disposición de alumbrado y tomas de corriente. ..	89
-Plano 4. Esquema instalación fotovoltaica.....	89
-Plano 5. Esquema instalación minieólica.	89
- Plano 6. Esquema eléctrico unifilar. Instalación actual.....	89
- Plano 7. Esquema eléctrico unifilar. Instalación modificada.....	89
- Plano 8. Detalles instalación Puesta a tierra.....	89
- Plano 9. Detalles de instalación fotovoltaica.....	89
- Plano 10. Espacio ocupado por la instalación fotovoltaica.....	89
- Plano 11. Instalación fotovoltaica. Disposición de montaje de baterías.....	89
- Plano 12. Instalación fotovoltaica. Disposición de montaje de reguladores e inversores.....	89
5.- ANEXOS.....	98
5.1.- Detalles de los elementos eléctricos existentes en la instalación.....	98
5.2.- Fichas técnicas de equipos.....	120
5.3.- Ofertas económicas suministradores equipos.....	139

1.- MEMORIA.

1.1.- Objeto del trabajo.

El presente trabajo fin de grado, tiene como objeto el realizar un diseño de una instalación fotovoltaica y eólica, para alimentar en régimen aislado (sin ninguna conexión a las red eléctrica de la compañía suministradora) a una instalación eléctrica real.

La instalación escogida para la elaboración del trabajo de campo consiste en unas naves situadas en el municipio de Cortes de Pallas, que alojan un taller mecánico industrial y que comprende dos recintos contiguos con aplicaciones diferenciadas, uno dedicado a trabajos básicamente de mecanizados, desmontaje de motobombas hidráulicas y otros equipos, y otro dedicado a trabajos genéricos de calderería (soldadura). Además dentro de este taller mecánico existen varias zonas comunes dedicadas a almacenes, aseos, vestuarios y un despacho, tal y como se describirá en el apartado 4 de esta memoria y puede verse en el apartado de planos.

Se realizará un análisis de las cargas eléctricas existentes en dichos talleres, así como de sus consumos diarios habituales, para diseñar una instalación fotovoltaica/eólica, capaz de abastecer la energía eléctrica consumida por dichas cargas en régimen aislado, esto es desconectada totalmente de la red de suministro de la compañía distribuidora.

Se realizará primero el estudio, diseñando la instalación fotovoltaica necesaria para abastecer todos los consumos de la instalación y posteriormente, una vez diseñada la instalación fotovoltaica necesaria, se repetirá el estudio diseñando la instalación minieólica necesaria para alimentar, mediante uno o más aerogeneradores, por sí sola toda la instalación eléctrica existente. Finalmente en función del análisis técnico y económico, se optará por el tipo de instalación más favorable y que sería la que se implantaría en caso de llevarse a la práctica este estudio.

1.2.- Generalidades.

El consumo energético en la sociedad de la que todos formamos parte activa, crece de forma considerable año tras año, por lo que llegará un momento en que los recursos energéticos naturales de los que se dispone en la actualidad corran peligro de agotarse. Por otra parte, el sistema energético actual basado en las centrales de generación térmica y nuclear, presenta impactos negativos importantes sobre el medioambiente por lo que es necesario actuar con cierta rapidez mediante otras alternativas energéticas.

Estas razones hacen que sea necesaria la búsqueda de nuevas fuentes alternativas de energía que contribuyan a diversificar la actual oferta energética de forma que se pueda hacer frente al incremento de consumo a la vez que se es respetuoso con el medioambiente.

Las energías renovables son la principal alternativa energética razonable en la actualidad. Este tipo de energías se caracterizan principalmente por ser inagotables y presentan un reducido impacto ambiental en comparación con otras energías. Además constituyen una apuesta tecnológica de futuro, de modo que se pueda conseguir que estos recursos, prácticamente inagotables, sean una de las fuentes consolidables de suministro energético en un futuro próximo.

Dos de las energías renovables que mayor desarrollo e implantación están teniendo como fuentes de energía alternativas en la actualidad, son la energía solar fotovoltaica y la energía eólica.

La energía eólica es la energía que se obtiene del viento. Se trata de un tipo de energía cinética producida por el efecto de las corrientes de aire. Esta energía la podemos convertir en electricidad a través de un generador eléctrico. La energía eólica se ha convertido en una fuente de generación de electricidad clave para el cambio del modelo energético, más limpio y sostenible. La mejora de la tecnología permite que algunos campos eólicos produzcan energía eléctrica tan barata como lo hace el carbón o las centrales nucleares. Es una energía renovable, limpia, que no contamina y que ayuda a reemplazar la energía producida a través de los combustibles fósiles. Sin duda, estamos ante una fuente de energía con sus ventajas y sus desventajas, pero las primeras superan a las segundas.

La energía solar fotovoltaica consistente en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, es quizá, dentro de las energías renovables, la que podríamos considerar más ecológica debido al bajísimo impacto ambiental que presenta y está llamada a ser una de las energías del futuro próximo. Los sistemas fotovoltaicos se caracterizan por no necesitar ningún suministro exterior de otra energía, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso, el sol, que es inagotable.

El desarrollo actual de estos dos tipos de energía alternativa, hace que las instalaciones de producción de energía eléctrica basada en estos dos sistemas sean cada vez más rentables, debido al abaratamiento de los equipos y tecnología que componen este tipo de instalación, lo que conlleva a que sean alternativas al suministro eléctrico convencional en algunas instalaciones aisladas.

Esto supone que es viable la adopción de estos tipos de instalaciones como alternativa al suministro convencional a través de las redes de las compañías suministradoras de electricidad, en algunas determinadas instalaciones concretas, en las que es posible desconectarse por completo de la red eléctrica, pasando a funcionar este tipo de instalaciones en régimen de aislada de red.

1.3.- Justificaciones.

1.3.1.- Académica.

El presente trabajo sirve para completar la última fase del estudio de Grado en Ingeniería Eléctrica y en él se aplican los conceptos y conocimientos, adquiridos durante los cuatro cursos que componen el plan de estudios del Grado en Ingeniería Eléctrica.

1.3.2.- Técnico-económica.

Este trabajo está justificado técnicamente, pues como ya se ha adelantado en el apartado de antecedentes, la utilización de instalaciones de energías renovables (fotovoltaica y minieólica) como alternativa al suministro de energía eléctrica desde la red de la compañía distribuidora, es cada vez más rentable, debido a la reducción de precios que están sufriendo los equipos que componen las instalaciones fotovoltaicas y eólicas. De esta manera hoy en día es frecuente, mediante el diseño correcto de una instalación basada en energías renovables, la desconexión de una instalación eléctrica de la red de suministro de la compañía distribuidora, para pasar a trabajar en el régimen de instalación aislada.

Por otra parte los precios de los elementos que componen las instalaciones fotovoltaicas y minieólicas, diseñadas en el presente trabajo, se corresponden con precios reales de mercado, por lo que el estudio económico es totalmente coherente y ajustado a la realidad. En caso de trascurrir un periodo de tiempo considerable y se decidiera la implantación efectiva del presente estudio, deberían revisarse los precios adoptados en este trabajo pues la tendencia es una variación a la baja lo que redundará en un abaratamiento de la instalación y una mayor viabilidad económica de la misma.

1.3.3.- Legal.

Para la elaboración del presente trabajo se han aplicado en los puntos que le es de aplicación y cumple en su totalidad la siguiente legislación.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- IDAE. Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red. PCT-A-REV- Febrero 2009.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. BOE número 310, de 27 de diciembre de 2013.
- Código Técnico de la Edificación (CTE). RD 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Norma UNE-EN 60629-6:2012. Fusibles de baja tensión. Requisitos suplementarios para los cartuchos fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica.
- Norma UNE-HD 60634-5-52: 2014. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52. Selección e instalaciones de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- Norma UNE-EN 50618. Marzo 2015. Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.
- Norma UNE-HD 60634-7-712:2017. Instalaciones eléctricas de Baja Tensión Parte 7-712 Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de instalación solar fotovoltaica (FV).
- Otras Normas UNE de aplicación de instalaciones y equipos eléctricos.

1.4.- Descripción de la instalación.

La instalación objeto del presente estudio está situada en el municipio de Cortes de Pallas, en Valencia y corresponde a unos talleres mecánicos, de los que dispone la compañía Iberdrola, formando parte de sus instalaciones del Complejo Cortes La Muela. Dicho taller mecánico es el utilizado ocasionalmente por el personal de mantenimiento de las instalaciones del centro, para realizar los diversos trabajos que se llevan a cabo en los centros que componen el complejo.



Fotografía 1. Captura aérea talleres (Fuente: Google Earth)

Dado el uso no habitual que se realiza en este taller es por lo que se tendrá en cuenta esta notoriedad, a la hora de fijar las cargas eléctricas a alimentar por las instalaciones fotovoltaicas/eólica y la autonomía de las baterías necesarias para alimentar la instalación, en caso de falta de radiación solar y velocidad de viento.

Como ya se ha indicado en el apartado anterior dicho taller mecánico está dividido en dos recintos contiguos y claramente diferenciados, además de las instalaciones comunes (aseos, vestuarios, almacenes, etc..), utilizándose habitualmente cada uno de estos recintos para realizar distintos tipos de trabajos. Los dos recintos principales donde se encuentra la mayor parte de las cargas eléctricas se denominan, y así se hará mención a ellos durante todo el trabajo, como Taller de mecanizados y Taller de calderería. En la siguiente figura puede verse la disposición en planta de la nave de los talleres, donde puede observarse los elementos principales alojados en los mismos.

Una vez realizado el estudio de los elementos que comprenderán la instalación fotovoltaica/minieólica, los equipos de batería así como los reguladores e inversores necesarios deberán alojarse en este almacén, para lo que deberá rehabilitarse, ampliándolo mínimamente hacia el taller de mecanizados y adecantarse para albergar a estos equipos. En los Planos N° 11 y 12, del apartado Planos puede observarse la disposición que tendrán estos equipos dentro del recinto.

Almacén pequeño.

Este almacén que no tiene acceso desde el interior de las naves, sino que únicamente se accede desde el exterior, está destinado a almacenar útiles y piezas desmontadas de equipos poco pesados, que no se utilizan frecuentemente.

En este almacén existe alumbrado mediante luminarias fluorescentes, así como una toma de corriente monofásica de 10/16 A, para diversos usos.

Sala compresor.

Esta pequeña sala, anexa al almacén anterior, acoge en su interior el compresor de aire para trabajos en los talleres. Desde esta sala se tiene una red distribución de aire con tomas en cada taller para los diversos trabajos en los que se utilizan máquinas neumáticas o sistemas de aire comprimido.

El alumbrado de esta sala de compresor, está compuesto por una luminaria que aloja una lámpara fluorescente. La alimentación del compresor alojado en el interior de la sala será considerada en la evaluación de cargas eléctricas del taller de calderería.

Despacho.

Existe en la nave de los talleres, un despacho que es utilizado por el personal de mantenimiento para realizar reuniones periódicas de trabajo y otros eventos laborales que requieren la reunión de varias personas.

Los equipos eléctricos a considerar en el despacho son las luminarias fluorescentes que conforman en alumbrado del mismo así como una base de enchufe utilizada para conectar el ordenador y algún otro pequeño aparato doméstico.

Aseos y vestuarios.

Para la utilización del personal de mantenimiento que trabaja en los talleres, existen unos aseos y vestuarios dentro de las naves. La dotación del agua caliente

sanitaria a estos aseos se realiza a través de un calentador de agua mediante placa solar, de ahí que no será considerada la carga eléctrica del agua caliente de los aseos como carga a alimentar desde la instalación con energías renovables que se va a diseñar.

En los vestuarios y aseos el alumbrado está formado por luminarias empotradas en el techo (Modelo DOWNLIGHT) y que alojan lámparas led de 11 W, además de disponer también de tres tomas de corriente monofásicas de 10/16 A para usos de pequeños aparatos domésticos.

Pasillo.

El pasillo que comunica los recintos de los dos talleres dispone además de una base de enchufe, para conectar puntualmente algún pequeño electrodoméstico como un aspirador de limpieza, alumbrado mediante luminarias que alojan tres lámparas fluorescentes cada una.

Descripción de la utilización de las zonas comunes.

El uso que se les da a las zonas comunes de los talleres, como son los almacenes y el despacho es meramente ocasional, ya que dado que la utilización de los dos talleres para realizar trabajos es muy puntual todavía lo es más la utilización de todos estos recintos comunes.

Sin embargo la utilización de los aseos y vestuarios sí que es utilizado todos los días laborables por el personal de mantenimiento, ya que utilizan estas dependencias para colocarse la ropa de trabajo y trasladarse a las instalaciones del centro.

Dada esta utilización remota de las zonas comunes del taller mecánico, dotada toda ella de equipos eléctricos monofásicos, es por lo que no se considerará dentro del presente estudio, la alimentación a la totalidad de esta carga eléctrica, incrementándola con la carga eléctrica del resto de instalación del taller, pues en ningún caso estará todo funcionando al mismo tiempo y si decidiéramos considerarla, arrojaría un diseño muy sobredimensionado.

Taller de mecanizados.

Este taller aloja varias máquinas herramientas para mecanizados, de ahí su nombre, y además de utilizarse para trabajos de mecanizado de piezas, también se utiliza usualmente para realizar los trabajos de desmontaje, reparaciones y montaje de válvulas, motores y motobombas hidráulicas.

En este taller existen los siguientes equipos alimentados elèctricamente y que pueden verse en las fotografias siguientes, asì como en detalle en el Anexo 5.1 de este documento:



Fotografía 2. Vista general 1 Taller mecanizados.



Fotografía 3. Vista general 2 Taller mecanizados.

Máquinas herramientas.

- 1 ud. Limadora.
- 1 ud. Torno horizontal grande.
- 1 ud. Fresadora.
- 1 ud. Sierra de vaivén.
- 1 ud. Torno horizontal pequeño.
- 1 ud. Taladradora de columna pequeña.
-

Equipo de elevación.

- 1 ud. Grúa giratoria de un brazo de 1 Tm.

Equipo de calefacción.

- 1 ud. Calefactor.

Alumbrado y tomas de fuerza.

- 5 uds. Proyectoros con lámparas halógenos.
- 4 uds. Luminarias fluorescentes.
- 2 uds. Tomas de corriente monofásicas de 16 A.
- 2 uds. Tomas de corriente trifásicas de 16 A.

Descripción del funcionamiento de los equipos del taller de mecanizados.

La utilización de las máquinas herramientas del taller de mecanizados no se lleva a cabo habitualmente todos los días sino sólo cuando se requieren algunas modificaciones o ajustes de piezas que se han averiado o sufrido algún deterioro y estas máquinas herramientas son utilizadas por muy pocos oficiales de mantenimiento lo que hace que no se dé el caso de la utilización de varias máquinas herramientas al mismo tiempo. Estos equipos tienen todos ellos alimentación eléctrica trifásica.

La grúa giratoria de este taller es utilizada cuando se cargan/descargan piezas en el taller para realizar trabajos en las mismas, así como para el manejo de piezas pesadas durante los trabajos de reparaciones, desmontajes y montajes que se llevan a cabo en el taller. Las maniobras con este elemento las realiza cualquier oficial por lo que puede coincidir con cualquier otro trabajo del taller. Este equipo tiene alimentación eléctrica trifásica.

En el taller de mecanizados se dispone de un equipo calefactor de aire de alimentación eléctrica trifásica, que se utiliza para climatizar el recinto durante algunos días de los meses más fríos del año, típicamente en esta zona de Cortes de Pallas los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Fuera de este periodo este equipo está desconectado y no se utiliza. Este equipo dispone de alimentación eléctrica trifásica.

En cuanto al alumbrado del taller aunque dispone de unos ventanales en la parte alta del mismo, no aportan la suficiente iluminación para realizar trabajos en el interior del taller por lo que prácticamente, cada día que se realizan trabajos en el taller (oficiales de mantenimiento dentro de la jornada laboral + tiempo empleado por el personal de limpieza para limpieza del taller) se mantienen encendidos, como alumbrado de base, los cinco proyectores con lámparas de halógenos.

Las luminarias fluorescentes, se encienden puntualmente para reforzar el alumbrado general del taller, en alguna zona concreta y para realizar algunos trabajos determinados. Como norma general no se enciende nunca todo el alumbrado fluorescente de este taller al mismo tiempo, dado su aplicación citada.

Todo el alumbrado de este taller dispone de alimentación eléctrica monofásica.

Las tomas de corriente instaladas en este taller se utilizan para la alimentación eléctrica de alguna máquina portátil como amoladora, taladro o aspirador de pequeña potencia, para el caso de las tomas monofásicas y para las tomas trifásicas para la prueba del funcionamiento de algún pequeño motor durante las revisiones y reparaciones.

Taller de calderería.

Este taller aloja, al igual que el taller de mecanizados, algunas máquinas herramientas pero para trabajos de menor ajuste, por lo que se utiliza para pequeños trabajos de mecanizados bastos, además de esto también se utiliza usualmente para realizar los trabajos de soldadura que se acometen en el centro, dado que en dicho taller está la mesa de trabajo de soldadura, con el equipo extractor de humos así como con el equipo de soldadura, también se utiliza para los trabajos de conformación y reparación de tuberías metálicas.

En el taller de calderería existen los siguientes equipos alimentados eléctricamente y que pueden verse en las fotografías siguientes, así como con detalle en el Anexo 5.1:



Fotografía 4. Vista general 1 Taller calderería.



Fotografía 5. Vista general 2 Taller calderería.

Máquinas herramientas y otros equipos.

- 1 ud. Sierra de cinta.
- 1 ud. Esmeriladora pequeña.
- 1 ud. Esmeriladora grande.
- 1 ud. Taladradora de columna grande.
- 1 ud. Equipo de soldadura.

- 1 ud. Extractor de humos soldadura.
- 1 ud. Motocompresor de aire para trabajos.

Equipo de elevación.

- 1 ud. Puente grúa de 2 Tm.

Equipo de calefacción.

- 1 ud. Calefactor.

Alumbrado y tomas de fuerza.

- 2 uds. Proyector con lámparas halógenos.
- 5 uds. Luminaria tipo foco con lámpara vapor mercurio.
- 1 uds. Luminaria tipo proyector con lámpara halógena.
- 1 uds. Luminarias fluorescentes.
- 4 uds. Tomas de corriente monofásicas de 16 A.
- 1 uds. Toma de corriente trifásica de 40 A.

Descripción del funcionamiento de los equipos del taller de calderería.

La utilización de las máquinas herramientas y equipos del taller de calderería, al igual que ocurría con el taller de mecanizados, no se realiza habitualmente todos los días, sino sólo cuando se requieren algunas pequeñas mecanizaciones, reparaciones por soldadura y modificaciones en tuberías metálicas. En este taller de calderería todavía es menos frecuente el que se realicen trabajos simultáneos de soldadura y de mecanizados con las máquinas herramientas existentes en el mismo. Estos equipos tienen todos ellos alimentación eléctrica trifásica.

El puente grúa de este taller es utilizado cuando se cargan/descargan piezas en el taller para realizar trabajos en las mismas, así como para el manejo de piezas pesadas durante los trabajos de reparaciones, desmontajes y montajes, de tuberías metálicas básicamente, que se llevan a cabo en el taller. Las maniobras con este puente grúa las realiza cualquier oficial del centro, por lo que puede coincidir con cualquier otro trabajo que se esté ejecutando en el taller. Este equipo tiene alimentación eléctrica trifásica.

En este taller, al igual que ocurría en el taller de mecanizados, se dispone de un equipo calefactor de aire de alimentación eléctrica trifásica idéntico al del otro taller, y que se utiliza para climatizar el recinto durante algunos días de los meses más fríos del

año, coincidiendo con el otro taller, esto es, durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero. Fuera de este periodo este equipo está desconectado y no se utiliza al igual que ocurría con el del otro taller.

Aunque en este taller también se dispone de unos ventanales en la parte alta del mismo no aportan la suficiente iluminación para realizar trabajos en el interior del taller, por lo que prácticamente cada día que se realizan trabajos en el taller, (oficiales de mantenimiento dentro de la jornada laboral + tiempo empleado por el personal de limpieza para limpieza del taller) se mantienen encendidos, como alumbrado de base, los dos proyectores con lámparas de halógenos.

Además de este alumbrado de base del taller existen cinco luminarias tipo foco, con lámparas de vapor de mercurio que se utilizan para iluminar la zona (mesa) en la que se realizan los trabajos de soldadura y que lógicamente coinciden con estos trabajos en el taller.

La luminaria fluorescente, así como el proyector pequeño con lámpara halógena se encienden puntualmente para reforzar el alumbrado general del taller, en alguna zona concreta, para algún trabajo determinado. No es frecuente conectar estos dos equipos de iluminación fluorescente coincidiendo con los descritos anteriormente del taller de calderería.

Todo el alumbrado de este taller dispone de alimentación eléctrica monofásica.

Las tomas de corriente instaladas en este taller se utilizan para la alimentación eléctrica de alguna máquina portátil como amoladora, taladro o aspirador de pequeña potencia, para el caso de las tomas monofásicas y la toma trifásica se utiliza para la conexión del equipo de soldadura trifásico.

1.5.- Localización de la instalación.

La instalación objeto del presente trabajo está situada en el municipio de Cortes de Pallas, en la provincia de Valencia.

Las coordenadas geográficas del lugar son:

Latitud: 39° 15' 32" N. (39,2588823)

Longitud: 0° 56' 24" O. (-0,9399912)

Las coordenadas UTM del emplazamiento son:

X: 677.735 Y: 4.347.528 HUSO: 30 N

En el Plano N° 1 del apartado de planos puede verse la situación geográfica de la instalación así como su ubicación dentro del municipio de Cortes de Pallas.

1.6.- Evaluación de las cargas existentes.

Vamos a evaluar en este apartado todas las cargas eléctricas existentes en los talleres, para ello nos valdremos de las placas de características de los diferentes equipos. Dicha información se ha incluido, aportando las fotografías como justificación, en el Anexo 5.1 del Apartado 5 de este documento.

Toda la instalación eléctrica de ambos talleres se alimenta bajo la forma de corriente alterna, tanto en distribución monofásica para algunos consumos, como en distribución trifásica.

Para el caso particular de los equipos que disponen de motores trifásicos se tomará como carga máxima la potencia del motor eléctrico más potente, de entre los que lleve el equipo (caso de llevar más de un motor y el funcionamiento de los mismos no ser simultáneo en el equipo) y se considerará que el motor eléctrico trabaja a potencia nominal. Dado que esto no será habitual en la mayor parte de las máquinas, pues dependerá de la carga mecánica sobre la que se esté trabajando, otorga un coeficiente de seguridad que incluye el pequeño consumo del control eléctrico que tienen algunas de las máquinas y que no vamos a contemplar, además de dar flexibilidad a la instalación al considerarse que no se trabajará siempre con las máquinas a plena carga.

Se considerarán por una parte las cargas monofásicas correspondientes a las instalaciones de alumbrado y tomas de corrientes monofásicas, y por otra parte las cargas más importantes que corresponden a las cargas alimentadas por corriente alterna trifásica.

Al tratarse de una única instalación de taller mecánico repartido en los dos talleres citados, taller de mecanizados y taller de calderería y sus recintos comunes, la evaluación de cargas totales a considerar será en conjunto para los dos talleres, al disponerse de una única alimentación en corriente trifásica y una única para corriente monofásica.

Una vez seleccionado los equipos que formarán la instalación fotovoltaica (mini eólica) ya realizaremos los repartos de cargas correspondientes, si es necesario para no confiar toda la carga a un solo equipo de la instalación renovable.

Cargas eléctricas de alumbrado.

ZONAS COMUNES.

Almacén grande.

- 4 luminarias incluyendo cada una dos lámparas fluorescentes de 36 W.
Potencia unitaria = 72 W. Potencia total = $4 \times 72 = 288 \text{ W} = 0,288 \text{ kW}$.

Almacén pequeño.

- 2 luminarias incluyendo cada una de ellas una lámpara fluorescente de 36 W.
Potencia unitaria = 36 W. Potencia total = $2 \times 36 = 72 \text{ W} = 0,072 \text{ kW}$.

Sala compresor.

- 1 luminaria incluyendo una lámpara fluorescente de 36 W.
Potencia unitaria = 36 W. Potencia total = $36 \text{ W} = 0,036 \text{ kW}$.

Vestuarios.

- 5 luminarias empotradas en techo (downlight) incluyendo una lámpara led de 11 W.
Potencia unitaria = 11 W. Potencia total = $5 \times 11 = 55 \text{ W} = 0,055 \text{ kW}$.

Duchas y aseos.

- 10 luminarias empotradas en techo (downlight) incluyendo una lámpara led de 11 W.
Potencia unitaria = 11 W. Potencia total = $10 \times 11 = 110 \text{ W} = 0,110 \text{ kW}$.

Pasillo.

- 5 luminarias incluyendo cada una tres lámparas fluorescentes de 18 W.
Potencia unitaria = 54 W. Potencia total = $5 \times 54 = 270 \text{ W} = 0,27 \text{ kW}$.

Despacho.

- 2 luminarias incluyendo cada una dos lámparas fluorescentes de 36 W.
Potencia unitaria = 72 W. Potencia total = $2 \times 72 = 144 \text{ W} = 0,144 \text{ kW}$.

TALLER DE CALDERERÍA.

Las cargas son las siguientes:

- 2 Proyectoros equipados con lámparas de halogenuros metálicos de 400 W con arrancador.
Potencia unitaria = 415 W. Potencia total = $2 \times 0,415 = 0,83$ kW.
- 5 Luminarias tipo foco equipadas con lámparas de vapor de mercurio de 250 W con arrancador.
Potencia unitaria = 268 W. Potencia total = $5 \times 268 = 1340$ W = 1,34 kW.
- 1 Proyector con lámpara halógena de 500 W. Potencia total = 0,5 kW.
- 1 Pantalla con lámpara fluorescente de 36 W. Potencia total = 0,036 kW.

TALLER DE MECANIZADOS.

Las cargas son las siguientes:

- 5 Proyectoros equipados con lámparas de halogenuros metálicos de 400 W con arrancador.
Potencia unitaria = 415 W. Potencia total = $5 \times 0,415 = 2,075$ kW.
- 4 Pantallas fluorescentes de 36 W.
Potencia total = $4 \times 0,036 = 0,144$ kW.

Claramente como puede observarse en la evaluación anterior, los consumos eléctricos de alumbrado en los dos talleres, son superiores a los consumos en las instalaciones comunes como almacenes, despacho y aseos, de ahí que se vaya a diseñar la instalación renovable para cubrir estos consumos mayores en los talleres, pues no es previsible la utilización simultánea de los dos tipos de recintos (talleres y zonas comunes), dado el uso definido para cada uno.

Cargas eléctricas de calefacción.

Taller de calderería.

La carga de calefacción es fija y consiste en un calefactor trifásico de 9 kW a 380-400 V.

$$\text{Potencia total} = 9 \text{ kW.}$$

Taller de mecanizados.

La carga de calefacción es la misma que en el otro taller y consiste en un calefactor trifásico de 9 kW a 380-400 V.

$$\text{Potencia total} = 9 \text{ kW.}$$

Cargas eléctricas de fuerza (máquinas herramientas y soldadura).

Las cargas eléctricas de las diferentes máquinas existentes en los dos talleres son las siguientes.

Taller de mecanizados.

- 1 LIMADORA. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene un consumo de 6,9 A. Considerando un factor de potencia de 0,85 tenemos.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 6,9 \cdot 0,85 = 4063,4 \text{ W} = 4,1 \text{ kW.}$$

- 1 TORNO HORIZONTAL GRANDE. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene una potencia máxima según la placa de 15 kW.

$$P = 15 \text{ kW.}$$

- 1 FRESADORA. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene un consumo de 5,4 A. Considerando un factor de potencia de 0,85 tenemos.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 5,4 \cdot 0,85 = 3180 \text{ W} = 3,18 \text{ kW.}$$

- 1 SIERRA DE VAIVÉN. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene un consumo de 2,5 A. Considerando un factor de potencia de 0,85 tenemos.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 2,5 \cdot 0,85 = 1472,2 \text{ W} = 1,472 \text{ kW.}$$

- 1 TORNO HORIZONTAL PEQUEÑO. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene una potencia de 5,7 kW. Considerando un rendimiento del motor de 0,9 (realmente será mayor lo que da un margen de seguridad) tenemos.

$$P = P_m/\eta = 5,7/0,9 = 6,33 \text{ kW.}$$

- 1 TALADRADORA DE COLUMNA PEQUEÑA. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene un consumo de 6,8 A. Tomando el factor de potencia de la placa de 0,83 tenemos.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 6,8 \cdot 0,83 = 3910 \text{ W} = 3,91 \text{ kW.}$$

Taller de calderería.

- 1 TALADRADORA DE COLUMNA GRANDE. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene un consumo de 14,1 A. Considerando un factor de potencia de 0,85 tenemos.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 14,1 \cdot 0,85 = 8303 \text{ W} = 8,303 \text{ kW.}$$

- 1 SIERRA DE CINTA. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene un consumo de 14,1 A. Considerando un factor de potencia de 0,85 tenemos.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 2,8 \cdot 0,85 = 1649 \text{ W} = 1,649 \text{ kW.}$$

- 1 ESMERILADORA PEQUEÑA. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene un consumo de 0,9 A. Considerando un factor de potencia de 0,85 tenemos.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 530 \text{ W} = 0,53 \text{ kW.}$$

- 1 ESMERILADORA GRANDE. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene un consumo de 1,7 A. Considerando un factor de potencia de 0,85 tenemos.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1,7 \cdot 0,85 = 1001 \text{ W} = 1 \text{ kW}.$$

- 1 COMPRESOR AIRE TRABAJOS. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene una potencia de 4 kW. Considerando un rendimiento del motor de 0,9 (realmente será mayor lo que da un margen de seguridad) tenemos.

$$P = P_m/\eta = 4 / 0,9 = 4,44 \text{ kW}.$$

- 1 EQUIPO SOLDADURA. El equipo de soldadura se alimenta con corriente alterna trifásica y tiene una potencia de 12 kW.

$$P = 12 \text{ kW}.$$

- 1 EXTRACTOR HUMOS SOLDADURA. Esta máquina se alimenta con corriente alterna trifásica a 380-400 V y tiene un consumo de 2 A. Considerando un factor de potencia de 0,85 tenemos.

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 2 \cdot 0,85 = 1178 \text{ W} = 1,178 \text{ kW}.$$

Cargas eléctricas Aparatos de elevación.

Taller de calderería.

- 1 Puente grúa de 2 Tm, que incorpora un motor trifásico para la maniobra de elevación de 3 kW y dos motores trifásicos de 0,6 kW para el movimiento de traslación. Al no ser movimientos simultáneos el de elevación y traslación de cargas, tomamos el movimiento de elevación que lleva el motor de mayor potencia.

Considerando un rendimiento del motor de 0,9 (realmente será mayor lo que da un margen de seguridad) tenemos.

$$P = P_m/\eta = 3 / 0,9 = 3,33 \text{ kW}.$$

Taller de mecanizados.

- 1 Grúa torre giratoria de 1 Tm que incorpora un motor trifásico para elevación de 1,75 kW. Considerando un rendimiento del motor de 0,9 (realmente será mayor lo que da un margen de seguridad) tenemos.

$$P = P_m / \eta = 1,75 / 0,9 = 1,95 \text{ kW.}$$

Cargas eléctricas portátiles.

Las cargas eléctricas portátiles a conectar en las tomas de corriente que existen en los dos talleres son algunas de las siguientes.

- Amoladoras portátiles (radiales). Estas máquinas, que se alimentan con corriente alterna monofásica tienen unas potencias unitarias de 720 W (0,72 kW) y 2200 W (2,2 kW).
- Taladradoras portátiles. Estas máquinas, que se alimentan con corriente alterna monofásica tienen unas potencias unitarias de 750 W (0,75 kW) y 850 W (0,85 kW).
- Aspiradores industriales. Estas máquinas, que se alimentan con corriente alterna monofásica tienen una potencia unitaria de 1200 W (1,2 kW).

Las cargas eléctricas, a conectar en las bases de enchufe existentes en las zonas comunes de la instalación no se considerarán, debido a que van a ser cargas más pequeñas y de menor duración que la de los talleres, y no simultáneas con ellas, por lo que se diseñará la instalación para cubrir la demanda de estas últimas sabiendo que de esta manera quedará cubierto asimismo el resto.

Resumiendo, en la siguiente tabla se recogen las cargas eléctricas que existen en los talleres y que deben considerarse para hacer el diseño del sistema fotovoltaico/eólico para alimentar en régimen aislado toda la instalación.

RELACION DE CARGAS EDIFICIO TALLERES					
TIPO CARGA: ALUMBRADO					
UBICACION	CANTIDAD	DESCRIPCION CARGA	TIPO CARGA	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
ALMACEN GRANDE	4	Luminaria formada por dos lámparas fluorescentes de 36 W.	MONOFASICA	72 W	288 W = 0,288 kW
ALMACEN PEQUEÑO	2	Luminaria con una lámpara fluorescente de 36 W.	MONOFASICA	72 W	72 W = 0,072 kW
SALA COMPRESOR	1	Luminaria con una lámpara fluorescente de 36 W.	MONOFASICA	36 W	36 W = 0,036 kW
VESTUARIOS	5	Luminaria empotrada de techo con lámpara led (Downlight) de 11 W.	MONOFASICA	11 W	55 W = 0,055 kW
DUCHAS Y ASEOS	10	Luminaria empotrada de techo con lámpara led (Downlight) de 11 W.	MONOFASICA	11 W	110 W = 0,110 kW
PASILLO	5	Luminaria formada por tres lámparas fluorescentes de 18 W.	MONOFASICA	54 W	270 W = 0,270 kW
DESPACHO	2	Luminaria formada por dos lámparas fluorescentes de 36 W.	MONOFASICA	72 W	144 W = 0,144 kW
TALLER CALDERERIA	2	Luminaria tipo proyector con lámpara de halogenuros metálicos de 400 W y arrancador.	MONOFASICA	415 W	830 W = 0,83 kW
TALLER CALDERERIA	5	Luminaria tipo foco con lámpara de vapor de mercurio de 250 W y arrancador.	MONOFASICA	268 W	1340 W = 1,34 kW
TALLER CALDERERIA	1	Luminaria tipo proyector con lámpara halogena de 500 W y arranque directo.	MONOFASICA	500 W	0,5 kW
TALLER CALDERERIA	1	Luminaria fluorescente de 36 W.	MONOFASICA	36 W	0,036 kW
TALLER MECANIZADOS	5	Luminaria tipo proyector con lámpara de halogenuros metálicos de 400 W y arrancador.	MONOFASICA	415 W	2075 W = 2,075 kW
TALLER MECANIZADOS	4	Luminaria fluorescente de 36 W.	MONOFASICA	36 W	144 W = 0,144 kW
TIPO CARGA: CALEFACCIÓN					
UBICACION	CANTIDAD	DESCRIPCION CARGA	TIPO CARGA	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
TALLER CALDERERIA	1	Calefactor trifásico controlado por termostato de 9 kW	TRIFASICA	9 kW	9 kW
TALLER MECANIZADOS	1	Calefactor trifásico controlado por termostato de 9 kW	TRIFASICA	9 kW	9 kW
TIPO CARGA: APARATOS ELEVACIÓN.					
UBICACION	CANTIDAD	DESCRIPCION CARGA	TIPO CARGA	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
TALLER CALDERERIA	1	Puente grúa de 2 Tm con motor de elevación de 3 kW y motores de traslación de 0,6 kW.	TRIFASICA	3 kW	3 kW
TALLER MECANIZADOS	1	Grúa torre giratoria de 1 Tm con motor trifásico de 1,95 kW	TRIFASICA	1,95 kW	1,95 kW

Tabla 1-1. Cargas eléctricas de los equipos existentes en los talleres (1/2).

TIPO CARGA: MÁQUINAS HERRAMIENTAS (FUERZA).					
UBICACION	CANTIDAD	DESCRIPCION CARGA	TIPO CARGA	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
TALLER MECANIZADOS	1	Limadora	TRIFASICA	4,1 kW	4,1 kW
TALLER MECANIZADOS	1	Fresadora	TRIFASICA	3,18 kW	3,18 kW
TALLER MECANIZADOS	1	Sierra de vaivén	TRIFASICA	1,472 kW	1,472 kW
TALLER MECANIZADOS	1	Torno horizontal grande	TRIFASICA	15 kW	15 kW
TALLER MECANIZADOS	1	Torno horizontal pequeño	TRIFASICA	6,33 kW	6,33 kW
TALLER MECANIZADOS	1	Taladradora columna pequeña	TRIFASICA	3,91 kW	3,91 kW
TALLER CALDERERIA	1	Sierra de cinta	TRIFASICA	1,649 kW	1,649 kW
TALLER CALDERERIA	1	Esmeriladora pequeña	TRIFASICA	0,53 kW	0,53 kW
TALLER CALDERERIA	1	Esmeriladora grande	TRIFASICA	1 kW	1 kW
TALLER CALDERERIA	1	Taladradora de columna grande	TRIFASICA	8,3 kW	8,303 kW
TALLER CALDERERIA	1	Extractor de humos soldadura	TRIFASICA	1,178 kW	1,178 kW
TALLER CALDERERIA	1	Equipo de soldadura	TRIFASICA	12 kW	12 kW
TALLER CALDERERIA	1	Compresor de aire para trabajos	TRIFASICA	4,44 kW	4,44 kW
TIPO CARGA: TOMAS DE FUERZA PARA MÁQUINAS PORTATILES					
UBICACION	CANTIDAD	DESCRIPCION CARGA	TIPO CARGA	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
TALLER MECANIZADOS	2	Tomas de corriente monofásicas de 16 A + TT.	MONOFASICA	2,2 kW	2,2 kW
TALLER MECANIZADOS	2	Tomas de corriente trifásicas de 16 A + TT	TRIFASICA	1,5 kW	1,5 kW
TALLER CALDERERIA	2	Tomas de corriente monofásicas de 16 A + TT.	MONOFASICA	2,2 kW	2,2 kW
TALLER CALDERERIA	2	Tomas de corriente monofásicas de 16 A + TT.	MONOFASICA	1,5 kW	1,5 kW
TALLER CALDERERIA	1	Tomas de corriente trifásicas de 40 A + TT	TRIFASICA	12 kW	12 kW
TIPO CARGA: BASES DE ENCHUFE PARA ALUMBRADO Y OTROS USOS					
UBICACION	CANTIDAD	DESCRIPCION CARGA	TIPO CARGA	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
ALMACEN GRANDE	1	Tomas de corriente monofásicas de 10 A + TT.	MONOFASICA	2,3 kW	2,3 kW
ALMACEN PEQUEÑO	1	Tomas de corriente monofásicas de 10 A + TT.	MONOFASICA	2,3 kW	2,3 kW
PASILLO	1	Tomas de corriente monofásicas de 16 A + TT.	MONOFASICA	2,3 kW	2,3 kW
VESTUARIOS Y ASEOS	3	Tomas de corriente monofásicas de 10 A + TT.	MONOFASICA	2,3 kW	2,3 kW
DESPACHO	1	Tomas de corriente monofásicas de 10 A + TT.	MONOFASICA	2,3 kW	2,3 kW

Tabla 1-2. Cargas eléctricas de los equipos existentes en los talleres (2/2).

2.- CÁLCULOS.

2.1.- Cálculo del consumo de energía eléctrica de la instalación.

Vamos ahora a calcular la energía consumida por los diversos equipos eléctricos de los talleres y recintos comunes.

ALUMBRADO.

Los equipos de alumbrado como ya se ha dicho se alimentan con corriente alterna monofásica.

Alumbrado general formado por los proyectores con lámparas de halógenos metálicos, la potencia total para los dos talleres es.

$$P_t = 0,83 + 2,075 = 2,905 \text{ kW}$$

Este alumbrado funciona habitualmente durante la jornada laboral del personal de mantenimiento (de lunes a viernes) de 7,5 horas + 0,5 horas durante los trabajos de limpieza por parte del personal de limpieza. Total 8 horas/día, los días en que se realizan trabajos en los talleres.

La energía consumida es:

$$E = 2,905 \cdot 8 = 23,24 \text{ kWh/día}$$

Las luminarias tipo foco con lámparas de vapor de mercurio se utilizan puntualmente cuando se realizan trabajos de soldadura y de montaje de tuberías en el taller de calderería, durante unas 3 horas al día como máximo.

La energía consumida por estas luminarias es:

$$E = 1,34 \cdot 3 = 4,02 \text{ kWh/día}$$

El proyector con lámpara halógena se utiliza ocasionalmente cuando se realizan actividades en el banco de trabajo del taller de calderería, durante como máximo 2 horas al día. La energía consumida por este proyector es:

$$E = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ kWh/día}$$

El alumbrado con las pantallas fluorescentes se utiliza ocasionalmente para reforzar la iluminación de las zonas concretas donde están situados para diversos

trabajos de corta duración. Dada la poca potencia de este alumbrado así como que no es normal la utilización de este alumbrado simultáneamente con el anterior considerado, no lo tendremos en cuenta en el cálculo de la energía consumida diariamente en alumbrado.

Del resto de zonas comunes vamos a considerar el alumbrado de la zona de vestuarios, pues como se ha indicado es una zona que se utiliza diariamente dentro de jornada laboral. Admitiendo como media una utilización de este alumbrado durante 4 horas al día, tendremos:

$$E = 0,055 \cdot 4 = 0,22 \text{ kWh/día}$$

Así tendremos una energía total consumida en alumbrado al día, considerando la posibilidad de funcionamiento de los equipos de mayor potencia al mismo tiempo que, aunque no es muy frecuente, puede darse el caso, de:

$$E = 30,465 \text{ kWh/día}$$

CALEFACCIÓN.

Los dos equipos de calefacción se alimentan con corriente alterna trifásica, están instalados cada uno en un taller y se conectan manualmente en los días de más frío de los meses de invierno, al comenzar la jornada laboral cuando se van a realizar trabajos en los talleres y se desconectan automáticamente mediante termostato y también manualmente al finalizar la jornada de 7,30 horas de Lunes a Viernes.

Se ponen en marcha durante los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero que es cuando las temperaturas ambientales son más bajas en Cortes de Pallas.

Considerando que están en marcha un total de 4 horas al día, ya que se conectan y desconectan automáticamente en función de la temperatura ambiente, tendremos la energía diaria consumida en calefacción algunos días de los cuatro meses considerados.

$$E = 18 \cdot 4 = 72 \text{ kWh/día}$$

APARATOS DE ELEVACIÓN.

Los aparatos de elevación instalados en cada uno de los talleres se alimentan con corriente alterna trifásica, y se utilizan para la elevación y desplazamiento de cargas pesadas en los talleres. Las maniobras de los aparatos de elevación son maniobras de corta duración, aproximadamente 5 minutos como máximo.

Consideraremos 4 maniobras al día para el caso del puente grúa del taller de calderería en maniobra de elevación de cargas que es la de mayor consumo (motor 3 kW) y una maniobra al día (5 minutos) del puente del taller mecanizados.

Con este número de maniobras considerado, contemplamos la posibilidad de realizar maniobras con los dos equipos de elevación al mismo tiempo.

Así tenemos para el puente grúa del taller de calderería.

$$E = 3 \text{ kW} \cdot 20 \text{ min/día} \cdot 1\text{h}/60 \text{ min} = 1 \text{ kWh/día}$$

Para el caso del taller de mecanizados tendremos:

$$E = 1,95 \text{ kW} \cdot 5 \text{ min/día} \cdot 1\text{h}/60 \text{ min} = 0,1625 \text{ kWh/día}$$

Y considerando un funcionamiento simultáneo con ambos equipos tenemos una energía diaria total consumida de:

$$E = 1 + 0,1625 = 1,1625 \text{ kWh/día}$$

MAQUINAS HERRAMIENTAS.

Como ya se ha visto todas las máquinas herramientas ubicadas en ambos talleres se alimentan con corriente alterna trifásica.

Vamos a calcular los consumos de las diferentes máquinas herramientas, sabiendo los tiempos de utilización diarios de las mismas y teniendo presente que no tienen un uso diario habitual prolongado, así como tampoco se utilizan varias máquinas al mismo tiempo, al no disponer de suficiente personal de mantenimiento con conocimientos y capacitación para utilizarlas simultáneamente.

Limadora.

El tiempo de uso de la limadora es de como máximo 3 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 4,1 \cdot 3 = 12,3 \text{ kWh/día}$$

Fresadora.

El tiempo de uso de la fresadora es de como máximo 3 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 3,18 \cdot 3 = 9,54 \text{ kWh/día}$$

Sierra de vaivén.

El tiempo de uso de la sierra de vaivén es de como máximo 2,5 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 1,472 \cdot 2,5 = 3,68 \text{ kWh/día}$$

Torno horizontal grande.

El tiempo de uso del torno horizontal grande es de como máximo 4 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 15 \cdot 4 = 60 \text{ kWh/día}$$

Torno horizontal pequeño.

El tiempo de uso del torno horizontal pequeño es de como máximo 4 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 6,33 \cdot 4 = 25,32 \text{ kWh/día}$$

Taladradora de columna pequeña.

El tiempo de uso de la taladradora de columna pequeña es de como máximo 1 hora al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 3,91 \cdot 1 = 3,91 \text{ kWh/día}$$

Sierra de cinta.

El tiempo de uso de la sierra de cinta es de como máximo 1 hora al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 1,649 \cdot 1 = 1,649 \text{ kWh/día}$$

Esmeriladora pequeña.

El tiempo de uso de la esmeriladora pequeña es de como máximo 0,5 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 0,53 \cdot 0,5 = 0,265 \text{ kWh/día}$$

Esmeriladora grande.

El tiempo de uso de la esmeriladora grande es de como máximo 0,5 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ kWh/día}$$

Taladradora de columna grande.

El tiempo de uso de la taladradora de columna grande es de como máximo 0,75 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 8,3 \cdot 0,75 = 6,225 \text{ kWh/día}$$

Equipo de soldadura.

El tiempo de uso del equipo de soldadura es de como máximo 3 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 12 \cdot 3 = 36 \text{ kWh/día}$$

Extractor de soldadura.

El tiempo de uso del extractor de soldadura es el mismo que el del equipo de soldadura, esto es como máximo 3 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 1,178 \cdot 3 = 3,534 \text{ kWh/día}$$

Compresor de aire de trabajos.

El tiempo de funcionamiento del compresor de aire comprimido para trabajos es de como máximo 3 horas al día por lo que la energía consumida será.

$$E = 4,44 \cdot 3 = 13,32 \text{ kWh/día}$$

Habida cuenta de que el uso de las máquinas herramientas no es frecuente y que no puede darse simultáneamente en más de una máquina, al no haber personal capacitado para el manejo de las mismas como se ha indicado, consideraremos el caso más desfavorable, pero posible, de utilización simultánea del torno horizontal grande en el taller de mecanizados y del equipo de soldadura, con su correspondiente extractor de humos en el taller de calderería.

Esto supondrá un consumo de energía eléctrica a considerar en el diseño de la instalación fotovoltaica de.

$$E = 60 + 3,534 + 36 = 99,534 \text{ kWh/día}$$

OTROS CONSUMOS DEL TALLER.

Además de los consumos anteriormente considerados de equipos fijos instalados en los talleres, existen en ambos talleres una serie de tomas de fuerza monofásicas para la alimentación de máquinas eléctricas portátiles, para la realización de diversos trabajos por parte del personal de mantenimiento.

Las máquinas eléctricas portátiles utilizadas más frecuentemente en los talleres para los trabajos mecánicos son:

- Amoladoras portátiles (Radiales) monofásicas de 720 W y 2200 W.
- Taladradoras portátiles monofásicas de 750 W y 850 W.
- Aspiradoras industriales monofásicas de 1250 W y 1500 W.

Considerando un uso de las máquinas portátiles de mayor potencia durante un máximo de 2 horas al día (no es habitual un uso de mayor duración) y coincidiendo su uso con el resto de cargas monofásicas consideradas hasta el momento (alumbrado) tendremos un consumo de estos equipos de.

$$E = (2,2 \text{ kW} + 0,85 \text{ kW} + 1,5 \text{ kW}) \cdot 2 \text{ h/día} = 9,1 \text{ kWh/día}$$

Como no va a ser frecuente la utilización simultánea de las máquinas portátiles de mayor potencia, al considerar este funcionamiento en el diseño, estamos admitiendo un pequeño factor de sobredimensionamiento que hace que la instalación funcione habitualmente más holgada.

No consideramos los consumos a conectar en las bases de enchufe trifásicas de los talleres, pues para el caso del taller de mecanizados, la toma trifásica es para la prueba de pequeños motores trifásicos tras haberlos reparado, son pruebas de muy corta duración y no coincidirán con el funcionamiento del torno horizontal grande. Para el caso del taller de calderería la toma trifásica se utiliza para conectar el equipo de soldadura y su consumo ya ha sido evaluado.

ENERGIA TOTAL CONSUMIDA EN LOS TALLERES.

Todo lo anterior nos lleva a considerar el siguiente consumo de energía en la instalación objeto del estudio, para el diseño de la instalación.

Durante los meses de Marzo-Abril-Mayo-Junio-Julio-Agosto-Septiembre y Octubre.

$$E_{\text{total}} = E_{\text{alumbrado}} + E_{\text{aparatos-elevacion}} + E_{\text{maquinas}} + E_{\text{maquinas.portatiles}}$$

$$E_{\text{total}} = 30,465 + 1,1625 + 99,534 + 9,1 = 140,261 \text{ kWh/día} = 140.261 \text{ Wh/día}$$

Teniendo en cuenta que la potencia de esta instalación es muy alta (muy por encima de los 4000 W_{pico}) la tensión que consideraremos de la instalación será de 48 V lo que supondrá una reducción de las pérdidas en los conductores al reducirse la intensidad, y además al tratarse de consumos de corriente alterna, claramente se deberá instalar unos inversores para transformar la corriente continua generada por las placas fotovoltaicas o aerogeneradores en corriente alterna para alimentar a los receptores de los talleres. Adoptaremos un rendimiento de los inversores de 0,93 que es un valor muy conservador pues consultados los datos de los inversores trifásicos y monofásicos de varios suministradores, de altas potencias, generalmente los rendimientos que ofrecen son superiores al 95% (En el Anexo 5.2 se pueden ver los datos de la ficha técnica de los equipos).

Con esto tendremos un consumo diario en Ah/día de:

$$C_d = E_{\text{total}} / V_{\text{instalacion}} \cdot \eta_{\text{inversor}} = 140.261 / 48 \cdot 0,93 = 3.142 \text{ Ah/día}$$

Durante los meses de Enero-Febrero-Noviembre y Diciembre.

Durante estos meses además del consumo idéntico al de los otros meses tendremos el consumo debido a los aparatos de calefacción eléctrica. Esto es.

$$E_{\text{total}} = E_{\text{alumbrado}} + E_{\text{aparatos-elevacion}} + E_{\text{maquinas}} + E_{\text{maquinas.portatiles}} + E_{\text{calefaccion}}$$

$$E_{\text{total}} = 140,261 + 72 = 212,261 \text{ kWh/día} = 212.261 \text{ Wh/día}$$

Y por tanto un consumo diario en Ah/día.

$$C_d = E_{\text{total}} / V_{\text{instalacion}} \cdot \eta_{\text{inversor}} = 212.261 / 48 \cdot 0,93 = 4.755 \text{ Ah/día}$$

Estos consumos diarios en Ah/día nos servirán para el diseño del conjunto de baterías.

CONSUMOS MENSUALES DE LA INSTALACIÓN.

Vamos a calcular los consumos mensuales de los talleres tanto en Ah/mes (que nos permitirá calcular el número de placas fotovoltaicas necesarias) como en Wh/mes (que nos permitirá calcular el número de aerogeneradores necesarios).

Lógicamente el consumo mensual de los talleres se determinará en función de los días de uso reales de las instalaciones de los mismos, que dista mucho del número total de días que tiene cada mes.

Alumbrado.

Para los proyectores de halogenuros que se encienden cada vez que se realiza algún tipo de trabajo en los talleres se estima (según los datos consultados al personal de mantenimiento) un total de 12 días/mes.

$$C_1 = 23,24 \cdot 1000 \cdot 12 / 48 \cdot 0,93 = 6247,3 \text{ Ah/mes.}$$

Para los focos con lámparas de vapor de mercurio que se encienden únicamente cuando se realizan trabajos de soldadura en el taller de calderería, que es donde están montadas, el número máximo de días al mes a considerar para estos trabajos es de 2 días/mes.

$$C_2 = 4,02 \cdot 1000 \cdot 2 / 48 \cdot 0,93 = 180,11 \text{ Ah/mes.}$$

El proyector halógeno montado en el taller de calderería que se utiliza para trabajos en el banco del taller, para desmontaje y montaje de piezas, es utilizado unos 4 días al mes (según los datos consultados al personal de mantenimiento).

$$C_3 = 1 \cdot 1000 \cdot 4 / 48 \cdot 0,93 = 89,6 \text{ Ah/mes.}$$

El consumo mensual en el alumbrado de los vestuarios, por lo indicado que se utilizan todos los días laborables del mes, esto es una media de 20 días al mes, por lo que:

$$C_4 = 0,22 \cdot 1000 \cdot 20 / 48 \cdot 0,93 = 98,78 \text{ Ah/mes.}$$

El consumo total de alumbrado mensual a considerar durante todos los meses del año, será.

$$C_{\text{alumbrado}} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 6247,3 + 180,11 + 89,6 + 98,78 = 6615,79 \text{ Ah/mes.}$$

Calefacción.

Considerando como ya se ha expuesto que la calefacción solo se pone en marcha los días de más frío de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero, y según los datos consultados de los últimos años, se corresponde aproximadamente con 5 días al mes los meses de noviembre y febrero, y con 8 días al mes los meses de diciembre y enero tendremos.

Meses de diciembre y enero.

$$C_{\text{calef-1}} = 72 \cdot 1000 \cdot 8 / 48 \cdot 0,93 = 12.903 \text{ Ah/mes.}$$

Meses de noviembre y febrero.

$$C_{\text{calef-2}} = 72 \cdot 1000 \cdot 5 / 48 \cdot 0,93 = 8.064 \text{ Ah/mes.}$$

Aparatos de elevación.

El número de días al mes en que se utilizan los aparatos de elevación de los dos talleres para el movimiento de cargas es de 4 días, según los datos facilitados por el personal de mantenimiento. Por tanto.

$$C_{\text{elevacion}} = 1,1625 \cdot 1000 \cdot 4 / 48 \cdot 0,93 = 104,16 \text{ Ah/mes.}$$

Consumo mensual a considerar durante todos los meses del año.

Máquinas herramientas y equipo soldadura.

Como ya hemos apuntado se consideran los consumos de máquinas herramientas y soldadura simultáneos y con un máximo (siendo bastante improbable, aunque no imposible) de 2 días al mes.

$$C_{\text{fuerza}} = 99,534 \cdot 1000 \cdot 2 / 48 \cdot 0,93 = 4459,4 \text{ Ah/mes.}$$

Consumo mensual a considerar durante todos los meses del año.

Consumos de herramientas portátiles.

Este tipo de herramientas es el más frecuentemente utilizado en los talleres para diversos trabajos y se consideran 8 días al mes de uso de las herramientas portátiles.

$$C_{\text{portatiles}} = 9,1 \cdot 1000 \cdot 8 / 48 \cdot 0,93 = 1630,8 \text{ Ah/mes.}$$

Consumo mensual a considerar durante todos los meses del año.

CONSUMO TOTAL MENSUAL DE LA INSTALACIÓN.

El consumo total para cada periodo será.

Para los meses de Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre.

$$C_{\text{total-1}} = C_{\text{alumbrado}} + C_{\text{elevacion}} + C_{\text{fuerza}} + C_{\text{portatiles}} = 6615,79 + 104,16 + 4459,4 + 1630,8$$

$$C_{\text{total-1}} = 12.810,15 \text{ Ah/mes.}$$

Expresando en consumo mensual en Wh/mes para el cálculo posterior de los aerogeneradores (sin considerar aquí el rendimiento del inversor al utilizarse en el cálculo del número de aerogeneradores para no repetirlo).

$$C_{\text{total-1}} = 12.810,15 \cdot 48 \cdot 0,93 = 571.845 \text{ Wh/mes.}$$

Para los meses de Noviembre y Febrero.

$$C_{\text{total-2}} = C_{\text{total-1}} + C_{\text{calef-2}} = 12.810,15 + 8.064 = 20.874,15 \text{ Ah/mes}$$

Por lo expuesto anteriormente.

$$C_{\text{total-2}} = 20.874,15 \cdot 48 \cdot 0,93 = 931.822 \text{ Wh/mes.}$$

Para los meses de Diciembre y Enero.

$$C_{\text{total-3}} = C_{\text{total-1}} + C_{\text{calef-1}} = 12.810,15 + 12.903 = 25.713,15 \text{ Ah/mes}$$

Por lo expuesto anteriormente.

$$C_{\text{total-3}} = 25.713,15 \cdot 48 \cdot 0,93 = 1.147.835 \text{ Wh/mes.}$$

2.2.- Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica.

Vamos a comenzar con el diseño de la instalación fotovoltaica, para ello lo primero que determinaremos serán los valores de irradiación solar mensual en la zona donde se pretende diseñar la implantación la instalación. Para ello haremos uso de la aplicación web PV-GIS con la base de datos Climate, para obtener los valores en dicha ubicación, ya que los valores que ofrece las tablas del IDAE son únicos (medios) para toda la zona de Valencia y no discrimina por poblaciones o zonas concretas.

Partimos de una inclinación de las placas de 60° ya que a priori se considera la inclinación más idónea para los meses de invierno, que es donde mayor consumo tenemos debido al consumo de calefacción. Luego se comprobará si es aceptable o consideraremos otra inclinación de las placas.

Compararemos los valores obtenidos a través de PV-GIS con los de la tabla del IDAE para ver las diferencias.

Entrando en la aplicación PV-GIS Climate y buscando la zona donde está ubicada la instalación obtenemos los resultados siguientes.



The screenshot shows the PVGIS web application interface. At the top, there are logos for JRC and CM SAF, and the title 'Sistema de Información geográfica fotovoltaica - mapa interactivo'. Below the header, there are navigation links for 'EUROPA', 'CE', 'CCI', 'IET', 'RE', 'SOLAREC', 'PVGIS', and 'Mapa interactivo'. A search bar is present with the text 'Por ejemplo, "Ispra, Italy" "45.256N, 16.9599E"'. The current position is displayed as 'posición del cursor: 39.250, -0.927' and 'posición elegida: 39.259, -0.940'. The interface is divided into several sections: 'Estimación FV' with tabs for 'Radiación mensual', 'Radiación diaria', and 'FV autónomo'; 'Datos irradiación global mensual' with checkboxes for 'Irradiación horizontal', 'Irradiación con el ángulo óptimo', 'Irradiación directa normal', 'Irradiación sobre el ángulo seleccionado: 60 grados', 'Turbidez de Linke', 'Radiación dif./global', and 'Ángulo de inclinación óptimo'; 'Datos de temperatura ambiente mensual' with checkboxes for 'Temperatura media del día', 'Media diaria de temperatura', and 'Número de grados día de calefacción'; and 'Formatos de salida' with radio buttons for 'Mostrar gráficos', 'Mostrar el horizonte', 'Página web', 'Fichero de texto', and 'PDF'. A 'Calcular' button is located at the bottom of the form.

Figura 2. Pantalla obtención datos irradiación. (Fuente Aplicación web PVGIS)

Los valores obtenidos son los de la siguiente figura.

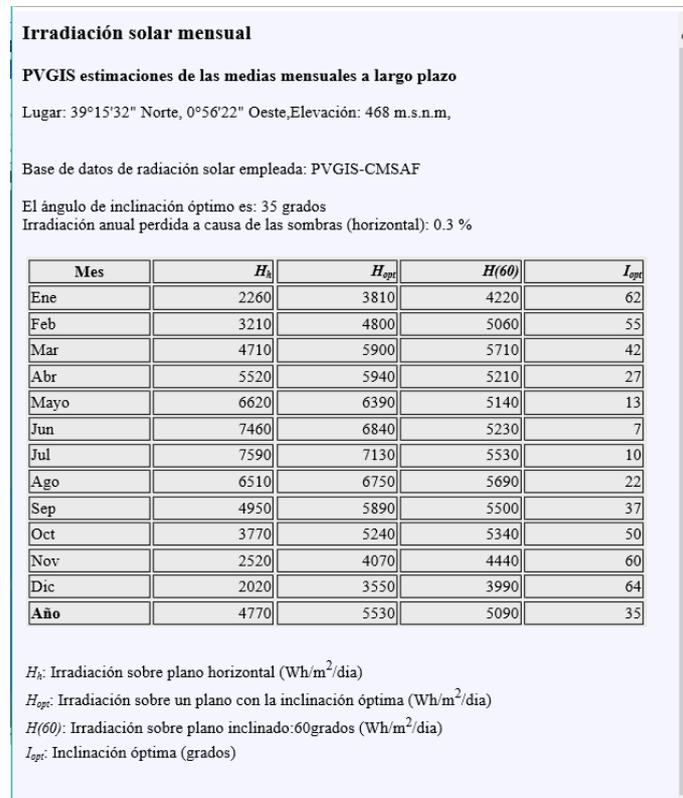


Figura 3. Datos obtenidos irradiación.
(Fuente Aplicación web PVGIS)

De los datos obtenidos de la aplicación web PV-GIS se desprende (en la última columna) que la orientación óptima de las placas fotovoltaicas para los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre, para obtener los mayores valores irradiación solar están en torno a los 60° por lo que como en esos meses, es donde tenemos el mayor consumo, adoptaremos una inclinación fija durante todo el año, para las placas de 60°.

Con esto ya podemos obtener el coeficiente entre el consumo de cada mes con la irradiación mensual para ver donde es máximo este coeficiente y diseñamos la instalación para ese mes.

Tenemos que pasar los valores de irradiación obtenidos en PV-GIS en Wh/m² día, a unidades de kWh/m² mes, así como los consumos diarios a mensuales, para ello las conversiones serían:

$$\text{Consumo mensual} = \text{Consumo diario} \cdot \text{n}^\circ \text{ días/mes}$$

$$\text{kWh/m}^2 \text{ mes} = \text{Wh/ m}^2 \text{ dia} \cdot \text{n}^\circ \text{ días/mes} \cdot 1 \text{ kW/1000 W}$$

Los valores obtenidos se recogen en la siguiente tabla.

MES	IRRADIACION PVGIS (Wh/m ² · dia)	IRRADIACIÓN PVGIS (kWh/m ² · mes)	CONSUMO MENSUAL (Ah/mes)	COEFICIENTE C _{md}
ENERO	4.220	130,82	25.713,15	196,55
FEBRERO	5.060	141,68	20.874,15	147,33
MARZO	5.710	177,01	12.810,15	72,37
ABRIL	5.210	156,30	12.810,15	81,96
MAYO	5.140	159,34	12.810,15	80,39
JUNIO	5.230	156,90	12.810,15	81,64
JULIO	5.530	171,43	12.810,15	74,72
AGOSTO	5.690	176,39	12.810,15	72,62
SEPTIEMBRE	5.500	165,00	12.810,15	77,64
OCTUBRE	5.340	165,54	12.810,15	77,38
NOVIEMBRE	4.440	133,20	20.874,15	156,71
DICIEMBRE	3.990	123,69	25.713,15	207,88

Tabla 2. Tabla para obtención de coeficiente C_{md}

En la siguiente tabla pueden compararse los valores mensuales de irradiación solar referidas a 1000 W/m² (Horas solares pico) obtenidas de PVGIS con las correspondientes a la tabla del IDAE para una inclinación fija anual de las placas de 60°.

VALORES DE IRRADIACIÓN MENSUAL (HSP) EN kWh/m ² mes												
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Tabla IDAE	157,5	123,8	136,6	140	142,8	129,4	145,2	176,4	141,3	128,9	103,5	110,8
PVGIS	130,82	141,68	177,01	156,3	159,34	156,9	171,43	176,39	165	165,54	133,2	123,69

Tabla 3. Comparación valores irradiación entre PVGIS e IDAE.

Como se aprecia, los valores de irradiación del IDAE son ligeramente más bajos en algunos meses, lo que para el mes de cálculo, llevaría a obtener un coeficiente más desfavorable más alto que utilizando los datos de PVGIS y la necesidad de mayor número de placas fotovoltaicas.

Tomamos como válidos los datos obtenidos de PVGIS ya que han sido obtenidos de la zona concreta donde va a estar realmente diseñada la instalación.

2.2.1.- Módulos o placas fotovoltaicas.

2.2.1.1.- Alternativas elegidas de placas fotovoltaicas.

Dentro de la variedad de modelos de placas fotovoltaicas existentes en el mercado con su abanico de potencias y dimensiones, se ha realizado el estudio de unos modelos concretos de placas fotovoltaicas de la gama de potencias fotovoltaicas altas, entre 250 y 330 W_{pico} por placa.

En concreto para el estudio se ha utilizado tres modelos concretos de placas de tres fabricantes distintos, estos son:

- Placa MUNCHEN 330 W_p . $V_{mp} = 38,48$ V. $I_{mp} = 8,58$ A.
- Placa SOLARWORLD 300 W_p . $V_{mp} = 32,6$ V. $I_{mp} = 9,31$ A.
- Placa ENERVOLT P300. 300 W_p . $V_{mp} = 36,73$ V. $I_{mp} = 8,18$ A.

2.2.1.2.- Cálculo del número de placas.

Cálculo del número de placas.

El coeficiente más desfavorable según se desprende de la Tabla 2 corresponde al mes de diciembre y tiene un valor de $207,88$ Am^2/kW .

Según el apartado 4.2.4 del Pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red del IDAE. PCT-A-REV Febrero 2009, en el que se indica que los generadores fotovoltaicos serán de como máximo un 20% superior a la potencia necesaria para cubrir las necesidades del servicio.

Es por esto último por lo que aplicando un coeficiente de seguridad de K_s del 20%, esto es 1,2 tendremos como coeficiente más desfavorable.

$$C_{md'} = K_s \cdot C_{md} = 1,2 \cdot 207,88 = 249,456 \text{ Am}^2/kW$$

Realizaremos el cálculo para los tres tipos de placas citados.

Placa MUNCHEN 330 Wp. $V_{mp} = 38,48$ V. $I_{mp} = 8,58$ A. (ALBA SOLAR)

Número de líneas de placas en paralelo.

$$N_{ip} = C_{md'} / I_{mp} = 249,456 / 8,58 = 29,07 = 29 \text{ líneas.}$$

Número de placas en serie.

$$N_{ps} = V_{inst} / V_{placa} = 48 / 24 = 2 \text{ placas serie.}$$

Número total de placas.

$$N_{tp} = 2 \cdot 29 = 58 \text{ placas.}$$

Placa SOLARWORLD 300 Wp. $V_{mp} = 32,6$ V. $I_{mp} = 9,31$ A. (SFE)

Número de líneas de placas en paralelo.

$$N_{ip} = C_{md'} / I_{mp} = 249,456 / 9,31 = 26,79 = 27 \text{ líneas.}$$

Número de placas en serie.

$$N_{ps} = V_{inst} / V_{placa} = 48 / 24 = 2 \text{ placas serie.}$$

Número total de placas.

$$N_{tp} = 2 \cdot 27 = 54 \text{ placas.}$$

Placa ENERVOLT P300 300 Wp. $V_{mp} = 36,73$ V. $I_{mp} = 8,18$ A. (ENERVOLT)

Número de líneas de placas en paralelo.

$$N_{ip} = C_{md'} / I_{mp} = 249,456 / 8,18 = 30,49 = 31 \text{ líneas.}$$

Número de placas en serie.

$$N_{ps} = V_{inst} / V_{placa} = 48 / 24 = 2 \text{ placas serie.}$$

Número total de placas.

$$N_{tp} = 2 \cdot 29 = 62 \text{ placas.}$$

2.2.1.3.- Selección del modelo de placa fotovoltaica.

Adoptaremos la placa MUNCHEN 330 Wp, que aunque requiere 4 placas fotovoltaicas más que al elegir la SOLARWORLD, el coste no es significativo con el volumen total de la instalación, y con la placa adoptada tenemos una tensión de pico superior (38,48 V tensión total de las placas 2 x 38,48 = 76,96 V) lo que nos permite que ante un incremento de la caída de tensión en los conductores y las conexiones durante el paso del tiempo, tengamos margen para que los reguladores funcionen correctamente, pese a la bajada de tensión por las pérdidas, al necesitar una tensión por encima de la máxima de las baterías (ver ficha técnica del regulador).

La potencia pico instalada de placas fotovoltaicas será.

$$P_{\text{instalada}} = N_{\text{tp}} \cdot P_p = 58 \cdot 330 = 19.140 \text{ W}$$

2.2.1.4.- Conexión de las placas.

Al tener las placas fotovoltaicas seleccionadas una tensión $V_{\text{mp}} = 38,48 \text{ V}$ y tener una tensión de instalación de 48 V, será necesario disponer un conexionado de dos placas en serie para todas las líneas de placas de la instalación. Con esto tendremos una tensión fotovoltaica máxima de:

$$V_{\text{FVmax}} = 2 \cdot 38,48 = 76,96 \text{ V}$$

Las placas se conectarán según el esquema siguiente que también puede observarse en el Plano 4 del apartado 4 del presente trabajo.

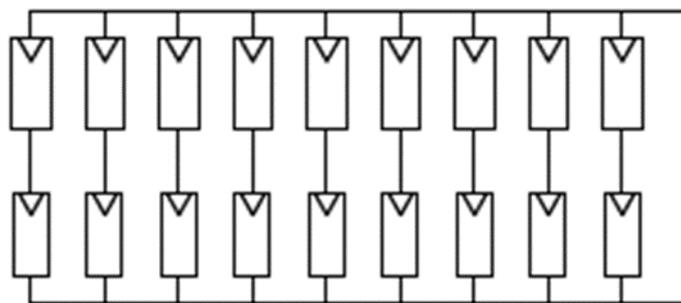


Figura 4. Esquema de conexionado de ramas (strings) de placas.

2.2.1.5.- Distancia entre placas y filas de placas.

La disposición física de las placas debe realizarse en filas consecutivas. Se colocan a una distancia entre ellas suficiente como para que cada fila no produzca sombra en la siguiente.

La longitud de cada fila debe ser suficientemente larga como para aprovechar bien el espacio disponible, pero debe poseer zonas de paso que permitan acceder a parte posterior de las placas sin necesidad de realizar trayectos con distancias grandes.

Para evitar que se produzcan sombras debe dejarse un espacio mínimo entre filas “l” que es función de la altura relativa entre una fila y la siguiente y de la latitud del lugar en el que está emplazada la instalación.

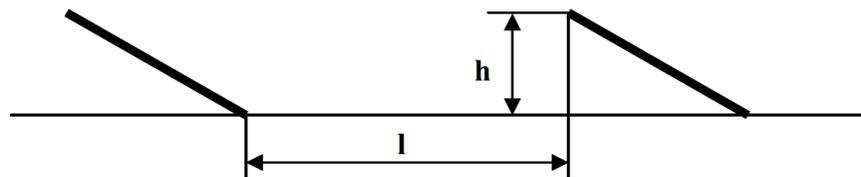


Figura 5. Separación entre placas fotovoltaicas.

La separación entre filas será:

$$l = k \cdot h$$

El factor “k” para la instalación objeto del trabajo, situada en Cortes de Pallas.Valencia (España) con latitud 39, es $k = 2,475$.

De los datos de la placa fotovoltaica escogida para el trabajo, tenemos que la longitud de la placa es de 1956 mm de largo x 992 mm de ancho por un espesor de 40 mm.

Esto supone una longitud de ocupación, de cada placa en planta de:

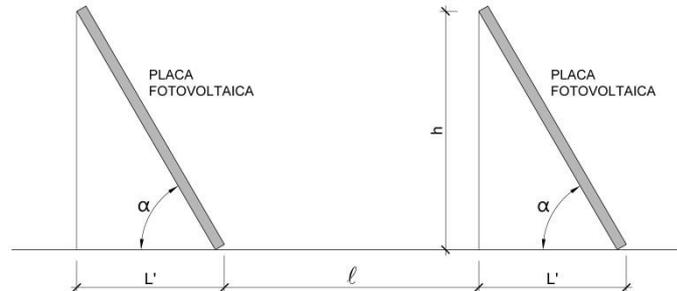


Figura 6. Ocupación superficie por placa y separación entre filas.

$$L' = L \cdot \cos \alpha = 1956 \cdot \cos 60^\circ = 978 \text{ mm} = 0,978 \text{ mts}$$

Además la separación entre filas de placas será:

$$l = k \cdot h = 2,475 \cdot 1,956 \cdot \sin 60^\circ = 4,192 \text{ mts}$$

Esto lleva a una disposición física de las placas en la instalación como la representada a continuación, tres filas de placas en las que en una fila hay 22 placas y en las otras dos filas 18 placas, lo que otorga un margen de posible ampliación de la instalación con ocho placas más (1320 W_p) sin necesidad de habilitar superficie adicional y que puede observarse en el Plano 10 del apartado 4 del presente trabajo.

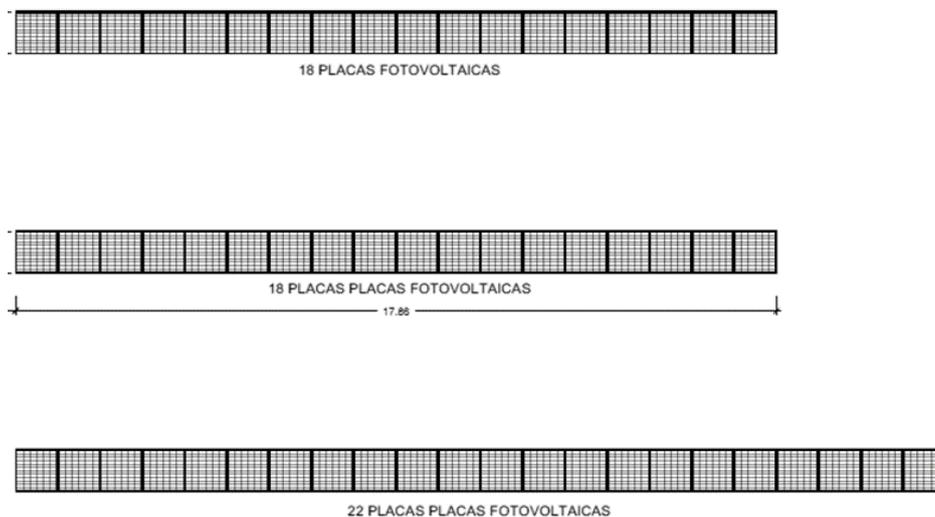


Figura 7. Disposición física de placas en filas.

La superficie ocupada por la instalación fotovoltaica, será pues:

$$S = (2,0 + 0,978 + 4,192 + 0,978 + 4,192 + 0,978 + 2,0) \cdot (21,82 + 3,0) = 380,24 \text{ m}^2$$

La superficie a ocupar por la instalación fotovoltaica, teniendo en cuenta las separaciones entre filas de placas y con los límites del recinto, es de 380,24 m², la zona a ocupar por la instalación sería la remarcada en el Plano número 1 del apartado 4 de este trabajo.

2.2.2.- Reguladores.

2.2.2.1.- Alternativas elegidas de reguladores.

Una vez tenemos seleccionadas en modelo y número las placas fotovoltaicas, vamos a diseñar el regulador o reguladores que necesitamos en la instalación fotovoltaica.

Seleccionaremos de entre los reguladores existentes en el mercado los que controlan el funcionamiento de las placas fotovoltaicas en el punto de máxima potencia esto es del tipo MPPT y para una tensión de la instalación de 48 V.

2.2.2.2.- Cálculo de los reguladores necesarios.

Como disponemos de 29 líneas de placas en paralelo, la intensidad de entrada al regulador será.

$$I_{\max} = 29 \cdot 8,58 = 248,82 \text{ A.}$$

Claramente no hay en el mercado reguladores para esta intensidad tan alta. Tomaremos un regulador de 48 V y 100 A, colocando varios en paralelo.

Tomaremos el modelo VICTRON Energy Smart MPPT 250/100 48 V 100 A que distribuyen varios de los suministradores con los que se ha contactado, así se podrá comparar precios y escoger el más económico.

Número máximo de líneas de placas en paralelo por regulador.

$$N_{\text{pr}} = I_{\text{regulador}} / I_{\text{mp}} = 100/8,58 = 11,65 = 11 \text{ líneas}$$

Número de reguladores.

$$N_{tr} = 29/11 = 2,6 = 3 \text{ reguladores.}$$

2.2.2.3.- Conexionado de los reguladores.

Se instalarán dos reguladores con 9 líneas de placas en paralelo cada uno (18 placas por regulador) y el tercer regulador con 11 líneas de placas (22 placas), para completar las 58 placas de la instalación. En el Plano 4 del apartado PLANOS puede verse la disposición del conexionado de líneas de placas y reguladores.

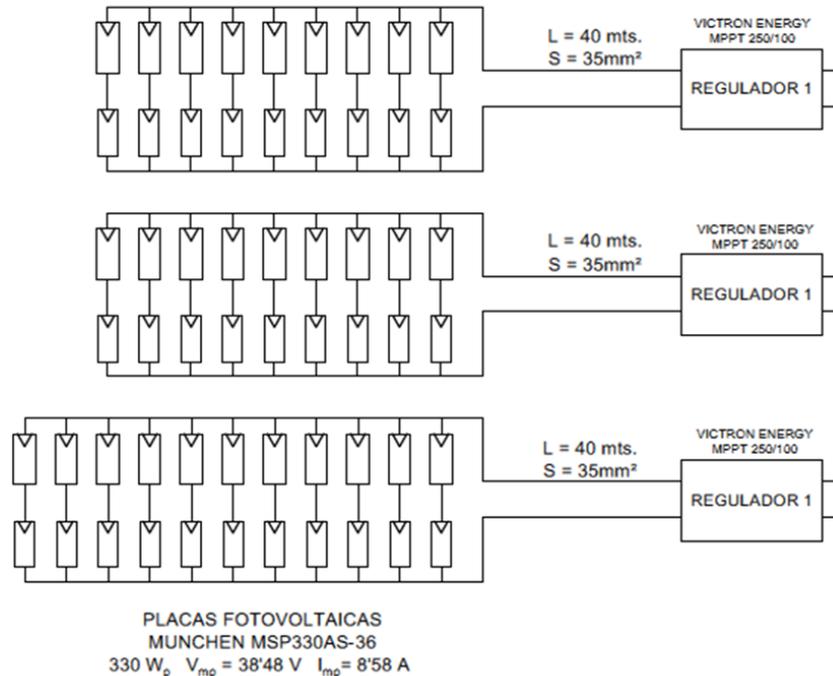


Figura 8. Esquema de conexionado de reguladores.

2.2.3.- Inversores.

2.2.3.1.- Alternativas elegidas de inversores.

Para la selección de los inversores necesarios, habida cuenta que tenemos cargas en corriente alterna monofásicas y trifásicas que alimentar, seleccionaremos inversores del mercado capaces de trabajar en régimen de instalación aislada de red y con posibilidad de disponer de equipos con salidas monofásicas y trifásicas.

2.2.3.2.- Selección de los inversores necesarios.

Para el cálculo del inversor o inversores necesitamos conocer la potencia instantánea que se debe poder conectar en cada momento. Teniendo en cuenta que según se ha descrito en la instalación existen cargas monofásicas y trifásicas, adoptaremos la utilización de inversores monofásicos y trifásicos separados para alimentar las cargas.

En cuanto a las cargas monofásicas tenemos tanto las correspondientes al alumbrado (de los dos talleres así como de los vestuarios) como las correspondientes a las herramientas portátiles conectadas a las tomas de corriente monofásicas.

La potencia a considerar será:

$$P_{\text{monof.}} = 2,905 + 1,34 + 0,5 + 2,2 + 0,85 + 1,5 + 0,055 = 9,35 \text{ kW}$$

Tomaremos como potencia monofásica del inversor uno de 10 kW, ya que además de ser la potencia de inversor existente en el mercado, deja un pequeño margen de seguridad para un incremento puntual de la potencia monofásica en un momento determinado, además de las sobrecargas puntuales que admiten los inversores actuales del mercado.

Tomaremos el modelo de inversor siguiente.

- Inversor QUATTRO 48/15000/200-100/100 de VICTRON ENERGY.
Potencia 15000 VA. Tensión 230 V.

Este inversor permite trabajar en instalaciones aisladas de red con baterías a 48 V según la información del fabricante.

Para la potencia trifásica a considerar y dado que en la instalación se dispone de dos talleres con cargas diferenciadas, consideraremos la potencia trifásica de cada taller y colocaremos inversores diferentes para cada taller, de esta forma ante una avería en un equipo no se queda toda la instalación sin posibilidad de alimentación en trifásica, sino que una parte queda en servicio. Se separarán las instalaciones trifásicas de los dos talleres para que cada una cuelgue de un sistema de inversores.

La potencia instantánea del taller de mecanizados será para la calefacción y el torno grande (el aparato de elevación, dada su baja potencia no lo consideramos pues lo

absorbería el pico de potencia del inversor que según los datos de su ficha técnica es hasta 20000 VA) esto es:

$$P_{\text{trifas-mecanizados}} = 9 + 15 = 24 \text{ kW}$$

De la misma manera para el taller de calderería (aquí consideramos calefacción, equipo soldadura y extractor de humos) y con las mismas consideraciones tendremos.

$$P_{\text{trifas-caldereria}} = 9 + 12 + 1,178 = 22,178 \text{ kW}$$

Dadas las potencias trifásicas similares para los dos talleres adoptaremos los mismos equipos inversores para ambos lo que nos facilita el intercambio de equipos entre las dos instalaciones caso de avería en alguno de ellos.

Adoptaremos los siguientes inversores monofásicos para formar las dos alimentaciones trifásicas a los talleres.

- Inversor QUATTRO 48/10000/200-100/100 de VICTRON ENERGY.
Potencia 10000 VA. Tensión 230 V.

Montaremos 6 unidades de estos inversores formando cada bloque de tres la red trifásica y pudiendo funcionar en instalación aislada con baterías a 48 V según la información del fabricante.

El montar tres unidades monofásicas posibilita que en caso de avería de uno de los inversores sólo debe sustituirse un equipo monofásico de una potencia un tercio de la total trifásica requerida, más económico que si se monta un trifásico para toda la potencia y se produce una avería en el mismo y debe sustituirse por completo.

El conexionado de los inversores sería como se detalla en la figura siguiente y además se representa en el Plano 4 del apartado 4 de este documento.

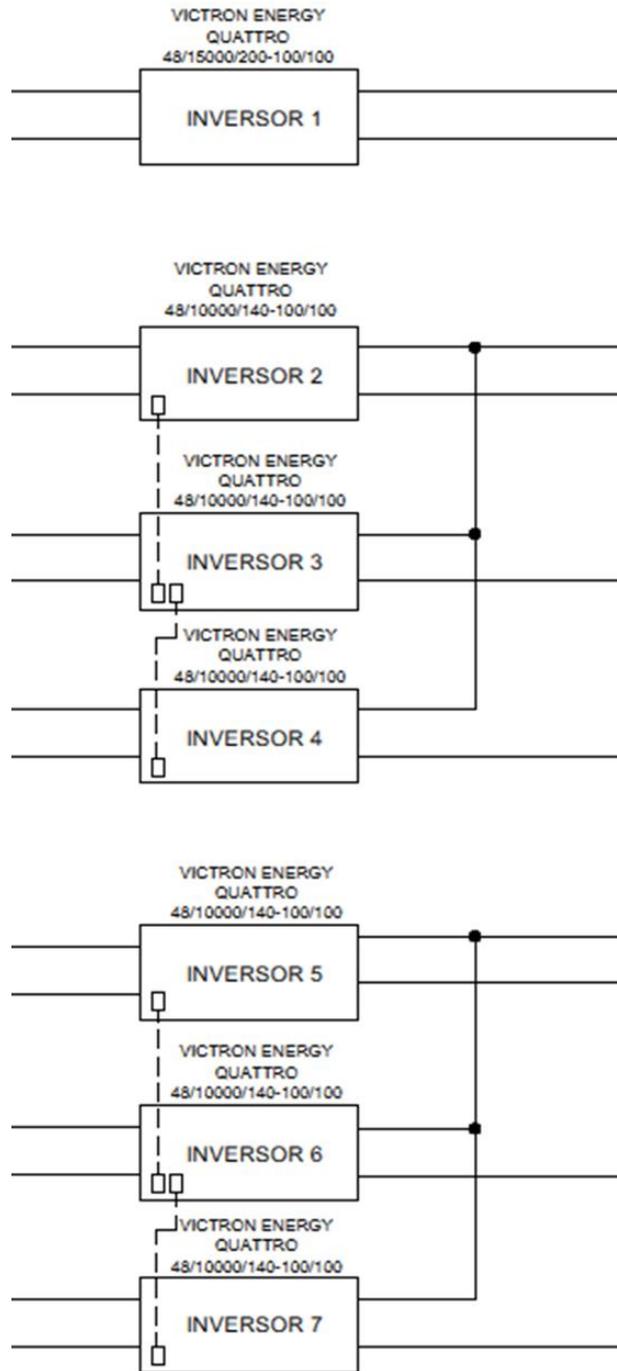


Figura 9. Esquema de conexionado de los inversores

2.2.4.- Baterías.

Al tratarse de una instalación aislada de red, es necesario dotar a la misma de un sistema de acumulación de energía, mediante baterías de acumuladores de corriente continua para cubrir la demanda de energía eléctrica de la instalación en los periodos en los que no hay radiación solar (noches y días nublados, fundamentalmente) y velocidad de viento insuficientes para el funcionamiento de la instalación.

2.2.4.1.- Alternativas elegidas de baterías.

Baterías estacionarias.

Las baterías estacionarias son las más utilizadas en instalaciones aisladas medias o grandes, en donde se requiere una mayor duración de las baterías pues tienen una media de vida útil que llega incluso hasta los 15 o 20 años, realizando sobre las mismas las operaciones y mantenimientos que requieren.

Los vasos estacionarios que componen las baterías, utilizan una tecnología ideal para soportar numerosas descargas profundas y este hecho es debido a la construcción de las placas de plomo que forman los elementos. Este tipo de baterías está formado por vasos independientes de 2 V cada uno, que se pueden conectar entre sí mediante puentes flexibles hasta llegar a las tensiones requeridas del sistema de 12, 24 ó 48 V.

Al tratarse de baterías abiertas, requerirán un mantenimiento cada 6 meses o 1 año aproximadamente en el que será necesario reponer el nivel de agua en los vasos y se comprobará que a densidad esté en los niveles adecuados.

Este tipo de batería tiene una capacidad de carga que puede llegar hasta los 4500 Ah en ciclo de descarga a 100 horas (C100).

Existen actualmente tres tipos de baterías estacionarias también denominadas de plomo-ácido, que son las OPZS, TOPZS y OPZV. Las diferencias entre unas y otras residen en la distinta fabricación de los vasos, siendo actualmente las más utilizadas para instalaciones fotovoltaicas aisladas de red las OPZS.

Baterías de Litio.

Actualmente las baterías de litio son las baterías de mayor durabilidad que existen actualmente en el mercado, bajísima autodescarga, excelente respuesta frente a descargas profundas y sin efecto memoria, por lo que se pueden descargar al 100%.

Están fabricadas con componentes muy ligeros que ha permitido formar acumuladores pequeños (el peso y tamaño de estas baterías es más bajo que las de plomo-ácido, aproximadamente un 70% del tamaño), de varias formas, ligeros y con unos rendimientos mucho más altos que las baterías estacionarias convencionales. Con densidades energéticas de hasta 3 veces mayor que las baterías convencionales y soportan tasas de corriente de carga y descarga más elevadas. Las baterías de litio tienen una vida útil muy superior a las baterías estacionarias de plomo-ácido, alcanzando ciclos superiores a los 25 años. La reducción de vida útil que se produce en las baterías de plomo-ácido por no cargarse completamente durante largos periodos de tiempo no se produce en este tipo de baterías de litio, que no precisan estar completamente cargadas para su correcto funcionamiento.

Este tipo de baterías tiene una tensión más alta por vaso (en torno a los 3,2 Voltios) por lo que se requieren menos vasos para conseguir la tensión requerida de la instalación.

Este tipo de batería de litio no emite gases durante su funcionamiento lo que permite su instalación en cualquier recinto, independiente de la ventilación del mismo.

2.2.4.2.- Selección del modelo de batería.

Los dos tipos fundamentales de baterías, óptimos para la utilización en instalaciones aisladas con energías renovables (fotovoltaica/minieólica), son los de plomo-ácido y las de Litio.

Aunque por lo descrito anteriormente, las baterías de litio presentan unas características más favorables que las de plomo-ácido, actualmente debido al elevado precio que presentan este tipo de baterías todavía no es rentable económicamente su utilización en este tipo de instalaciones. La tendencia conduce a la utilización de este tipo de baterías como alternativa de futuro, cuando se abaraten los costes de producción y su precio se reduzca para ser competitivas frente a las baterías de plomo-ácido.

Para el presente trabajo se adoptarán baterías estacionarias de plomo-ácido (OPzS). Se realizarán los cálculos partiendo de tres tipos distintos de baterías estacionarias de tres fabricantes distintos, seleccionando de entre ellas la mejor opción técnica-económica.

Los modelos de baterías en los que se basará el estudio son:

- Baterías GNB Tudor Classic Solar OPzS 4600.
- Baterías MASTER BATTERY 24OPzS 3000.
- Baterías ENERVOLT OPzS 3000.

2.2.4.3.- Cálculo de las baterías necesarias.

Dado que el coste económico de las baterías es el más importante de una instalación fotovoltaica/minieólica aislada, vamos a analizar la autonomía mínima que necesitamos en las baterías para no encarecer en exceso la instalación.

Debido a que el trabajo en los dos talleres con toda la carga considerada se produce como máximo un día, o como máximo dos de cada mes y no todos los meses, se ha calculado el número de placas para un consumo de dos días al mes lo que no es muy frecuente, aunque pudiera darse en caso extremo para tener una flexibilidad. Si partimos de las baterías cargadas y tenemos varios días sin sol en los que las placas no funcionan, si diseñamos las baterías para una autonomía de como máximo dos días para cubrir toda la demanda del taller, sabemos que están cubiertas las necesidades pues hasta la siguiente necesidad de utilización de las cargas del taller, habrá pasado como mínimo un mes, tiempo suficiente para haberse vuelto a cargar las baterías desde las placas fotovoltaicas, pues no es frecuente en Cortes de Pallas estar más de 4 o 5 días sin sol. Además como vamos a seleccionar un modelo de batería y vamos a redondear en exceso el número de líneas de baterías en paralelo, esto provocará como vamos a ver, que la autonomía no será de 2 días, sino superior, con lo que está garantizado el suministro eléctrico en los talleres durante más de dos días, sobre todo para la alimentación de los consumos monofásicos de alumbrado y máquinas portátiles (más frecuentemente utilizadas si cabe), tomando de baterías.

Según lo anterior consideraremos una autonomía de 2 días, y como el consumo diario era de $C_{md} = 4.755 \text{ Ah/día}$ (el más desfavorable para los meses de noviembre a febrero en los que se utiliza la calefacción eléctrica) tendremos.

$$C_n = 24 \cdot N_{da} = 24 \cdot 2 = 48 \text{ horas}$$

Adoptando una profundidad de descarga de $P_d = 0,7$ la capacidad de las baterías serán.

$$C_{48} = C_n = N_{da} \cdot C_{md} / P_d = 2 \cdot 4.755 / 0,7 = 13.585,71 \text{ Ah}$$

Dado el coste de las baterías seleccionaremos baterías de tres fabricantes distintos y una vez tengamos los precios de los mismos, escogeremos la más económica que nos cubra las necesidades.

Dada la elevada capacidad de las baterías requerida para la instalación, debido al consumo existente en la instalación, iremos a seleccionar los rangos más altos de cada tipo de batería para cubrir la demanda con un menor número de equipos.

Baterías GNB Tudor Classic Solar OPzS 4600 (Distribuida por ALBA SOLAR).

Según los datos técnicos de esta batería tenemos que $C_{48} = 4100 \text{ Ah}$ por lo que el número de líneas de baterías en paralelo será.

$$N_{ipb} = 13.585,71 / 4100 = 3,31 = 4 \text{ líneas en paralelo}$$

Como la tensión de la instalación es de 48 V y los vasos de la OPzS 4600 son de 2 V necesitaremos 24 uds en serie, por lo que el número total de baterías será.

$$N_{tb} = 4 \cdot 24 = 96 \text{ uds}$$

Baterías MASTER BATTERY 24OPzS 3000 (Distribuida por SFE).

Según los datos técnicos de esta batería tenemos que $C_{100} = 4748 \text{ Ah}$ y $C_{10} = 3361 \text{ Ah}$ por lo que al no disponer de otros valores intermedios tenemos que interpolar para obtener el valor de C_{48}

$$C_{h\text{-adicional}} = (C_{100} - C_{10}) / (100 - 10) = (4748 - 3361) / 90 = 15,41 \text{ Ah/h}$$

$$C_{48} = C_{10} + [(48-10) \cdot 15,41] = 3946,58 \text{ Ah}$$

El número de líneas de baterías en paralelo será.

$$N_{ipb} = 13.585,71 / 3946,58 = 3,44 = 4 \text{ líneas en paralelo}$$

Como la tensión de la instalación es de 48 V y los vasos de la OPzS 3000 son de 2 V necesitaremos 24 uds en serie, por lo que el número total de baterías será.

$$N_{tb} = 4 \cdot 24 = 96 \text{ uds}$$

El mismo número de baterías que para el fabricante anterior.

Baterías ENERVOLT OPzS 3000 (Distribuida por ENERVOLT).

Según los datos técnicos de esta batería tenemos que $C_{100} = 4352 \text{ Ah}$ y $C_{10} = 3343 \text{ Ah}$ por lo que al no disponer de otros valores intermedios tenemos que interpolar para obtener el valor de C_{48}

$$C_{h\text{-adicional}} = (C_{100} - C_{10}) / (100 - 10) = (4352 - 3343) / 90 = 11,21 \text{ Ah/h}$$

$$C_{48} = C_{10} + [(48-10) \cdot 11,21] = 3768,98 \text{ Ah}$$

El número de líneas de baterías en paralelo será.

$$N_{lpb} = 13.585,71 / 3768,98 = 3,6 = 4 \text{ líneas en paralelo}$$

Como la tensión de la instalación es de 48 V y los vasos de la OPzS 3000 son de 2 V necesitaremos 24 uds en serie, por lo que el número total de baterías será.

$$N_{tb} = 4 \cdot 24 = 96 \text{ uds}$$

El mismo número de baterías que para los dos fabricantes anteriores.

De los precios obtenidos aunque son muy similares (GNB Tudor cuestan 89.020,80 euros, MasterBattery cuestan 83.014,40 euros y ENERVOLT cuestan 91.200 euros) seleccionamos para esta instalación el modelo MASTERBATTERY.

Para este modelo seleccionado MasterBattery 24OPzS 3000, la capacidad real de las baterías seleccionadas es.

$$C_{\text{real}} = 4 \cdot 3946,58 = 15786,32 \text{ Ah.}$$

Por lo que el número real de días de autonomía de las baterías será.

$$N_{da} = 15786,32 \cdot 0,7 / 4755 = 2,32 \text{ días.}$$

Adoptamos este tipo y número de elementos baterías al tener cubierta la instalación con un margen de seguridad aceptable en cuanto a autonomía.

2.2.4.4.- Conexión de las baterías.

La tensión de los elementos de batería es de 2V y como tenemos que cubrir la tensión de trabajo de la instalación que es de 48 V debemos utilizar 24 vasos de elementos de batería en serie, y como hemos calculado anteriormente dispondremos de 4 líneas en paralelo.

Todo esto conforma una cantidad de 96 elementos de baterías conectados según el siguiente esquema y que puede también verse en los Planos 4 y 5 del apartado 4 de este trabajo.

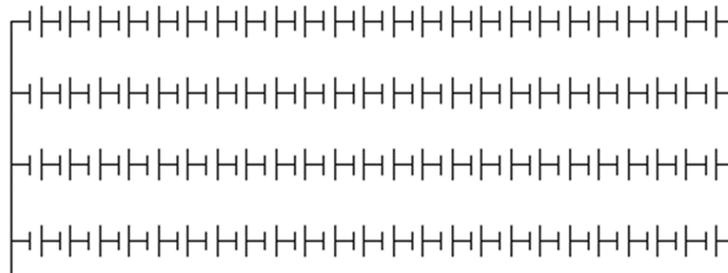


Figura 10. Esquema conexionado de elementos de batería.

2.3.- Dimensionamiento de la instalación minieólica.

Vamos a calcular ahora la instalación para cubrir la demanda de los talleres con uno o varios aerogeneradores conectados al mismo sistema de baterías e inversores.

Vamos a considerar para el estudio que estamos en la zona más desfavorable, esto es de menor horas de viento al año, esto es zona 3,5 y realizaremos el estudio para esa distribución de vientos, en caso de variar a lo largo del año la distribución de vientos, la instalación sería perfectamente válida pues cubriría aún más la demanda, al producir más potencia con los equipos adoptados.

2.3.1.- Alternativas de aerogeneradores.

Realizaremos el estudio con los siguientes modelos de aerogeneradores comerciales.

- Aerogenerador ENAIR E70PRO de 4000 W. 48 V.
- Aerogenerador ENERVOLT 5000, de 5000 W 48 V.
- Aerogenerador BORNAY 6000, de 6000 W 48 V.

No se consideran aerogeneradores de potencias menores pues dadas las características de la instalación se ha probado con unos de potencias 1500 W y 3000 W obteniéndose un número de aerogeneradores muy elevado (omitimos el cálculo).

La información técnica de los aerogeneradores con las curvas Potencia (W) – Velocidad viento (m/s) se recogen en el anexo y es con las que se han obtenido los valores recogidos en las tablas siguientes.

Se han obtenido de las curvas citadas los valores de potencia de cada aerogenerador para cada valor de velocidad y se han anotado en la tabla Excel para que realice las operaciones y al final nos dé como resultado el sumatorio de Potencias x horas/año, además también nos da la hoja Excel las Horas equivalentes año (Energía anual/Potencia nominal aerogenerador) y dividiendo estas Horas equivalentes año, entre los doce meses del año, las Horas equivalentes mensuales que son las que utilizaremos para calcular los coeficientes.

2.3.2.- Cálculo de aerogeneradores necesarios.

AEROGENERADOR ENAIR E70PRO.

La potencia nominal de este aerogenerador es de 4000 W. Los valores de potencia para cada rango de velocidad del viento (entre 1 m/s y 20 m/s) obtenidos de su curva, son los de la tabla Excel siguiente.

Potencia nominal (W)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Zona 3,5
4000	1	0	0
	2	30	52508,7
	3	80	136913,6
	4	250	349052,5
	5	470	468134,1
	6	880	559301,6
	7	1400	514626
	8	2070	402345,9
	9	2800	264712
	10	3350	142375
	11	4000	70880
	12	4150	28510,5
	13	4300	10707
	14	4380	3679,2
	15	4450	1157
	16	4480	358,4
	17	4500	90
	18	4470	44,7
	19	4460	0
	20	4450	0
		Wh/año	3005396,2
		h.equí.año	751,35
		h.equí.mes	62,61

Tabla 4. Tabla datos aerogenerador ENAIR E70PRO.

El consumo mensual a considerar es el ya determinado en Wh/mes.

- Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre. 571.845 Wh/mes.
- Noviembre y Febrero. 931.822 Wh/mes.

- Diciembre y Enero. 1.147.835 Wh/mes.

Con este valor de consumo mensual y con las horas equivalentes al mes obtenidas de la tabla anterior calcularemos el coeficiente más desfavorable, introduciendo los valores en la tabla siguiente obtenemos los coeficientes.

MES	Wh/mes	HEM	Coeficiente
Enero	1147835	62,61	18333,09
Febrero	931822	62,61	14882,96
Marzo	571845	62,61	9133,45
Abril	571845	62,61	9133,45
Mayo	571845	62,61	9133,45
Junio	571845	62,61	9133,45
Julio	571845	62,61	9133,45
Agosto	571845	62,61	9133,45
Septiembre	571845	62,61	9133,45
Octubre	571845	62,61	9133,45
Noviembre	931822	62,61	14882,96
Diciembre	1147835	62,61	18333,09

Tabla 5. Tabla coeficientes aerogenerador ENAIR E70PRO.

De la tabla anterior obtenemos el coeficiente más alto que corresponde con los meses de diciembre y enero que es donde tenemos el mayor consumo debido a la calefacción.

Considerando un rendimiento de la instalación del 90% (0,9) y de los inversores también del 90% (0,9), realmente el rendimiento de los inversores será algo mayor, tenemos que necesitaremos un número de aerogeneradores de 4000 W de.

$$NA = \text{Coeficiente} / P_{\text{nominal}} \cdot \eta_{\text{inst}} \cdot \eta_{\text{inver}} = 18333,09 / 4000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 5,6 = 6 \text{ aerog.}$$

Necesitaríamos 6 aerogeneradores de 4000 W para cubrir la demanda.

AEROGENERADOR ENERVOLT 5000.

La potencia nominal de este aerogenerador es de 5000 W. Los valores de potencia para cada rango de velocidad del viento (entre 1 m/s y 20 m/s) obtenidos de su curva, son los de la tabla Excel siguiente.

Potencia nominal (W)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Zona 3,5
5000	1	0	0
	2	0	0
	3	50	85571
	4	250	349052,5
	5	500	498015
	6	700	444899
	7	1000	367590
	8	1300	252681
	9	1900	179626
	10	2500	106250
	11	3000	53160
	12	3800	26106
	13	4500	11205
	14	4750	3990
	15	4700	1222
	16	4300	344
	17	3700	74
	18	3400	34
	19	2950	0
	20	2600	0
		Wh/año	2379819,5
		h.equí.año	475,96
		h.equí.mes	39,66

Tabla 6. Tabla datos aerogenerador ENERVOLT 5000.

Con el valor de consumo mensual para cada periodo y con las horas equivalentes al mes obtenidas de la tabla anterior calcularemos el coeficiente más desfavorable, introduciendo los valores en la tabla siguiente obtenemos los coeficientes.

MES	Wh/mes	HEM	Coeficiente
Enero	1147835	39,66	28941,88
Febrero	931822	39,66	23495,26
Marzo	571845	39,66	14418,68
Abril	571845	39,66	14418,68
Mayo	571845	39,66	14418,68
Junio	571845	39,66	14418,68
Julio	571845	39,66	14418,68
Agosto	571845	39,66	14418,68
Septiembre	571845	39,66	14418,68
Octubre	571845	39,66	14418,68
Noviembre	931822	39,66	23495,26
Diciembre	1147835	39,66	28941,88

Tabla 7. Tabla coeficientes aerogenerador ENERVOLT 5000.

De la tabla anterior obtenemos el coeficiente más alto que también se corresponde con los meses de diciembre y enero que es donde tenemos el mayor consumo debido a la calefacción.

Haciendo las mismas consideraciones anteriores tenemos que necesitaremos un número de aerogeneradores de 5000 W de.

$NA = \text{Coeficiente} / P_{\text{nominal}} \cdot \eta_{\text{inst}} \cdot \eta_{\text{inver}} = 28941,88 / 5000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 7,1 = 8$ aerog.

Necesitaríamos 8 aerogeneradores de 5000 W para cubrir la demanda.

AEROGENERADOR BORNAY 6000.

La potencia nominal de este aerogenerador es de 6000 W. Los valores de potencia para cada rango de velocidad del viento (entre 1 m/s y 20 m/s) obtenidos de su curva son los de la tabla Excel siguiente.

Potencia nominal (W)	Velocidad (m/s)	Potencia (W)	Zona 3,5
6000	1	0	0
	2	115	201283,35
	3	250	427855
	4	750	1047157,5
	5	1250	1245037,5
	6	1850	1175804,5
	7	2500	918975
	8	3350	651139,5
	9	4125	389977,5
	10	5000	212500
	11	5500	97460
	12	5850	40189,5
	13	6250	15562,5
	14	6350	5334
	15	6000	1560
	16	5600	448
	17	5750	115
	18	5800	58
	19	5900	0
	20	5950	0
		Wh/año	6430456,85
		h.equi.año	1071,74

Tabla 8. Tabla datos aerogenerador BORNAY 6000.

La tabla de coeficientes será:

MES	Wh/mes	HEM	Coefficiente
Enero	1147835	89,31	12852,26
Febrero	931822	89,31	10433,57
Marzo	571845	89,31	6402,92
Abril	571845	89,31	6402,92
Mayo	571845	89,31	6402,92
Junio	571845	89,31	6402,92
Julio	571845	89,31	6402,92
Agosto	571845	89,31	6402,92
Septiembre	571845	89,31	6402,92
Octubre	571845	89,31	6402,92
Noviembre	931822	89,31	10433,57
Diciembre	1147835	89,31	12852,26

Tabla 9. Tabla de coeficientes aerogenerador BORNAY 6000.

De la tabla anterior obtenemos el coeficiente más alto que también se corresponde con los meses de diciembre y enero que es donde tenemos el mayor consumo debido a la calefacción.

Haciendo las mismas consideraciones anteriores tenemos que necesitaremos un número de aerogeneradores de 6000 W de.

$$NA = \text{Coeficiente} / P_{\text{nominal}} \cdot \eta_{\text{inst}} \cdot \eta_{\text{inver}} = 12852,26 / 6000 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 2,64 = 3 \text{ aerog.}$$

Necesitaríamos 3 aerogeneradores de 6000 W para cubrir la demanda.

Aunque lo idóneo es no utilizar más de un aerogenerador debido al efecto sombra que se produce al haber más de un aerogenerador cuando estos están alineados, pues los que están detrás del primero en la dirección del viento no trabajan igual, en este caso se debe adoptar esta disposición.

Adoptaremos para la instalación 3 aerogeneradores BORNAY 6000 ya que según las ofertas recibidas de los otros aerogeneradores son más caros al ser mayor número.

2.3.3.- Disposición física.

Debido a la afeción del funcionamiento de un aerogenerador en la velocidad del aire en los que tiene en la dirección del viento y que hacen que este disminuya de velocidad (efecto sombra), se debe mantener una distancia entre aerogeneradores que depende del diámetro de las palas (D_{palas}).



Figura 11. Separación de aerogeneradores.

Los aerogeneradores deberán instalarse a una distancia entre ellos, para evitar el efecto sombra, de.

$$D \geq 3 \cdot D_{\text{palas}} = 3 \cdot 4 = 12 \text{ metros.}$$

Al ser el diámetro de las palas de 4 metros, según la información técnica del fabricante. Se adoptará una separación entre los tres aerogeneradores de 15 metros por indicaciones (telefónica) del fabricante de los aerogeneradores.

Según esto la disposición física de los tres aerogeneradores quedaría de la siguiente manera:

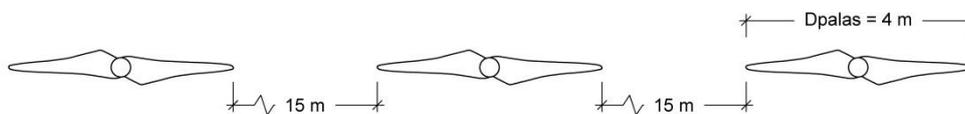


Figura 12. Separación física real entre aerogeneradores.

2.4.- Cálculo de la sección de los conductores.

Vamos a calcular la sección de los conductores necesarios para la instalación fotovoltaica y a continuación calcularemos la sección de los conductores para la instalación minieólica sabiendo que hay algunos tramos comunes entre ambos tipos de instalación.

Los conductores a utilizar para la instalación fotovoltaica cumplirán con la norma UNE-EN 50618 de Marzo 2015. Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos.

Conductores de las filas de placas (2 uds en serie).

Dado que estos conductores están colocados adosados a las placas solares las temperaturas que alcanzan son altas por lo que para el cálculo de sección del conductor se considerará para la conductividad a 90°C un valor de $\gamma_{90^{\circ}\text{C}} = 44 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$.

Por el criterio de la caída de tensión máxima en los conductores, y adoptando el valor de 1,5% recomendado en el Pliego de condiciones técnicas del IDAE, admisible también por el REBT al ser inferior al máximo permitido que es del 5% para una instalación industrial tendremos.

$$S = 2 \cdot L \cdot I / \gamma_{90^{\circ}\text{C}} \cdot \Delta V$$

En donde: L = Longitud línea en metros.

I = Intensidad en amperios.

$\gamma_{90^{\circ}\text{C}}$ = Conductividad = 44 m/ Ω mm²

ΔV = Caída de tensión en voltios.

Para este tramo de circuito L= 10 mts. I=I_{mp} = 8,58 A. V_{mp}= 38,48 V.

$$\Delta V = 1,5\% \cdot 2 \cdot V_{\text{mp}} / 100 = 1,5 \cdot 2 \cdot 38,48 / 100 = 1,154 \text{ V.}$$

Lo que nos lleva a una sección de conductor de:

$$S = 2 \cdot 10 \cdot 8,58 / 44 \cdot 1,154 = 3,37 \text{ mm}^2$$

Se adopta la sección de 4 mm², para este tramo, que además coincide con la sección de conductor dada por el fabricante de la placa fotovoltaica.

Vamos a confirmar que por el criterio de máxima corriente también es aceptable.

Según la norma UNE 60634-7-712:2017 el cable seleccionado debe soportar una intensidad de un 25% mayor que la máxima que puede darse, que en este caso sería la intensidad de cortocircuito de la placa ($I_{sc} = 9,18 \text{ A}$).

Esto es:

$$I \geq 1,25 \cdot I_{sc} = 1,25 \cdot 9,18 = 11,475 \text{ A.}$$

Según la norma UNE-EN 50618:2015 Cables para sistemas fotovoltaicos. Instalación sobre una superficie, para la sección de 4 mm^2 la intensidad máxima que permite sería, sin considerar los coeficientes reductores por la instalación de $I_{max} = 52 \text{ A}$.

Ahora bien por la misma norma deben aplicarse los siguientes dos coeficientes reductores: $K_1 = 0,50$ (por agrupación de cables de cada rama hasta la caja conexiones, de 9 a 11 circuitos, tantos como líneas de placas en paralelo) y $K_2 = 0,75$ (por temperatura máxima a considerar de 90°C).

Así tendremos la intensidad máxima permitida del cable de 4 mm^2 por el tipo de instalación será de:

$$I_m = K_1 \cdot K_2 \cdot I_{max} = 0,5 \cdot 0,75 \cdot 52 = 19,5 \text{ A.}$$

Como:

$$I = 11,475 < 19,5 \text{ A}$$

La sección de **4 mm^2** es correcta para este tramo por los dos criterios.

Conductores desde las placas fotovoltaicas hasta los reguladores.

Vamos a calcular ahora la sección de los conductores que unen las cajas de conexiones de las líneas de placas fotovoltaicas con los reguladores, al ser la tirada más larga pues es de 40 metros en el punto más alejado.

Teniendo en cuenta que se trata de corriente continua la sección vendrá dada por:

$$S = 2 \cdot L \cdot I / \gamma_{70^\circ\text{C}} \cdot \Delta V$$

En donde: L = Longitud línea en metros.
 I = Intensidad en amperios.
 $\gamma_{70^{\circ}\text{C}}$ = Conductividad = $48 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$
 ΔV = Caída de tensión en voltios.

La intensidad máxima se considerará la del conjunto de 11 placas en paralelo que es la mayor, la sección de conductor obtenido se aplicará también al conjunto de 9 líneas de placas en paralelo, unificando secciones y dejando la instalación preparada para una futura ampliación con 8 placas mas.

$$I_{\text{max}} = 11 \cdot I_{\text{mp}} = 11 \cdot 8,58 = 94,38 \text{ A.}$$

Criterio de caída de tensión.

Adoptaremos para este tramo una caída de tensión del 2%, que cumple con el REBT ITC-BT-19, que fija una caída máxima del 5%, aunque es un poco superior a la recomendación del Pliego de condiciones del IDAE.

$$\Delta V = 2\% \cdot V_{\text{mplinea}} / 100 = 2 \cdot 76,96 / 100 = 1,54 \text{ V.}$$

Así tendremos:

$$S = 2 \cdot 40 \cdot 94,38 / 48 \cdot 1,54 = 102,14 \text{ mm}^2$$

Adoptaremos la sección normalizada por conductor de 120 mm^2 .

Criterio de máxima corriente.

Según la norma UNE 60634-7-712:2017 el cable seleccionado debe soportar una intensidad de un 25% mayor que la máxima que puede darse, que en este caso sería la intensidad de cortocircuito de las 11 ramas de placas en paralelo ($I_{\text{sc}} = 9,18 \text{ A}$).

Esto es:

$$I \geq 1,25 \cdot I_{\text{scramas}} = 1,25 \cdot 11 \cdot 9,18 = 126,225 \text{ A.}$$

Según la norma UNE-EN 50618:2015 Cables para sistemas fotovoltaicos. Instalación tipo B1 (cables unipolares instalación al aire bajo tubo) y aislamiento XLPE, para la sección de 120 mm^2 la intensidad máxima que permite sería, sin considerar los coeficientes reductores por la instalación, de $I_{\text{max}} = 301 \text{ A}$.

Ahora bien por la misma norma deben aplicarse los siguientes dos coeficientes reductores: $K_1 = 0,70$ (por agrupación de cables de los 3 circuitos de los 3 reguladores) y $K_2 = 0,92$ (por temperatura máxima a considerar de 70°C).

Así tendremos la intensidad máxima permitida del cable de 4 mm^2 por el tipo de instalación será de:

$$I_m = K_1 \cdot K_2 \cdot I_{\max} = 0,7 \cdot 0,92 \cdot 301 = 193,84 \text{ A.}$$

Como:

$$I = 126,225 < 193,84 \text{ A}$$

La sección de **120 mm^2** es aceptable por ambos criterios.

Con esta sección adoptada vamos a calcular la caída de tensión real máxima que tendremos para ver si no se queda por debajo de la tensión mínima de entrada que necesitamos en los reguladores para que estos funcionen correctamente.

Según la ficha técnica de los reguladores, estos para poder funcionar necesitan una tensión procedente de las placas fotovoltaicas al menos superior en 5 V a la tensión de la batería.

Considerando que la tensión de los elementos de batería individuales son de 2 V pero en las condiciones de máxima carga pueden llegar a los $2,4 \text{ V}$ por elemento por lo que la tensión máxima en la batería será.

$$V_{\max b} = 2,4 \cdot 24 = 57,6 \text{ V}$$

La tensión mínima en la entrada del regulador deberá ser entonces de $62,6 \text{ V}$ ($57,6 + 5$), y teniendo en cuenta que la tensión de las placas en el punto de máxima potencia es de $76,96 \text{ V}$ nos permitiría una caída de tensión máxima de $14,3 \text{ V}$.

Con la sección adoptada tendremos una caída de tensión máxima de:

$$\Delta V = 2 \cdot 40 \cdot 94,38 / 48 \cdot 120 = 1,31 \text{ V.}$$

Con esto tendremos una seguridad de que aunque con el paso del tiempo las conexiones incrementen la caída de tensión del circuito siempre tendremos un margen de seguridad para que los reguladores funcionen correctamente, al margen de que deberá revisarse la instalación como mínimo cada seis meses o un año.

Esta caída de tensión supone un valor del 1,7% sobre la tensión máxima fotovoltaica.

Se adoptará la misma sección de 120 mm² para las líneas de placas de los reguladores que solo tienen 9 líneas de placas en paralelo como se ha indicado.

Conductores desde los reguladores a los inversores.

La sección de los conductores entre reguladores e inversores, dada la corta longitud pues se ubicarán en la misma sala y muy próximos, según puede verse en el Plano 12 del Apartado 4, se adoptará para ellos una sección de conductor de 35 mm² que es lo que permite el conexionado de los reguladores sin tener que colocar cajas de conexionado para reducir la sección.

Conductores desde los reguladores e inversores a baterías.

La sección de los conductores entre reguladores inversores y baterías, dada la corta longitud pues se ubicarán en la misma sala y muy próximos, según puede verse en los Planos 11 y 12 del Apartado 4, se adoptará para ellos una sección de conductor de 35 mm² que es lo que permite el conexionado de los reguladores e inversores sin tener que colocar cajas de conexionado para reducir la sección.

Conductores desde los inversores a cajas de distribución y protección de c.a.

Al integrar la instalación renovable se debe desconectar la acometida actual de alimentación de corriente alterna en BT (400/230 V) procedente del Centro de transformación para conectar los cuadros de distribución de BT (según se detalla en el apartado siguiente) a los inversores del sistema de energía renovable.

Por una parte tendremos la línea monofásica (Fase + Neutro) que procedente del Inversor 1 alimenta las cargas monofásicas y por otra parte las líneas trifásicas (Tres Fases + Neutro) procedentes de los Inversores 2-3-4 y 5-6-7, que alimentan las cargas trifásicas de los dos talleres.

Línea monofásica desde Inversor 1 a Cajas de derivación de talleres.

Este tramo de línea tiene una longitud aproximada de unos 20 metros. y para este circuito aplicando el REBT ITC-BT19 se admite una caída de tensión máxima del 5% por lo que tendremos que la caída de tensión será.

$$\Delta V = 5\% \cdot V_{\text{monof}} / 100 = 5 \cdot 230 / 100 = 11,5 \text{ V.}$$

La sección de conductor admitiendo, temperatura máxima de 70°C por lo que $\gamma_{70^{\circ}\text{C}} = 48$, $\cos \varphi = 1$, e $I = 10000/230 \cdot 1 = 43,4$ A.

$$S = 2 \cdot L \cdot I / \gamma_{70^{\circ}\text{C}} \cdot \Delta V = 2 \cdot 20 \cdot 43,4 / 48 \cdot 11,5 = 3,15 \text{ mm}^2$$

Se adoptará una sección de **4 mm²**, lo que supondrá una caída de tensión del 3,9% que cumple con el REBT.

Se tenderá una línea desde el Inversor 1 monofásico a cada una de las cajas de distribución existentes en cada uno de los talleres por lo que en teoría se reparte la carga de 10 kW entre las dos líneas por lo que todavía será más válida la sección adoptada. Por esto último no es necesario comprobar que esta sección adoptada, cumple con el criterio de máxima intensidad, pues lo cumple sobradamente.

Líneas trifásicas desde Inversores 2-3-4 y 5-6-7 a Cajas de derivación de talleres.

La longitud de estas dos líneas desde cada conjunto de inversores hasta los cuadros de distribución y protección situado en cada uno de los dos talleres, es aproximadamente la misma y de unos 20 metros, y también como las potencias de cada uno son prácticamente iguales se adoptará la misma sección de conductor para cada una de las líneas.

Calcularemos la sección de conductores necesaria con el criterio de máxima caída de tensión y para este circuito interior aplicando el REBT ITC-BT19 se admite una caída de tensión máxima del 5% por lo que tendremos que la caída de tensión será.

$$\Delta V = 5\% \cdot V_{\text{fases}} / 100 = 5 \cdot 400 / 100 = 20 \text{ V.}$$

La sección de conductor admitiendo, temperatura máxima de 70°C, es por lo que $\gamma_{70^{\circ}\text{C}} = 48$, $\cos \varphi = 0,8$, y la intensidad será

$$I = P / \sqrt{3} \cdot V_{\text{fases}} \cdot \cos \varphi = 24000 / \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8 = 43,3 \text{ A.}$$

La sección será

$$S = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi / \gamma_{70^{\circ}\text{C}} \cdot \Delta V = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 43,3 \cdot 0,8 / 48 \cdot 20 = 1,25 \text{ mm}^2$$

Se adoptará una sección de **6 mm²**, lo que supondrá una caída de tensión del 1,04% que cumple sobradamente con el REBT. Al haber optado por una sección de conductor muy superior a la mínima admisible por el criterio de máxima caída de tensión, no es necesaria hacer la comprobación del cumplimiento del criterio de máxima corriente pues lo cumple sobradamente.

Se colocará desde cada conjunto de inversores 2-3-4 y 5-6-7 hasta cada caja de distribución de cada uno de los talleres una línea trifásica más neutro con una sección para los conductores de fase y para el neutro de **6 mm²**.

Conductores desde los reguladores de los aerogeneradores hasta los inversores.

Vamos a calcular ahora la sección de los conductores que unen las cajas de conexiones de los reguladores eólicos situados en la intemperie con los inversores situados en el interior del edificio, al ser la tirada más larga pues es de 60 metros en el punto más alejado.

Teniendo en cuenta que se trata de corriente continua la sección vendrá dada por:

$$S = 2 \cdot L \cdot I / \gamma_{70^{\circ}\text{C}} \cdot \Delta V$$

En donde: L = Longitud línea en metros.

I = Intensidad en amperios.

$\gamma_{70^{\circ}\text{C}}$ = Conductividad = 48 m/Ω mm²

ΔV = Caída de tensión en voltios.

La intensidad máxima se considerará la del conjunto de 11 placas en paralelo que es la mayor, la sección de conductor obtenido se aplicará también al conjunto de 9 líneas de placas en paralelo, unificando secciones y dejando la instalación preparada para una futura ampliación con 8 placas mas.

$$I_{\text{max}} = 11 \cdot I_{\text{mp}} = 11 \cdot 8,58 = 94,38 \text{ A.}$$

Criterio de caída de tensión.

Adoptaremos para este tramo una caída de tensión del 5%, que cumple con el REBT ITC-BT-19, que fija una caída máxima del 5%, aunque es superior a la recomendación del Pliego de condiciones del IDAE.

$$\Delta V = 5\% \cdot V_m / 100 = 2 \cdot 48 / 100 = 2,4 \text{ V.}$$

Así tendremos:

$$S = 2 \cdot 60 \cdot 150 / 48 \cdot 2,4 = 156,2 \text{ mm}^2$$

Adoptaremos la sección normalizada por conductor de 185 mm^2 .

Criterio de máxima corriente.

Adoptaremos la misma normativa que para sistemas fotovoltaicos pues es válida como referencia en ausencia de ninguna otra normativa específica. Según la norma UNE 60634-7-712:2017 el cable seleccionado debe soportar una intensidad de un 25% mayor que la máxima que puede darse, que en este caso como no conocemos el valor de la corriente de cortocircuito, consideramos la máxima.

Esto es:

$$I \geq 1,25 \cdot I_{\text{maxima}} = 1,25 \cdot 150 = 187,5 \text{ A.}$$

Según la norma UNE-EN 50618:2015. Instalación tipo B1 (cables unipolares instalación al aire bajo tubo) y aislamiento XLPE, para la sección de 185 mm^2 la intensidad máxima que permite sería, sin considerar los coeficientes reductores por la instalación de $I_{\text{max}} = 297 \text{ A}$.

Ahora bien por la misma norma deben aplicarse los siguientes dos coeficientes reductores: $K_1 = 0,70$ (por agrupación de cables de los 3 circuitos de los 3 reguladores) y $K_2 = 0,92$ (por temperatura máxima a considerar de 70°C).

Así tendremos la intensidad máxima permitida del cable de 185 mm^2 por el tipo de instalación será de:

$$I_m = K_1 \cdot K_2 \cdot I_{\text{max}} = 0,7 \cdot 0,92 \cdot 297 = 191,26 \text{ A.}$$

Como:

$$I = 187,5 \text{ A} < 191,26 \text{ A}$$

La sección de **185 mm^2** es aceptable por ambos criterios.

2.5.- Instalación eléctrica existente. Modificaciones.

La instalación eléctrica existente en los talleres está alimentada desde una única acometida mediante una terna de cables de BT de $3 \times 120 \text{ mm}^2$ y un cable para el neutro de $1 \times 95 \text{ mm}^2$. Además acompañan a los cables anteriores un cable de tierra de una sección de 95 mm^2 . Esta acometida, mediante instalación subterránea, llega al cuadro de distribución y protección existente en el taller de calderería y de ahí sale un cable de $4 \times 50 \text{ mm}^2$, hasta la caja de distribución y protección situada en el taller de mecanizados.

En el Plano N° 6 del apartado 4 de este documento se representa el esquema unifilar de la instalación actual y puede observarse la disposición de las alimentaciones a los cuadros de distribución de Baja Tensión existente en cada taller.

Dentro de cada uno de los cuadros existentes en los dos talleres se realiza la distribución de circuitos para alimentar cada una de las cargas eléctricas, tanto monofásicas como trifásicas existentes en los dos talleres así como en las zonas comunes del taller mecánico.

La distribución de circuitos en los cuadros de cada uno de los talleres es la siguiente:

Cuadro de distribución y protección en taller de calderería.

Este cuadro aloja un interruptor magnetotérmico tetrapolar de cabecera de 100 A, desde el que se realiza la partición en tres circuitos.

- Circuito 1- Tetrapolar, que tiene un interruptor diferencial general de intensidad nominal 63 A y sensibilidad 30 mA. Desde este circuito se alimentan a través de interruptores magnetotérmicos individuales, las siguientes cargas, todas ellas trifásicas.
 - Equipo de soldadura + toma de corriente trifásica del taller.
 - Puente grúa + compresor de aire de trabajos.
 - Taladradora de columna grande.
 - Calefactor del taller de calderería.

- Circuito 2- Tetrapolar, que tiene un interruptor diferencial general de intensidad nominal 40 A y sensibilidad 30 mA. Desde este circuito se alimentan a través de interruptores magnetotérmicos individuales, las siguientes cargas trifásicas.
 - Esmeriladoras + sierra de cinta.

- Aspirador de humos de soldadura.
- Y además desde este circuito por derivación de una de las fases más el neutro, a través de interruptores magnetotérmicos bipolares se alimentan las siguientes cargas monofásicas
- Bases de enchufe del lado derecho del taller.
 - Bases de enchufe del lado izquierdo del taller.
- Circuito 3 - Bipolar, que tiene un interruptor diferencial general de intensidad nominal 32 A y sensibilidad 30 mA. Desde este circuito se alimentan a través de un interruptor magnetotérmico individual, las siguientes cargas monofásicas.
- Alumbrado + Tomas de corriente del taller calderería, sala compresor y almacén pequeño.

La disposición sería la siguiente.

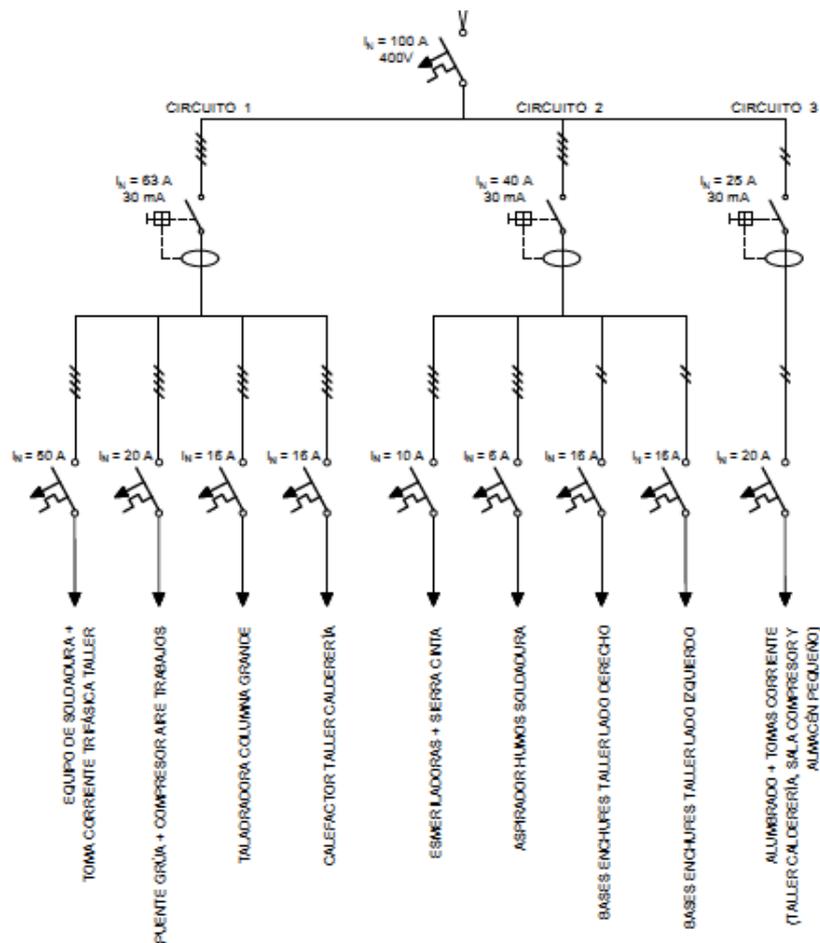


Figura 13. Esquema cuadro distribución taller calderería. Esquema actual.

Cuadro de distribución y protección en taller de mecanizados.

Este cuadro aloja un interruptor magnetotérmico tetrapolar de cabecera de 100 A, desde el que se realiza la partición en cuatro circuitos.

- Circuito 1- Bipolar, que tiene un interruptor diferencial general de intensidad nominal 25 A y sensibilidad 30 mA. Desde este circuito se alimentan a través de interruptores magnetotérmicos individuales, las siguientes cargas, todas ellas monofásicas.
 - Alumbrado de vestuarios y aseos.
 - Alumbrado de almacén, despacho y pasillo.
 - Alumbrado taller mecanizados.

- Circuito 2- Bipolar, que tiene un interruptor diferencial general de intensidad nominal 25 A y sensibilidad 30 mA. Desde este circuito se alimentan a través de interruptores magnetotérmicos individuales, las siguientes cargas monofásicas.
 - Enchufes vestuarios y aseos.
 - Enchufes almacén y despacho.

- Circuito 3 - Bipolar, que tiene un interruptor diferencial general de intensidad nominal 40 A y sensibilidad 30 mA. Desde este circuito se alimentan a través de interruptores magnetotérmicos individuales, las siguientes cargas monofásicas.
 - Enchufes del taller.
 - Enchufes taller + pasillo.

- Circuito 4- Tetrapolar, que tiene un interruptor diferencial general de intensidad nominal 63 A y sensibilidad 30 mA. Desde este circuito se alimentan a través de interruptores magnetotérmicos individuales, las siguientes cargas, todas ellas trifásicas.
 - Torno horizontal grande + torno CNC.
 - Fresadora + Cepilladora + Taladradora pequeña.
 - Sierra de vaivén + grúa circular.
 - Calefactor del taller de mecanizados.

La disposición sería la siguiente.

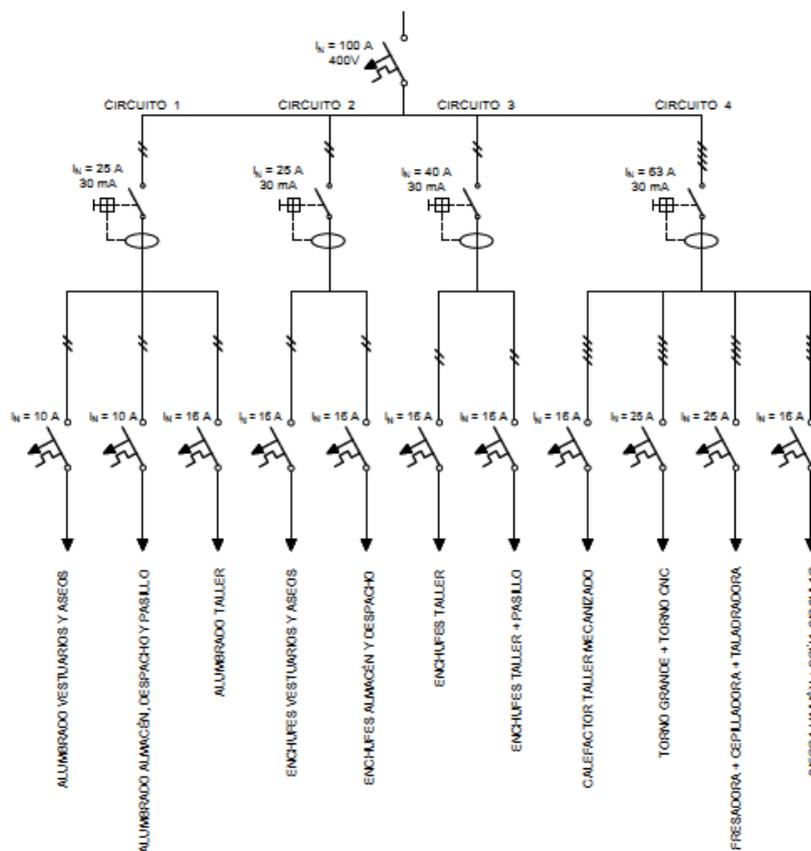


Figura 14. Esquema cuadro distribución taller mecanizados. Esquema actual.

Modificaciones a realizar.

Debido a que, por el estudio realizado de los diferentes inversores que alimentarán las cargas de los talleres, se deben hacer modificaciones en los dos cuadros de distribución de baja tensión de los talleres, para ello lo primero será desconectar la acometida actual que llega al cuadro del taller de calderería así como la unión con cable de $4 \times 50 \text{ mm}^2$, entre los dos cuadros.

Por otra parte habrá que hacer una separación de los circuitos en ambos cuadros, de manera que las cargas eléctricas monofásicas a alimentar de los dos talleres estén agrupadas y se alimenten a través del Inversor 1 monofásico de 10 kW, de las dos líneas de $2 \times 4 \text{ mm}^2$ que parten del mismo.

Para esto además de separar las cargas monofásicas en ambos cuadros, además se deberá montar un interruptor magnetotérmico bipolar de 25 A, 240 V en cada uno de

los cuadros de distribución de los dos talleres, desde el que se alimentarán todos los circuitos monofásicos de los talleres.

Por otra parte las cargas trifásicas de ambos talleres se alimentarán cada una de ellas desde un grupo de inversores monofásicos que forman la alimentación trifásica, así tendremos que los inversores 2-3-4 alimentarán al interruptor tetrapolar de entrada del cuadro de distribución de baja tensión del taller de mecanizados, con una potencia calculada de consumo máximo simultáneo de 24 kW, para alimentar las cargas trifásicas del taller. De igual manera los inversores 5-6-7 alimentarán al interruptor tetrapolar de entrada del cuadro de distribución de baja tensión del taller de calderería, con una potencia calculada de consumo máximo simultáneo de 23 kW, para alimentar las cargas trifásicas de este taller.

En el siguiente esquema unifilar puede verse como quedaría la disposición de los circuitos en los dos cuadros de los talleres tras haber hecho las modificaciones eléctricas indicadas. En el Plano 7 del apartado 4 de este documento puede verse el esquema unifilar completo de cómo quedaría la instalación en Baja Tensión de los talleres.

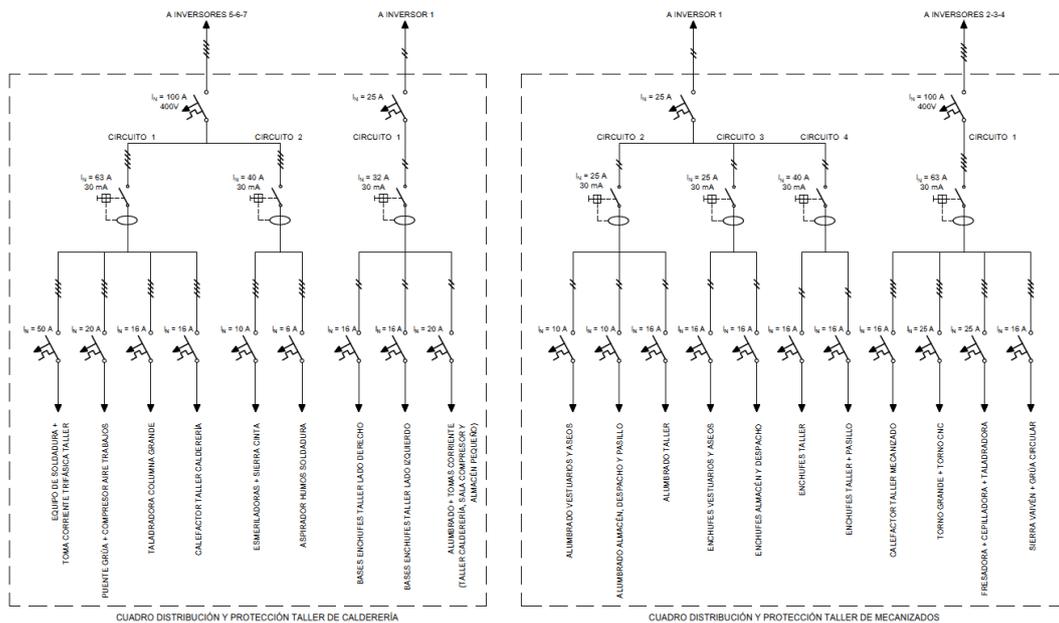


Figura 15. Esquema eléctrico unifilar de talleres tras modificación.

2.6.- Instalación de Puesta a Tierra. Ampliación.

Según el vigente REBT y en concreto la ITC-BT-18 las puestas a tierra se establecerán principalmente con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas de la instalación, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Aunque los talleres ya disponen de una instalación de puesta a tierra formada por una pica de cobre de diámetro 15 mm y longitud 1,5 metros, y una distribución de conductor de tierra por el interior de la instalación, al que están conectadas todas las masas metálicas y los equipos que disponen de dicha conexión, se establecerá una instalación de Puesta a tierra adicional en la instalación fotovoltaica de intemperie, formada por una pica de cobre de diámetro 15 mm y 1,5 metros de longitud hincada en el terreno según se detalla en el Plano Nº 8 del apartado planos.

Este conductor de tierra adicional cumple con la norma UNE 21.022 así como con el apartado 3.2 de la ITC-BT-18 del vigente REBT, ya que tiene una sección de $176,7 \text{ mm}^2$. (Pica maciza de cobre de sección circular de 15 mm de diámetro).

Se unirán las dos puestas a tierra, tanto del edificio de talleres como la instalada nueva en la instalación fotovoltaica, mediante cable de cobre de 35 mm^2 desnudo que cumple con la ITC-BT-18 del REBT. A este cable se conectarán los módulos fotovoltaicos según se indica posteriormente.

Teniendo en cuenta que el terreno donde se va a montar la instalación fotovoltaica está formado por terreno calizo con una resistividad del terreno de $100 \Omega \cdot \text{m}$, (según tabla 3 de la ITC-BT-18 del REBT).

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.000
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 10. Tabla resistividad terrenos. (Fuente ITC-BT-18 del REBT).

Por tanto tendremos una resistencia de tierra adicional, según la Tabla 5 de la ITC-BT-18 para la resistividad dada y para el caso de pica vertical enterrada de:

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

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

Tabla 11. Tabla cálculo resistencia tierra. (Fuente ITC-BT-18 del REBT).

$$R_{\text{tierra}} = \rho/L = 100/1,5 = 66,66 \Omega.$$

Como la resistencia de tierra que ya se disponía en los talleres era aproximadamente de este valor al haberse realizado con el mismo tipo de instalación (pica de tierra vertical de cobre de 1,5 mts longitud, introducida en el terreno), es por lo que da como resultado una resistencia de puesta a tierra global de la instalación de

$$R_{\text{total}} = R_{\text{tierra}}/2 = 66,66/2 = 33,33 \Omega.$$

Al estar ambas resistencias en paralelo.

Como según el apartado 9 de la ITC-BT-18 del REBT, el valor de la resistencia de PAT de la instalación ha de tener un valor tal que cualquier masa metálica de la instalación no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

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

En el supuesto de emplazamiento conductor y con resistencia de tierra de 33,33 Ω , supondría una corriente máxima de defecto de 0,72 Amperios y para el caso nuestro de emplazamiento no demasiado conductor una corriente de defecto de 1,5 Amperios. No va a darse en ninguno de los casos pues se dispone en la instalación de interruptores diferenciales de corte con corriente de defecto de 30 mA (0,03 A) muy inferior a la máxima permitida.

Se conectarán a la línea de tierra (común a instalación fotovoltaica y talleres) todas las estructuras soporte así como los marcos metálicos de los panees fotovoltaicos. También se conectarán a la línea de tierra las placas de montaje y soportes de los reguladores así como de los inversores, y las bornas de tierra que dispongan estos equipos.

La bancada de escalera de las baterías, irá asimismo conectada a la línea de tierra.

Las conexiones anteriores de los diversos elementos con la línea de tierra, al tratarse de conductores de protección que no forman parte de la canalización de las líneas de alimentación, serán de cobre, aislados con envoltorio de color verde-amarillo y de una sección de 4 mm², según se establece en el Apartado 3.4 de la ITC-BT-18 del vigente REBT.

En el Plano 8 se muestra esquemáticamente la disposición de PAT de la instalación.

2.7.- Protecciones eléctricas de la instalación.

Para el diseño y selección de las protecciones de la instalación se cumplirá con lo establecido en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, así como lo recomendado en el Pliego de

Condiciones Técnicas de Instalaciones aisladas de red del IDAE (PCT-A-Rev Febrero 2009).

Según este último Pliego de Condiciones en su apartado 5.9.3 se establece que la instalación estará protegida frente a los cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

Protección contra cortocircuitos y sobrecargas en c. continua.

De acuerdo a lo indicado en el Apartado 5.2.5. del Pliego de condiciones del IDAE se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador fotovoltaico.

Se instalará un cartucho fusible en cada uno de los polos (positivo y negativo) y por cada una de las ramas en paralelo de la instalación fotovoltaica. Los fusibles a montar cumplirán con la norma UNE-EN 60629-6:2012 Fusibles utilizados para la protección de sistemas de energía solar fotovoltaica.

Los fusibles serán de clase **gPV**, se montarán en bases portafusibles bipolares modulares PMF 1000 V según la norma citada.

El cortocircuito es un punto de trabajo no peligroso para el generador fotovoltaico, ya que la corriente de cortocircuito del módulo está limitada a un valor muy cercano a la máxima de operación normal en el punto de máxima potencia ($I_{mp} = 8,58$ A, e $I_{sc} = 9,18$ A). El cortocircuito puede, sin embargo ser perjudicial al conectar todas las series de un cuadro, si se produjera un error de conexión, llevando la suma de las corrientes de las ramas en paralelo a circular por la rama erróneamente conectada.

Según la ITC-BT-22 del REBT que garantiza el cumplimiento de la norma UNE 20460, todo dispositivo de protección frente a sobrecargas debe cumplir con las siguientes condiciones:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z$$

en donde:

I_B = Corriente de la línea, esto es la máxima de pico $I_{mp} = 8,58$ A.

I_N = Corriente nominal del fusible, a determinar.

I_Z = Corriente máxima admisible por el conductor protegido en función del tipo de instalación utilizado, ya calculado y $I_Z = I_m = 19,5$ A.

I_f = Corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección. Según UNE-EN 60629-6 se tomará el valor de $I_f = 1,9 \cdot I_N$.

Por tanto tendremos.

$$8,58 \text{ A} \leq I_N \leq 19,5 \text{ A}$$

$$1,9 \cdot I_N \leq 1,45 \cdot 19,5 = 28,275 \text{ A}$$

$$\text{De donde } I_N \leq 14,88 \text{ A} = 15 \text{ A.}$$

Se seleccionarán fusibles tipo gPV de intensidad nominal de 15 Amperios, que coincide con el valor máximo del fusible a utilizar dado en la ficha técnica del fabricante de las placas fotovoltaicas.

Protección por diodos en las placas fotovoltaicas.

Según el Pliego de condiciones técnicas del IDAE, en su Apartado 5.2.3.1 se indica que los módulos fotovoltaicos deberán llevar diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales.

Según la ficha técnica de la placa fotovoltaica adoptada (Anexo 5.2 del presente documento), estas incluyen diodos de bypass para la protección contra sombreado de cada placa.

Cuando se conectan en paralelo varias ramas de módulos fotovoltaicos puede darse el caso de que una de las ramas resulte en algunos casos severamente sombreada o deteriorada, y que la corriente de otra rama se derive hasta esta rama debilitada. El empleo de diodos de bloqueo conectados en serie en cada una de las ramas en paralelo evita el paso de corriente en sentido inverso, “aislando” las ramas defectuosas.

Dado que los diodos convencionales ocasionan una caída de tensión en el circuito en torno a 0,6 Voltios, se utilizarán para esta aplicación los diodos Schottky, que se caracterizan por tener una bajísima tensión de umbral provocando caídas en torno a 0,35 Voltios frente a los 0,6 V de los convencionales, lo que evita caídas de tensión innecesarias en la parte de corriente continua.

Estos diodos a colocar en el borne positivo de cada rama, deberán soportar las siguientes características, al menos 2 veces a intensidad de cortocircuito de la placa y la tensión en circuito abierto de la instalación.

Esto es debe cumplir con:

$$I_N = 2 \cdot I_{SC} = 2 \cdot 9,18 = 18,36 \text{ A.}$$

$$V_N = 2 \cdot V_{OC} = 2 \cdot 45,49 = 90,98 \text{ V.}$$

Se instalarán en cada rama diodos Schottky de 20 A de intensidad total y 100 V.

Protección frente a polaridad inversa de baterías.

Los reguladores de carga de baterías utilizados en este trabajo, ya llevan incorporado la protección frente a polaridad inversa de baterías mediante fusibles incorporados en los propios reguladores. En la ficha técnica del equipo del Anexo 5.2 puede comprobarse este dato.

Otras protecciones en la parte de corriente continua.

También llevan incorporadas las protecciones frente a cortocircuito en la parte de c. continua de salida de los reguladores, así como polaridad inversa en la conexión del regulador y sobretensión en los reguladores.

Estas protecciones las llevan incluidas los propios reguladores de carga de la instalación fotovoltaica.

Asimismo los inversores llevan incorporadas las protecciones contra “Tensión de batería demasiado alta” y contra “Tensión de batería demasiado baja”.

Protecciones en la parte de corriente alterna de salida de inversores.

Los inversores seleccionados para esta instalación llevan incorporadas las siguientes protecciones en la parte de corriente alterna de salida de los mismos:

- Protección contra cortocircuito en la salida.
- Protección contra sobrecargas.
- Sobretensión.

Al llevar incorporadas estas protecciones no se considera necesario en el presente estudio diseñar e implementar nuevas protecciones externas a los equipos pues estaríamos duplicando y encareciendo la instalación innecesariamente.

Protección contra contactos indirectos.

Según el REBT y su instrucción complementaria ITC-BT-24 se deberán aplicar las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y animales domésticos contra los choques eléctricos.

En la protección contra los choques eléctricos se aplicarán las medidas apropiadas para la protección contra los contactos directos e indirectos.

También según el Apartado 5-9.2 del pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red del IDAE. PCT-A- Rev febrero 2009, se estipula que “El sistema de protecciones de la instalación asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos.

La protección contra los contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Todos los elementos y equipos eléctricos a utilizar en la instalación dispondrán de una protección contra los contactos directos según se recoge en la ITC-BT-24, asimismo y para protección contra contactos indirectos de las líneas de salida de corriente alterna desde los inversores de la instalación, se colocarán los siguientes interruptores diferenciales de corte omnipolar, dando la referencia de tierra (neutro) en la salida de los inversores.

Interruptor diferencial de salida del Inversor 1.

Al tratarse de una alimentación monofásica, y como la intensidad máxima de salida ya ha sido calculada para el cálculo de la sección de los conductores, y era de $I = 43,4$ A, se seleccionará un interruptor diferencial bipolar (común a las dos salidas del inversor) de una intensidad normalizada de $I_N = 50$ A.

Por otra parte según el Apartado 3.5 de la ITC-BT-24 para el empleo de los dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea igual o inferior a 30 mA, se reconoce como medida de

protección complementaria para protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Adoptaremos para la salida del inversor 1 la utilización de un interruptor diferencial bipolar de 50 A y corriente diferencial de 30 mA.

Para este valor de corriente diferencial, tendremos una tensión máxima de contacto en caso de defecto de $V_C = 0,03 \cdot 33,33 = 1$ Voltios, valor muy por debajo del fijado en el REBT para locales o emplazamientos húmedos.

Interruptor diferencial de salida de los Inversores 2-3-4 y 5-6-7.

Al tratarse de una alimentación trifásica, y como la intensidad máxima de salida es muy similar para ambos conjuntos y ya ha sido calculada para el cálculo de la sección de los conductores, y era de $I = 43,3$ A, se seleccionará un interruptor diferencial tetrapolar (uno para cada conjunto de inversores) de una intensidad normalizada de $I_N = 63$ A. para poder cubrir la posible sobrecarga puntual que pueden admitir este tipo de inversores.

Por otra parte según el Apartado 3.5 de la ITC-BT-24 para el empleo de los dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea igual o inferior a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria para protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

Adoptaremos para la salida de los dos conjuntos de inversores trifásicos (2-3-4 y 5-6-7) la utilización de un interruptor diferencial tetrapolar de 63 A y corriente diferencial de 30 mA.

Para este valor de corriente diferencial, tendremos una tensión máxima de contacto en caso de defecto de $V_C = 0,03 \cdot 33,33 = 1$ Voltios, valor muy por debajo del fijado en el REBT para locales o emplazamientos húmedos.

3.- COSTE ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN.

3.1.- Consideraciones generales.

Vamos a evaluar, en función de los datos reales de las ofertas recibidas de los distintos suministradores, el coste de la instalación. Tomamos el precio más económico ofertado.

3.2.- Coste económico de la instalación fotovoltaica.

Coste de la instalación fotovoltaica.

El coste neto (sin IVA) de los distintos elementos principales que componen la instalación son los siguientes.

58 Placas MUNCHEN 330 Wpico. A 133,65 euros/ud	7.751,70
3 Reguladores VICTRON QUATTRO 250/100 a 617,5 euros/ud	1.852,50
1 Inversor VICTRON 48/15000/200-100/100 a 3.225,95 euros/ud	3.225,95
6 Inversores VICTRON 48/10000/140-100/100 a 2.512,37 euros/ud	15.074,22
96 unidades baterias MasterBattery OPzS 3000 a 864,73 euros/ud	83.014,40
PRECIO TOTAL NETO	110.918,77

Como puede observarse el encarecimiento de la instalación es debido sobre todo al coste de las baterías que suponen el 74,8% del coste total.

Esto nos lleva a un coste de la instalación por Wpico de.

Coste por Wpico = Coste neto/Potencia total pico = $110.918,77/19.140 = 5,8$ euros/Wpico

Considerando como costes de la mano de obra (suministro y montaje de 58 soportes para placas de aproximadamente 2 mts x 1 mts, lo que supone aproximadamente 5 días de trabajo dos personas), así como del material de la instalación (soportes, cables,

tornillería, conexiones, etc..) y el beneficio del proyectista diseñador un 15% del total del presupuesto neto tendremos un coste total final de.

$$\text{Presupuesto total} = 1,15 \cdot 110.918,77 = 127.556,58 \text{ euros.}$$

El coste de la instalación por Wpico con el presupuesto total neto (considerando todos los costes) será ahora de:

Coste por Wpico = Coste total neto / Potencia total pico = $127.556,58 / 19140 = 6,6$ euros/Wpico

Coste total de la instalación fotovoltaica con IVA incluido. En la tabla siguiente se relaciona el coste total con IVA, así como el desglose de lo que supone este impuesto.

58 Placas MUNCHEN 330 Wpico. A 133,65 euros/ud	7.751,70
3 Reguladores VICTRON QUATTRO 250/100 a 617,5 euros/ud	1.852,50
1 Inversor VICTRON 48/15000/200-100/100 a 3.225,95 euros/ud	3.225,95
6 Inversores VICTRON 48/10000/140-100/100 a 2.512,37 euros/ud	15.074,22
96 unidades baterías MasterBattery OPzS 3000 a 864,73 euros/ud	83.014,40
Coste mano de obra, materiales y coste proyectista (15%)	16.637,81
PRECIO TOTAL NETO	127.556,58
IVA (21%)	26.786,88
PRECIO TOTAL (CON IVA)	154.343,46

Como puede observarse representa un coste importante esta instalación para alimentarse en régimen de aislada de red, sobre todo por el coste de las baterías.

3.3.- Coste económico de la instalación minieólica.

Coste de la instalación minieólica.

El coste neto (sin IVA) de los distintos elementos principales que componen la instalación son los siguientes.

3 Aerogeneradores BORNAY con Reguladores eolicos a 7.142 euros/ud	21.426,00
3 Torres cuadripatas P-750 de 13 metros a 971 euros/ud	2.913,00
1 Inversor VICTRON 48/15000/200-100/100 a 3.225,95 euros/ud	3.225,95
6 Inversores VICTRON 48/10000/140-100/100 a 2.512,37 euros/ud	15.074,22
96 unidades baterias MasterBattery OPzS 3000 a 864,73 euros/ud	83.014,40
PRECIO TOTAL NETO	125.653,57

Esto nos lleva a un coste de la instalación minieólica por W_{pico} de aerogeneradores ($3 \times 6000 = 18000 W_{pico}$) de.

$$\text{Coste por } W_{pico} = \text{Coste neto/Potencia total pico} = 125.653,57/18.000$$

$$\text{Coste por } W_{pico} = 6,9 \text{ euros}/W_{pico}$$

Valor superior al obtenido para la instalación fotovoltaica que era de 5,8 euros/ W_{pico} .

Considerando un coste de la mano de obra de montaje (incluida grúa) así como el material auxiliar (cables, conexiones, material fungible, etc) y el beneficio del proyectista de un 10% del precio total neto (las horas de instalación en este caso serán menores y el coste de los mástiles ya se han incluido) tendremos.

$$\text{Coste total neto} = 1,10 \cdot 125.653,57 = 138.218,93 \text{ euros.}$$

El coste total neto por W_{pico} será ahora.

$$\text{Coste total neto } W_{pico} = 138.218,93 / 18.000 = 7,67 \text{ euros}/W_{pico}.$$

Coste total de la instalación minieólica con IVA incluido. En la tabla siguiente se relaciona el coste total con IVA, así como el desglose de lo que supone este impuesto.

3 Aerogeneradores BORNAY con Reguladores eolicos a 7.142 euros/ud	21.426,00
3 Torres cuadripatas P-750 de 13 metros a 971 euros/ud	2.913,00
1 Inversor VICTRON 48/15000/200-100/100 a 3.225,95 euros/ud	3.225,95
6 Inversores VICTRON 48/10000/140-100/100 a 2.512,37 euros/ud	15.074,22
96 unidades baterias MasterBattery OPzS 3000 a 864,73 euros/ud	83.014,40
Coste mano de obra, materiales y coste proyectista (10%)	12.565,36
PRECIO TOTAL NETO	138.218,93
IVA (21%)	29.025,98
PRECIO TOTAL (CON IVA)	167.244,91

En este caso todavía se encarece más el precio de la instalación para alimentar a los talleres en régimen de instalación aislada de red, utilizando energía eólica.

3.4.- Adopción del tipo de instalación renovable.

En vista de los resultados obtenidos, se concluye que la instalación renovable más rentable desde el punto de vista económico, para esta instalación, sería la instalación fotovoltaica.

Además y teniendo en cuenta la proximidad de líneas aéreas de Alta Tensión que obligarían a extremar la precaución durante el montaje de los aerogeneradores, así como a desplazarse de la huella de dichas líneas, es por lo que en caso de decidirse la implantación de energía renovable para esta aplicación habría que optar por la instalación fotovoltaica tal y como se ha diseñado.

4.- PLANOS.

- Plano 1. Situación y emplazamiento de la instalación.
- Plano 2. Planta instalación. Disposición de máquinas herramientas (Fuerza).
- Plano 3. Planta instalación. Disposición de alumbrado y tomas de corriente.
- Plano 4. Esquema instalación fotovoltaica.
- Plano 5. Esquema instalación minieólica.
- Plano 6. Esquema eléctrico unifilar. Instalación actual.
- Plano 7. Esquema eléctrico unifilar. Instalación modificada.
- Plano 8. Detalles instalación Puesta a tierra.
- Plano 9. Detalles de instalación fotovoltaica.
- Plano 10. Espacio ocupado por la instalación fotovoltaica.
- Plano 11. Instalación fotovoltaica. Disposición de montaje de baterías.
- Plano 12. Instalación fotovoltaica. Disposición de montaje de reguladores e inversores.



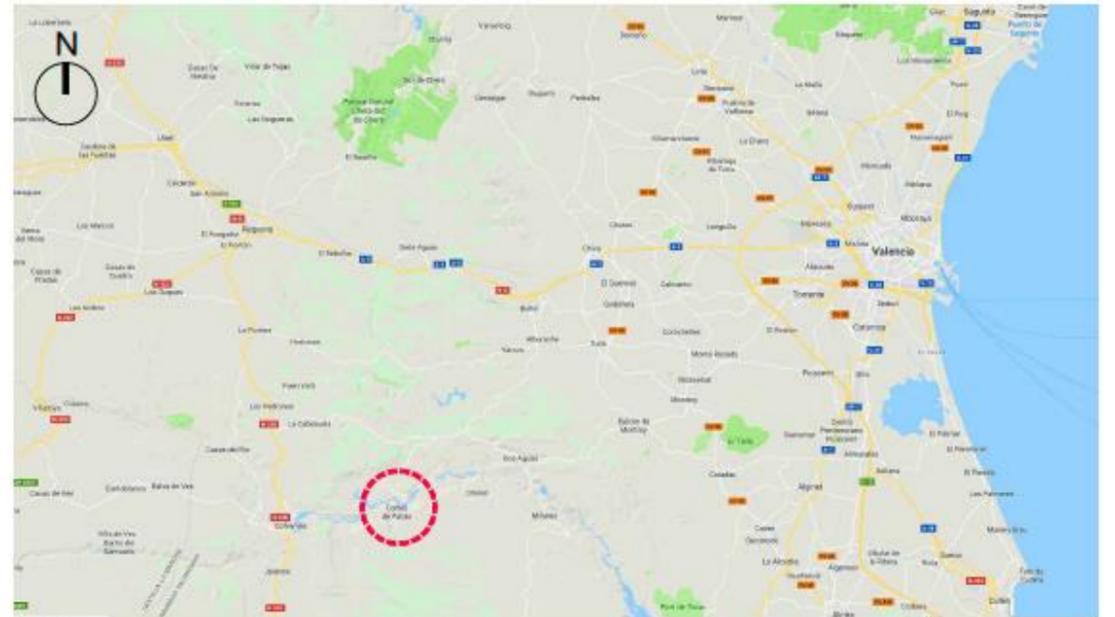
EMPLAZAMIENTO. DETALLE 1



SITUACIÓN EN MUNICIPIO



EMPLAZAMIENTO. DETALLE 2



SITUACIÓN GEOGRÁFICA

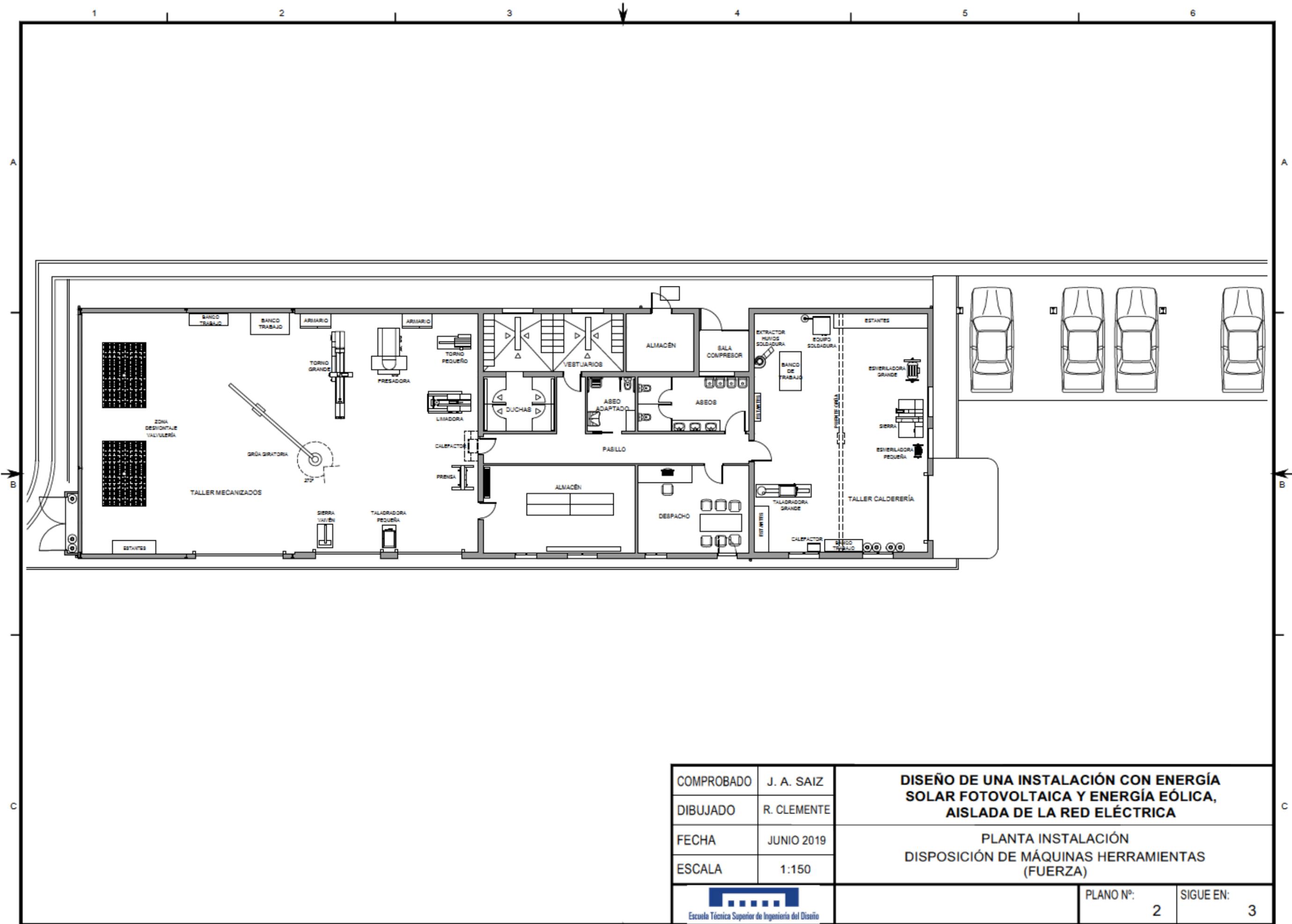
COMPROBADO	J. A. SAIZ
DIBUJADO	R. CLEMENTE
FECHA	JUNIO 2019
ESCALA	S/E



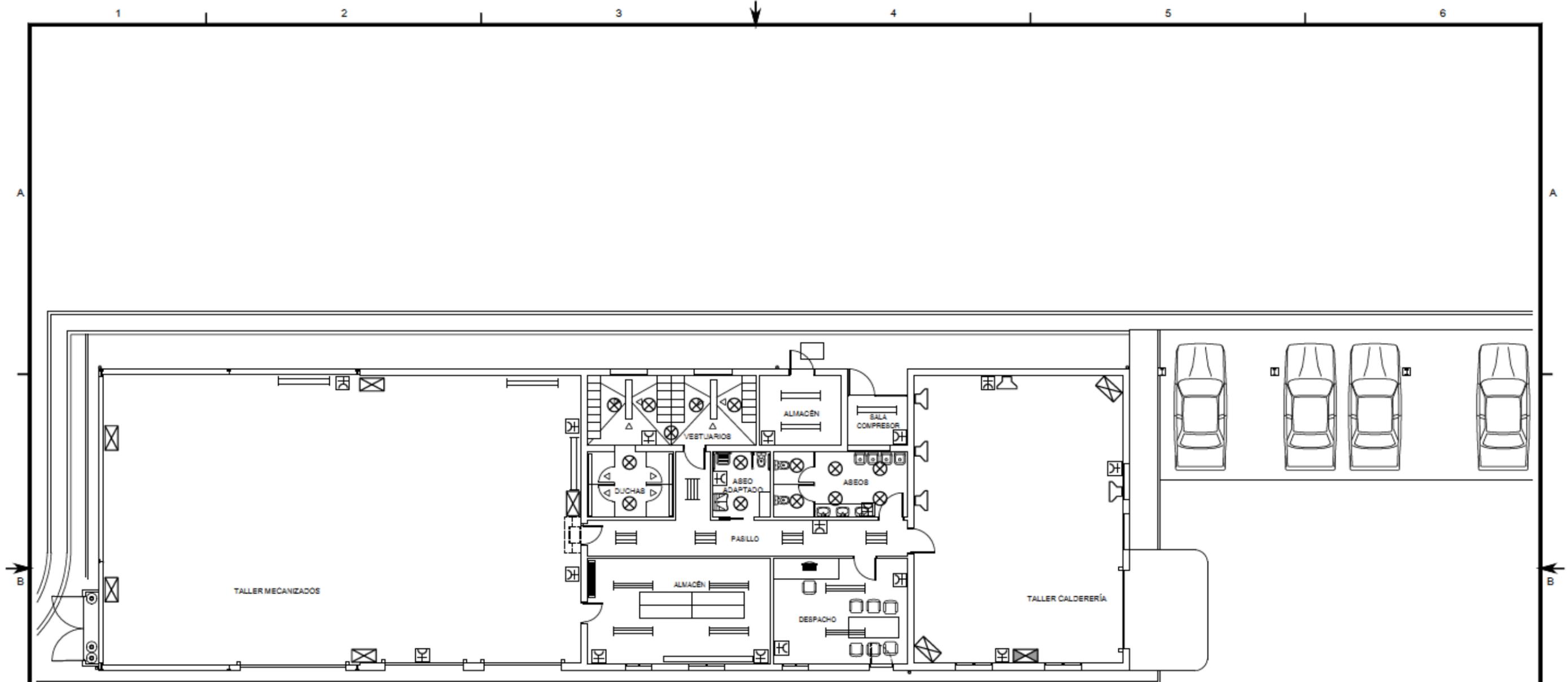
DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA

SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

PLANO Nº:	1	SIGUE EN:	2
-----------	---	-----------	---



COMPROBADO	J. A. SAIZ	DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA	
DIBUJADO	R. CLEMENTE		
FECHA	JUNIO 2019	PLANTA INSTALACIÓN DISPOSICIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS (FUERZA)	
ESCALA	1:150		
 Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		PLANO Nº:	SIGUE EN:
		2	3



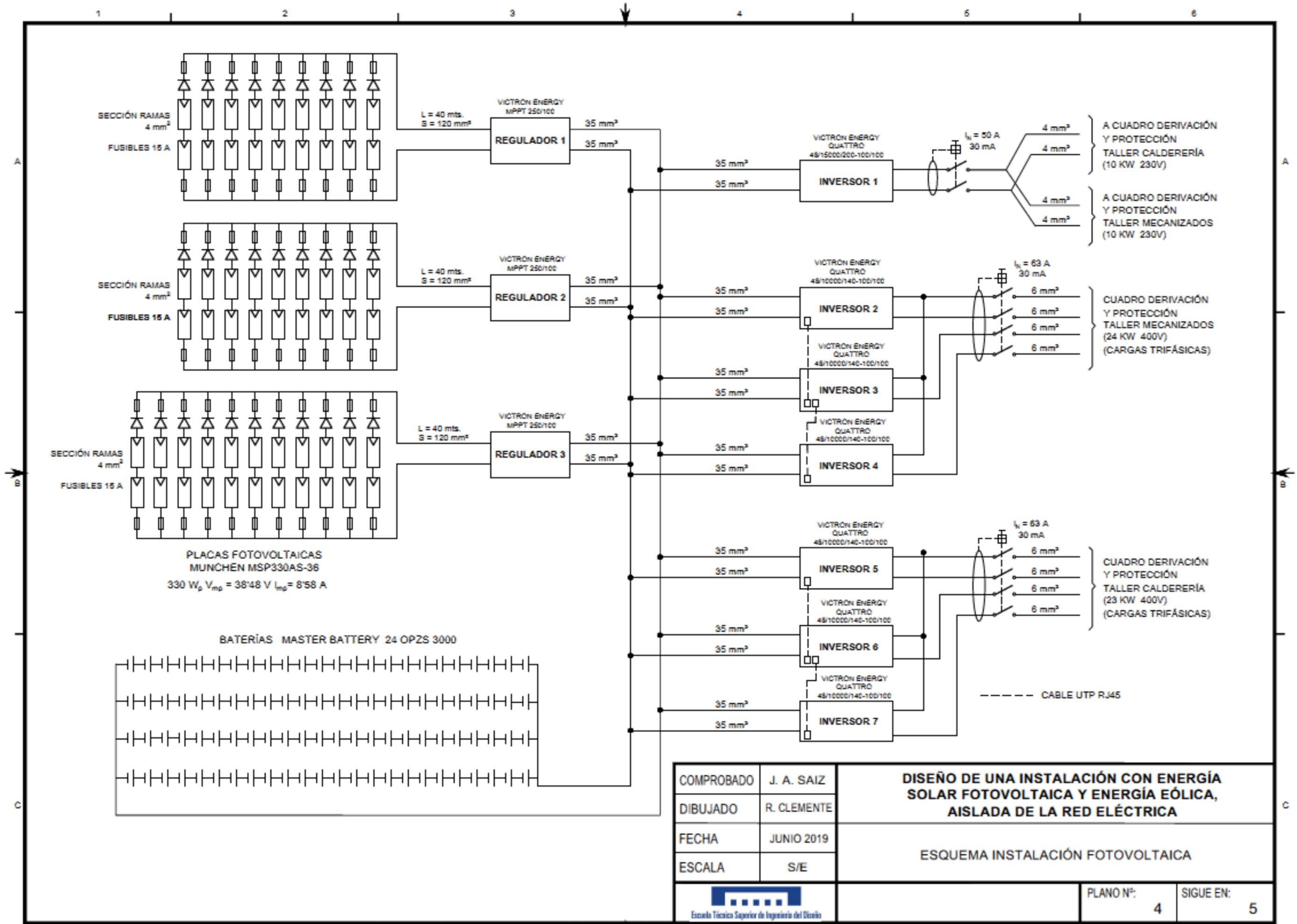
LEYENDA	
	TOMAS FUERZA MONOFÁSICA
	TOMAS FUERZA TRIFÁSICA
	PROYECTOR
	PROYECTOR HALÓGENO
	PANTALLA FLUORESCENTE (1x36W)
	PANTALLA FLUORESCENTE (2x36W)
	PANTALLA FLUORESCENTE (3x18W)
	LUMINARIA EMPOTRADA (DOWNLIGHT)
	FOCO

COMPROBADO	J. A. SAIZ
DIBUJADO	R. CLEMENTE
FECHA	JUNIO 2019
ESCALA	1:150

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA	
PLANTA INSTALACIÓN DISPOSICIÓN DE ALUMBRADO Y TOMAS DE CORRIENTE	



PLANO Nº:	3	SIGUE EN:	4
-----------	---	-----------	---



SECCIÓN RAMAS
4 mm²
FUSIBLES 15 A

SECCIÓN RAMAS
4 mm²
FUSIBLES 15 A

SECCIÓN RAMAS
4 mm²
FUSIBLES 15 A

PLACAS FOTOVOLTAICAS
MUNCHEN MSP330AS-36
330 W_p V_{mp} = 38'48 V I_{mp} = 8'58 A

BATERÍAS MASTER BATTERY 24 OPZS 3000

VICTRON ENERGY
MPPT 250/100
REGULADOR 1

L = 40 mts.
S = 120 mm²

VICTRON ENERGY
MPPT 250/100
REGULADOR 2

L = 40 mts.
S = 120 mm²

VICTRON ENERGY
MPPT 250/100
REGULADOR 3

L = 40 mts.
S = 120 mm²

VICTRON ENERGY
QUATTRO
48/15000/200-100/100
INVERSOR 1

I_n = 50 A
30 mA

VICTRON ENERGY
QUATTRO
48/10000/140-100/100
INVERSOR 2

I_n = 63 A
30 mA

VICTRON ENERGY
QUATTRO
48/10000/140-100/100
INVERSOR 3

VICTRON ENERGY
QUATTRO
48/10000/140-100/100
INVERSOR 4

VICTRON ENERGY
QUATTRO
48/10000/140-100/100
INVERSOR 5

I_n = 63 A
30 mA

VICTRON ENERGY
QUATTRO
48/10000/140-100/100
INVERSOR 6

VICTRON ENERGY
QUATTRO
48/10000/140-100/100
INVERSOR 7

--- CABLE UTP RJ45

A CUADRO DERIVACIÓN
Y PROTECCIÓN
TALLER CALDERERÍA
(10 KW 230V)

A CUADRO DERIVACIÓN
Y PROTECCIÓN
TALLER MECANIZADOS
(10 KW 230V)

CUADRO DERIVACIÓN
Y PROTECCIÓN
TALLER MECANIZADOS
(24 KW 400V)
(CARGAS TRIFÁSICAS)

CUADRO DERIVACIÓN
Y PROTECCIÓN
TALLER CALDERERÍA
(23 KW 400V)
(CARGAS TRIFÁSICAS)

COMPROBADO	J. A. SAIZ
DIBUJADO	R. CLEMENTE
FECHA	JUNIO 2019
ESCALA	S/E

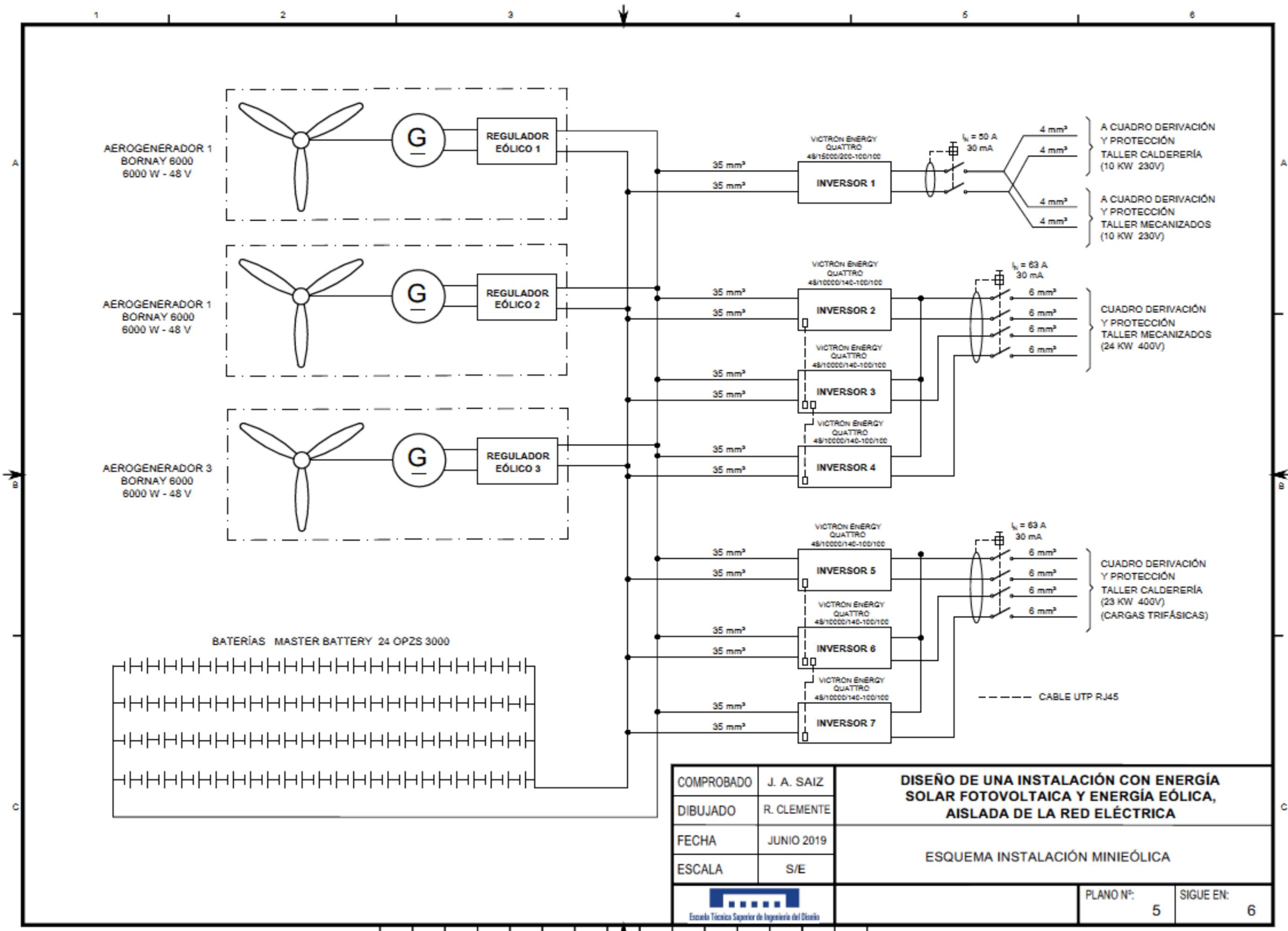
DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA

ESQUEMA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

PLANO Nº:	4	SIGUE EN:	5
-----------	---	-----------	---



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

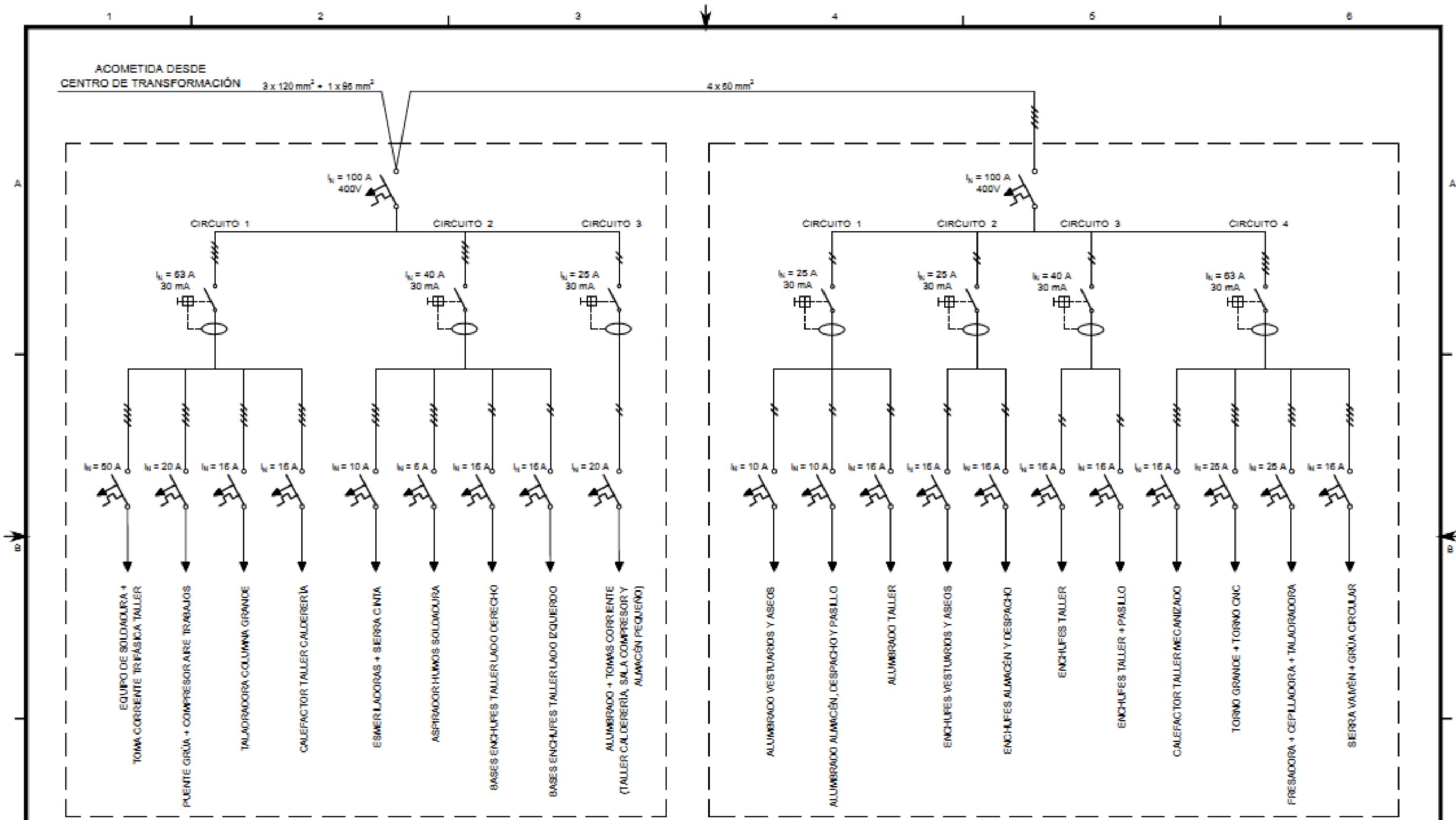


COMPROBADO	J. A. SAIZ
DIBUJADO	R. CLEMENTE
FECHA	JUNIO 2019
ESCALA	S/E

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA

ESQUEMA INSTALACIÓN MINIEÓLICA

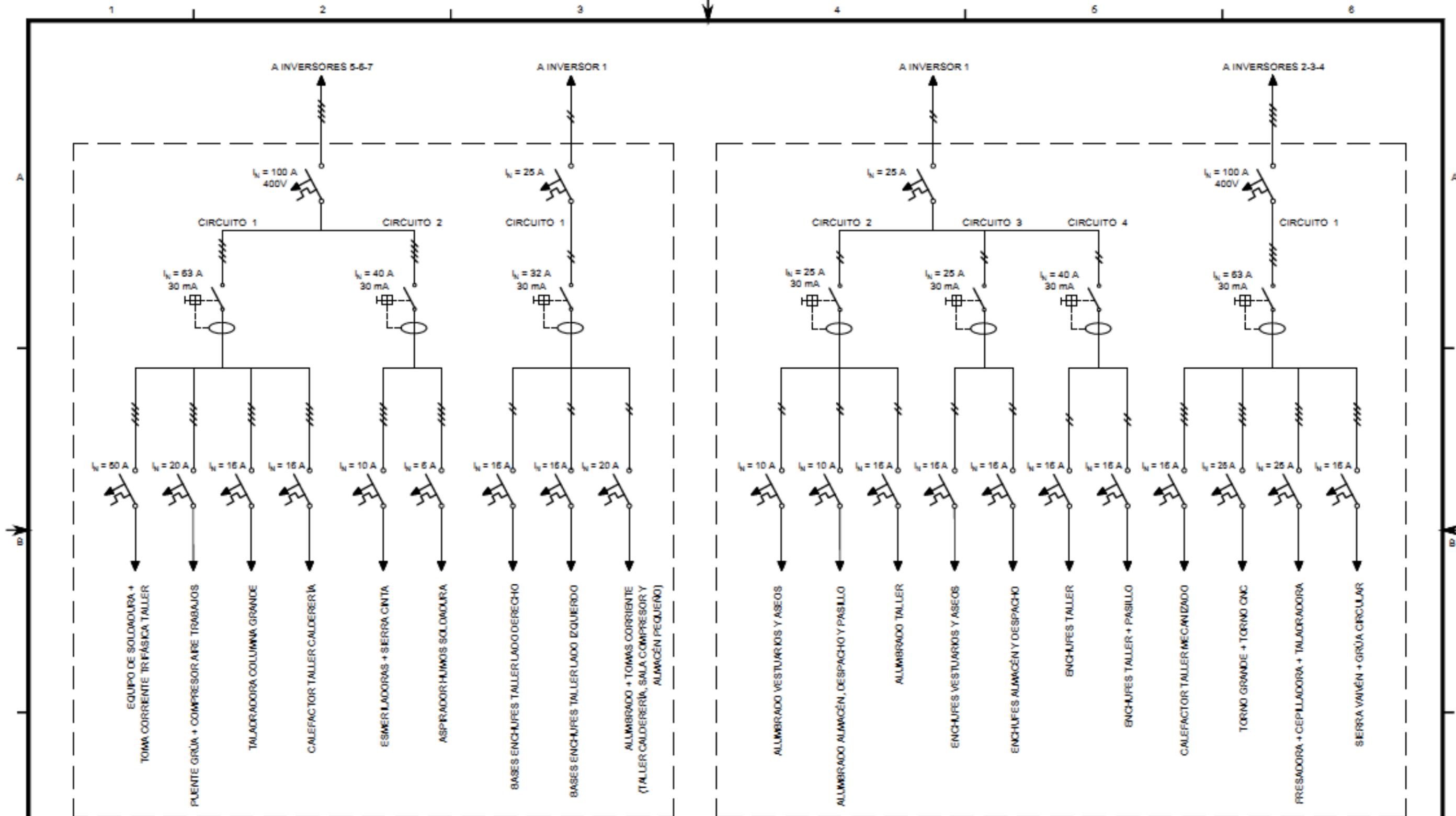
	PLANO Nº:	SIGUE EN:
	5	6



CUADRO DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN TALLER DE CALDERERÍA

CUADRO DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN TALLER DE MECANIZADOS

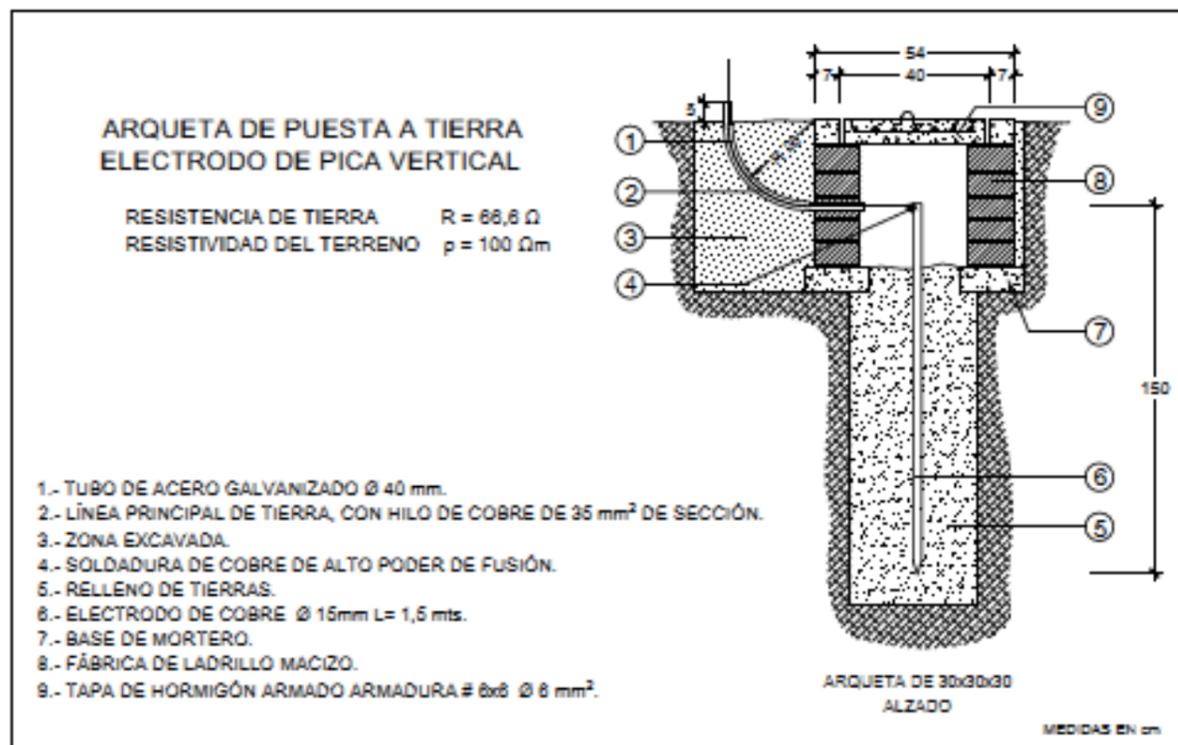
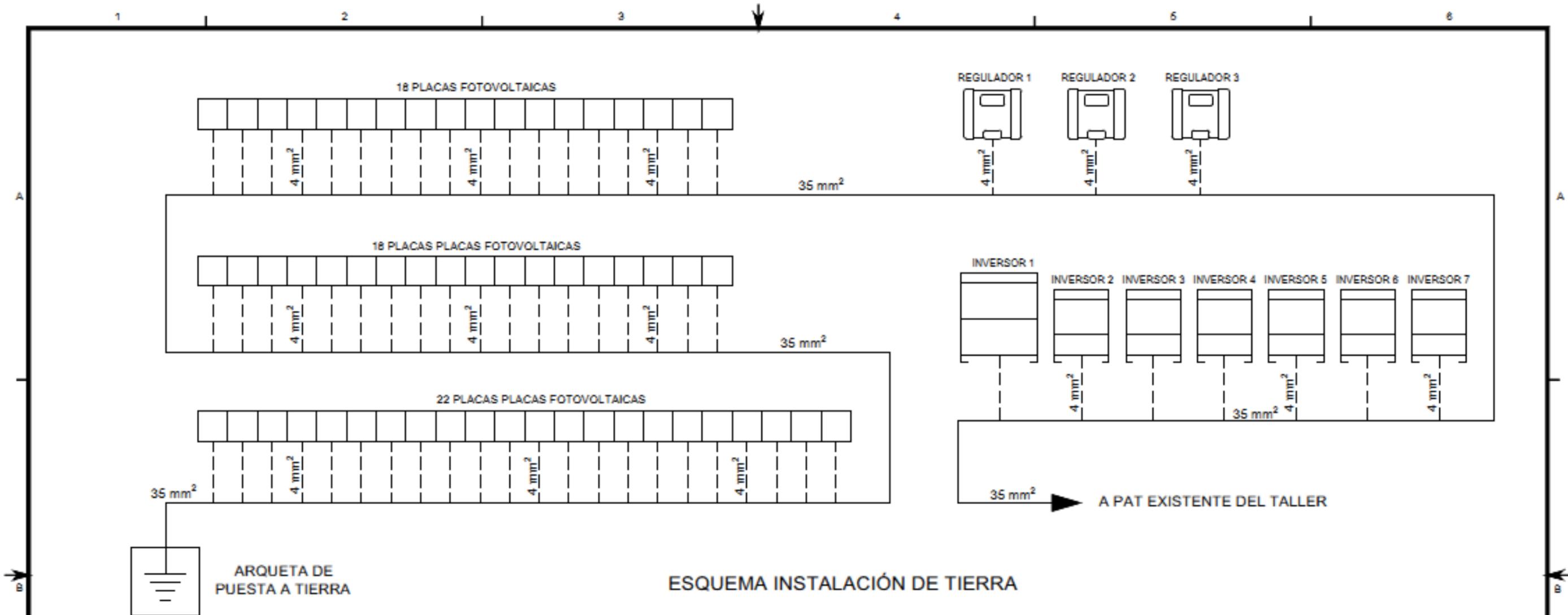
COMPROBADO	J. A. SAIZ	DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA	
DIBUJADO	R. CLEMENTE		
FECHA	JUNIO 2019	ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR INSTALACIÓN ACTUAL	
ESCALA	S/E		
		PLANO Nº:	SIGUE EN:
		6	7



CUADRO DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN TALLER DE CALDERERÍA

CUADRO DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN TALLER DE MECANIZADOS

COMPROBADO	J. A. SAIZ	DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA	
DIBUJADO	R. CLEMENTE		
FECHA	JUNIO 2019		
ESCALA	S/E	ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR INSTALACIÓN MODIFICADA	
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño		PLANO Nº:	SIGUE EN:
		7	8



NUEVA PUESTA A TIERRA EN INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

COMPROBADO	J. A. SAIZ
DIBUJADO	R. CLEMENTE
FECHA	JUNIO 2019
ESCALA	S/E

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA

DETALLE DE PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN

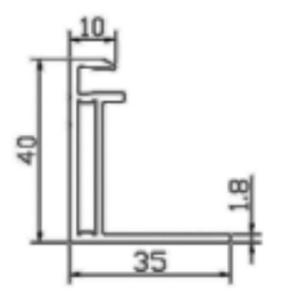
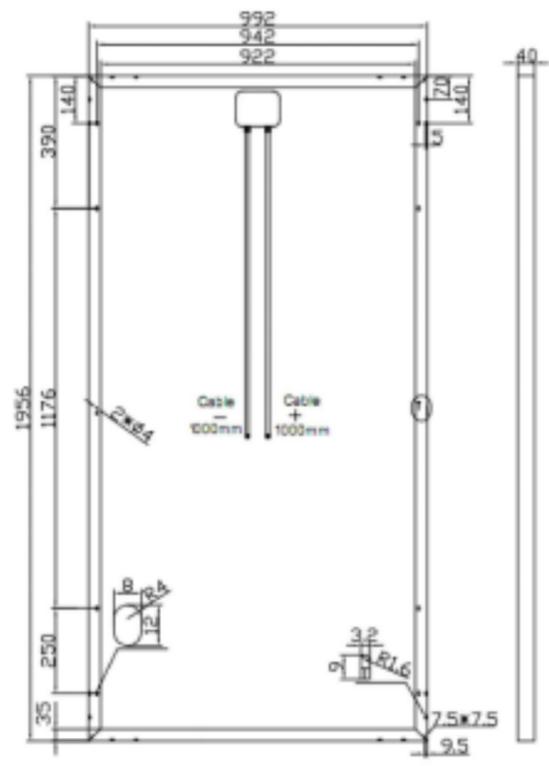


PLANO N°: 8 SIGUE EN: 9

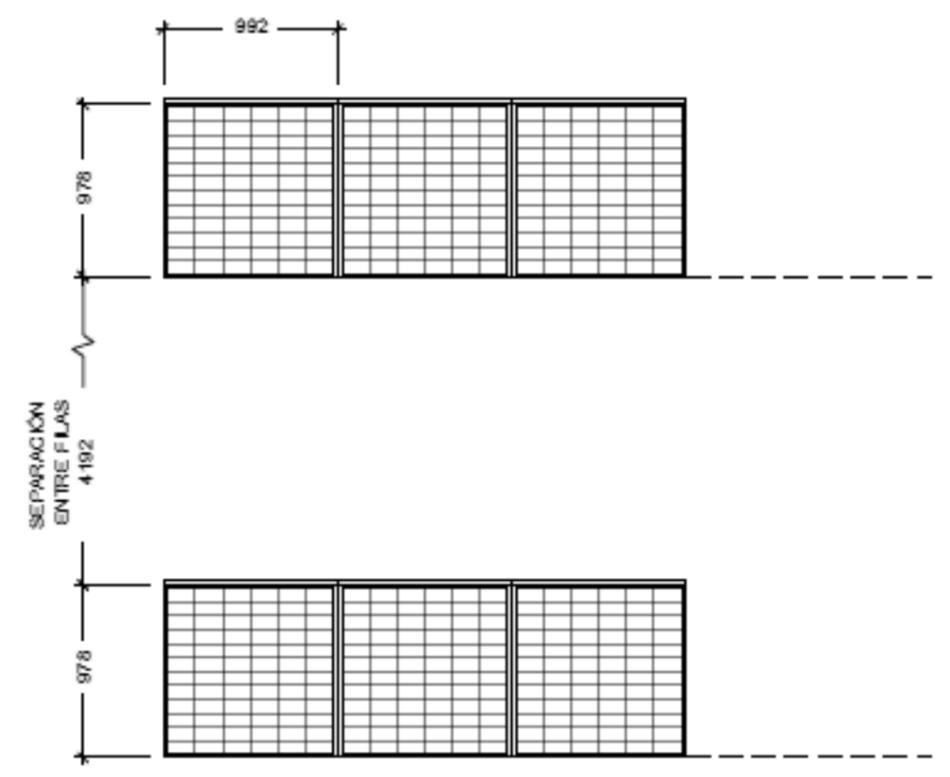
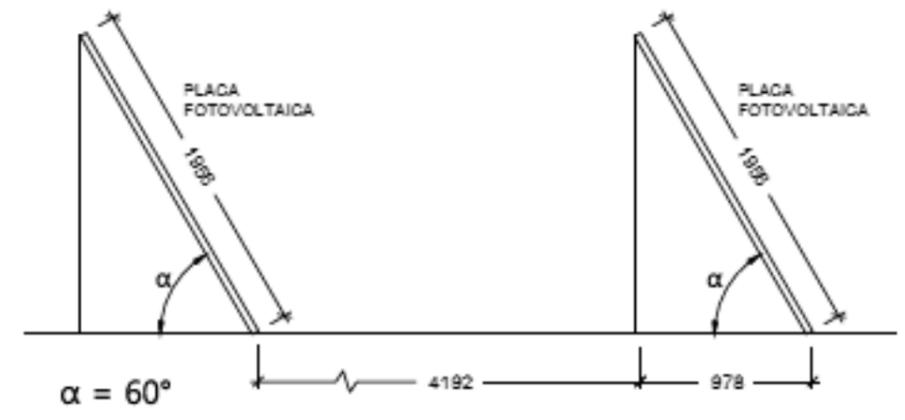


PLACA FOTOVOLTAICA
MÜNCHEN MSP330AS-36

CARACTERÍSTICAS GENERALES
 DIMENSIONES 1956mm / 992mm / 40mm
 PESO 22.5 kg

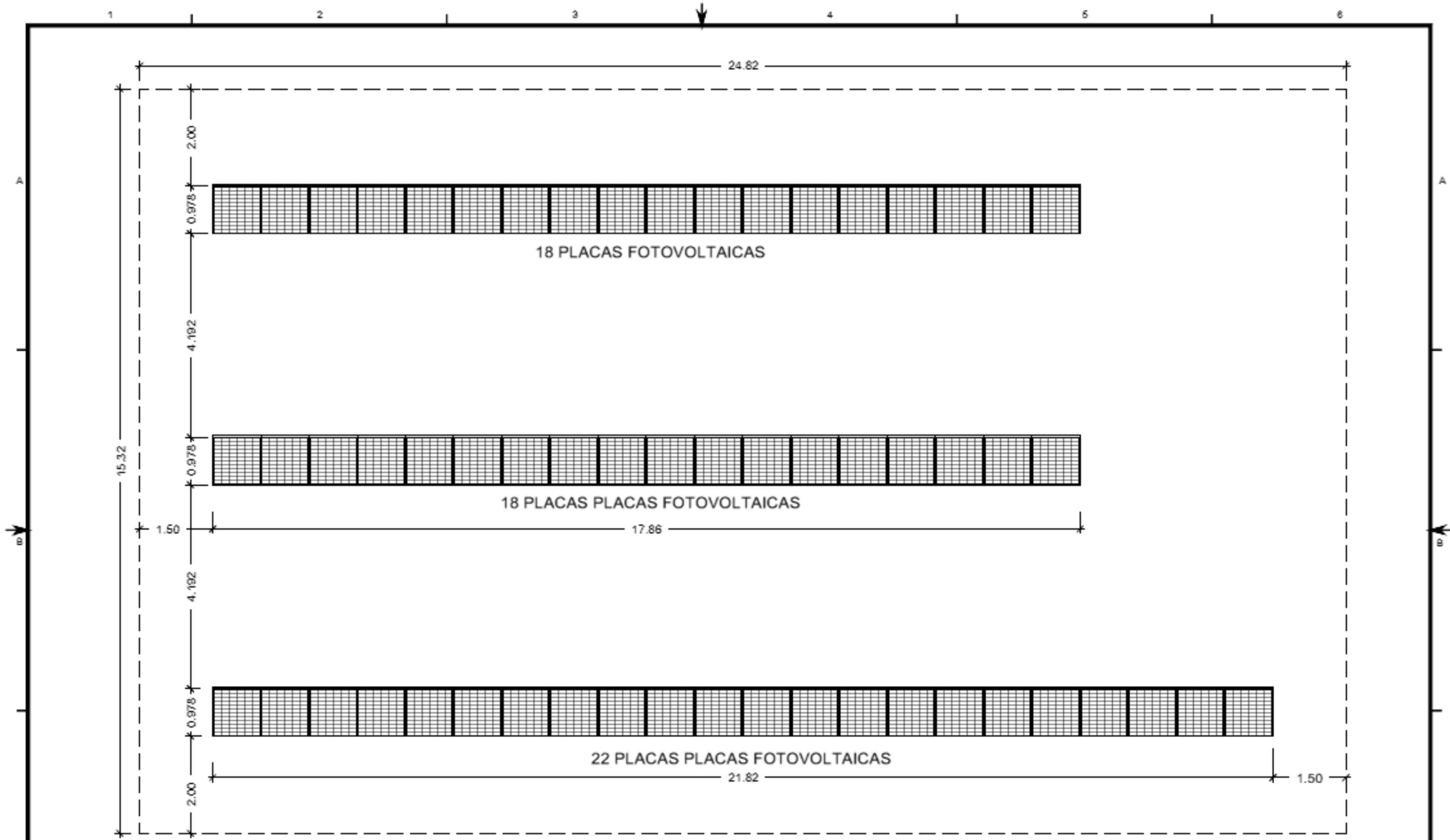


SECCIÓN PERFIL



SEPARACIÓN ENTRE FILAS
(S/E MEDIDAS EN mm.)

COMPROBADO	J. A. SAIZ	DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA
DIBUJADO	R. CLEMENTE	
FECHA	JUNIO 2019	
ESCALA	S/E	
		DETALLES DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
		PLANO Nº: 9 SIGUE EN: 10



MEDIDAS EN m.

SUPERFICIE TOTAL OCUPADA POR LA INSTALACIÓN: 380.24m²

COMPROBADO	J. A. SAIZ
DIBUJADO	R. CLEMENTE
FECHA	JUNIO 2019
ESCALA	1:75

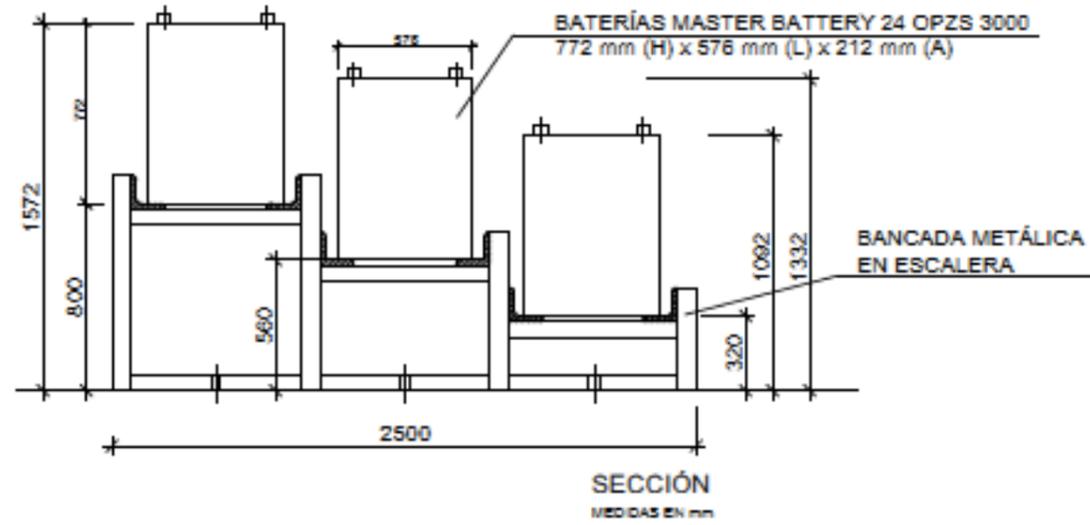
DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA

ESPACIO OCUPADO POR INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

PLANO Nº:	10	SIGUE EN:	11
-----------	----	-----------	----



**DISPOSICIÓN DE MONTAJE DE BATERÍAS
(96 UNIDADES)**



COMPROBADO	J. A. SAIZ	DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN CON ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA, AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA
DIBUJADO	R. CLEMENTE	
FECHA	JUNIO 2019	
ESCALA	1:30	
		PLANO Nº: 11 SIGUE EN: 12

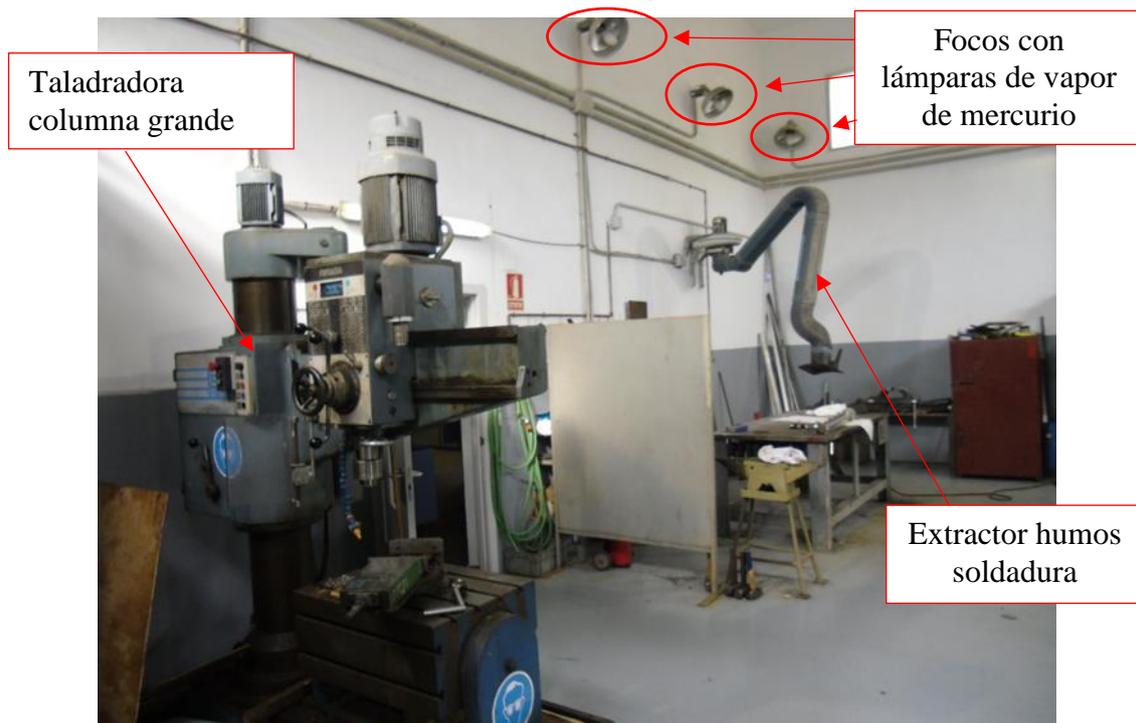
5.- ANEXOS.

5.1.- Detalles de los elementos eléctricos existentes en la instalación.

En el siguiente apartado se van a relacionar las diversas fotografías sobre los equipos eléctricos existentes en los talleres y que se han relacionado en el apartado Memoria.

Se añadirán los equipos principales con las fotografías de las placas de características de los motores y de los propios equipos, como justificación de los valores utilizados en el apartado Cálculos.

A continuación se relacionan una serie de fotografías generales de los dos talleres con los equipos principales existentes en los mismos.



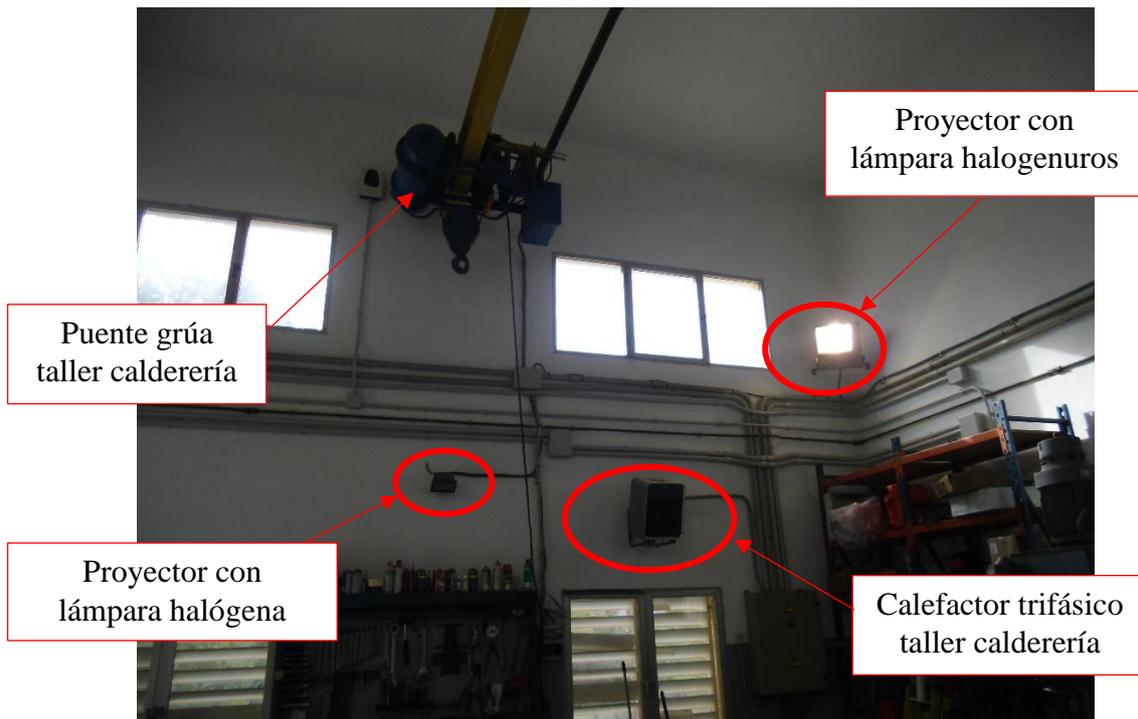
Fotografía 6. Vista parcial de detalle N° 1. Taller de calderería.



Fotografía 7. Vista parcial de detalle N° 2. Taller de calderería.



Fotografía 8. Vista parcial de detalle N° 3. Taller de calderería.



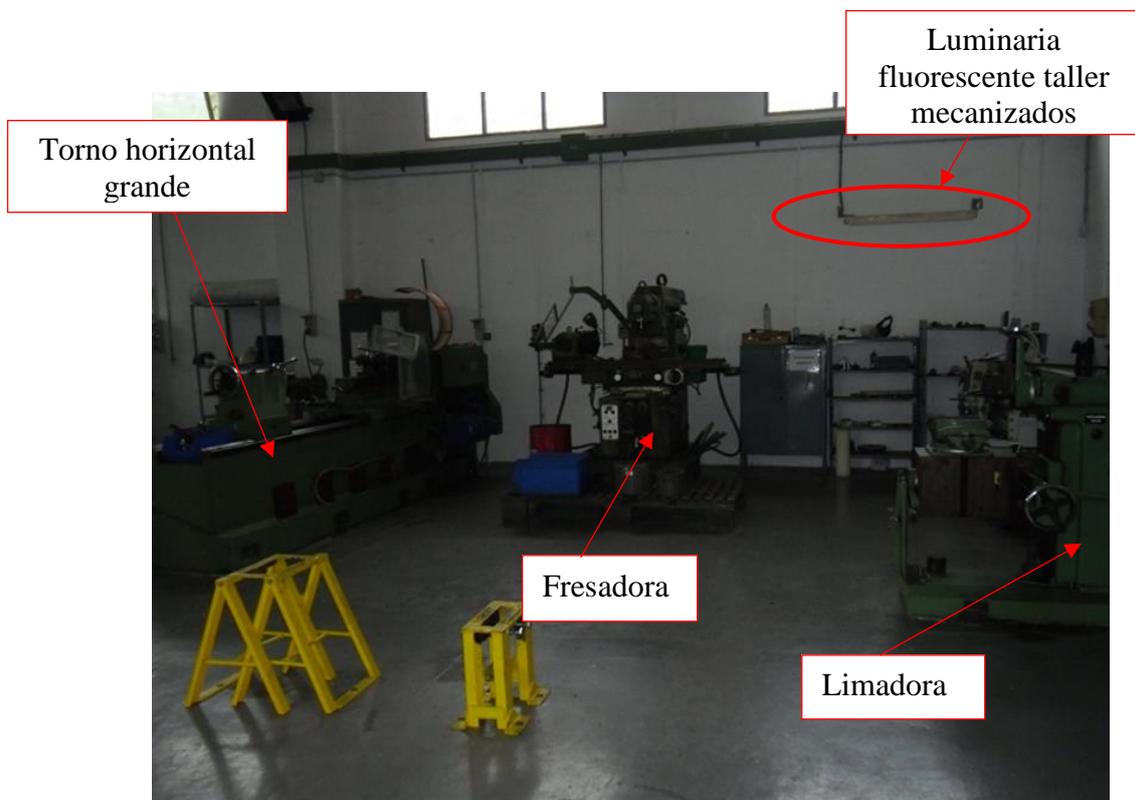
Fotografía 9. Vista parcial de detalle N° 4. Taller de calderería.



Fotografía 10. Vista parcial de detalle N° 5. Taller de calderería.



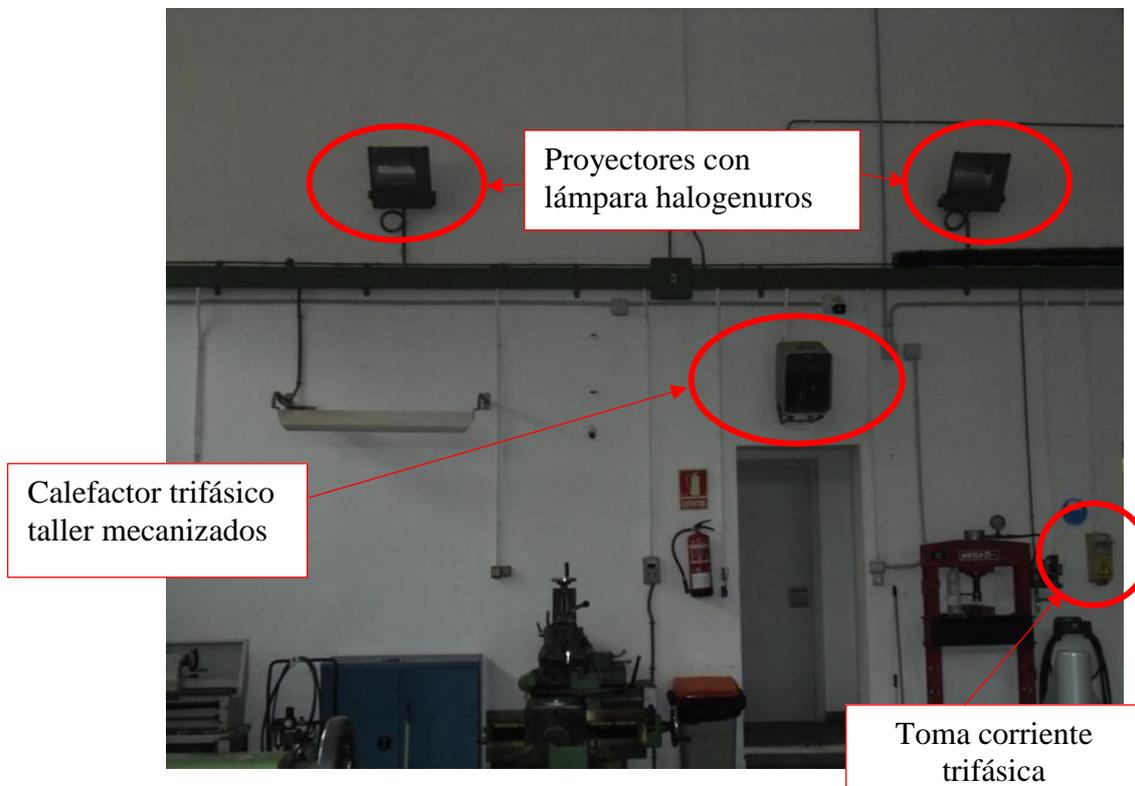
Fotografía 11. Vista parcial de detalle N° 6. Taller de calderería.



Fotografía 12. Vista parcial de detalle N° 1. Taller de mecanizado.



Fotografía 13. Vista parcial de detalle N° 2. Taller de mecanizado.



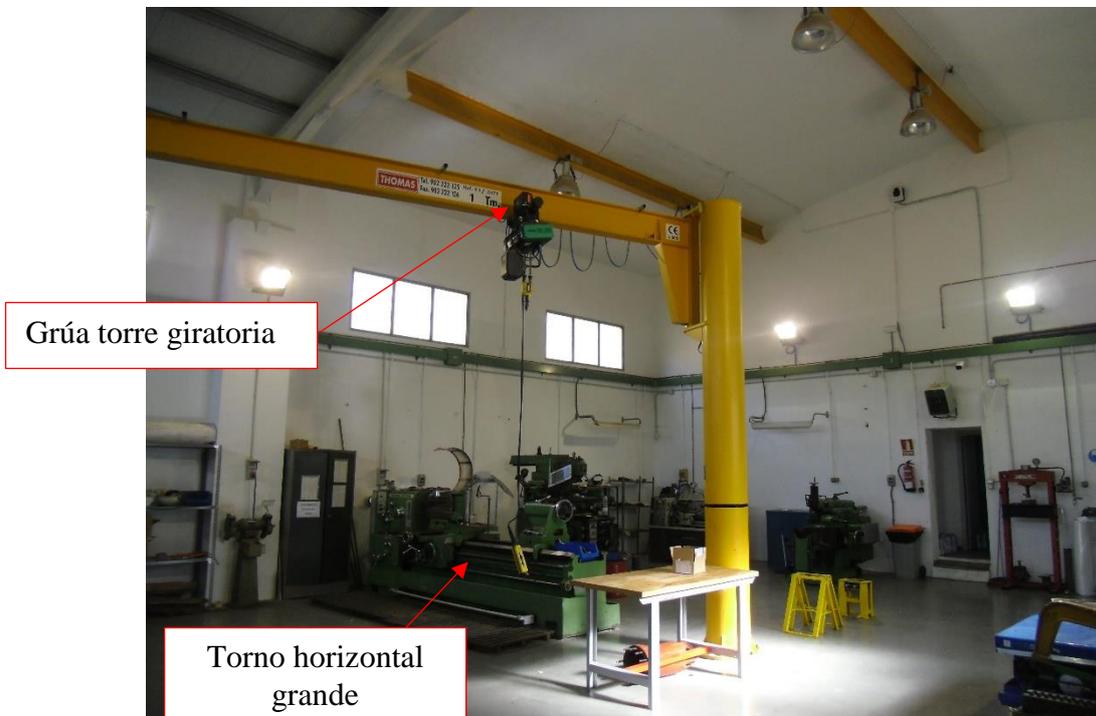
Fotografía 14. Vista parcial de detalle N° 3. Taller de mecanizado.



Taladradora de columna pequeña

Sierra de vaivén

Fotografía 15. Vista parcial de detalle N° 4. Taller de mecanizado.



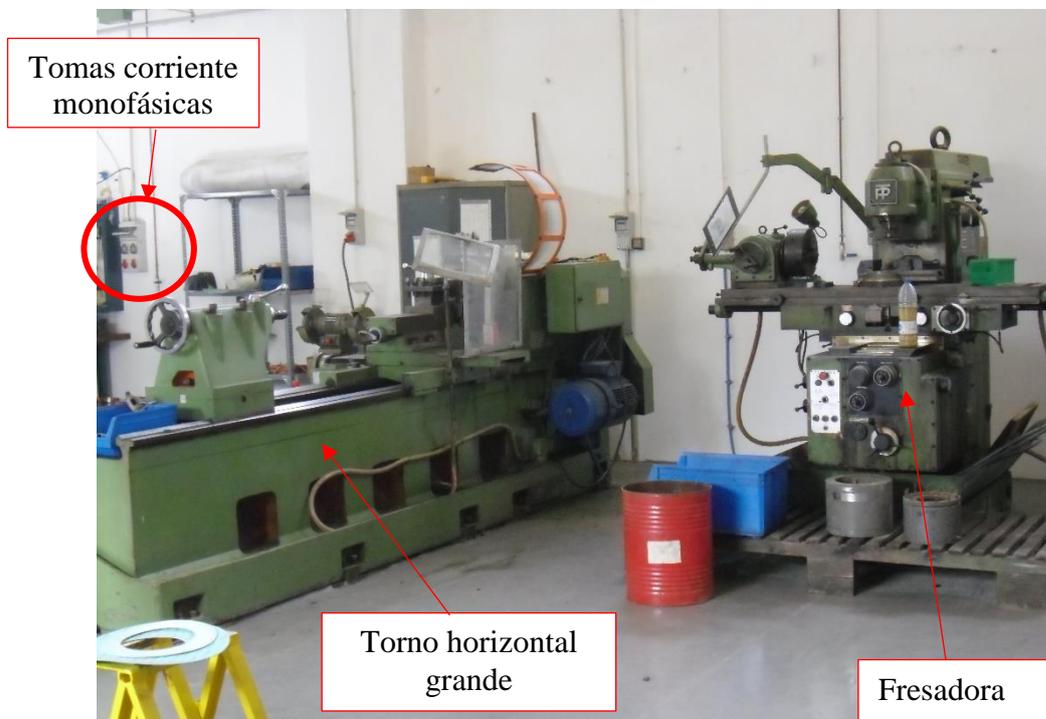
Grúa torre giratoria

Torno horizontal grande

Fotografía 16. Vista parcial de detalle N° 5. Taller de mecanizado.



Fotografía 17. Vista parcial de detalle N° 6. Taller de mecanizado.



Fotografía 18. Vista parcial de detalle N° 7. Taller de mecanizado.

A continuación se muestran fotografías de las distintas máquinas herramientas y equipos de elevación existentes en los talleres, con sus placas de características, que ha servido para realizar los cálculos de las cargas eléctricas a considerar.



Fotografía 19. Fotografía limadora y placa de características eléctricas.



Fotografía 20. Sierra de cinta y placa características.



Fotografía 21. Sierra de vaivén y placa características.



Fotografía 22. Taladradora de columna y placa características.



Fotografía 23. Taladradora columna grande y placa características.



Fotografía 24. Fresadora y placa características.



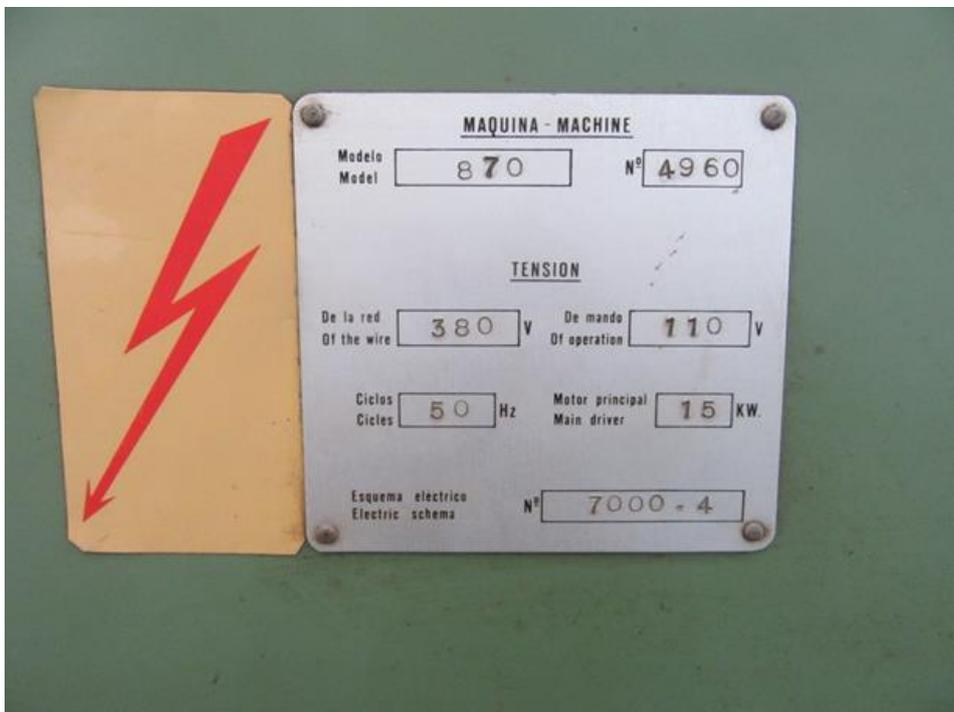
Fotografía 25. Esmeriladora pequeña y placa características.



Fotografía 26. Esmeriladora grande y placa características.



Fotografía 27. Torno horizontal pequeño y placa características.



Fotografía 28. Torno horizontal grande y placa características.



Fotografía 29. Grúa giratoria taller mecanizados y placa de características.



Fotografía 30. Puente grúa taller calderería.



Fotografía 31. Equipo soldadura trifásico taller calderería.



Fotografía 32. Extractor de humos de soldadura y placa características.



Fotografía 33. Calefactor trifásico taller mecanizado y calderería. Placa características.



Fotografía 34. Compresor aire trabajos y placa de características.

5.2.- Fichas técnicas de equipos.

Se incluye en el presente anexo las fichas técnicas de los equipos utilizados en el diseño de la instalación así como de los que se han seleccionado tanto para la instalación fotovoltaica como para la minieólica.

También se incluyen las ofertas económicas de los equipos que han servido como base para el cálculo económico de la instalación y para la selección de los equipos.

INSTALACION FOTOVOLTAICA.

Placas fotovoltaicas. Fuente información “Páginas web fabricantes”

München Energieprodukte
MAXIMALENERGIE

Ü Series
Polycrystalline Module
MSPxxxAS -36

ABOUT MÜNCHEN ENERGIEPRODUKTE
 •München Energieprodukte is one of the most innovation, reliability, quality and value focused companies in the entire sector thanks to its focus on solar modules and technology ranging from roof systems to full-scale power plants. With markets in Germany, Japan, China, Australia and the Americas, München Energieprodukte is truly a global provider in the field of solar power.
 •Whether you're picking solar modules for your residential / commercial roof system or power plant, you know you can rely on the München Energieprodukte brand. Customers who choose München Energieprodukte know we will deliver maximum performance with the highest quality product at the best value.

PERFORMANCE
 •Tight positive power tolerance of -0%W to +5%W ensures you receive modules at or above nameplate power and contributes to minimizing module mismatch losses leading to improved system yield.
 •Polycrystalline silicon solar cells with low-iron tempered high transmission and textured glass deliver a module efficiency of up to 20.0%, maximizing the kWh output of your system per unit area.

QUALITY & RELIABILITY
 •Tested for harsh environments (salt mist and ammonia corrosion testing: IEC 61701, DIN 50916:1985 T2)
 •Modules independently tested to ensure conformance with certification and regulatory standards.

WARRANTIES
 •12 year limited product warranty
 •25 year limited power output warranty
 Please refer to our Warranty Terms and Conditions

CE IEC PV CYCLE MCS TÜV SÜD ETL Intertek

MAXIMUM ENERGY | WWW.MUENCHEN-ENERGIEPRODUKTE.DE

Figura 16. Información placa. Fuente: “Página web fabricante MUNCHEN”

Ü Series Polycrystalline Module MSPxxxAS -36

ELECTRICAL PERFORMANCE								
Electrical parameters at Standard Test Conditions (STC)								
Module Type	MSPxxxAS-36(XXX=Pmax)							
Power output	P _{max}		300	310	315	320	325	330
Power output tolerances	ΔP _{max}	%	0 / +5					
Module efficiency	η _m	%	15.46	15.98	16.23	16.49	16.75	17.01
Voltage at P _{max}	V _{mpp}	V	37.42	37.76	37.94	38.12	38.30	38.48
Current at P _{max}	I _{mpp}	A	8.02	8.21	8.30	8.39	8.49	8.58
Open circuit voltage	V _{oc}	V	44.48	44.81	44.98	45.15	45.32	45.49
Short circuit current	I _{sc}	A	8.58	8.79	8.88	8.98	9.08	9.18

STC: 1000W/m² irradiance, 25°C cell temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3. Average relative efficiency reduction of 5% at 200W/m² according to EN 60904-1.

THERMAL CHARACTERISTICS			
Nominal operating cell temperature	NOCT	°C	45 +/-2
Temperature coefficient of P _{max}	γ	% / °C	-0.41
Temperature coefficient of V _{oc}	β _{Voc}	% / °C	-0.32
Temperature coefficient of I _{sc}	α _{Isc}	% / °C	+0.05

NOCT: open-circuit module operation temperature at 800W/m² irradiance, 20°C ambient temperature, 1m/s wind

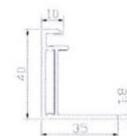
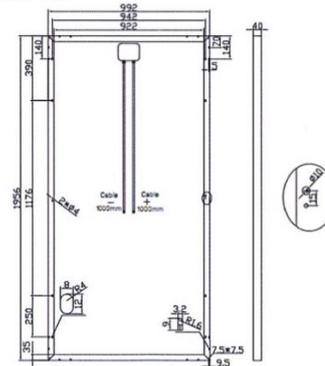
OPERATING CONDITIONS	
Max. System Voltage	1000VDC
Max. series fuse rating	15A
Limiting reverse current	15A
Operating temperature range	-40°C to 85°C
Max. static load, front (e.g., snow and wind)	5400Pa
Max. static load, back (e.g., wind)	2400Pa
Max. hailstone impact (diameter/velocity)	25mm / 23m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS	
Front Cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Cell (quantity)	72
Encapsulant (material)	EVA
Frame material	anodized aluminum alloy
Junction box (protection degree)	≥ IP67 with bypass-diode
Cable (length / cross sectional area)	1000mm / 4mm ²
Plug connector (type/protection degree)	MC4 / IP67
Fire Safety Classification (IEC 61730)	Class C

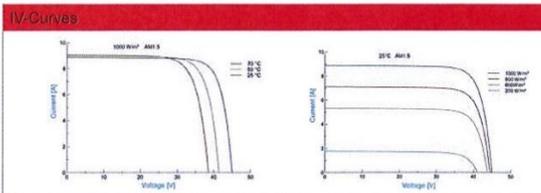
Specifications are subject to change without notice.

GENERAL CHARACTERISTIC	
Dimensions	1956mm / 992mm / 40mm
Weight	22.5kg

Unit: MM



Frame Section



MünchenEnergieprodukte
MAXIMALENERGIE

© München Energieprodukte GmbH
Address: Stethaimerstr.32-34 84034 Landshut, Bayern
Phone: 0049-(0) 8943712986
Email: Sales@muenchen-energieprodukte.de
Web: www.muenchen-Energieprodukte.de

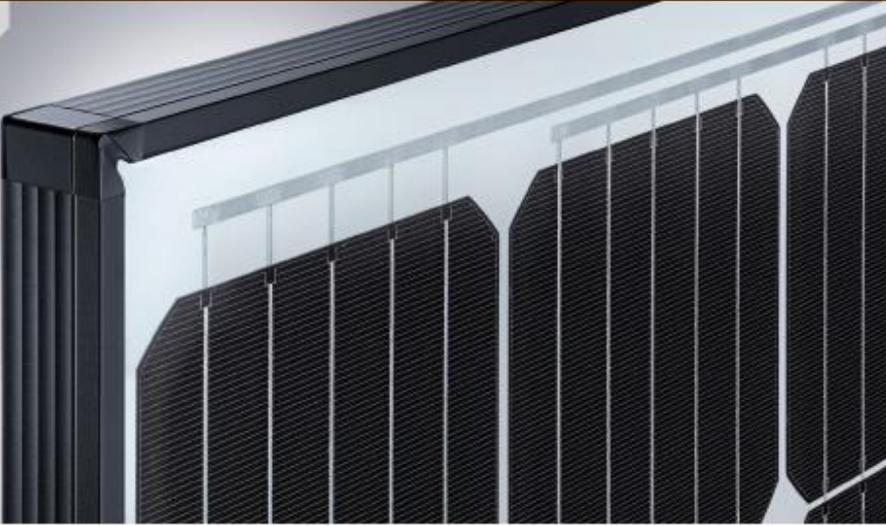
Figura 17. Información placa. Fuente: “Página web fabricante MUNCHEN”

Sunmodule⁺ Plus

SW 290 - 300 MONO



Data sheet



QUALITY BY SOLARWORLD

SolarWorld's foundation is built on more than 40 years of ongoing innovation, continuous optimization and technology expertise. All production steps from silicon to module are established at our production sites ensuring the highest possible quality for our customers. Our modules come in a variety of different sizes and power, making them suitable for all global applications – from residential solar systems to large-scale power plants.

<ul style="list-style-type: none"> 21 Extremely tough and stable, despite its light weight – able to handle loads up to 1/8 psf (4.5 kN/m²) 22 Tested in extreme weather conditions – hail-impact tested and resistant to salt spray, frost, ammonia, dust and sand 23 Proven guarantee against hotspots and PID-free to IEC 61854-1 24 SolarWorld eFFcell™ PERC cell technology for the highest possible energy yields 	<ul style="list-style-type: none"> 25 Patented corner design with integrated drainage for optimized self-cleaning 26 High-transmissive glass with anti-reflective coating 27 Long-term safety and guaranteed top performance – 25-year linear performance warranty; 40-year product warranty
--	---



MADE IN USA
OF US & IMPORTED PARTS



VDE
Quality Tested
ID: 40045046

www.solarworld.com

Figura 18. Información placa. Fuente: “Página web fabricante SolarWorld”

Sunmodule Plus SW 290 - 300 MONO



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*

		SW 290	SW 295	SW 300
Maximum power	P_{max}	290 Wp	295 Wp	300 Wp
Open circuit voltage	V_{oc}	39.6 V	39.8 V	40.0 V
Maximum power point voltage	V_{mp}	31.9 V	32.3 V	32.6 V
Short circuit current	I_{sc}	9.75 A	9.78 A	9.83 A
Maximum power point current	I_{mp}	9.20 A	9.25 A	9.31 A
Module efficiency	η	17.3 %	17.59 %	17.89 %

Measuring tolerance (P_{max}) traceable to TUV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled, ID 000009935)

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m², NOCT, AM 1.5

		SW 290	SW 295	SW 300
Maximum power	P_{max}	219.6 Wp	225.6 Wp	226.7 Wp
Open circuit voltage	V_{oc}	36.7 V	36.9 V	37.0 V
Maximum power point voltage	V_{mp}	29.5 V	29.9 V	30.2 V
Short circuit current	I_{sc}	7.99 A	8.01 A	8.06 A
Maximum power point current	I_{mp}	7.48 A	7.47 A	7.52 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25 °C: at 200 W/m², 97% (+/- 3%) of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved.

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Power sorting	0 Wp / +5 Wp
Maximum system voltage SC II / NEC	1000 V
Maximum reverse current	25 A
Number of bypass diodes	3
Operating temperature	40 to +85 °C
Maximum design loads (Two rail system)*	113 psf downward, 64 psf upward
Maximum design loads (Three rail system)*	178 psf downward, 64 psf upward

*Please refer to the Sunmodule installation instructions for the data is associated with these load cases.

COMPONENT MATERIALS

Cells per module	60
Cell type	Monocrystalline PERC
Cell dimensions	6 in x 6 in (156 mm x 156 mm)
Front	Tempered safety glass with ARC (EN 12150)
Back	Multi-layer polymer backsheet, white
Frame	Black anodized aluminum
J Box	IP65
Connector	PV wire (JUL4703) with Amphenol LTX connectors
Module fire performance	(JUL 1703) Type 1

DIMENSIONS / WEIGHT

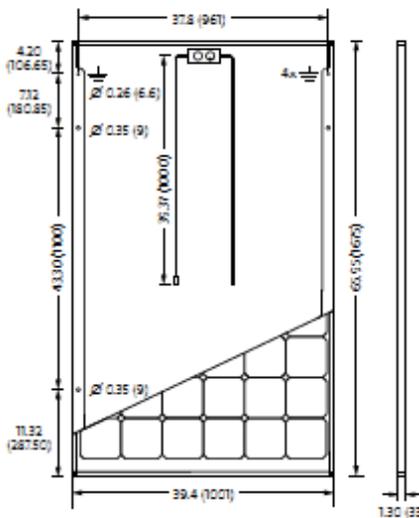
Length	65.95 in (1675 mm)
Width	39.40 in (1001 mm)
Height	1.30 in (33 mm)
Weight	39.7 lb (18.0 kg)

THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	45 °C
TC I_{sc}	0.07 % / °C
TC V_{oc}	0.29 % / °C
TC P_{max}	0.39 % / °C

ORDERING INFORMATION

Order number	Description
82000482	Sunmodule Plus SW 290 mono (black frame)
82000480	Sunmodule Plus SW 295 mono (black frame)
82000482	Sunmodule Plus SW 300 mono (black frame)



All units provided are Imperial. SI units provided in parentheses.

CERTIFICATES AND WARRANTIES

Certificates	IEC 61730	IEC 61215	UL 1703
	IEC 62715	IEC 60068 2-68	IEC 61701
Warranties*	Product Warranty	20 years	
	Linear Performance Guarantee	25 years	

*Supplemental warranty coverage available through SolarWorld Assurance™ Warranty Protection Program www.solarworld.com/assurance

SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.

SW-0175064-5-20170627

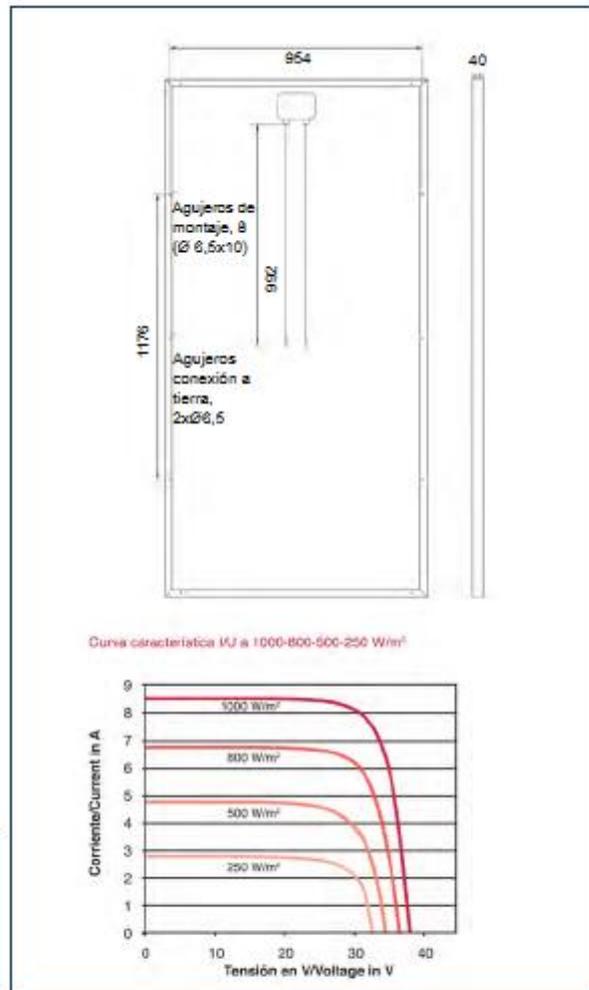
Figura 19. Información placa. Fuente: “Página web fabricante SolarWorld”

PANEL SOLAR ENERVOLT



- ✓ 100% de prueba de electroluminiscencia para garantizar un apropiado flujo de corriente, sin fisuras ni fallos
- ✓ Potencia positiva garantizada de 0-5 Wp comprobado individualmente en cada módulo
- ✓ Caja de conexión de alta calidad y sistemas de enchufe
- ✓ Capacidad de carga mecánica de hasta 2400 Pa
- ✓ Garantía de larga duración:
 - 12 años para el producto
 - 15 años al 90% de la potencia nominal
 - 25 años al 85% de la potencia nominal

MARCA - MODELO	
ENERVOLT - P300	
TENSIÓN	
Voltaje en circuito abierto Voc	45,48 V
Voltaje máx. Vmpp	36,73 V
CORRIENTE	
Corriente máx. Imp	8,18 A
Intensidad en cortocircuito Isc	8,71 A
COEFICIENTES	
Pmax	-0,44 % / °C
Voc	-0,33 % / °C
Isc	0,06 % / °C
GENERAL	
Nº células	72
Voltaje máx. del sistema (CC)	1000 V
Rendimiento del módulo	15,46 %
Rango de temperatura	-40 a +85°C
Material	Cristal templado baja reflexión
Alto	1956 mm
Ancho	992 mm
Fondo	40 mm
Peso	23 Kg
CERTIFICADOS	
   	
ISO9001: 2008 - CEI 61215 - CEI 61730	



Panel Solar

Figura 20. Información placa. Fuente: “Página web ENERVOLT”

Reguladores fotovoltaicos. Fuente información “Páginas web fabricantes”



Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)
Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga. Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo. El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión
Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de software de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control, un Venus GX, un PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

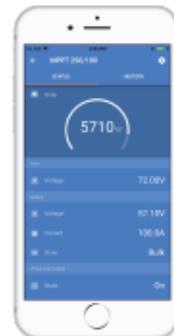
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



Controlador de carga SmartSolar MPPT 250/100-Tr Con dispositivo conectable



Controlador de carga SmartSolar MPPT 250/100-MC4 Sin pantalla

Controlador de carga SmartSolar	MPPT 250/60	MPPT 250/70	MPPT 250/85	MPPT 250/100
Tensión de la batería	Ajuste automático: 12, 24 ó 48V (Se ofrece una herramienta de software para ajustar el sistema en 5V)			
Corriente de carga nominal	60A	70A	85A	100A
Potencia FV nominal, 12V 1a,b)	860W	1000W	1200W	1450W
Potencia FV nominal, 24V 1a,b)	1720W	2000W	2400W	2900W
Potencia FV nominal, 48V 1a,b)	3440W	4000W	4800W	5800W
Máxima corriente de corto circuito PV 2)	35A (máx. 30A x con. MC4)		70A (máx. 30A x MC4 corr.)	

Tensión máxima del circuito abierto FV	250V máximo absoluto en las condiciones más frías			
Eficiencia máxima	99%			
Autocorroimto	Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V			
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4 / 28,8 / 43,2 / 57,6V (Regulable con selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8 / 27,6 / 41,4 / 55,2V (Regulable con selector giratorio, pantalla, VE.Direct o Bluetooth)			
Algoritmo de carga	Algoritmo multifease			
Compensación de temperatura	16mV / 32mV / 64mV / °C			
Protección	Polaridad inversa de la batería (opcional, no ajustable por el usuario) Polaridad inversa/Cortocircuito de solda/Sobretensión			
Temperatura de trabajo	30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)			
Humedad	95%, sin condensación			
Puerto de comunicación de datos	VE.Direct o Bluetooth			
Interruptor on/off remoto	SI (conector BNC)			
Relé programable	DPST Capacidad nominal CA 240 V AC / 4A Capacidad nominal CC 4 A hasta 25 V CC, 1 A hasta 60 V CC			
Funcionamiento en paralelo	SI (no simultáneo)			

CARCASA	
Color	Azul (RAL 5012)
Terminales FV 3)	35mm ² / AWG2 (modelos Tr)
	Dois pares de conexiones MC4 (modelos MC4 de 250/60 y 250/70)
	Tres pares de conexiones MC4 (modelos MC4 de 250/85 y 250/100)
Bornes de batería	35mm ² / AWG2
Grado de protección	IP43 (compromiso electrónico), IP22 (área de conexión)
Peso	3 kg
	4,5 kg
Dimensiones (al x an x p) en mm	Modelos Tr: 185 x 250 x 95 mm
	Modelos MC4: 210 x 250 x 95 mm
	Modelos MC4: 246 x 250 x 103 mm

NORMATIVAS	
Seguridad	EN IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2
1) Si se conecta más potencia FV, el controlador limitará la potencia de entrada al máximo autorizado.	
2) La tensión FV debe exceder en 5 V la tensión de la batería para que arranque el controlador.	
Una vez alcanzada la tensión FV mínima será de 100 ± 1 V.	
3) Los canales FV con una corriente de cortocircuito más alta podrán dañar el controlador en caso de polaridad inversa de dichos canales FV.	
4) Modelos MC4: se podrán necesitar varios conectores para conectar en paralelo las cadenas de paneles solares.	
Confiante máxima por conector MC4-30A (los conectores MC4 están conectados en paralelo a un rastreador MPPT)	

Figura 21. Información técnica reguladores. Fuente “Página web VICTRON ENERGY”

Inversores fotovoltaicos. Fuente información “Páginas web fabricantes”



Inversor/cargador Quattro
3kVA - 15kVA compatible con baterías de Litio-Ion www.victronenergy.com

Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado
El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la toma de puerto o a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

Dos salidas CA
La salida principal dispone de la funcionalidad "no-break" (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la toma de puerto/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del Quattro tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo
Hasta 6 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Seis unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 48kW / 60kVA y una capacidad de carga de 840 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico
Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 6 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para lograr una potencia del inversor de 144 kW/180 kVA y más de 2500 A de capacidad de carga.

PowerControl - En caso de potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red
El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la toma de puerto (hasta 16 A por cada Quattro de 5 kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red eléctrica.

PowerAssist - Refuerzo de la potencia del generador o de la toma de puerto
Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que Quattro complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el Quattro compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón
El Quattro puede utilizarse en sistemas FV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

Seguimiento y control in situ
Hay varias opciones disponibles: Monitor de baterías, panel Multi Control, panel Ve.Net Blue Power, panel Color Control smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

Seguimiento y control a distancia
Victron Ethernet Remote, Venus GX y panel Color Control.
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

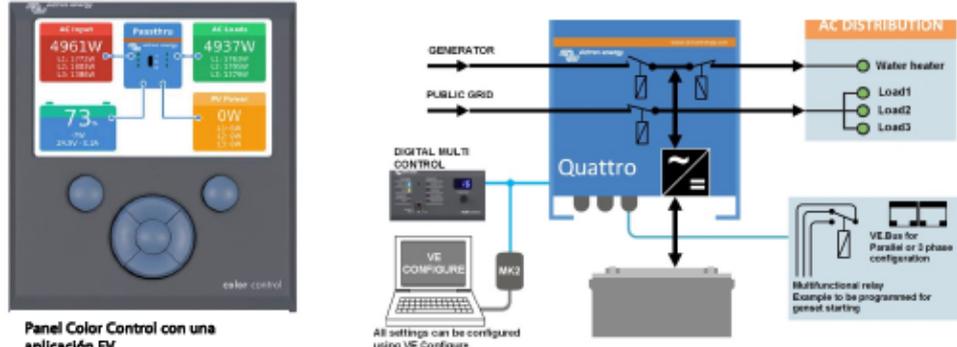
Configuración a distancia
Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con un panel Color Control si está conectado a Ethernet.



Quattro
48/5000/70-100/100



Quattro
48/15000/200-100/100



Panel Color Control con una aplicación FV

AC DISTRIBUTION
Water heater, Load1, Load2, Load3

DIGITAL MULTI CONTROL
VE CONFIGURE

Multifunctional relay
Example to be programmed for genset starting

All settings can be configured using VE Configure

Figura 22. Información técnica inversores. Fuente “Página web VICTRON ENERGY”

Quattro	12/3000/120-50/50 24/3000/70-90/90	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100	48/15000/200-100/100
PowerControl / PowerAssist	SI				
Commutador de transferencia integrado	SI				
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1				
Corriente máxima de alimentación (A)	2x50	2x100	2x100	2x100	2x100
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida (m)	Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0.1%				
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000	15000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2400	4000	6500	8000	12000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	3700	5500	6500	10000
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	1700	3000	3600	4500	7000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000	25000
Eficiencia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 95	95	95
Consumo en vacío (W)	20 / 20	30 / 30 / 35	45 / 50	55	80
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	15 / 15	20 / 25 / 30	30 / 30	35	50
Consumo en vacío en modo de baja potencia (W)	8 / 10	10 / 10 / 15	10 / 20	20	30
CARGADOR					
Tensión de carga de "absorción" (VCC)	14.4 / 28.8	14.4 / 28.8 / 57.6	28.8 / 57.6	57.6	57.6
Tensión de carga de "floatación" (VCC)	13.8 / 27.6	13.8 / 27.6 / 55.2	27.6 / 55.2	55.2	55.2
Modo de almacenamiento (VCC)	13.2 / 26.4	13.2 / 26.4 / 52.8	26.4 / 52.8	52.8	52.8
Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140	200
Corriente de carga batería en reserva (A)	4 (solo modelos de 12 v 24V)				
Sensor de temperatura de la batería	SI				
GENERAL					
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50	50
Relé consumible (6)	3x	3x	3x	3x	3x
Protección (2)	4 / 4				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
Puerto de comunicaciones de uso general On/Off remoto	2x	2x	2x	2x	2x
Características comunes	Temp. de trabajo: 40 a +55 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%				
CARACA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21				
Conexión 230 VCA	Cuatro pernos M8 (2 conexiones localizadas y 2 remotas)				
Peso (kg)	Bornas de tornillo de 13 mm, 16 AWG	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Dimensiones (a x b en x p en mm.)	19	34 / 30 / 30 470 x 350 x 280 444 x 328 x 240 444 x 328 x 240	45 / 41 470 x 350 x 280	51 470 x 350 x 280	72 572 x 488 x 344
NORMATIVAS					
Seguridad	EN IEC 60335 1, EN IEC 60335 2 29, EN IEC 62109 1				
Emissiones, Inmunitad	EN 55014 1, EN 55014 2, EN IEC 61000 3 2, EN IEC 61000 3 3, IEC 61000 5 1, IEC 61000 5 2, IEC 61000 5 3				
Veículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10 4				
Artículo	Visite nuestra página web				
1) Puede ajustarse a 60 Hz, 120V, 60 Hz o a se solda	3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1				
2) Claves de protección:	4) A 25 ° C de temperatura ambiente				
a) control de estado de carga	5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible				
b) sobrecarga	6) Relé consumible que puede configurarse, entre otros, como función de alarma general, subsección CC o arranque del generador				
c) tensión de la batería demasiado alta	Capacidad nominal CA 230 V/14 A				
d) tensión de la batería demasiado baja	Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 V/CC 1 A hasta 60 V/CC				
e) temperatura demasiado alta					
f) 75% VCA en la salida del inversor					
g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta					



Panel Digital Multi Control
Una solución práctica y de bajo coste para el control remoto, con un selector orientador con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Panel Blue Power
Se conecta a un Multi a un Quattro y a todos los dispositivos VE.Net, en particular al controlador de baterías VE.Net. Representación gráfica de corrientes y tensiones.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador
Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX
Monitoriza y controla, de forma local o remota, no [PowerLBM](#).



Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB
Se conecta a un puerto USB (ver [Guía de conexión al VE.Bus y a USB](#)).



Interfaz VE.Bus a NMEA 2000
Ligeo dispositivo a una red electrónica mediante NMEA2000. Consulte el [manual de integración de NMEA2000 a MPPT](#).



Monitor de baterías BMW-700
El monitor de baterías BMW 700 dispone de un avanzado sistema de control con microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de todo, el software incluye varios complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar con exactitud el estado de la carga de la batería. El BMW 700 muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería.

Figura 23. Información técnica inversores. Fuente “Página web VICTRON ENERGY”

Baterias. Fuente informaci3n “Pàginas web fabricantes”

Network Power > Classic Solar > Classic OPzS Solar > Benefits



Classic OPzS Solar

Energy storage for outstanding power applications

The Classic OPzS Solar range has been well proven for decades in medium and large power applications. Due to their robustness, long design life and high operational safety they are ideally suitable for use in solar and wind power stations, telecommunications, power distribution companies, railways and many other safety equipment power supplies. The wide range of available capacities and sizes provides a solution for every power need, even in harsh environments.

Your benefits:

- > Optimised design for renewable energy applications – highest cycling ability and long life
- > Special alloy and large electrolyte reserve – very long topping up intervals
- > Low maintenance – saving costs
- > Completely recyclable – low CO₂ footprint

Specifications:

- > Nominal capacity (C₂₀ at 25 °C): 82.7 - 4600 Ah
- > Very thick tubular positive plates for the most demanding applications
- > Up to 2800 cycles at 60 % depth of discharge (C₁₀) with IU charging profile at 20 °C.
For enhanced performance and for systems ≥ 48 V we recommend IU charging to reach 3000 cycles and more.
- > Designed in accordance with IEC 61427 and IEC 60896-11
- > Screw connectors for a better contact and reliability
- > Also available in dry-charged version with separate electrolyte
- > High quality transparent or translucent containers for easy maintenance



Nominal capacity 82.7 - 4600 Ah	Block battery/ Single cell	Tubular plate	up to 3000* cycles at 60 % depth of discharge	Recyclable	Low maintenance

*Using IU charging at 20 °C

Figura 24. Informaci3n baterias. Fuente “Pàgina web baterias GNB”

Classic OPzS Solar

Technical data

Technical characteristics and data

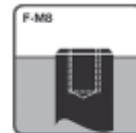
Type	Part number	Nom. voltage V	Nominal capacity C ₁₀ 1.85 Vpc 25 °C Ah	Length (l) max. mm	Width (b) max. mm	Height* (h) max. mm	Installed length (L) max. mm	Weight incl. acid approx. kg	Weight approx. kg	Internal resistance mOhm	Short circuit current A	Terminal	Pole pairs
OPzS Solar 190	NVSL020190WCDFB	2	190	105	208	395	115	13.7	5.20	1.45	1400	F M8	1
OPzS Solar 245	NVSL020245WCDFB	2	245	105	208	395	115	15.2	5.00	1.05	1950	F M8	1
OPzS Solar 305	NVSL020305WCDFB	2	305	105	208	395	115	16.6	4.80	0.83	2450	F M8	1
OPzS Solar 380	NVSL020380WCDFB	2	380	126	208	395	136	20.0	5.80	0.72	2850	F M8	1
OPzS Solar 450	NVSL020450WCDFB	2	450	147	208	395	157	23.3	6.90	0.63	3250	F M8	1
OPzS Solar 550	NVSL020550WCDFB	2	550	126	208	511	136	26.7	8.10	0.63	3250	F M8	1
OPzS Solar 660	NVSL020660WCDFB	2	660	147	208	511	157	31.0	9.30	0.56	3650	F M8	1
OPzS Solar 765	NVSL020765WCDFB	2	765	168	208	511	178	35.4	10.8	0.50	4100	F M8	1
OPzS Solar 985	NVSL020985WCDFB	2	985	147	208	666	157	43.9	13.0	0.47	4350	F M8	1
OPzS Solar 1080	NVSL021080WCDFB	2	1080	147	208	666	157	47.2	12.8	0.43	4800	F M8	1
OPzS Solar 1320	NVSL021320WCDFB	2	1320	212	193	666	222	59.9	17.1	0.30	6600	F M8	2
OPzS Solar 1410	NVSL021410WCDFB	2	1410	212	193	666	222	63.4	16.8	0.27	7500	F M8	2
OPzS Solar 1650	NVSL021650WCDFB	2	1650	212	235	666	222	73.2	21.7	0.26	7900	F M8	2
OPzS Solar 1990	NVSL021990WCDFB	2	1990	212	277	666	222	86.4	26.1	0.23	8900	F M8	2
OPzS Solar 2350	NVSL022350WCDFB	2	2350	212	277	836	222	108	33.7	0.24	8500	F M8	2
OPzS Solar 2500	NVSL022500WCDFB	2	2500	212	277	836	222	114	32.7	0.22	9300	F M8	2
OPzS Solar 3100	NVSL023100WCDFB	2	3100	215	400	812	225	151	50.0	0.16	12800	F M8	3
OPzS Solar 3350	NVSL023350WCDFB	2	3350	215	400	812	225	158	48.0	0.14	14600	F M8	3
OPzS Solar 3850	NVSL023850WCDFB	2	3850	215	480	812	225	184	60.0	0.12	17000	F M8	4
OPzS Solar 4100	NVSL024100WCDFB	2	4100	215	480	812	225	191	58.0	0.11	17800	F M8	4
OPzS Solar 4600	NVSL024600WCDFB	2	4600	215	580	812	225	217	71.0	0.11	16600	F M8	4
6V 4 OPzS 200 LA	NVZS060200WCDFB	6	294	272	206	347	282	41.0	13.0	2.66	2283	F M8	1
6V 5 OPzS 250 LA	NVZS060250WCDFB	6	364	380	206	347	392	56.0	20.0	2.39	2800	F M8	1
6V 6 OPzS 300 LA	NVZS060300WCDFB	6	417	380	206	347	392	63.0	20.0	1.96	3106	F M8	1
12V 1 OPzS 50 LA	NVZS120050WCDFB	12	82.7	272	206	347	282	35.0	15.0	18.1	668	F M8	1
12V 2 OPzS 100 LA	NVZS120100WCDFB	12	139	272	206	347	282	45.0	14.0	9.26	1314	F M8	1
12V 3 OPzS 150 LA	NVZS120150WCDFB	12	210	380	206	347	392	64.0	19.0	6.46	1884	F M8	1

Type	C _{1.75} Vpc	C _{1.80} Vpc	C _{1.85} Vpc	C _{1.90} Vpc	C _{1.95} Vpc	C _{2.00} Vpc	C _{2.05} Vpc	C _{2.10} Vpc	C _{2.15} Vpc
OPzS Solar 190	122	132	134	145	165	175	185	190	200
OPzS Solar 245	159	173	176	190	215	230	240	245	260
OPzS Solar 305	203	220	224	240	270	285	300	305	320
OPzS Solar 380	250	273	277	300	330	350	370	380	400
OPzS Solar 450	296	325	330	355	395	420	440	450	470
OPzS Solar 550	353	391	398	430	480	515	540	550	580
OPzS Solar 660	422	469	477	515	575	615	645	660	695
OPzS Solar 765	492	546	555	600	670	710	750	765	805
OPzS Solar 985	606	700	710	770	860	920	970	985	1035
OPzS Solar 1080	669	773	784	845	940	1000	1055	1080	1100
OPzS Solar 1320	820	937	950	1030	1150	1230	1295	1320	1385
OPzS Solar 1410	888	1009	1024	1105	1225	1305	1380	1410	1440
OPzS Solar 1650	1024	1174	1190	1290	1440	1540	1620	1650	1730
OPzS Solar 1990	1218	1411	1430	1550	1730	1850	1950	1990	2090
OPzS Solar 2350	1573	1751	1770	1910	2090	2200	2300	2350	2470
OPzS Solar 2500	1667	1854	1875	2015	2215	2335	2445	2500	2600
OPzS Solar 3100	2080	2318	2343	2520	2755	2910	3040	3100	3250
OPzS Solar 3350	2268	2524	2550	2740	2965	3135	3280	3350	3520
OPzS Solar 3850	2592	2884	2915	3135	3430	3615	3765	3850	4040
OPzS Solar 4100	2775	3090	3125	3355	3640	3840	4000	4100	4300
OPzS Solar 4600	3099	3451	3490	3765	4100	4300	4500	4600	4850
6V 4 OPzS 200 LA	203	206	229	250	296	304	287	294	336
6V 5 OPzS 250 LA	245	257	284	311	374	383	355	364	424
6V 6 OPzS 300 LA	284	309	322	354	420	432	408	417	482
12V 1 OPzS 50 LA	55.0	51.5	63.7	69.4	76.4	79.6	81.0	82.7	92.9
12V 2 OPzS 100 LA	95.4	103	108	116	141	145	136	139	162
12V 3 OPzS 150 LA	131	134	162	177	206	217	203	210	234

Capacities in Ah (C_n - C₁₀ at 25 °C)

* Includes installed connector, the above mentioned height can differ depending on the used vent(s).
** Acid density d₄ 1.24 (kg)

Terminal and torque



12 Nm for blocks;
20 Nm for cells

Data is also valid for dry charged version.
Change »W« (Wet) to »D« (Dry) in the part number.
E.g.:
> filled and charged: NVSL023100 W C0FA
> dry charged: NVSL023100 D C0FA

Figura 25. Información baterías. Fuente “Página web baterías GNB”

Upower
Unlimited power

Lead
Stationary
Lithium
Energy solutions

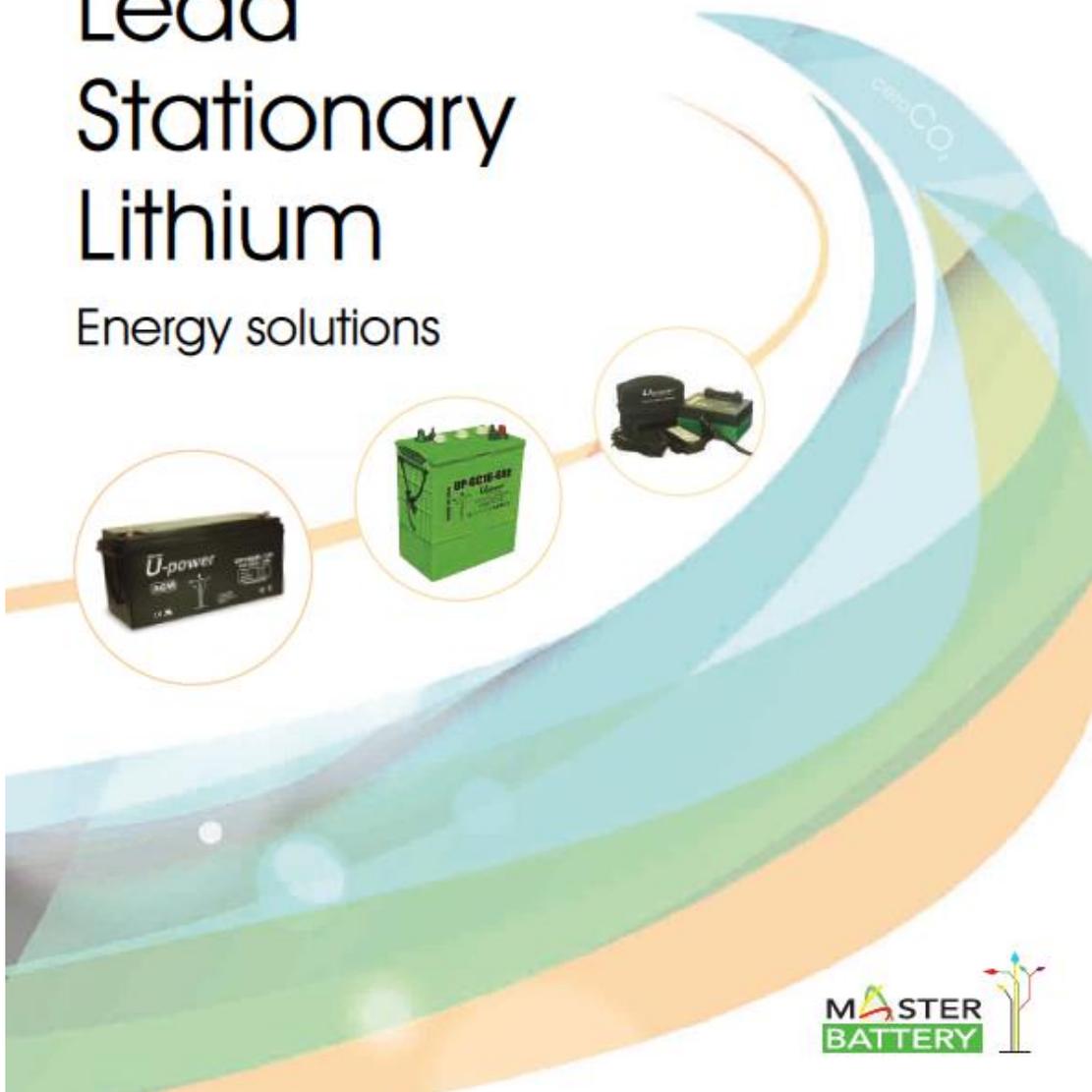


Figura 26. Informaci3n baterías. Fuente "Pàgina web Master Battery"

Fabricación europea

Made in Europe

SERIE UP

OPzS CELLS

Aplicaciones

Energía solar, Telecomunicaciones, SAI, luces de emergencia, sistemas de alarma y monitorización de centrales eléctricas, estaciones de distribución, estaciones de ferrocarril, aeropuertos, etc.

Main uses

Solar energy, telecommunications, UPS, emergency lighting, alarm systems and power stations monitoring, power distribution stations, railway stations, airports, etc.



Model	Capacity Ah 1.80 UPC 20°C		Dimension								Weight (kg)		R _{int}	Short Circuit Current (A)	No. of Poles
	C10	C100	Length		Width		Height		Total Height		Wet	Dry			
			mm	in	mm	in	mm	in	mm	in					
2 OPzS 100	126	160	103	4.06	206	8.11	355	14.53	369	14.53	14	8	3	1.240	2
3 OPzS 150	180	247	103	4.06	206	8.11	355	14.53	369	14.53	16	11	1	1.860	2
4 OPzS 200	216	308	103	4.06	206	8.11	355	14.53	369	14.53	18	13	1	2.380	2
5 OPzS 250	270	388	124	4.88	206	8.11	355	14.53	369	14.53	21	15	1	3.000	2
6 OPzS 300	324	466	145	5.71	206	8.11	355	14.53	369	14.53	26	19	1	3.500	2
5 OPzS 350	396	570	124	4.88	206	8.11	471	18.54	485	19.09	28	21	1	3.300	2
6 OPzS 420	474	682	145	5.71	206	8.11	471	18.54	485	19.09	34	24	1	3.900	2
7 OPzS 490	541	775	166	6.54	206	8.11	471	18.54	485	19.09	39	28	0	4.400	2
5 OPzS 500	609	927	145	5.71	206	8.11	646	25.43	660	25.98	42	29	1	3.750	2
6 OPzS 600	672	997	145	5.71	206	8.11	646	25.43	660	25.98	46	33	0	4.500	2
7 OPzS 700	836	1.263	121	7.52	210	8.27	646	25.43	660	25.98	60	43	0	5.350	4
8 OPzS 800	893	1.319	121	7.52	210	8.27	646	25.43	660	25.98	64	47	0	6.200	4
9 OPzS 900	1.028	1.529	233	9.17	210	8.27	646	25.43	660	25.98	73	53	0	6.950	4
10 OPzS 1000	1.114	1.643	233	9.17	210	8.27	646	25.43	660	25.98	78	57	0	7.750	4
12 OPzS 1200	1.329	1.870	275	10.83	210	8.27	646	25.43	660	25.98	91	66	0	8.850	4
11 OPzS 1400	1.623	2.341	275	10.83	210	8.27	797	31.38	811	31.93	111	76	0	8.500	4
12 OPzS 1500	1.630	2.392	275	10.83	210	8.27	797	31.38	811	31.93	115	81	0	9.000	4
14 OPzS 1750	1.978	2.840	327	12.83	212	8.35	772	30.39	786	30.94	143	96	0	10.350	6
15 OPzS 1875	2.114	3.001	327	12.83	212	8.35	772	30.39	786	30.94	149	108	0	11.500	6
16 OPzS 2000	2.186	3.060	327	12.83	212	8.35	772	30.39	786	30.94	155	109	0	12.600	6
20 OPzS 2250	2.669	3.667	487	19.17	212	8.35	772	30.39	786	30.94	184	126	0	14.400	8
20 OPzS 2400	2.904	4.035	487	19.17	212	8.35	772	30.39	786	30.94	201	135	0	16.200	8
24 OPzS 3000	3.361	4.748	576	22.68	212	8.35	772	30.39	786	30.94	230	158	0	18.900	8

Los parámetros técnicos podrán ser cambiados sin previo aviso, para más información póngase en contacto con MASI o el SAI (en).

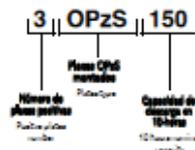
Technical specifications may be change without any notice, for more information contact MASI or SAI (en).

Densidad de electrolito:
1,24 ± 0,01kg/l a 20°C.

Electrolyte density:
1,24 ± 0,01kg/l at 20°C.

- Vida útil
- 20 años a 20°C
- Intervalo de rellenado de agua
- Más de 2 años a 20°C
- IEC 896-1 cycles
- 2300 cycles
- Auto-discharge
- Aprox. 2% al mes a 20°C
- Temperatura de trabajo
- 20°C a 55°C
- Recomendado: 10°C a 30°C
- Conformes a
- DIN 40737-1, IEC 896-11 y EN 50272-2

- Design life
- 20 years at 20°C
- Water refilling
- More than 2 years at 20°C
- IEC 896-1
- 2300 cycles
- Self discharge
- Approx. 2% per month at 20°C
- Operating temperature range
- -20°C to 55°C
- Recommended: 10°C to 30°C
- Full conformity with
- DIN 40737-1, IEC 896-11 & EN 50272-2



Serie UP-OPzS Cells

Figura 27. Información baterías. Fuente "Página web Master Battery"

ELEMENTOS 2V

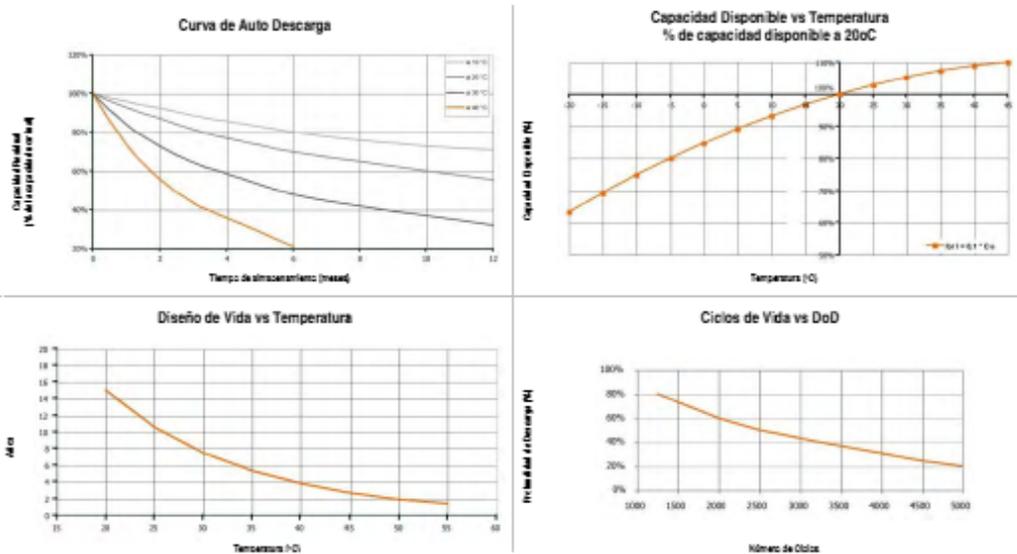


RESUMEN MODELOS FS DISPONIBLES



MODELO	DESCRIPCIÓN	Capacidad (Ah) C10 (1,8 V/E) a 20°C	Capacidad (Ah) C100	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	PESO
FS 100	2 OPzS 100	115	179,3	103	206	390	13,8
FS 150	3 OPzS 150	171	242,6	103	206	390	15,7
FS 200	4 OPzS 200	215	295,8	103	206	390	17,5
FS 250	5 OPzS 250	270	373	124	206	390	21,4
FS 300	6 OPzS 300	323	445	145	206	390	25,7
FS 350	5 OPzS 350	387	534	124	206	496	28,4
FS 420	6 OPzS 420	465	639	145	206	496	33,5
FS 490	7 OPzS 490	542	744	166	206	496	38,6
FS 500	5 OPzS 500	589	811	145	206	671	42
FS 600	6 OPzS 600	656	940	145	206	671	45,8
FS 700	7 OPzS 700	811	1108	191	210	671	60
FS 800	8 OPzS 800	875	1255	191	210	671	63,8
FS 900	9 OPzS 900	1031	1407	233	210	671	73
FS 1000	10 OPzS 1000	1095	1570	233	210	671	78,2
FS 1200	12 OPzS 1200	1312	1889	275	210	671	91,3
FS 1400	11 OPzS 1400	1581	2077	275	210	821	110,5
FS 1500	12 OPzS 1500	1669	2229	275	210	821	115,1
FS 1700	14 OPzS 1700	2021	2659	397	212	797	143,3
FS 1875	15 OPzS 1875	2136	2816	397	212	797	148,9
FS 2000	16 OPzS 2000	2227	2946	397	212	797	154,5
FS 2250	18 OPzS 2250	2574	3309	487	212	797	184
FS 2500	20 OPzS 2500	2791	3636	487	212	797	201
FS 3000	24 OPzS 3000	3343	4352	576	212	797	230

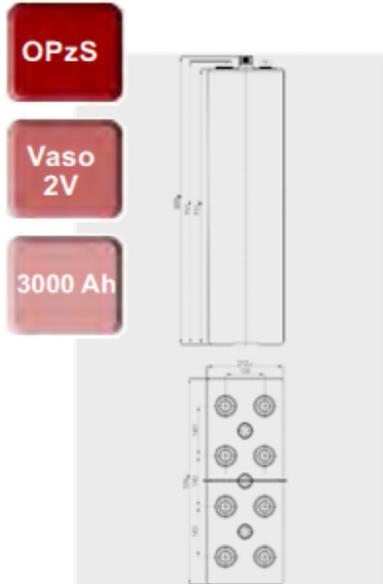
Gráficas



Baterías

Figura 28. Información baterías. Fuente “Página web ENERVOLT”

ELEMENTOS 2V


OPzS
**Vaso
2V**
3000 Ah

Elemento 2V OPzS FS 3000 24 OPzS 3000

Características Técnicas	
Capacidad (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	3343
Capacidad (Ah), C ₁₀₀ (1.85 V/Elem. 20°C)	4352
Capacidad por placa (Ah), C ₁₀ (1.8 V/Elem. 20°C)	125
Número de placas positivas por elemento	24
Contenido en Antimonio de las placas positivas	≤1.85%
Tensión nominal (V)	2
Densidad de electrolito totalmente cargada a 25°C (gr/ml)	1.24
Punto de ajuste de la tensión flotación (V/Elem.)	2.23
Tolerancia del punto de ajuste de la tensión flotación	±0.02 (2.21-2.25)
Tolerancia sobre el punto de ajuste de la tensión de flotación por elemento	-0.1-0.05 (2.18-2.33)
Intensidad de carga inicial (A)	300
Tensión final de carga (V)	2.35 ± 2.40
Tensión final de descarga recomendada para 10 horas (V/Elem.)	1.80
Tensión final de descarga recomendada para 1 hora (V/Elem.)	1.85
Intensidad en corto (A)	18470
Resistencia interna (mΩ/m/Elem.)	0.112
Número de ciclos al 80% de profundidad de descarga	2300
Auto descarga mensual	<2.5%
Factor de eficiencia (kWh)	85%
Factor de eficiencia (Ah)	95%
Dimensiones LxWxH (mm)	57x212x797
Peso en seco (kg)	158
Peso con electrolito (kg)	230
Tipo y número de terminales	M10 / 8

Intensidad de descarga constante a 20°C (A/Elem.)

V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.80	2988.5	2448.3	2019.2	1781.1	1402.2	1171.3	895.7	730.1	619.7	543.1	437.9	385.2	298.4
1.85	2889.1	2342.8	1892.5	1677.8	1381.1	1145.3	880.9	720.0	611.8	538.9	432.1	381.9	294.2
1.70	2254.4	2012.3	1728.1	1551.1	1291.5	1102.3	858.4	704.7	600.8	528.0	428.7	357.1	291.2
1.75	1987.2	1725.4	1528.8	1399.7	1191.1	1022.3	822.3	682.5	582.8	514.0	425.8	348.3	197.3
1.80	1818.5	1489.9	1228.8	1228.7	1071.1	947.8	785.8	642.8	554.0	489.7	398.0	334.3	189.8
1.83	1414.7	1293.8	1182.1	1110.5	977.0	870.4	711.4	600.3	520.7	481.8	378.2	317.4	179.9
1.85	1283.1	1188.1	1082.2	1030.1	908.1	809.8	684.7	582.8	488.9	425.8	359.3	303.0	171.1
1.87	1153.1	1070.2	987.8	933.1	828.2	738.0	614.1	525.4	481.3	412.2	340.7	288.8	183.8
1.90	848.9	882.1	822.2	782.2	704.9	639.1	539.8	484.1	407.8	388.4	304.8	280.1	149.0

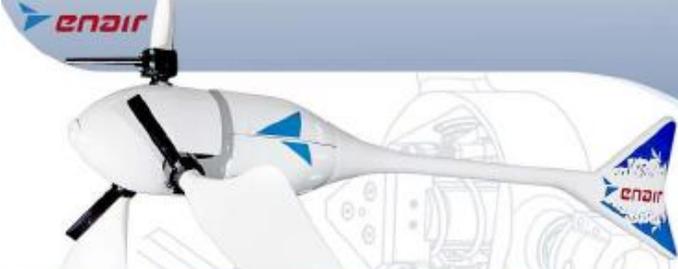
Potencia de descarga constante a 20°C (W/Elem.)

V _{FINAL}	Tiempo de descarga												
	15 min	30 min	45 min	1 h	1.5 h	2 h	3 h	4 h	5 h	6 h	8 h	10 h	20 h
1.80	4837.1	4158.7	3511.8	3114.8	2518.4	2137.9	1848.5	1358.8	1182.0	1021.9	828.0	892.4	294.3
1.85	4482.9	3887.7	3229.3	2882.5	2449.1	2093.4	1818.8	1328.1	1147.5	1010.8	819.5	888.1	290.2
1.70	4075.9	3588.5	3088.9	2788.3	2335.4	2020.0	1580.4	1312.1	1125.8	994.8	807.5	877.4	284.5
1.75	3485.5	3101.7	2781.0	2542.2	2181.2	1901.2	1528.9	1277.2	1098.7	972.5	788.0	885.2	278.8
1.80	2845.8	2878.4	2431.8	2270.7	1975.8	1780.9	1433.3	1209.3	1047.1	927.9	759.4	838.2	285.0
1.83	2885.1	2592.5	2188.7	2054.7	1820.7	1632.7	1344.2	1140.2	990.4	879.3	728.4	812.7	248.5
1.85	2290.3	2210.9	2039.4	1925.8	1704.2	1528.7	1288.4	1074.5	935.8	833.4	694.2	587.0	333.7
1.87	2172.5	2017.4	1884.3	1782.7	1584.3	1405.7	1178.1	1011.9	890.1	798.1	681.1	559.9	321.8
1.90	1808.8	1888.3	1573.8	1488.8	1251.9	1221.1	1044.7	899.7	791.8	715.1	598.4	511.8	298.1

Baterías

Figura 29. Información baterías. Fuente “Página web ENERVOLT”

INSTALACION MINIEOLICA.
Aerogeneradores.

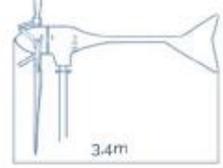


E70PRO

FICHA TÉCNICA

Con una velocidad de viento medio situado en la nominal de 11m/s el modelo Enair 70PRO es capaz de generar más de 70kWh/día

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO	
Numero de palas	3
Material de palas	Fibra de vidrio con resinas y núcleo de poliuretano
Generador	250rpm nominales imanes de neodimio
Potencia	5500W
Potencia Nominal	4000W (segun IEC 61400-2)
Tensión	24/48/220V
Clase de viento	CLASS I-IEC 61400-2/NVNI-A
Diámetro	4.30m
Sentido de Giro	Horario
Área de barrido	14.5m ²
Peso	165kg
Aplicaciones	Carga de baterías 24 o 48V y conexión a red
Viento de arranque	2m/s
Velocidad nominal	11m/s
Vel. regulación paso variable	12m/s
Velocidad de supervivencia	60m/s
Rango de generación eficiente	De 2 a 60m/s
Tipo	Rotor de eje horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo con timón de orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo centrifugo con dos vel.
Transmisión	Directa
Freno	- Electromagnético por cortocircuito - Mecánico (opcional) - Aerodinámico mediante paso variable - Manual o automático por viento o por tensión de baterías
Controlador	Carga de baterías y conexión a red
Inversor eólico	Eficiencia 97%, algoritmo MPPT
Ruido	48dB Reducción al mínimo gracias al diseño de las palas y a las bajas revoluciones. 1% más que el ruido ambiente del viento
Protección anti-corrosión	Hermético, pintura epoxi de secado al horno de alta temperatura, generando un recubrimiento plástico
Torre	Celosía, presilla y tubular, abatibles o fijas, altura variable







Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
+34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es

Figura 30. Información aerogenerador. Fuente “Página web ENAIR”



E30PRO Wind Turbine

FICHA TÉCNICA

PASO VARIABLE PASIVO

Tecnología patentada para maximizar la producción de energía. Es un sistema mecánico que gracias a la fuerza centrífuga, modifica el ángulo de las palas y nunca se sobrepasan sus rpm de diseño.

Obteniendo:

- Menos ruido
- Más capacidad de absorber rachas de viento
- Más constancia en la generación
- Más energía con menos viento

CONTROL ELECTRÓNICO

Sistema de gestión de la energía Inteligente

Conexión de baterías:
7 tipos de baterías programables (litio, plomo, gel, etc.) Cargador con pulsos de derivación a resistencias en caso de sobrecarga. Solo deriva el exceso que no puede cargar para proteger las baterías

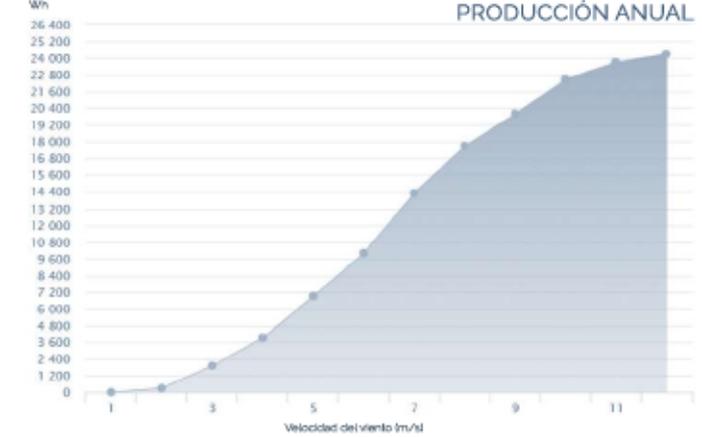
Conexión a red:
Los inversores MPPT programados con la curva de potencia eólica maximizan la producción en todo momento. Compatibles con redes trifásicas y monofásicas en sistemas europeos y americanos

CLASS I WIND TURBINE

IEC 61400-2/NVI-A



PRODUCCIÓN ANUAL



-  **MAYOR ENERGÍA**
-  **MAYOR EFICIENCIA**
-  **MAYOR ROBUSTEZ**
-  **MAYOR SEGURIDAD**

-  **Minimo ruido**
El ruido esta en torno a un 1% por encima del ruido ambiente siendo prácticamente inapreciable para nuestro oído.
-  **Safety-Brake**
Nuevo sistema de seguridad mecánica acoplada al eje que garantiza el frenado bajo las condiciones mas adversas, para vientos incluso mayores de 70m/s
-  **Anticorrosivo**
El uso de pinturas epoxy lo convierte en un conjunto anticorrosivo y antibufo ideal para islas y costas
-  **Anti-Icing and Hermetic**
Uretano acrílico de resina estructural con una composición química antiahérente al hielo y de máxima resistencia para temperaturas de hasta -50°C. Sellado hermético
-  **Storm-detection**
Algoritmo inteligente de detección de tormentas y bloqueo de seguridad del aerogenerador totalmente automático combinado con el Safety-Brake
-  **Remote-Control**
Control combinado con el Venus de Victron que permite la marcha/paro del aerogenerador de forma remota
-  **BBS (Battery Brake System)**
Sistema inteligente que mide el nivel de carga de la batería y permite detener el aerogenerador cuando la batería llega a la tensión de consigna retomando la marcha cuando baja su carga



Avenida de Ibi, 44 - P.O. 182 C.P. 03420 | Castalla (Alicante), España
+34 96 556 00 18 info@enair.es

www.enair.es

Figura 31. Información aerogenerador. Fuente “Página web ENAIR”



Figura 32. Información aerogenerador. Fuente “Página web ENERVOLT”

AEROGENERADORES



Generador Eólico

Enervolt GE-5000

- Silencioso y sin vibraciones
- Potencial de salida de 5000W
- Alta eficiencia

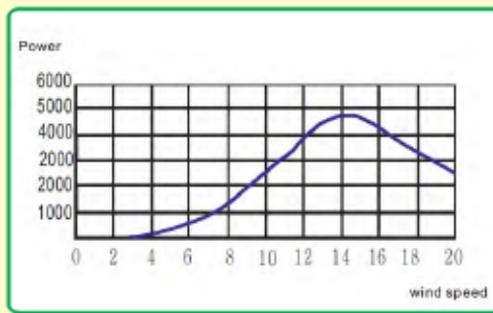
Características

Palas: fabricación de acuerdo con el principio de estructura de hélice y técnicas. Alta eficiencia. bajo nivel de ruido

Palas del rotor: las palas del rotor y del generador disponen de conexión universal, ya conectados. Esta conexión es totalmente fiable, duradera y de suave funcionamiento con la vibración.

El rotor del generador está formado por un imán permanente Nd-Fe-B. Rotor magnético tangencial prefabricado, alta densidad de flujo magnético. Regulación de la velocidad: simple, fiable y segura.

Su autofreno detiene las aspas cuando las baterías están cargadas.



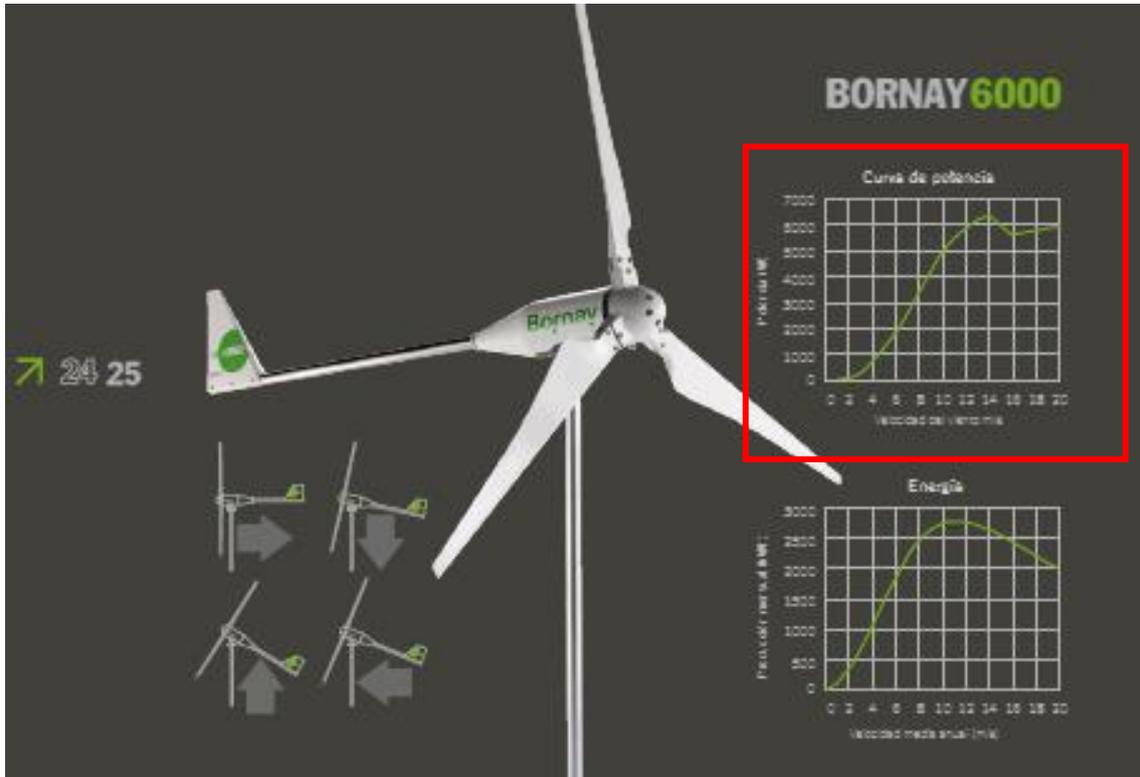
Alternador magnético de boro-hierro-neodimio. Fiabilidad: el diseño eficiente de su cuerpo hace que el exceso de calor fluya hacia el viento y disminuya la temperatura de funcionamiento.

Características del aerogenerador Enervolt GE-5000

Potencia nominal	5000W
Potencia pico	7000W
Velocidad del viento de inicio	3m/s
Velocidad del viento nominal	12m/s
Velocidad máxima del viento	50m/s
Velocidad del viento de trabajo	3-40m/s
Voltaje de salida	24 VDC a 250 VDC-110/220 VAC
Diámetro del rotor	5m
Material de las aspas (3)	Resina de poliéster reforzada con fibra de vidrio
Regulación de la velocidad	Freno electromagnético + Yawing
Método de parada	Freno manual y electromagnético
Rango de temperatura de trabajo	-45°C a 60°C
Peso neto / peso bruto / Embalaje	360Kg
Tipo de mástil	8-15m

Aerogeneradores

Figura 33. Información aerogenerador. Fuente "Página web ENERVOLT"



AEROGENERADORES / BORNAY 6000

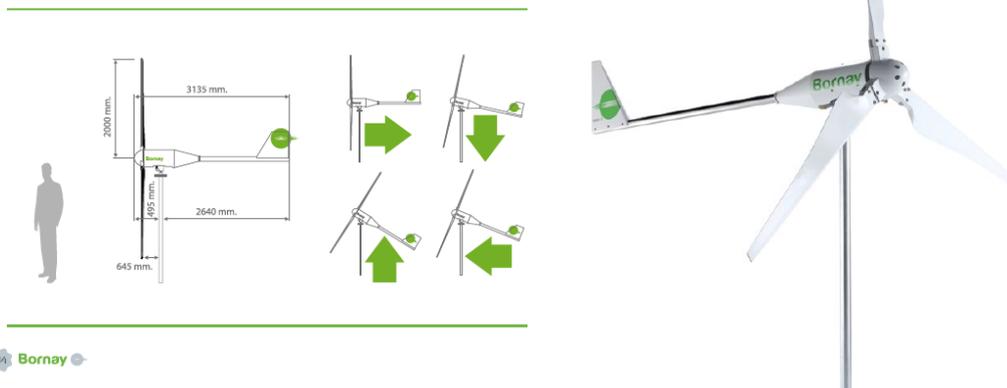


Figura 34. Información aerogenerador. Fuente “Página web BORNAY”

BORNAY 3000	BORNAY 6000
2	3
4 m	4 m
Fibra de vidrio / carbono	Fibra de vidrio / carbono
En sentido contrario a las agujas del reloj	En sentido contrario a las agujas del reloj
1) Regulador electrónico 2) Pasivo por inclinación	1) Regulador electrónico 2) Pasivo por inclinación
Trifásico de imanes permanentes	Trifásico de imanes permanentes
Neodimio	Neodimio
3000 W	6000 W
24, 48 v	48 v
@ 500	@ 600
24v 150 Amp 48v 75 Amp	48v 150 Amp
3,5 m/s	3,5 m/s
12 m/s	12 m/s
14 m/s	14 m/s
60 m/s	60 m/s
93 kg	107 kg
14 kg	18 kg
120 x 80 x 80 cm - 135 Kg 220 x 40 x 15 cm - 19 Kg 0,90 m' - 154 Kg	120 x 80 x 80 cm - 149 Kg 260 x 40 x 15 cm - 22 Kg 0,91 m' - 171 Kg
3 años	3 años



Figura 35. Información aerogenerador. Fuente “Página web BORNAY”

5.3.- Ofertas económicas suministradores equipos.

A continuación se detallan las ofertas económicas recibidas de los diferentes suministradores y que han servido de base para el análisis económico del presente trabajo. Estas ofertas justifican que los datos económicos utilizados en el trabajo se corresponden con precios reales de mercado, con los que trabajan los distribuidores de equipos para instalaciones fotovoltaicas y minieólicas.

Factura proforma



Nº de proforma: **2018-SP/1682**
Fecha: **22/11/2018**

Nº Cliente: **0**
C.I.F.:

Contacta con SFE Solar Logistic SL en:
www.sfe-solar.com
info@sfe-solar.com
Tlf.: +34 981 59 58 56

SFE Solar Logistic SL
CIF: ESB70251038
C/Lope Gómez de Marzoa S/N - Edif. FEUGA
15706 Santiago de Compostela - A Coruña (España)

Raul Clemente
CP: (0)

Con.	Artículo	Precio	Dto.	P.Uni	Cant.	Importe
1	SolarWorld SW300 Mono WOB Módulo fotovoltaico SolarWorld de 300W mono, tecnología PERC, con 20 años de garantía de producto. PDF Descargar Ficha Técnica	220.00 €	45.50%	119.90 €	54	6.474,60 €
2	Varios Regulador de carga de Victron MPPT 250/100	950.00 €	33.50%	631.75 €	3	1.895,25 €
3	Quattro 48/15000/200-100/100 Inversor - Cargador de aislada marca Victron	4963.00 €	33.50%	3300.40 €	1	3.300,40 €
4	Quattro 48/10000/140-100/100 Inversor - Cargador de aislada marca Victron	3778.00 €	33.50%	2512.37 €	6	15.074,22 €
5	MasterBattery 24 OPzS 3000 y 4748Ah en C100 (6 vasos de 2V) Batería de 2V y 4748 Ah en C100 PDF Descargar Ficha Técnica	9265.00 €	44.00%	5188.40 €	16	83.014,40 €
Total (base imponible)						109.908,87 €
+ IVA (21%)						23.080,86 €
+ R.E. (0.00%)						0,00 €

Total a pagar 132.989,73 EUR

Forma de pago: **Transferencia bancaria antes de retirar mercancía de almacén**

Instrucciones de pago:

BANCO SANTANDER
Nº CCC: 0049 2932 81 2414062731
IBAN No: ES70 0049 2932 81 2414062731
SWIFT Code: BSCHESMM

BANCO POPULAR
Nº CCC: 0238 8197 59 0600067693
IBAN No: ES17 0238 8197 5906 0006 7693
SWIFT Code: PSTRESMM

Los datos facilitados por Usted serán objeto de tratamiento automatizado y pasarán a formar parte del fichero propiedad de SFE Solar Logistic SL, inscrito en la Agencia de Protección de Datos. Estos datos podrán ser utilizados para la gestión interna de los contactos comerciales que solicitan información o con aquellos con los que se mantiene una relación comercial. De conformidad con el artículo 5 de la Ley 15/1999, de 13 de diciembre de Protección de Datos de Carácter Personal, Ud. tiene derecho a acceder a esta información, a rectificarla si los datos son erróneos y darse de baja del fichero mediante una solicitud escrita a: Atención LOPD, SFE Solar Logistic SL, o bien, enviando dicha solicitud a la dirección de correo electrónico info@sfe-solar.com, cumpliéndose así la notificación prevista en el artículo 5.4 de la misma.

Inscrita en el Registro Mercantil de Santiago de Compostela, Hoja SC-44961 - Tomo 91 - Libro 0 - Folio 59 | El destinatario de esta factura debe hacer una correcta segregación de los residuos que puedan generarse. Las garantías de los productos son las ofrecidas por sus correspondientes fabricantes.

Hoja 1/3

Figura 36. Oferta económica SFE.



OFERTA

OFFER

Albasolar Energy, S.L.

C/ Blanes, 1 - 28042 Madrid

Tlf.: 91 329 09 10 - Fax: 91 344 20 66

info@albasolar.com - www.albasolar.es

CIF: B-85417418

Validez de la Oferta: 7 días

Nº Oferta Offer Number	Fecha Oferta Offer Date
OF18/3818	22/11/2018

CIF :

Referencia Ref	Descripción Description	Cantidad Quantity	Precio PVP	Descuento Discount	Precio Unitario Neto	Total Total
M-32-330	Modulo Munchen Solar 330 Wp, 72 cel. Poly, +5W Vmax:45.49 V Imax: 9.18A 23 Kg 1956 x 992 x 40 mm MC4	58	243,00	45,00%	133,65	7.751,70
B-08-112	Bateria Exide Classic OPzS Solar 4600; 4600Ah C120	96	1.686,00	45,00%	927,30	89.020,80
Fichas Técnicas pinchando aquí: www.albasolar.es						

Total Neto Total Net	Descuentos Discount	Portes	Base Imp. Taxable	IVA Tax	Importe IVA Taxes Quantity
96.772,50	0,00 % 0,0 %	230,00	97.002,5	21 %	20.370,5

Observaciones:

Forma de Pago :

Method Payment

Por favor indicar este número de oferta al realizar el pago.

TOTAL OFERTA

117.373,03 €

Datos Bancarios:

Bank Accounts

Si lo desea, este documento servirá como pedido si se devuelve firmado y sellado. Al aceptar una oferta o realizar un pedido el Comprador acepta las Condiciones Generales de Venta de Albasolar de la tarifa mostrada en www.albasolar.es. Las garantías son las expresamente ofrecidas por el fabricante. Albasolar exime cualquier responsabilidad no cubierta por éste

Santander IBAN ES9100494780172116111891

BSCHEMIM

Popular IBAN ES5500750590780600545192

POPUESMM

Albasolar Energy, S.L. - Blanes 1 - 28042 Madrid - CIF: B85417418
Inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 25618, libro 0, folio 9, sección 8, hoja: M461604

Figura 37. Oferta económica ALBASOLAR.



ENERVOLT POWER ELECTRONICS, S.L.
 AV. Lluís Companys, 45
 08302 MATARO
 Tel.: 937.598.295
 CIF: **B66741927**

Cliente nº 000

CLIENTES CONTADOS

0
CIF:

info@enervolt.es

www.enervolt.es

Fecha	Serie	Ref. cliente
22/11/2018	000	
Representante		Pág.
Goretti		1

OFERTA nº 000/9966

Código	Cantidad	Descripción	Precio	dto.	Total
ENERVOLT M300	62	Panel Solar 24V 330Wp Policristalino (72 <i>Potencia máx. (Wp): 330W</i> <i>Dimensiones: 1956 x 992 x 40 cm (altoxlargoxgrueso)</i> <i>Peso: 23 kg</i>	106,000		6.572,00

SCC125110210	3	Regulador SmartSolar MPPT 250/100-Tr. <i>100A, 12/24/48V</i> <i>Regulador para paneles fotovoltaicos</i> <i>Para instalaciones de 12V, 24V ó 48V (detección automática)</i> <i>Corriente de carga máxima: 100 Amperios (a 40°C)</i> <i>Tensión máxima a circuito abierto: 250V</i> <i>Tecnología MPPT - (Maximum Power Point Tracker)</i> <i>Entrada máxima del panel solar a circuito abierto:</i> - 1.450W (para 12V) - 2.900W (para 24V) - 5.800W (para 48V) <i>(limitación automática de excedentes)</i> <i>Tensión mínima del sistema de paneles: Vbat+5V</i> <i>3 etapas de carga (bulk-absorción y flotación)</i> <i>Absorción : 14,4V - 28,8V - 43,2V - 57,6V</i> <i>Flotación: 13,8V - 27,6V - 41,4V - 55,2V</i> <i>Algoritmo de carga flexible: 8 algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información)</i> <i>Rendimiento: 99%</i> <i>Autoconsumo: Menos de 35mA a 12V / 20mA a 48V</i> <i>Amplia protección electrónica:</i> - Protección de sobretemperatura y reducción de potencia en caso de alta temperatura. - Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV. - Protección de corriente inversa FV. <i>Sensor de temperatura interna: Compensa las tensiones de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.</i> <i>* Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila. La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.</i>	950,000	35	1.852,50
--------------	---	--	---------	----	----------

Suma y sigue: 8.424,50

Figura 38. Oferta económica ENERVOLT (1/4).



ENERNAVAL POWER ELECTRONICS, S.L.

AV. Lluís Companys, 45

08302 MATARO

Tel.: 937.598.295

CIF: **B66741927**

Cliente nº 000

CLIENTES CONTADOS

0

CIF:

info@enervolt.es

www.enervolt.es

Fecha	Serie	Ref. cliente
22/11/2018	000	
Representante	Pág.	
Goretti	2	

OFERTA nº 000/9966

Código	Unidad:	Descripción	Precio	dto.	IVA	Total
--------	---------	-------------	--------	------	-----	-------

Sumas anteriores: 8.424,50

* VE Direct: Para una conexión de datos con cable a un Color Control, un PC u otros dispositivos.

* On/Off remoto: Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

* Relé programable: Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Terminales: 35mm² (AWG2)

Conexiones con tornillo

Clase de protección IP43 - Montaje interior y IP22 (embornado)

Dimensiones: 216 mm (alto) x 295 mm (ancho) x 103 mm (profundo)

Peso: 4,5 kgrs.

QUA481030010	6	Quattro (inversor + cargador) 48/10000/140	3.977,000	35		15.510,30
--------------	---	---	-----------	----	--	-----------

Combinación Inversor 10.000 VA

+Cargador 140A

+ Sistema de transferencia de 100A

9.000 W @ 25°C (10.000 VA)

8.000 W @ 40°C

20.000W de pico

Rendimiento 96%

Consumo en vacío: 35W (10W modo búsqueda)

3 fases de carga: IoVo - Flotación

Ventiladores velocidad variable

Alimentación de baterías 48Vdc (38...66Vdc)

2 Entradas: 187...265Vac 45...65Hz

2 Salidas: 230V 50Hz (inversor) o la misma que la entrada

Corriente máxima de transferencia 100A en 20ms

Asistente de potencia máxima (regulable)

Configurable por software. Paralelable

Capacidad de conexión trifásica

Normas:

EN 60335-1 Y 2 - EN55014-1 y 2

Dimensiones:

470 mm (alto) x 350 mm (ancho) x 280 mm (profundo)

Peso: 4,5 kgrs.

QUA483150000	1	Quattro (inversor + cargador) 48/15000/210	4.963,000	35		3.225,95
--------------	---	---	-----------	----	--	----------

Combinación Inversor 15.000 VA

+Cargador 210A

+ Sistema de transferencia de 100A

12.000 W @ 25°C (15.000 VA)

10.000 W @ 40°C

Suma y sigue: 27.160,75

Figura 39. Oferta económica ENERVOLT (2/4).



ENERNAVAL POWER ELECTRONICS, S.L.
AV. Lluís Companys, 45
08302 MATARO
Tel.: 937.598.295
CIF: **B66741927**

Cliente nº 000

CLIENTES CONTADOS

0
CIF:

info@enervolt.es

www.enervolt.es

Fecha	Serie	Ref. cliente
22/11/2018	000	

Representante	Pág.
Goretti	4

OFERTA nº 000/9966

Código	Unidad:	Descripción	Precio	dto.	IVA	Total
Sumas anteriores:						118.463,25

Plomo-ácido abierto (VLA)

Vida útil 20 años @ 20°C @ C100
Baja auto-decarga: +/- 3% mensual @ 20°C
1500 ciclos según IEC896

Capacidad en función de la duración de la descarga (@ 20°C):
3380 Ah @ 10h y 1,8 Vcc/vaso
2800 Ah @ 5h y 1,77 Vcc/vaso
2400 Ah @ 3h y 1,75 Vcc/vaso
1640 Ah @ 1h y 1,67 Vcc/vaso

Capacidad en función de la duración de la descarga (@ 25°C):
3344 Ah @ 8h y 1,75 Vcc/vaso

Densidad del electrolito: 1,24 ±10grs./ litro @ 20°C
Resistencia: 110 mohm

Temperatura de trabajo: -20°C...55°C

Dimensiones:
576 mm (largo) x 212 mm (ancho) x 797 mm (alto)
Peso: 230 kgrs.

PORTE	1	Modo de envío: Sus Medios	185,000			185,00
PAGO E_VOLT	1	Forma de pago EnerVolt	0,000			0,00

Transferencia Bancaria a:

BANC DE SABADELL (BIC: BSABESBB)
Nº Cuenta: ES60-0081-5589-1100-0119-8224

1. En virtud de la entrada en vigor la zona única de pagos en Euros (SEPA), es necesario usar los 24 dígitos
2. Para transferencias fuera de España es necesario el BIC

Rogamos el justificante bancario para la confirmación del pedido

Suma y sigue: 118.648,25

Figura 40. Oferta económica ENERVOLT (3/4).



ENERNAVAL POWER ELECTRONICS, S.L.

AV. Lluís Companys, 45
08302 MATARO
Tel.: 937.598.295
CIF: **B66741927**

CLIENTES CONTADOS

0
CIF:

Cliente nº 000

info@enervolt.es

www.enervolt.es

Fecha	Serie	Ref. cliente
22/11/2018	000	
Representante		Pág.
Goretti		3

OFERTA nº 000/9966

Código	Unidad:	Descripción	Precio	dto.	IVA	Total
						Sumas anteriores: 27.160,75
		<p>25.000W de pico Rendimiento 96% Consumo en vacío: 50W (30W modo búsqueda) 3 fases de carga: IoVo - Flotación Ventiladores velocidad variable Alimentación de baterías 48Vdc (38...66Vdc) 2 Entradas: 187...265Vac 45...65Hz 2 Salidas: 230V 50Hz (inversor) o la misma que la entrada Corriente máxima de transferencia 100A en 20ms Asistente de potencia máxima (regulable) Configurable por software. Paralelable Capacidad de conexión trifásica Normas: EN 60335-1 Y 2 - EN55014-1 y 2 Dimensiones: 572 mm (alto) x 488 mm (ancho) x 344 mm (profundo) Peso: 72 kgms</p>				
ASS030064950	5	Cable conexión (1.8m)	10,000	35		32,50
		<p>Para conectar:</p> <p>1. Interface MK2.2b a los MULTI'S Y QUATTRO'S 2. Para interconectar equipos en trifásico y paralelo con el VE.Bus 3. Para conectar MULTI'S Y QUATTRO'S al Color ControlGX con el VE.Bus</p> <p>Cable RJ45 UTP Longitud: 1,8 metros Color: azul</p>				
ASS030140000	1	Adaptador USB entre ordenador y equipo	70,000			70,00
		<p>y equipo Victron (MK3) Accesorio para configurar un equipo Victron Interface (adaptador) entre el PC y un equipo configurable: MULTI - QUATTRO - PHOENIX inverter o similares con el bus de comunicación VE.Net Para conexión directa al puerto USB de un ordenador Salida RJ45 para conectar al equipo Victron con un cable UTP no incluido Accesorio recomendado: Cable RJ45 UTP de 5m de longitud ref.: ASS030065000 Precisa Software de libre descarga en: www.enernaval.es</p>				
24 OPZS 3000 FS	96	Vaso 3000Ah @ C10	950,000			91.200,00
						Suma y sigue:118.463,25

Figura 41. Oferta económica ENERVOLT (4/4).



INSTALACIONES ELECTRICAS

Avda. Castilla, 52-B 46380 Ceste (Valencia)
 Telf.: 96 251 05 58 · Fax: 96 251 56 34
 E-mail: instalaciones@instfortea.com
 Web: electricidadfortea.blogspot.com

PRESUPUESTO RAUL CLEMENTE

Adjuntamos oferta solicitada

- 3 aerogeneradores Bornay Wind 25,3 más 3 Patas de Potencia nominal 5 Kw – 12 m/s 220 vac.	_____
	6007 x 3 → 18.021
- 3 reguladores de carga MPPT Wind 25 220/48 V nominal 125 A. Incluye resistencia de frenado.	_____
	1135 x 3 → 3.405
- 3 torres cuatripata P-750 – 13 metros con puntera.	_____
	971 x 3 → 2.913
	IVA 21% → 5.111
TOTAL	29.450€

Figura 42. Oferta económica aerogeneradores BORNAY.



ENERVOLT POWER ELECTRONICS, S.L.
AV. Lluís Companys, 45
08302 MATARO
Tel.: 937.598.295
CIF: **B66741927**

Cliente nº 000

CLIENTES CONTADOS

0
CIF:

info@enervolt.es

www.enervolt.es

Fecha	Serie	Ref. cliente
27/11/2018	000	
Representante		Pág.
Goretti		1

OFERTA nº 000/9980

Código	Cantidad	Descripción	Precio	dto.	Total
VRS	8	Aerogenerador Enair 70PRO 48V 5.5kWp <i>resistencia y regulador carga baterías, puntera, celosía 15m, freno</i>	9.200,000		73.600,00
		<i>No incluido transporte</i>			
PAGO E_VOLT	1	Forma de pago EnerVolt	0,000		0,00
		<i>Transferencia Bancaria a:</i>			
		<i>BANC DE SABADELL (BIC: BSABES88)</i> <i>Nº Cuenta: E560-0081-5589-1100-0119-8224</i>			
		<i>1. En virtud de la entrada en vigor la zona única de pagos en Euros (SEPA), es necesario usar los 24 dígitos</i> <i>2. Para transferencias fuera de España es necesario el BIC</i>			
		<i>Rogamos el justificante bancario para la confirmación del pedido</i> <i>email: solar@enervolt.es</i>			

Base imponible	pronto pago 0 %
73.600,00	0

IVA	Total proforma (Eur)
15456	89.056,00 Eur

Figura 43. Oferta económica aerogeneradores ENERVOLT.

