



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**PROYECTO DE
MODIFICACIÓN DE
IMPORTANCIA DE UN CAMIÓN
DE ASISTENCIA EN
COMPETICIÓN
ENERGÉTICAMENTE
AUTÓNOMO**

Alumno: José Francisco Ruedas Díaz

Tutor: Doña Natividad Acero Marín
Depto.: Ingeniería Eléctrica

Septiembre, 2016



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela politécnica Superior de Linares

Trabajo fin de grado

La memoria siguiente, está relacionada con el trabajo titulado "Proyecto de modificación de importancia de un camión de asistencia en competición energéticamente autónomo", presentado por José Francisco Ruedas Díaz para la asignatura Trabajo Fin de Grado, bajo la tutoría de la profesora Doña Natividad Acero Marín, recibiendo su visto bueno para la defensa del mismo.

Fdo. D^a. Natividad Acero Marín
Tutora del trabajo

Fdo. D. José Francisco Ruedas Díaz
Autor del trabajo

Una fotografía de una firma manuscrita en tinta oscura sobre un fondo gris. La firma parece ser "J. Ruedas" con una línea horizontal que atraviesa el nombre.

1 RESUMEN

En este caso se necesita una instalación adicional a la que tenía originalmente el vehículo debido a su uso y función, puesto que en un principio el Motorhome cuenta con una instalación, pero ésta debe ser modificada y dimensionada de nuevo, para que pueda soportar alimentar a las cargas del taller y de la vivienda, dimensionando también las protecciones para que cumplan su función. También dimensionaremos la instalación fotovoltaica, junto con las baterías y la selección de un grupo electrógeno adecuado para poder dar servicio al Motorhome. Se ha estudiado la normativa de instalaciones fotovoltaicas aisladas para así adaptarla a éste proyecto puesto que no hay una normativa propia.

Se han tenido en cuenta las modificaciones que hay que hacer en el vehículo para que cumplan la normativa específica de éstos aunque esto no es competencia del ingeniero eléctrico.

2 ÍNDICE

1	Resumen.....	1
2	Índice	2
3	Memoria.....	7
3.1	La energía fotovoltaica.....	8
3.2	Desarrollo sostenible.....	11
3.3	Palabras técnicas.....	11
3.4	Tipos de instalaciones fotovoltaicas	13
3.4.1	Instalaciones aisladas	13
3.4.2	Conectadas a la red.....	15
3.5	Principio de funcionamiento de la solar fotovoltaica	16
3.6	Elementos que componen un sistema fotovoltaico.....	16
3.6.1	Paneles.....	16
3.6.2	Células.....	17
3.6.3	Módulos	19
3.6.4	Generador fotovoltaico.....	20
3.6.5	Inversores	20
3.6.6	Contadores	21
3.6.7	Cuadro general de protección y medida.....	22
3.7	El silicio como material principal.....	23
3.8	Tecnologías de capas delgadas.....	25
3.8.1	Capa delgada de silicio	25
3.8.2	Capa delgada de CIS.....	26
3.8.3	Células telururo de cadmio (CdTe).....	26
3.8.4	Capa delgada multiunión (III-V).....	26
3.9	Tipos de células fotovoltaicas.....	27
3.10	Tipos de paneles	27

3.11	Novedades en cuanto a la energía solar fotovoltaica.....	28
3.12	Distribución solar en España	28
3.13	Datos técnicos del vehículo	30
3.13.1	Reformas autorizadas:	33
3.14	Tipos de vehículos móviles.....	33
3.14.1	Normativa con respecto al uso de caravanas.....	35
3.15	Reformas en la estructura del vehículo.....	37
3.16	Ubicación del proyecto	38
3.17	Características de la instalación	40
3.17.1	Módulo fotovoltaico	41
3.17.2	Estructura del soporte	44
3.17.3	Baterías. 12 BATERIAS GEL HAWKER 8 OpzV 800-935-1070 A·h	46
3.17.4	Inversor híbrido 6kW Ingeteam ingecon sun storage.....	49
3.17.5	Contador eléctrico bidireccional 5CTM.....	51
3.17.6	Grupo electrógeno	52
3.17.7	Cargas de consumo	54
3.17.8	Instalación de puestas a tierra	54
3.18	Normativa y reglamentación	55
3.18.1	Caravanas y autocaravanas.....	55
3.18.2	Normativa eléctrica	55
3.19	Funcionamiento del programa PVGIS	56
4	Anexos	58
4.1	Instalación eléctrica del motorhome	58
4.2	Cálculos justificativos de la instalación solar	59
4.2.1	Cálculo de las cargas eléctricas.....	59
4.2.2	Cálculo de la energía total del sistema.....	60
4.2.3	Radiación solar disponible	61
4.2.4	Cálculo del número de módulos necesarios.....	70
4.2.5	Cálculo de la capacidad de los acumuladores.....	71

4.2.6	Inversor híbrido	72
4.2.7	Selección del conductor	72
4.3	Cálculos justificativos de la instalación de baja tensión	74
4.3.1	Derivación individual:	75
4.3.2	Dispositivo general de mando y protección	77
4.3.3	Interrupor general automático (IGA)	77
4.3.4	Protección contra sobretensiones transitorias	78
4.3.5	Circuitos interiores	79
5	Planos	85
6	Pliego de condiciones	86
6.1	Objeto	86
6.2	Generalidades	86
6.3	Definiciones	87
6.3.1	Radiación solar	87
6.3.2	Generadores fotovoltaicos	87
6.3.3	Acumuladores	88
6.3.4	Inversores	89
6.4	Diseño	90
6.4.1	Orientación, inclinación y sombras	90
6.4.2	Dimensionado del sistema	90
6.5	Componentes y materiales	91
6.5.1	Generalidades	91
6.5.2	Generadores fotovoltaicos	91
6.5.3	Estructura de soporte	91
6.5.4	Acumuladores de plomo-ácido	92
6.5.5	Inversores	92
6.5.6	Cargas de consumo	93
6.5.7	Cableado	94
6.5.8	Protecciones y puesta a tierra	94

6.6	Recepción y pruebas	94
6.7	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento.....	95
6.7.1	Generalidades.....	95
6.7.2	Programa de mantenimiento	95
6.7.3	Garantías	96
7	Mediciones.....	98
8	Presupuesto.....	100
8.1	Amueblado vivienda.....	100
8.2	Aparatos del taller	101
8.3	Instalación eléctrica vivienda y taller	101
8.4	Kit de generación fotovoltaico	102
8.5	Costo total del proyecto.....	103
9	Otros estudios con entidad propia.....	104
9.1	Estudio de impacto ambiental	104
9.1.1	FASE DE CONCEPCIÓN DEL PROYECTO:	104
9.1.2	FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:	104
9.1.3	FASE DE EXPLOTACIÓN:	105
9.1.4	FASE DE DESMANTELAMIENTO:.....	105
9.2	Estudio de seguridad y salud.	106
9.2.1	Objeto del estudio básico de Seguridad y Salud	106
9.2.2	Normas de seguridad aplicables a la obra	106
9.2.3	Riesgos aplicables en la obra	107
9.2.4	Cubiertas planas	107
9.2.5	Albañilería.....	108
9.2.6	Terminaciones	109
9.2.7	Instalación eléctrica.....	109
9.2.8	Botiquín.....	110
9.2.9	Trabajos posteriores	110
9.2.10	Obligaciones del promotor	111

9.2.11	Coordinador en materia de seguridad y salud	111
9.2.12	Plan de seguridad y salud en el trabajo.....	112
9.2.13	Obligaciones de contratistas y subcontratistas.....	112
9.2.14	Obligaciones de los trabajadores autónomos.....	113
9.2.15	Paralización de los trabajos	114
9.2.16	Derecho de los trabajadores	114
9.2.17	Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras	114

3 MEMORIA

El fin de éste proyecto es el cálculo necesario para la realización del mismo, adaptación de la normativa, diseño y dimensionamiento de la instalación y explicación de las características de un camión de asistencia de rallyes 100% autónomo energéticamente, en el que en su mayoría de la energía obtenida es de origen renovable a través de un sistema solar fotovoltaico sin conexión a la red, con un grupo generador de apoyo. La instalación debe cumplir tanto el manual de reformas de vehículos como la normativa vigente en instalaciones eléctricas para caravanas y autocaravanas.

Como el camión Motorhome se trata de un elemento móvil, que puede cambiar su ubicación a cualquier punto accesible de la geografía mundial, debemos elegir un punto de emplazamiento para realizar los cálculos, en este caso usaremos el Desierto de Tabernas (Almería), en el aparcamiento del circuito con el mismo nombre, ya que en éste desierto se celebran un gran número de pruebas automovilísticas de ésta índole y tenemos las condiciones perfectas para el uso de este tipo de energías tanto por su escasa posibilidad de abastecimiento eléctrico como por su abundancia de recursos solares.

La motivación por hacer este proyecto viene dada porque durante un tiempo estuve trabajando en éste sector, con la empresa Racingcor Competición. En ese tiempo fuimos a trabajar a diferentes competiciones y durante las mismas, me di cuenta que nunca o casi nunca había tomas de corriente provisionales para fines especiales (stands, ferias, etc...), como viene redactado en la ITC-BT-34, por lo que siempre se debía de usar un grupo electrógeno con el consiguiente gasto de carburante, emisiones de gases de efecto invernadero, el gran ruido que hacen éstos dentro del parque de trabajo, junto a esto hay que añadir el inconveniente de llenado del depósito del grupo y el consiguiente peligro para el manipulador. Debido a esto se me ocurrió la idea de poder instalar unas placas fotovoltaicas para poder tener una energía limpia en cualquier punto de la geografía siempre que las condiciones climatológicas lo permitan.

El camión Motorhome pertenece a la empresa Cordobesa "Racingcor Competición" que se dedica a la asistencia mecánica de pilotos en condición de taller móvil y cáterin en eventos de competición automovilísticas de diversa índole.

La instalación de los módulos fotovoltaicos estarán situados en el techo del cajón del camión, habiendo espacio suficiente para 10 módulos de 250Wp. También instalaremos unas bases extensibles con módulos, que se deslicen hasta una posición exterior del voladizo del camión con la suficiente distancia para no hacer sombra entre módulos. Estas bases desplazables nos duplican la capacidad de módulos pasando de poder montar 10 módulos a montar 20 módulos, lo que hace un total de 20 módulos fotovoltaicos, con una potencia pico instalada de 5000Wp.

La regulación de las cargas de las baterías la haremos a través de un inversor híbrido que actuará como inversor y como regulador, en el que prevalecerá la alimentación de las cargas a la carga de las baterías. La electrificación del Motorhome será en corriente alterna monofásica con una tensión de 230V.

Se pretende conseguir con éste proyecto un ahorro energético reduciendo así el gasto en carburante y la emisión de gases de efecto invernadero. Otro objetivo que se pretende es la mínima inversión para el proyecto por ello los elementos a instalar son de corriente alterna monofásica. A parte de estos motivos también se busca la mejora del confort de los mecánicos como de los pilotos y familias, aportando todos los elementos de confort posibles para que su estancia en el Motorhome sea lo más agradable.

3.1 La energía fotovoltaica

La energía es “la medida de la capacidad de un sistema para proporcionar trabajo por medios mecánicos o calor por medios no mecánicos”. En nuestro caso tenemos dos formas distintas de obtener energía, a través de la solar fotovoltaica y a través de un motor de combustión.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que se obtiene del sol mediante una célula fotovoltaica, o por una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina. El uso y aplicaciones de este tipo de energía puede ser muy variado, desde inyección de energía a la red, centros aislados sin conexión hasta pasando por el autoconsumo en pequeñas instalaciones.

Durante los últimos años el número de instalaciones ha aumentado considerablemente de forma exponencial, doblandose aproximadamente cada dos años, aunque con la crisis y la disminución de subvenciones ha frenado éste crecimiento. Aun

así es la tercera fuente de energía renovable en términos de capacidad instalada a nivel global después de la hidroeléctrica y la eólica.

Con los avances de los últimos años se ha conseguido una disminución de la contaminación en su fabricación y un abaratamiento de los costes de producción. Con el consiguiente aumento de rendimiento y eficiencia. Los módulos recuperan la energía suministrada para su fabricación en un tiempo de entre 6 meses y 1,4 años.

Tenemos la suerte que nuestro país es uno de los que más irradiación anual tiene de toda la comunidad europea, lo que posibilita que éste tipo de proyectos tenga una mayor viabilidad, provocando que en 2008 España fuera uno de los países del mundo con más potencia fotovoltaica instalada, lamentablemente con el cambio de legislación se frenó éste crecimiento.

Teniendo en cuenta el crecimiento mundial en cuanto a consumo de energía se refiere se puede prever para un futuro tabla 3.1:

Energía	Recurso (en tep por año)
Hidráulica	$1.7 \cdot 10^9$
Solar	$9.8 \cdot 10^{13}$
Eólica	$1.4 \cdot 10^{10}$
Biomasa	$2.8 \cdot 10^9$
Geotérmica	$2.3 \cdot 10^{16}$
Maremotriz	$1.9 \cdot 10^9$
Maremotérmica	$2.8 \cdot 10^{13}$
Olas	$1.7 \cdot 10^9$

(tabla 3.1. Futuro consumo mundial del crecimiento de las energías)

La energía solar es inagotable (algún día acabará pero será el fin de la tierra), debemos de usarla e intentar aprovecharnos de ella, pudiendo desechar otros tipos de energía que contaminan gravemente nuestro planeta.

El principal inconveniente que obtenemos ante este tipo de generación es que o se consume directamente desde que se genera o es muy difícil almacenarlo con unos rendimientos que no son del todo deseables, aun así la tecnología del almacenamiento de energía está avanzando constantemente a pasos agigantados con la implantación de vehículos eléctricos a la vida moderna.

En la tabla 3.2 podemos ver las ventajas y desventajas generales del uso de la energía solar fotovoltaica:

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Limpia, renovable, infinita, silenciosa	Gran inversión inicial
Retribuida económicamente la producción para venta a red	Difícil almacenamiento
Subvenciones	Proceso de fabricación de módulos complejo y caro
Corto <i>pay-back</i> de la energía	No competitiva con otras energías en la actualidad
Sin partes móviles y modular	Producción variable según climatología y época del año

(Tabla 3.2. Ventajas e inconvenientes de la energía solar fotovoltaica)

Teniendo en cuenta que éste tipo de energía no es continua, hemos optado por hacer un sistema híbrido con un generador eléctrico de combustión y así poder completar el posible hueco energético que nos deje éste tipo de generación.

El generador eléctrico es usado en multitud de situaciones en las que se requiere energía en algún lugar donde no es posible una conexión a la red por cualquier motivo, normalmente éstos generadores son usados en las asistencias de los rallyes pero al ser motores de combustión contaminan y gastan cantidades medias de gasolina. El objetivo de nuestro proyecto es evitar esto, aunque si por alguna situación de emergencia anteriormente nombrada hay que recurrir a ellos, debemos de utilizarlos. Su funcionamiento es bastante básico, tenemos un motor de explosión que genera una energía cinética, y esa energía cinética genera energía eléctrica a través del generador.

La alimentación a través de renovables de éste tipo de camiones se tiene muy poca información y se conocen pocos casos en los que se hayan llevado a cabo, por lo que debemos solapar las ideas y la información con la que se llevan a cabo en caravanas y auto caravanas, que eligen éste tipo de fuente de energía. Nuestro caso será algo parecido pero con mucha más potencia, ya que éstas instalaciones suelen ser de poca potencia (apenas unos cientos de vatios) y en el caso que nosotros proponemos tenemos

grandes potencias como podemos encontrar en casas unifamiliares (varios miles de vatios).

3.2 Desarrollo sostenible

Éste término puede entenderse de distintas maneras aunque nosotros nos centraremos en dos formas o ideas de verlo: la racionalidad del uso de los recursos naturales del planeta, y por otra parte, el impacto del ser humano sobre el medioambiente. Hay que tener en cuenta que el ochenta por ciento de la energía que se demanda en el mundo proviene de energías no renovables, para poder reducir esto se ha hecho hincapié en el protocolo de Kyoto, de bajar los niveles de emisiones de efecto invernadero desechando el uso de combustibles fósiles a favor de las energías renovables, lo que ha propiciado un incremento de éstas en los últimos años.

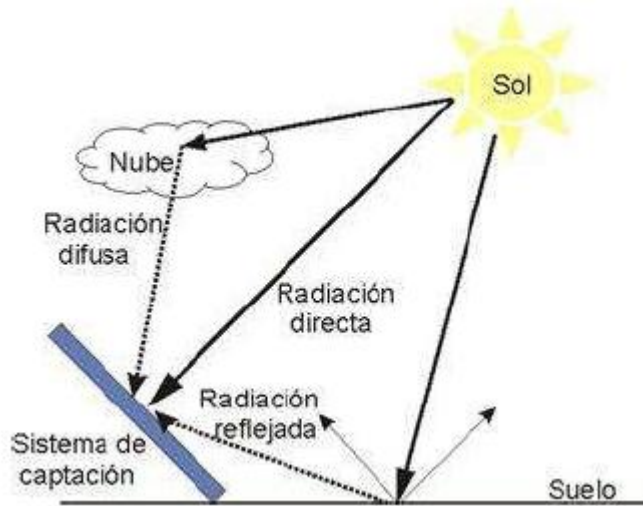
En España podemos explotar fácilmente estos tipos de energías renovables, las más utilizadas son la hidroeléctrica, debido a la gran cantidad de embalses y centrales con los que cuenta el país, las solar por el número de horas de sol al año y la eólica ya que tenemos zonas muy ventosas a lo largo del año. Nosotros nos ocuparemos de la solar.

3.3 Palabras técnicas

La energía obtenida por los módulos fotovoltaicos depende de varias unidades físicas:

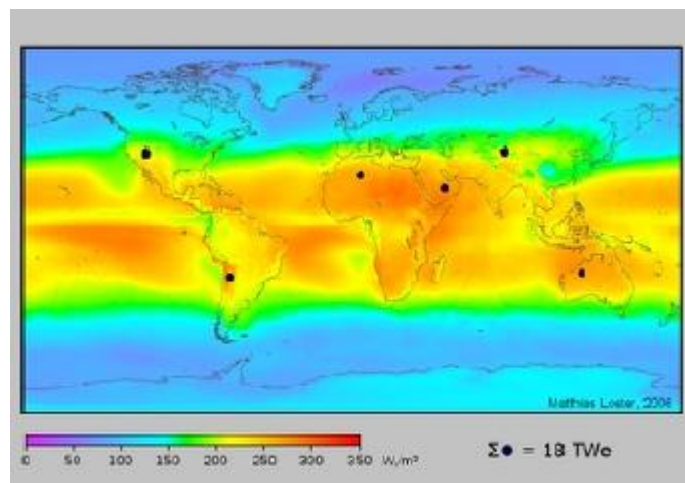
- Irradiancia: la potencia de la radiación solar por unidad de superficie, su unidad es $[W/m^2]$.
- Irradiancia espectral: la potencia radiante por unidad de área y longitud de onda $[W/(m^2 \cdot \mu m)]$.
- Irradiancia directa: la radiación que llega a un punto desde el disco solar $[W/m^2]$.
- Irradiancia difusa: la radiación procedente de toda bóveda celeste excepto la procedente del disco solar $[W/m^2]$.
- Irradiancia reflejada: la radiación reflejada por el suelo $[W/m^2]$.
- Irradiancia global: se puede entender que es la suma de la irradiancia directa, difusa y reflejada, el total de radiación que llega a un lugar $[W/m^2]$.
- Irradiancia circumsolar: la parte de la radiación difusa procedente de las proximidades del disco solar $[W/m^2]$.

- Radiación extraterrestre: la radiación que llega al exterior de la atmósfera terrestre [W/m^2].
- Irradiación: energía que incide por unidad de superficie en un tiempo [$\text{kW}\cdot\text{h}$].



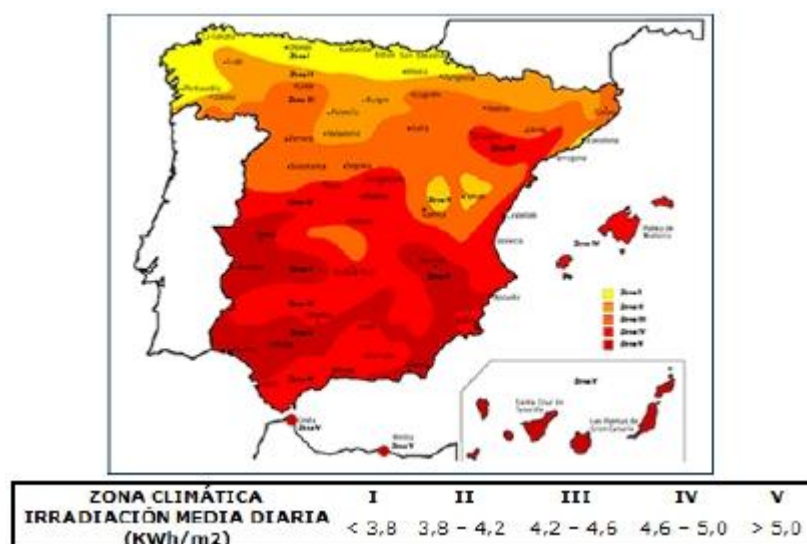
(Figura 3.3. Diferentes radiaciones procedentes del sol)

La radiación solar depende del lugar del mundo donde nos encontremos, así por ejemplo en la figura 3.4 observamos los distintos lugares del planeta y la radiación promedio que se produce.



(Figura 3.4. Radiación promedio mundial)

La media anual de radiación solar nacional la tenemos a continuación Figura 3.5:



(Figura 3.5. Radiación solar promedio en España)

3.4 Tipos de instalaciones fotovoltaicas

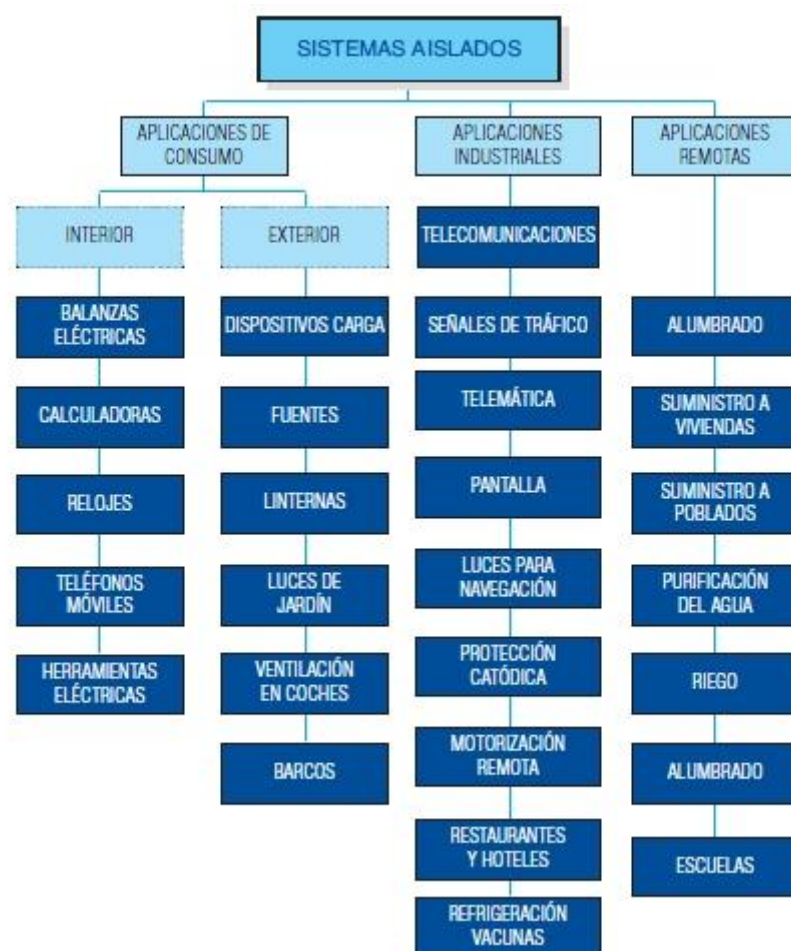
En nuestro caso la instalación es aislada ya que no tenemos ninguna conexión con ninguna red, aun así vamos a repasar los tipos de instalaciones. Como ya hemos dicho tenemos las aisladas o conectadas a la red. Antes de nada debemos plantearnos nuestras alternativas y qué tipo de instalación se ajustaría más a nuestras necesidades, atendiendo principalmente a dos razones. La primera que la zona a alimentar es aislada o de difícil acceso para la red de distribución. La segunda es que nuestra intención sea inyectar energía eléctrica a la red de distribución.

3.4.1 Instalaciones aisladas

Posibilita el generar energía de manera autónoma, casi todas tienen un conjunto de baterías donde guardar la energía generada, ya que si no se gasta toda la energía que se produce se pierde y llegado un tiempo en el que no tengamos generación, esa energía perdida nos haría falta. Por ello se colocan las baterías para cargarlas con el excedente de generación. Éste tipo de almacenamiento es para pequeña escala, a gran escala tenemos otro tipo de funcionamiento, en el que se usan dos balsas o pantanos a diferentes alturas, teniendo un grupo que puede actuar como generador y como motor. Cuando tenemos éste excedente de energía que no utilizamos se usa para bombear agua a la balsa de mayor altura desde la de menor altura, quedando almacenada y disponible para cuando se necesite un apoyo de generación.

A pequeña escala se usa sobre todo en el ámbito rural (instalaciones agrícolas, ganaderas, bombeos...) debido a la dificultad y el coste algunas veces de llevar redes de distribución a éste. Su uso también está muy extendido en centros de telecomunicaciones, que normalmente se ubican en cerros o colinas y puede ser la mejor solución para alimentar a éstos.

Para dimensionar este tipo de instalaciones es necesario estimar el consumo medio de energía diario para el emplazamiento, el rendimiento energético, el número de placas necesarias, adecuar el tamaño del generador y del acumulador en función de la autonomía y las necesidades.



(Figura 3.6. Sectores en los que se ha introducido éste tipo de generación)

3.4.2 Conectadas a la red

Éste tipo de conexión ha aumentado bastante en los últimos años, debido a que el excedente de generación que no se usa, puede ser inyectado a la red en unas condiciones determinadas, y ésto nos puede repercutir favorablemente en nuestra factura, ya que la compañía distribuidora nos paga un importe prefijado por esa inyección a la red, lo que se conoce como generación eléctrica distribuida. También debido a que había subvenciones para instalar pequeños parques solares en nuestros hogares, se extendió esta idea durante los últimos años, acortando así los plazos de amortización de la instalación.

La característica que más se puede destacar es su simplicidad constructiva, la generación de energía eléctrica silenciosa y no contaminante, de gran fiabilidad, larga duración y poco mantenimiento.

El recuento del flujo de energía se puede llevar a cabo, o bien por dos contadores que estén situados entre el inversor y la red de baja tensión, uno para contar la energía inyectada a la red y otra para contar la energía consumida de la red, o bien se puede montar un contador bidireccional para realizar ambas funciones.

Hay otros sistemas para instalar módulos fotovoltaicos:

- Con un sistema de soporte a la red en el cual no se inyecta a ésta hasta que las baterías no estén cargadas.
- Con un sistema híbrido, o sea con otro sistema de generación como por ejemplo con un generador eólico.



(figura 3.7. Sectores en los que se ha introducido éste tipo de generación)

3.5 Principio de funcionamiento de la solar fotovoltaica

La energía luminosa se transforma en energía eléctrica, este proceso se llama efecto fotoeléctrico. Las células solares están fabricadas a base de materiales semiconductores, los semiconductores tienen conductividad inferior a un material conductor pero superior a un material aislante. Los semiconductores tienen electrones débilmente ligados ocupando la banda de valencia (banda de energía). Al añadir energía que tenga un valor superior a un electrón de valencia, el electrón pasa a una nueva banda de conducción (banda de energía) rompiendo el enlace de éste. Con un contacto selectivo, los electrones son llevados a un circuito externo y obtener un trabajo útil, perdiendo ésta energía y volviendo por otro contacto a la banda de valencia inicial, anterior al proceso de absorción de un fotón luminoso.

En el circuito exterior tenemos un flujo de electrones, éste se denomina corriente de célula. Si lo multiplicamos por el voltaje liberado por los electrones obtenemos la potencia que generaría.

La estructura de éstas es igual a la de los diodos semiconductores (unión pn) pero no quiere decir que sea la única forma. Para formar los módulos, las células se conectan entre sí y se encapsulan. La energía obtenida de estos módulos es de corriente continua y se suelen transformar en corriente alterna por ser más usuales a través de onduladores o inversores. Si se necesita almacenamiento en baterías mediante inversores, las estructuras de todos estos elementos y otros necesarios para construir el sistema fotovoltaico se llama BOS (Balance of System) o en español el resto del sistema.

3.6 Elementos que componen un sistema fotovoltaico

Se compone de los elementos descritos a continuación.

3.6.1 Paneles

Debido a la abundancia de este tipo de energía se ha investigado mucho en cuanto a los paneles solares se refiere, obteniendo nuevos materiales con mayores rendimientos y menor coste.

Las nuevas invenciones están basadas, generalmente, en células fotovoltaicas de silicio, en un principio sus costes son mayores pero se está investigando para obtener una mejor relación eficiencia-coste.

El auge de los paneles fotovoltaicos orgánicos reside en que se puede pintar sobre su superficie como se haría con cualquier parte de un edificio manteniendo sus rendimientos.

Los módulos de película delgada están hechos en CIGS (Cobre Indio Galio Selenio) encajadas en un soporte flexible y ligero que permite una fácil colocación en casi cualquier superficie.

Estas novedades favorecen que cada día sean más rentables y respeten más el medio ambiente para poder tener un futuro mejor con un bajo coste de la energía.

3.6.2 Células

Fabricados con materiales que presentan efectos fotoeléctricos: absorben fotones de luz emiten electrones. Cuando se capturan los electrones libres producen corriente eléctrica. La eficiencia de conversión media de estas células varía desde un 6 % hasta un 19 % según la tecnología utilizada. Las nuevas células multicapa que sólo se ha probado su uso en laboratorio han llegado a una eficiencia del 42 % siendo una vida útil entorno a los 25 años, a medida que pasa el tiempo disminuye su eficiencia.

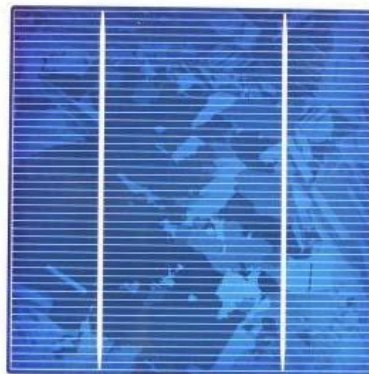
A un conjunto de células fotovoltaicas se le conoce como panel fotovoltaico, en el que se produce corriente continua por lo que necesitamos unos inversores que nos la transforme a corriente alterna y aumentar la tensión a valores aptos para el consumo.

Las células monocristalinas de silicio son las más primitivas y las primeras en comercializarse, optándose para el uso en todo tipo de aplicaciones. El silicio que compone las células es un único cristal. La red cristalina es la misma en todo el material y tiene muy pocas imperfecciones. El proceso cristalización es caro y requiere una gran dificultad. Tiene buenos rendimientos, en torno al 15-18 % pero requieren grandes superficies y son bastante frágiles.



(Figura 3.8. Célula solar monocristalina)

Las células policristalinas están hechas principalmente por silicio junto con una mezcla de Arsenio y galio. Tienen buenos rendimientos y son sencillas de conseguir aunque no tienen tanta vida útil como las monocristalinas, son perfectas para usarlas en condiciones ambiente con climas extremos.

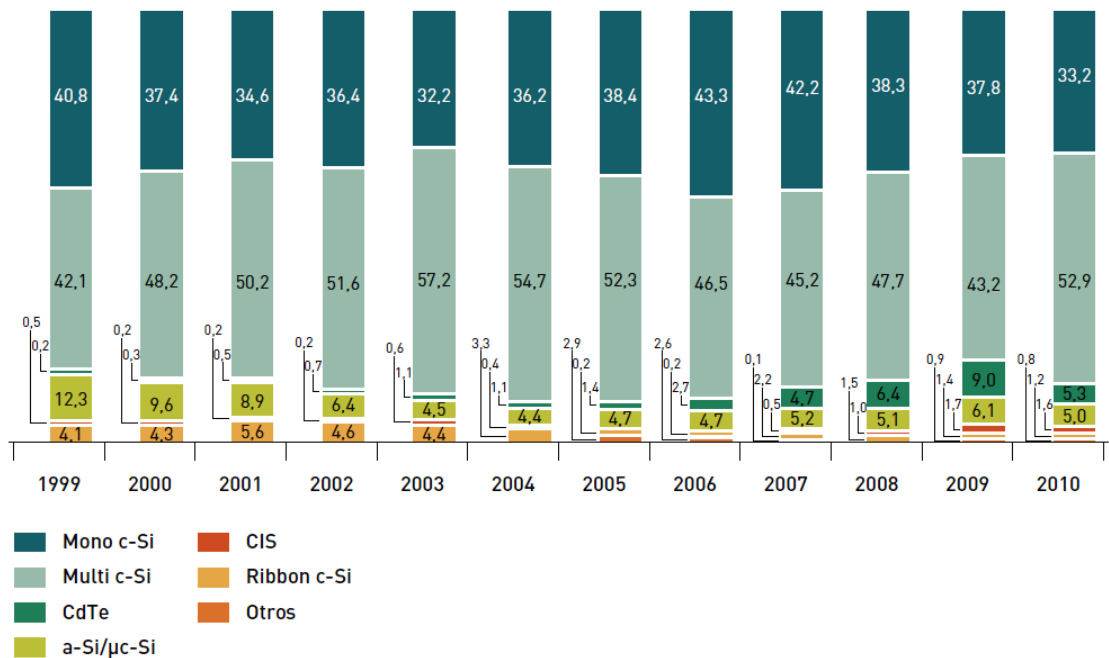


(Figura 3.9. Célula solar policristalina)

Las células amorfas son las de menor coste pero también son las de menos duración y sus rendimientos son malos, entorno al 6 % con poco tiempo, pero a lo largo de su uso puede caer a cero. Dan muy poca potencia y se construyen a base de evaporar encima de un cristal en una cámara de efluvios el material semiconductor o foto-reactivos y colocar un par de electrodos en cada una de las unidades correspondientes.



(Figura 3.10. Célula amorfa)



(Figura 3.11. Producción mundial de células fotovoltaicas por materiales usados)

3.6.3 Módulos

Los módulos fotovoltaicos están formados por un conjunto de células fotovoltaicas que producen electricidad a partir de la luz que inciden sobre ellos. Para clasificar su potencia se usa un parámetro estandarizado que corresponde con su potencia máxima que el módulo puede entregar bajo unas condiciones estandarizadas. La células se pueden montar en serie o en paralelo, si se montan en serie tienen igual corriente pero se suman las tensiones, si se montan en paralelo tienen igual tensiones y las intensidades se suman. Las características del mismo dependerán del tipo de montaje que se haya

realizado. La mayoría están construidas en 1,2 o 3 ramales de 36 células asociadas en serie, que a su vez los ramales se pueden conectar en serie o en paralelo. Normalmente cuenta con entre 36 y 108 células con una potencia de 50 a 165 Wp. Una vez conectadas se encapsulan para protegerlas contra condiciones climáticas.

Las baterías con las que cuentan normalmente las instalaciones tienen una tensión múltiplo de 12V.



(Figura 3.12. Módulo solar fotovoltaico)

3.6.4 Generador fotovoltaico

Generan corriente continua en baja tensión obtenida a través de las diferentes conexiones posibles (serie-paralelo) de los módulos de baja tensión. Variando el número de paneles en serie lo que variamos es la tensión manteniendo constante el flujo de corriente, si lo que variamos es el número de paneles en paralelo, entonces lo que estamos manteniendo es la conexión constante y variando el flujo de corriente que tenemos. Es imprescindible usar los mismos módulos, con igual potencia y misma marca para que así su curva característica sea idéntica. La colocación de los módulos seguidos conectados en serie se llama ramal y éstos hay que colocarlos con la misma inclinación y orientación.

3.6.5 Inversores

Es un aparato electrónico de potencia que sirve para convertir la corriente continua que genera la instalación en corriente alterna, en este caso monofásica, para

alimentar los receptores que tengamos conectados que en su mayoría trabajan con éste tipo de corriente. Gracias a la electrónica y su evolución esta conversión se hace bajo unas pérdidas mínimas. Se pueden clasificar en dos tipos de conmutación natural y los de conmutación forzada.

Los de conmutación natural son conocidos como inversores conmutados por la red, porque la red es la que determina el fin del estado de conducción en los dispositivos electrónicos, su uso son para sistemas conectados a la red aunque en la actualidad están siendo desechados por los de conmutación forzada tipo PWM. En conexión a la red de distribución están conectados directamente a ésta, sin pasar por baterías ya que la legislación lo prohíbe.

Los de conmutación forzada se usan para sistemas aislados y consigue convertir a corriente alterna gracias a la apertura y cierre forzado del sistema de control.

El inversor obliga al generador a trabajar en su punto de máximo funcionamiento. La empresa suministradora obliga que la conexión a la red en el caso que sea un potencia mayor de 5kW sea alterna trifásica.



(Figura 3.13. Inversor fotovoltaico)

3.6.6 Contadores

Como hemos dicho anteriormente tenemos dos opciones, podemos montar dos contadores, uno para cada dirección de la energía o podemos montar uno bidireccional donde los colocaremos entre el inversor y la red de distribución localizándolo en la caja de protección y medida (CPM).



(Figura 3.14. Contador trifásico)

3.6.7 Cuadro general de protección y medida

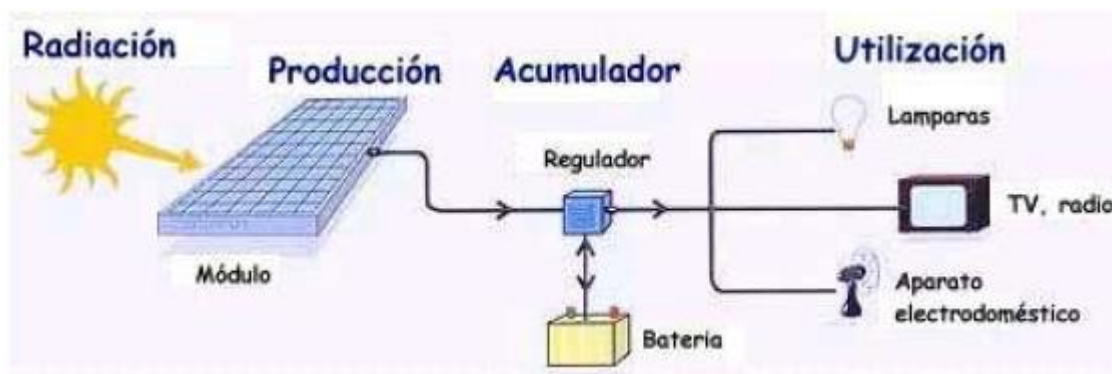
Como si se tratase de cualquier instalación eléctrica debe tener sus protecciones para poder preservar la seguridad de los individuos. Hay que tener en cuenta que debido a que nuestro caso no tiene conexión a la red no nos regimos por las normas de ninguna compañía. Dentro de la caja general de protección y medida debemos encontrar:

La propia caja, se trata de un armario de poliéster prensado en caliente reforzado con fibra de vidrio que debe cumplir la normativa vigente, con una placa base para facilitar el montaje de los equipos, con velo protector y ventanilla para el diferencial y el magnetotérmico.

El interruptor magnetotérmico dimensionado según la intensidad máxima de la instalación.

El interruptor diferencial dimensionado según las condiciones para proteger a las personas en caso de una derivación.

Un fusible seccionador de control el cual une el circuito de consume eléctrico convencional, en paralelo con el circuito de generación, con la red de distribución de la compañía y, a su vez, cierra todos los elementos de medida y control.



(Figura 3.15. Instalación sin inversor a 12V)



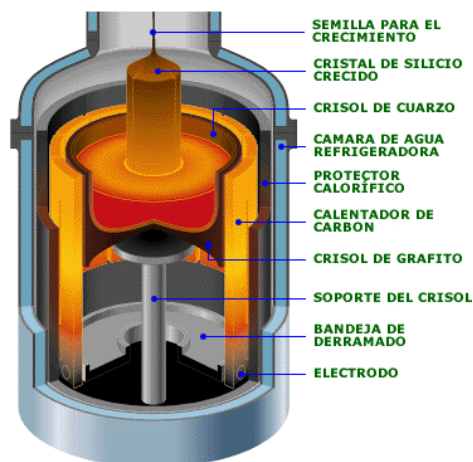
(Figura 3.16. Instalación con inversor a 230V)

Cuando tenemos la energía en el acumulador la podemos conducir para alimentar la instalación a 12 o 24 V o lo llevamos al inversor para transformarla a 230V (figura 3.16.). Como en nuestro proyecto no tenemos conexión a la red no hace falta protegerlo contra posibles daños externos.

3.7 El silicio como material principal

El silicio es un material que se encuentra en gran cantidad en nuestro planeta junto con el oxígeno y es un material base para la fabricación de células cristalinas, pero éste necesita un tratamiento ya que en estado natural no se encuentra puro y hay que purificarlo mediante procesos. Inicialmente en su estado natural se encuentra unido químicamente al oxígeno en forma de sílice. Para purificar el silicio es necesario separarlo del oxígeno a través de un crisol con “polvo de carbono” obteniendo el silicio con una pureza del 98% pero aun así esta pureza no nos vale, ya que para poder usarlo

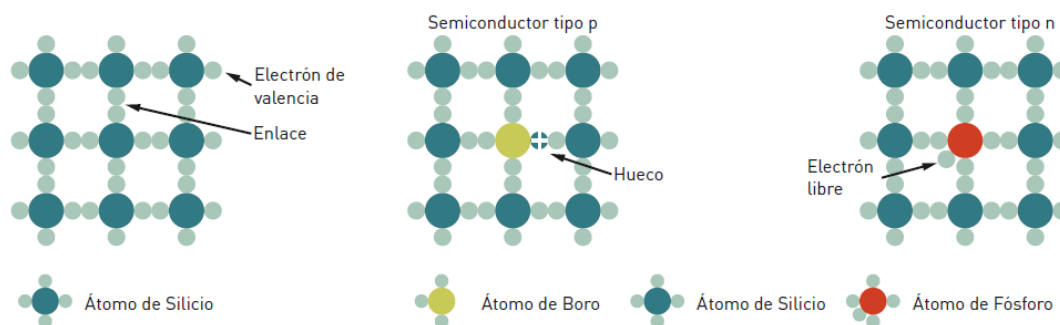
debemos de tener purezas inferiores a 0.2 ppm. El resto de purificación se hace mediante procesos químicos produciendo silicio cristalino en lingotes.



(Figura 3.17. Cristalización por el método de Czochralsky)

Obtenemos obleas mediante el corte de éstos lingotes con un espesor de unas 150 micras, y éstas se decapan para la eliminación de irregularidades. Una vez tenemos la oblea libre de irregularidades se texturiza (solo para monocristalinas) para aprovechar sus propiedades de más absorción de radiación solar incidente.

Para poder crear el semiconductor hay que introducir impurezas a la red cristalina estable de silicio, con esto creamos un conductor tipo P, dopando la oblea con boro que tiene un electrón menos que el silicio. En la otra parte se forma un conductor tipo N que se obtiene al doparlo con fósforo que posee un electrón más que el silicio creando una unión tipo P-N que con la energía de la luz permitirá que un electrón pase de una coapa a otra formando corriente eléctrica.



(Figura 3.19. Estructura cristalina de silicio dopado)

Más tarde se forman los contactos metálicos de la célula, con forma de rejilla en la cara iluminada por el sol, y de forma continua en la cara posterior. La formación de

contactos en la cara iluminada se realiza mediante técnicas serigráficas con tecnología láser para tener mejor calidad en menor espacio. Últimamente se consigue mayores eficiencias usando solo contactos posteriores, al quitar la sombra producida por los contactos de la cara anterior. Al final de la producción es posible añadir una capa anti-reflexiva sobre la célula para mejorar la absorción solar. Una vez acabada la fabricación de la célula se procede a su comprobación, clasificación, conexionado, encapsulado y montaje final, que veremos en los siguientes puntos.

Los avances tecnológicos enfocados al silicio que se pueden mejorar por ejemplo es la obtención de silicio purificado, mejorar los métodos de cristalización, disminuir el tamaño de las obleas aumentando su eficiencia, disminuir el tamaño de las células para obtener mayores rendimientos en iguales superficies y el incremento de la eficiencia en los módulos debido al conexionado de las células.

3.8 Tecnologías de capas delgadas

A partir de la década de los 90 éste tipo de células se ha desarrollado enormemente. La forma de fabricación más desarrollada es cubrir un sustrato, como puede ser vidrio, con una capa fina de semiconductor sensible a la radiación. Los procesos utilizados en la fabricación son por ejemplo la deposición o procesos de baños electrolíticos. Como materiales semiconductores se emplean el silicio amorfo, CIS y CIGS.

3.8.1 Capa delgada de silicio

Tienen espesores menores de 0.001 mm ya que al tener una gran capacidad de absorción de radiación no es necesario grandes grosores para realizar la transformación de la radiación solar en electricidad. Alcanza una temperatura durante su fabricación entre 200 y 500 °C en comparación con las células de silicio cristalino que necesitan 1500 °C. Debido a esto, poco material y baja energía necesaria para su fabricación hacen que se abaraten mucho los costes de fabricación en comparación con la de silicio cristalino aunque esta se encuentre en una etapa de madurez más avanzada. Una diferencia en el caso de la fabricación del silicio amorfo es que une en una sola etapa lo que para el cristalino son necesarias varias.

3.8.2 Capa delgada de CIS

El material usado en éstas células solares es el diseleniuro de cobre e indio (CuInSe_2), a veces se une el CIS al Galio (CIGS) para obtener mayores rendimientos.

Para su fabricación se debe tomar el sustrato de vidrio y con pulverización catódica echar una capa delgada de molibdeno que actúa como electrodo posterior. Se crea una capa absorbente tipo p CIS en una cámara de vacío a una temperatura de 500 °C al evaporarse a la vez que el cobre, el indio y el selenio.

La tecnología que mayor rendimiento ofrece es la de CIS. Desde un punto de vista económico no son una alternativa clara frente al silicio cristalino u otras de capa delgada aunque en un futuro se espera que se disminuyan los costes de fabricación, los rendimientos suelen estar entre un 10 y un 12 %.

3.8.3 Células telururo de cadmio (CdTe)

Se fabrican normalmente a partir de un sustrato con una capa conductora transparente, generalmente óxido de estaño. Se coloca sobre ésta una capa conductora ventana tipo n de CdS y a continuación una capa conductora absorbente tipo p de CdTe. Se utilizan en su elaboración procesos sencillos como puede ser la serigrafía, separación galvánica y el spray. Para grandes módulos se emplea procedimientos como la evaporación en los que se mantienen muy alejados de la fuente de vapor y el sustrato. La separación de las capas de CdS y de CdTe se realiza con procesos de vacío a unas temperaturas de 700 °C.

El mayor inconveniente es la toxicidad del cadmio. Los riesgos para la salud y para el medioambiente sólo aparecen en estado gaseoso, por lo que hay que vigilar bien su proceso de fabricación y reciclado.

3.8.4 Capa delgada multiunión (III-V)

Son células muy eficientes fabricadas para funcionar a alto rendimiento y con materiales de los grupos III y V de la tabla periódica. Normalmente se usan para satélites, vehículos de exploración espacial, cohetes...Están formadas por diferentes capas delgadas construidas con semiconductores diferentes elegidos cuidadosamente

para que se complementen y tenga el mayor rendimiento posible, proporcionando una banda de energía a cada tipo de semiconductor para así poder absorber más cantidad de radiación electromagnética.

Este tipo de células son las más eficientes hasta la fecha, con unos rendimientos por encima del 40 % aunque son más caras. En éste aspecto aún queda mucho que mejorar para poder bajar los costes.

3.9 Tipos de células fotovoltaicas

La solar convencional: contiene una capa positiva de silicio y otra negativa que forman un campo eléctrico. La energía de la luz incidente activa los portadores de carga positiva y los de carga negativa. La corriente fluye al unir los dos polos desde el exterior y se descarga a través de unos dedos metálicos.

Electroquímica: los portadores son estimulados por la luz en una película colorante. La carga negativa fluye a la capa conductora de una capa de vidrio gracias al dióxido de titanio. El colorante compensa la falta de carga con una solución de yodo y así se crea la corriente.

Alfombra solar enrollable: Ciertas moléculas que se encuentran en una superficie plástica son activadas por la luz, y la corriente se produce cuando los portadores de carga positiva y de carga negativa se separan entre sí.

3.10 Tipos de paneles

Monocristalinos: son los que tienen máximo rendimiento ya que están fabricados a base de lingotes puros de silicio.

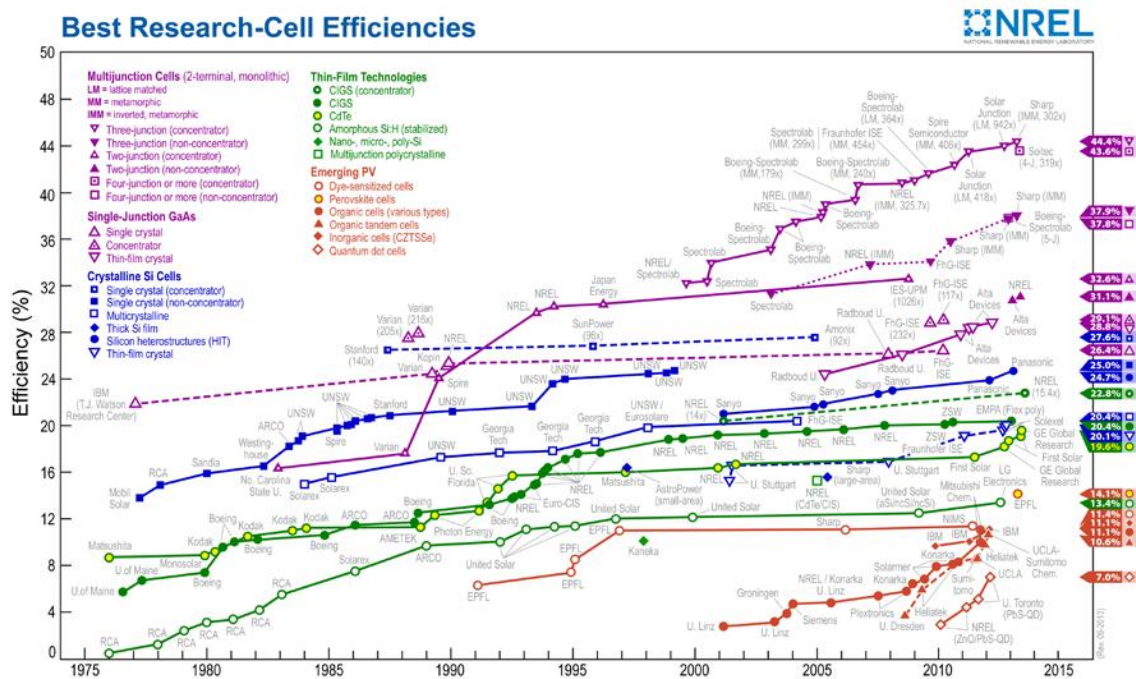
Policristalinos: menos costosos que los anteriores ofreciendo un rendimiento óptimo, fabricados a partir de la refundición de piezas de silicio.

Amorfos: se usa para bajas potencias ya que el rendimiento es menos y están fabricadas a base de la deposición de capas delgadas sobre vidrio.

3.11 Novedades en cuanto a la energía solar fotovoltaica

El principal objetivo de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Con el desarrollo de nuevos materiales el objetivo es el de obtener mayores rendimientos a costes más mantenidos tenemos las siguientes tecnologías de avance, aunque hay bastante novedades en cuanto a instalaciones, formas de los módulos, etc...

Se espera una mejora de la eficiencia en los módulos en un futuro, por ejemplo, el silicio cristalino se espera un aumento entre el 17 y el 22 % para 2020. Para el silicio amorfo entre el 16 y 17%. Los costes también se prevé que haya una disminución ente un 40 y un 70% si se produce un incremento de la eficiencia en los módulos del 100%. Con cada punto que crezca disminuirá el coste entre un 3 y un 10%.



(Figura 3.20. Evolución de la eficiencia de las células)

3.12 Distribución solar en España

España tiene un gran potencial en cuanto a energía solar fotovoltaica se refiere. Nuestro país recibe anualmente una irradiación media de 1600 kWh/m² siendo el país de la unión europea que más irradiación recibe.

Como podemos ver la zona en la que nos encontramos de España (sur) ayuda a que éste tipo de generación sea rentable por la gran capacidad de explotación que tiene, ya que casi duplica a la del norte de España. Nuestra localización del proyecto nos hace que éste tipo de instalación sea muy rentable para poder ejecutarla y poder recuperar pronto la inversión.

3.13 Datos técnicos del vehículo

El vehículo a modificar se trata de un camión de la marca FIAT IVECO modelo 180.26 adaptado a un motorhome (figura 3.22.), en el que la mitad de la caja es un taller, con las herramientas y maquinaria propia que podemos encontrar en dicho lugar, la otra parte se trata de una vivienda móvil, como lo puede ser una carava, donde encontramos todas las comodidades que éste tipo de viviendas nos ofrece y que más adelante describiremos.

El vehículo ya cuenta con una homologación como Motorhome y algunas reformas autorizadas explicadas más adelante que se encuentran en la ficha técnica. Se tienen en cuenta las modificaciones y se da un repaso brevemente, sobre si habría que hacer una homologación al vehículo con la reglamentación vigente. Para evitar turbulencias en los módulos fotovoltaicos instalaremos una cúpula más alta como se puede observar en la sección de planos.



(Figura 3.22. fotografía del camión a modificar)

Ficha técnica:

Las características técnicas principales del camión son las siguientes:

Clasificación: camión vivienda

Marca: Fiat Iveco

Modelo: 180.26

MMA: 23300 kg

Tara: 13935 kg

MMA 1º E: 6500 kg

MMA 2º E: 11500 kg

MMA 3º E: 6500 kg

Asientos: 2 + 2

Altura máxima: 4000 mm

Anchura máxima: 2500 mm

Vía anterior/ posterior: 1820/2075 mm

Longitud máxima: 11500 mm

Voladizo posterior: 3150 mm

Distancia eje 1º/2º: 5485 mm

Distancia eje 2º/3º: 1380 mm

Número cilindro/ cilindrada: 6 / 13798

Potencia fiscal: 260 cv

El peso total de la instalación montada en el camión lo tenemos en la tabla(1).

Equipos	nº	Peso unitario(kg)	Peso conjunto (kg)
Módulos fotovoltaicos	20	18,5	370
Baterías Estacionarias	12	68	816
Inversor híbrido	1	23,3	23,3
Soportes extensibles módulos	20	30	600
Generador electrógeno	1	75	75
Otros (cables, magnetos, diferenciales,...)	1	20	20
Peso de las cargas	1	136,5	136,5
Peso total de la instalación (kg)			2040,8

(Tabla 1. Suma de todos los pesos de la instalación)

Las nuevas características técnicas principales del camión son las siguientes:

Clasificación: camión vivienda

Marca: Fiat Iveco

Modelo: 180.26

MMA: 23300 kg

Tara: 15976 kg

Asientos: 2 + 2

Altura máxima: 4100 mm

Anchura máxima: 2500 mm

Vía anterior/ posterior: 1820/2075 mm

Longitud máxima: 11500 mm

Voladizo posterior: 3150 mm

Distancia eje 1º/2º: 5485 mm

Distancia eje 2º/3º: 1380 mm

Número cilindro/ cilindrada: 6 / 13798

Potencia fiscal: 260 cv

3.13.1 Reformas autorizadas:

- Fecha de emisión tarjeta ITV anterior: 25-04-02.
- Vehículo procedente de la U.E.
- Fecha de primera matriculación: 31-12-85.
- Equipado con compartimiento trasero habilitado para transporte y reparación de vehículos.
- Incorpora botella de GLP para uso exclusivo de la vivienda.
- En fecha 25-04-02 se reduce la MMA a 17435 kg, siendo la carga útil de 3500 kg.
- En fecha 20-04-05 realizada reforma consistente en la instalación de un plataforma elevadora posterior con capacidad de elevación máxima de 1500 kg.

3.14 Tipos de vehículos móviles

A continuación vamos a clasificar los diferentes tipos de caravanas que podemos encontrar y que se clasifican según las necesidades, comodidades, peso, dimensiones y sobretodo en el precio.

- **Campers:** usadas para viajes cortos y en campings donde puedan abastecerse. Tiene una capacidad para unas 2-3 personas y suelen ser furgonetas normales con su cajón de carga adaptado como vivienda.



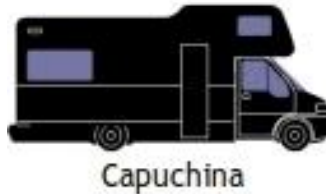
(Figura 3.22. Ejemplo de Campers)

- **Perfiladas:** pueden llegar hasta una capacidad de hasta 8 personas en el que se prioriza el espacio y la comodidad sobre todo lo demás, no suelen usar bombonas de butano y su alimentación eléctrica se suele hacer a través de un grupo electrógeno. Su aspecto es muy similar a las capuchinas pero sin la protuberancia encima de la cabina para aumentar aerodinámica y disminuir consumos, aunque se pierde el espacio para la cama.



(Figura 3.23. Ejemplo de perfiladas)

- **Capuchinas:** algo más grandes que la camper pero suelen llevar bombona de gas butano para la utilización en cocina y calentar agua caliente sanitaria. El chasis suele ser el de una furgoneta con la cabina solo que tiene adaptado a él una vivienda. Tienen una protuberancia en la parte superior de la cabina dónde normalmente se alojan camas.



(Figura 3.24 Ejemplo de capuchina)

- **Integrales:** de tamaño parecido a las capuchinas, todo el vehículo(vivienda y cabina) está integrado en una misma carrocería compartiendo chasis, son de gran tamaño, la cabina no está separada de la vivienda dando algo más de espacio al habitáculo.



(Figura 3.25. Ejemplo de integral)

- **Motorhomes:** de gran tamaño, se suelen montar sobre el chasis de camiones o camionetas, dependiendo del tamaño. Se puede usar todo el habitáculo como vivienda o dividir parte en habitáculo y parte para otro fin, en nuestro caso taller, aunque también tiene uso muy extendido usarlo como portacoches. Dispone de instalación de gas butano y en los últimos modelos se está extendiendo el montaje de generadores "verdes" como pueden ser el uso de placas solares (como en nuestro caso) o haciendo el montaje de sistemas híbridos apoyados con grupo electrógeno.



(Figura 3.26. Ejemplo de motorhome)

3.14.1 Normativa con respecto al uso de caravanas

Como nuestro vehículo se puede englobar como una gran caravana, se tiene que atender a ésta normativa. Hay que saber distinguir entre acampar y estacionar. En cuanto al estacionamiento se rigen bajo las mismas leyes que cualquier otro vehículo a motor, es decir, que puedes comer y dormir dentro de él puesto que es un sitio privado y puedes hacer lo que quieras dentro de él. Para vehículos inferiores a 3.500 kg de m.m.a. (masa máxima autorizada) y si está estacionado en pendiente se pueden poner calzos de manera opcional como seguridad, aunque si el vehículo pesa más de 3500 kg de m.m.a. como es nuestro caso, el uso del calzo es obligatorio y más aún si está estacionado en un lugar con pendiente. Se pueden extender las partes móviles siempre y cuando no excedan el perímetro que ocupa el vehículo estacionado.

P Estacionar

Pueden darse todas estas circunstancias y la autocaravana no estará acampada. Se aplica la normativa nacional de Tráfico.



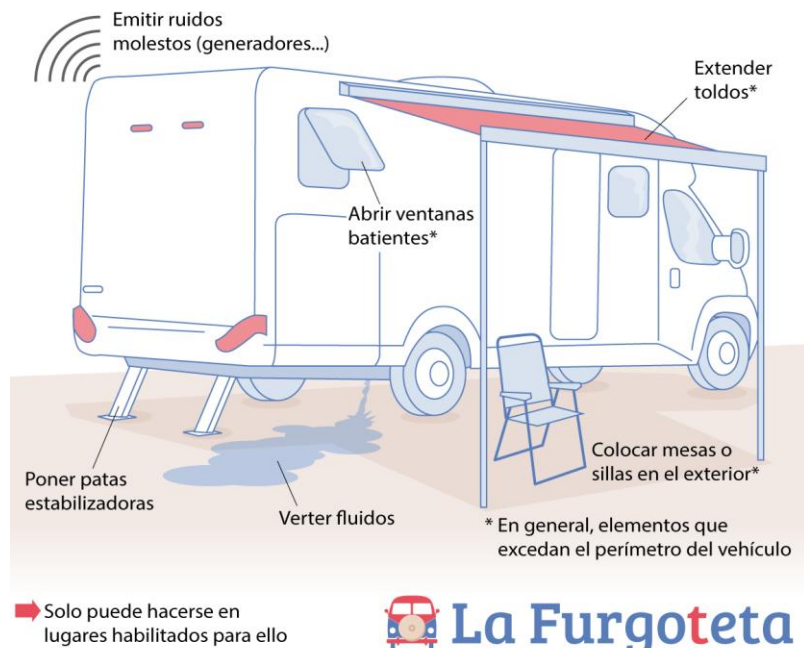
(Figura 3.27. qué se puede considerar estacionado)

Se considera acampada cuando sacamos de nuestro vehículo algún elemento que permita sentarse tales como sillas, hamacas, sillitas, etc... Utilizamos toldos o cualquier elemento que sobresalga del perímetro de nuestro motorhome, utilizar las estabilizadoras del camión, derramado algún líquido fuera de él o producir mucho ruido en alguna zona que pueda molestar a los vecinos.



Acampar

Si se realiza alguna de estas acciones,
el vehículo se considera acampado.
Se aplica la normativa autonómica sobre acampada.



(Figura 3.28. Qué se puede considerar acampar)

Nosotros respecto a éste tema no tendremos ningún problema puesto que el lugar dónde nos encontramos es privado y tenemos permiso del dueño del circuito de Tabernas para poder acampar.

3.15 Reformas en la estructura del vehículo.

Aunque no pertenece al campo de aplicación del ingeniero eléctrico, puesto que es competencia de un ingeniero mecánico, debemos nombrar las normas y modificaciones que se tienen que llevar a cabo para el estudio y modificación, si hiciera falta, de la estructura. El manual a usar para éste tipo de modificación es el Manual de Reformas de Vehículos disponible en el ministerio de industria, energía y turismo.

Nuestro vehículo entra dentro de la categoría N₃ (camiones de más de 9500 kg) por lo que debemos buscar las modificaciones de los vehículos de la categoría N, en el apartado de carrocería (grupo 8), en el sub apartado del acondicionamiento exterior, encontramos la sección: 8.52 Modificación, incorporación o desinstalación de elementos en el exterior del vehículo. En la tabla de actos reglamentarios de esa sección encontramos los posibles sistemas afectados siguientes:

- Salientes exteriores: debido al sistema de desplazamiento para desplegar los módulos. Éste apartado no se aplica para la categoría N₃.
- Parásitos radioeléctricos: debido a la maquinaria industrial pueden producir interferencias en sistemas de radio. Con directiva 72/245/CEE, El acto reglamentario se aplica en la actualización en vigor de la fecha de la primera matriculación que en éste caso es en 1986, debido a que no era obligatoria en la fecha de su primera matriculación, debemos mirar el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, que no es de campo obligatoria, mirando en éste real decreto encontramos que antes de la derogación de éste no era de obligatorio cumplimiento. Por lo tanto no aplica para ésta instalación.
- Resistencia mecánica a la estructura: debido al peso extra del cajón del camión. Éste apartado no aplica para la categoría N₃.

En el caso que hubiera que homologar alguna reforma, la documentación necesaria sería: Proyecto técnico, certificación final de obra, informe de conformidad y certificado de taller.

3.16 Ubicación del proyecto

Dado que es un vehículo y puede situarse en cualquier punto de la geografía Española hemos decido realizar el estudio en el desierto de tabernas y más concretamente en el parking del “Circuito de Almería”, un circuito privado que pertenece al término municipal de la localidad de Tabernas provincia de Almería, el lugar de España con más horas de sol y menos precipitaciones anuales. La fecha elegida para la realización del estudio será el día 10 de Julio, dado que la época de máximo rendimiento en esta zona se sitúa entre la 2ª quincena de Junio y la 1ª quincena de Julio, dónde nuestro tipo de placa puede tener un rendimiento en torno al 95% . En esta parte de Almería y durante la fecha fijada tenemos en torno a unas 9.5 h de sol.



(Figura 3.29. Fotografía aérea del circuito)

Situado en el punto kilométrico 483 de la nacional 340. Los módulos se colocarán en las coordenadas $37^{\circ} 5' 15''$ N, $2^{\circ} 5' 11''$ W. Los módulos estarán colocados en el techo del camión con un sistema de apertura extensible. De modo que cuando el motorhome esté en movimiento, éstas se encuentren recogidas unas sobre otras. Cuando el camión se estacione para realizar sus labores de taller o casa, éstas se despliegan quedando en posición horizontal paralela al suelo duplicando la potencia de módulos, éstos estarán en una posición fija durante funcionamiento y a la distancia suficiente para no hacer sombras.



(Figura 6.30. fotografía aérea del emplazamiento del proyecto)

Los principales factores que afectan al rendimiento de los módulos fotovoltaicos son: la orientación, la inclinación, las sombras sobre los módulos fotovoltaicos, las pérdidas eléctricas y la refrigeración de los módulos fotovoltaicos.

Dado que nuestra instalación está situada en el techo del vehículo, podemos colocarlo en la orientación que deseemos, en nuestro caso el vehículo lo acamparemos con una orientación hacia el sur.

El ángulo de inclinación de los módulos para un mayor rendimiento será de entre unos 25° y 35 °, en nuestro caso irán con un ángulo de inclinación de 0 ° para no romper la aerodinámica del camión ni provocar sombras entre módulos al estar tan juntos.

Las dimensiones de nuestro cajón son 9.31 m de largo y 2.5 m de ancho con una superficie total de 23.28 m². Teniendo en cuenta que cada módulo tiene un tamaño de 1640 mm de largo, 992 mm de ancho y 40 mm de grueso, respetando la distancia entre placas de 3 cm podremos colocar un total de 10 módulos, pero teniendo en cuenta que tenemos otra hilera de placas del mismo tamaño, que al desplegarla nos duplica el tamaño y nos coloca un total de 20 placas fotovoltaicas con una potencia 250 Wp. Serían 4 líneas en paralelo con 5 placas cada una conectadas en serie con un total de potencia pico de 5000Wp. Éstas 4 líneas estarán conectadas a un inversor híbrido, a través de un cable específico para instalaciones solares dimensionado para tener unas pérdidas eléctricas mínimas.

La conexión que vamos a realizar hace que la energía que nos llega del generador, o bien, la pasa a las cargas que tenemos conectadas a nuestro circuito, o si hay excedente o no hay ninguna carga conectada, se procede a la carga de las baterías.

3.17 Características de la instalación

Los cálculos que justifican el uso de estos aparatos en la instalación están desarrollados y expuestos en el apartado de Anexos, para que los elementos instalados cumplan con el Reglamento electrotécnico de baja tensión, así como sus protecciones, cables utilizados.

3.17.1 Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico con tecnología policristalina 250Wp de la marca Hyundai, las llamadas MG-Series, con tecnología diodo P-N-P, que aunque no haya sol, el efecto fotoeléctrico que se produce genera energía. En total usaremos 20 módulos fotovoltaicos que pertenecerán al conjunto generador, en líneas de 5 unidades conectadas en serie, formando 4 líneas en paralelo. La disposición que tienen las placas y el orden de conexión se pueden ver en los planos al final del proyecto. Las conexiones de salida llevan diodos by-pass para protección en caso de mal funcionamiento de una de las placas, como se estipula en el pliego de condiciones. En la tabla siguiente de características vienen las medidas con esquinas. He elegido éstos módulos porque consultando a personas cualificadas, son los que me han recomendado, puesto que son los que mayor rendimiento tienen aunque su potencia pico sea algo menor que las más grandes del mercado, se consigue un mayor rendimiento y una mayor vida útil de las mismas, así como su garantía con escaso mantenimiento.

Características Mecánicas

Dimensiones	983 mm (An.) × 1,645 mm (Lo.) × 35 mm (Al.)
Peso	18.5 kg aprox.
Células Solares	60 células en series (6 × 9 matriz)
Cables de Rendimiento	Cables 4mm ² con conectores polarizados y resistentes a condiciones ambientales, certificación TÜV, longitud 1.0 m
Caja de Juntas	IP65, a prueba de condiciones ambientales, certificación TÜV
Diodos Bypass	3 diodos bypass para prevenir disminución de potencia por sombra parcial.
Construcción	Frente: Cristal temperado bajo en hierro, de 3.2 mm y alta eficiencia de transmisión Encapsulante: EVA Posterior: Película a prueba de condiciones ambientales extremas
Estructura	Aluminio anodizado

(Tabla 2. Características mecánicas del módulo)

Sus características son de alta calidad:

- IEC 61215 (Ed.2) y IEC 61730 por TÜV Rheinland
- Listado de UL (UL1703), Clasificación Fuego Clase C
- Tolerancia de potencia +3/-0%
- Certificaciones ISO 9001:2000 y ISO 14001:2004
- Test Mecánico Avanzado (5400 Pa) Aprobación (IEC)
- IEC 6170 (Ensayo de corrosión niebla salina) superado

Garantía de 10 años en materiales o defectos de fabricación (2 años más que el mínimo impuesto en el pliego de condiciones), garantía del 90% de la potencia mínima hasta los 10 años y garantía del 80 % de la potencia mínima hasta los 25 años.

Características Eléctricas

| Módulo Fotovoltaico Policristalino |

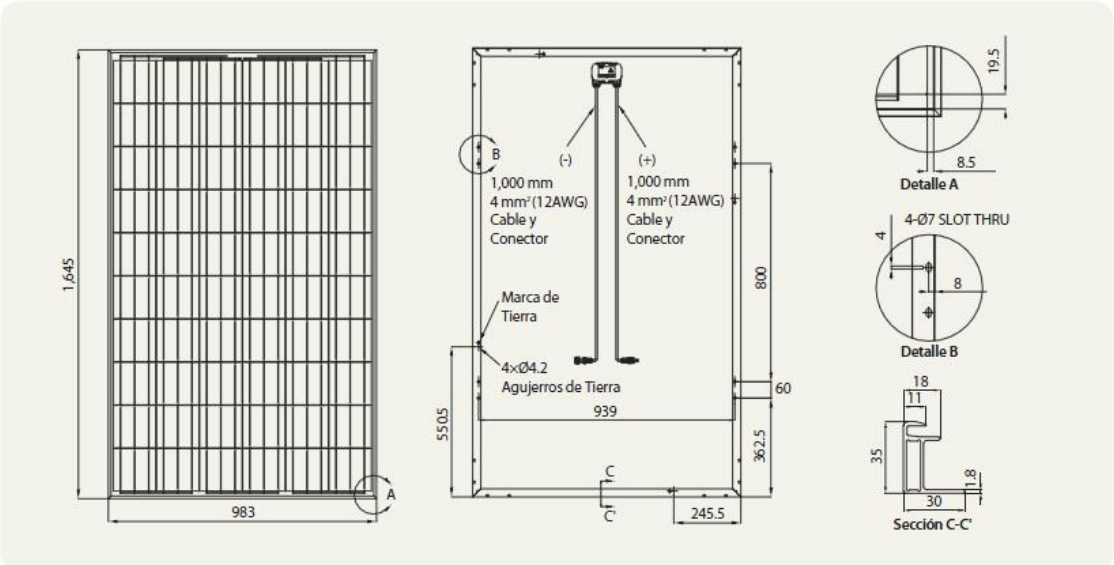
		HIS-M0000MG						
		230	233	235	238	240	245	250
Máxima Potencia Garantizada (Pmpp)	W	230	233	235	238	240	245	250
Tensión Punto de Máxima Potencia (Vmpp)	V	30.1	30.3	30.3	30.4	30.5	30.7	30.9
Corriente en Punto de Máxima Potencia (Impp)	A	7.7	7.7	7.8	7.8	7.9	8.0	8.1
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	V	37.1	37.3	37.4	37.4	37.7	38.0	38.2
Corriente Corto-circuito (Isc)	A	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.6
Tolerancia Potencia/Módulo	%	+3/-0						
Nº de células y conexiones	pcs	60 en series						
Tipo de Células	-	6" Silicio Poli-cristalino						
Eficiencia de Paneles	%	14.2	14.4	14.5	14.7	14.8	15.2	15.5
Coefficiente de Temperatura de Pmax	%/K	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43	-0.43
Coefficiente de Temperatura de Voc	%/K	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32	-0.32
Coefficiente de Temperatura de Isc	%/K	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048

※ Todos los datos en STC (Condiciones estándar de Ensayo). Los datos pueden variar sin previo aviso.

(Tabla 3. Características eléctricas del módulo)

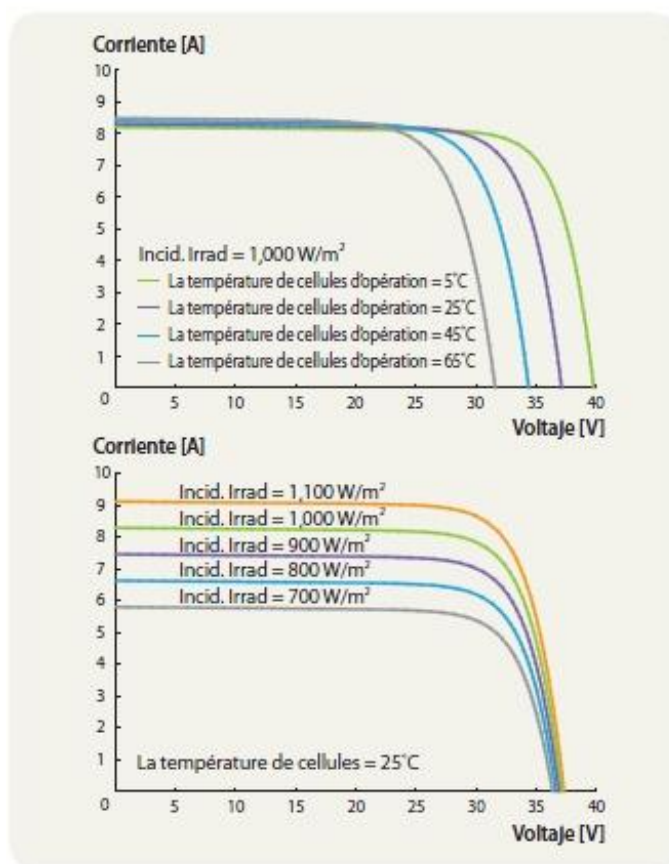
| Diagrama del Panel |

(unidad: mm)



(Figura 3.31. Diagrama del módulo)

| Curvas I-V |



(Figura 3.32. Curvas I-V)

Temperatura Nominal Operativa de las células	46°C ± 2
Temperatura Operativa	-40 - 85°C
Tensión Máxima del Sistema	DC 1,000 V (IEC)
Corriente Inversa Máxima	15 A

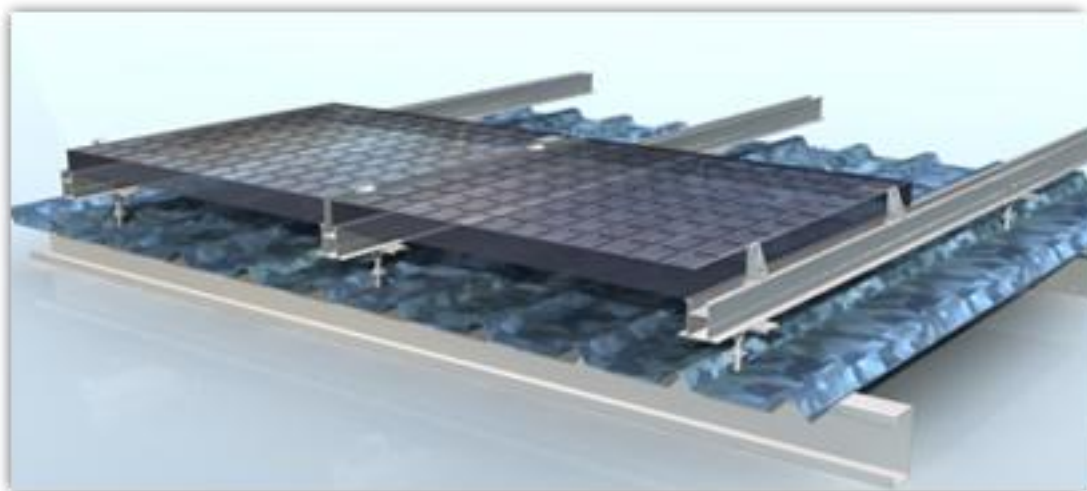
(Tabla 4. Rangos de funcionamiento)

Todos éstos generadores cumplen las especificaciones UNE-EN 61646, UNE-EN 61730-1 y UNE-EN 61730-2.

El mantenimiento que vamos de las mismas será básicamente la limpieza de los paneles, comprobación de soportes y conexiones. Cuando sea necesario reemplazar el material que sea defectuoso.

3.17.2 Estructura del soporte

El soporte está fabricado de manera artesanal de acero laminado conformado en frío cumpliendo la Norma MV-102, asegurando que durante su funcionamiento el soporte no haga sombra el módulo superior sobre el módulo inferior, debiendo resistir sobre cargas de viento y nieve como indica el Código Técnico de la Edificación.

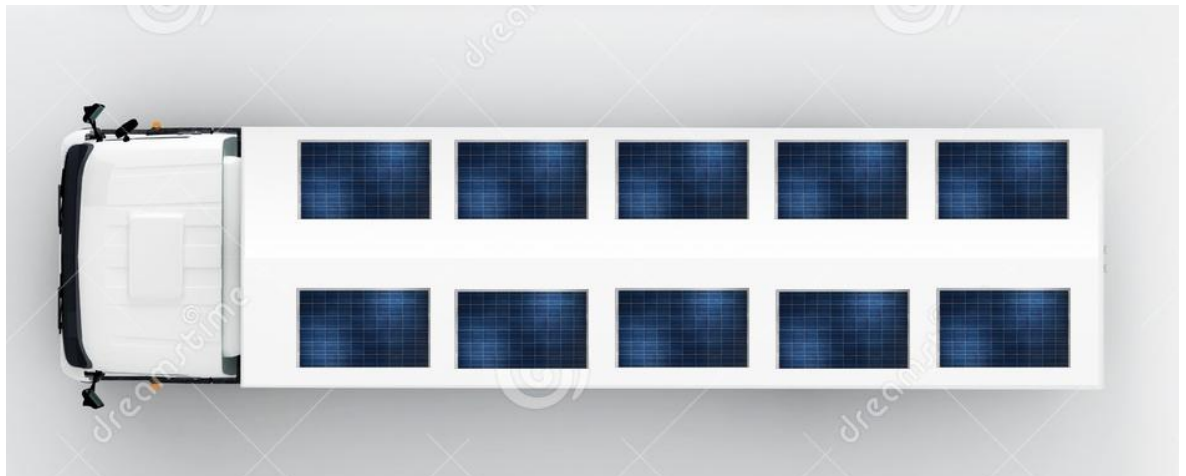


(Figura 3.33. Soporte de los módulos)

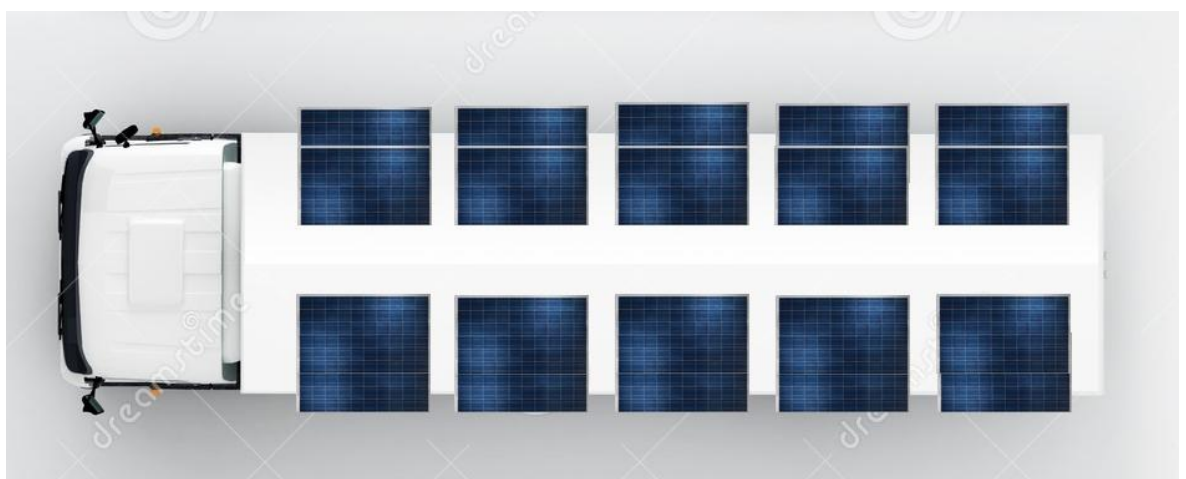
El sistema de extensión de placas que vamos a usar permite que se duplique la capacidad de módulos fotovoltaicos con la superficie necesaria para uno, pasando de 10 módulos a 20 módulos. Los módulos se encuentran apoyados en el techo del camión, de modo que se encuentra por parejas, de forma paralela y horizontal uno encima del otro, sin desplegar cuando se está en movimiento o sin usarse (figura 3.35.). El sistema está formado por unos soportes aislantes, que sujetan los dos módulos, la sujeción de los módulos inferiores son guías que permiten el desplazamiento, de gran resistencia, Los módulos en su parte exterior, están atornilladas a unas cremalleras dentadas (figura 3.34.) conectadas a un engranaje, que al girar extiende o recoge el módulo. El soporte del engranaje está atornillado al techo de la caja del camión. La fuerza del engranaje la hace un taladro atornillador manual o con una carraca, para controlar mejor la velocidad de despliegado, que se conecta al eje de éste con un tornillo hexagonal M5, para no sacar la cremallera dentada del engranaje se cuenta con un tope de final de carrera que impide esto. Otra ventaja de este sistemas es que también tenemos el beneficio de la sombra que producen los módulos.



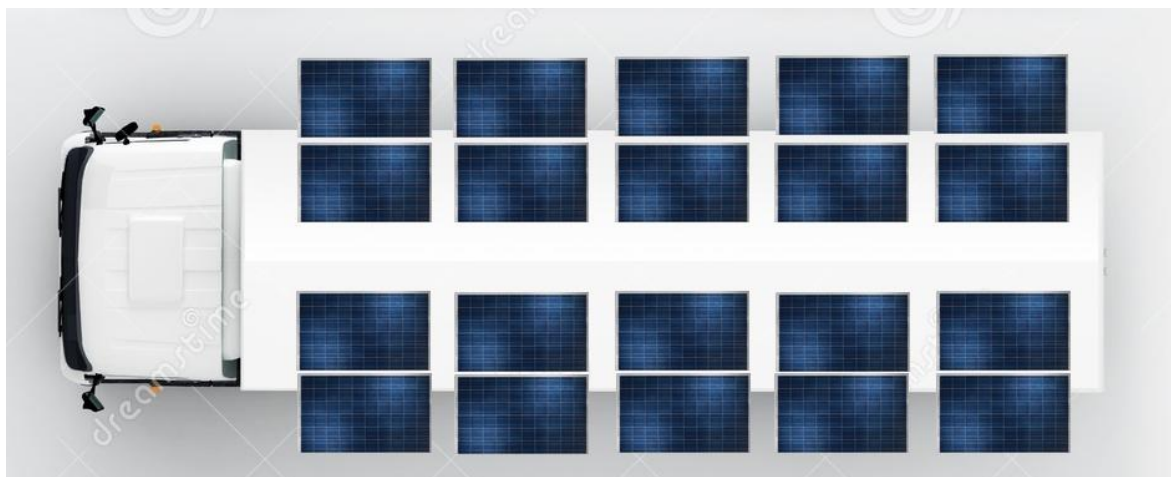
(Figura 3.34. Ejemplo de conjunto cremallera con engranaje)



(Figura 3.35. Vista superior del camión con los módulos plegados)



(Figura 3.36. Vista superior del camión con los módulos desplegándolos)



(Figura 3.37. vista superior del camión con los módulos desplegados)



(Figura 3.38. Ejemplo del perfil del camión con las placas y engranajes)

El mantenimiento que tenemos que revisar principalmente sería los anclajes al suelo de la estructura y posibles oxidaciones en el material

3.17.3 Baterías. 12 BATERIAS GEL HAWKER 8 OpzV 800-935-1070 A·h

Las capacidades 215 A·h -3170 A·h de éste kit de batería superan los valores normalizados DIN, tienen la más alta calificación Eurobat de larga duración y aguanta hasta un 80% de descarga. Son más seguras debido a los conectores que están completamente aislados, electrolito inmovilizado, válvula de seguridad de una vía y protector antillamas con un muy bajo mantenimiento.

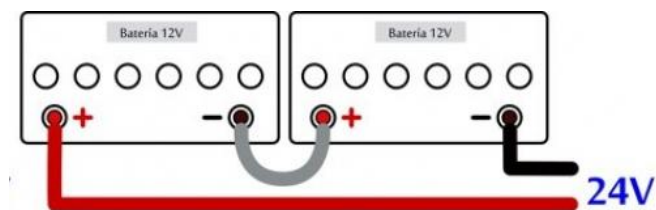
Están fabricadas de tal modo que el electrodo positivo lo forma una placa tubular de aleación de plomo, calcio y latón. El electrodo negativo lo forma una placa plana con rejilla de aleación de plomo y calcio. El separador es de material microporoso de baja

resistencia. El recipiente está formado por la caja y una tapa de ABS, que es un retardando de llama (UL94 V-0). El electrolito es de ácido sulfúrico inmovilizado en gel. Las bornas de la batería están revestidas de latón y con tornillos de acero inoxidable.



(Figura 3.39. Batería empleada)

La conexión de las baterías, al ser en posición horizontal se hace con un cable del tipo PV ZZ-F de clase 5 de sección 1,5 mm². La conexión es en serie para poder sumar los 24V que van al inversor.



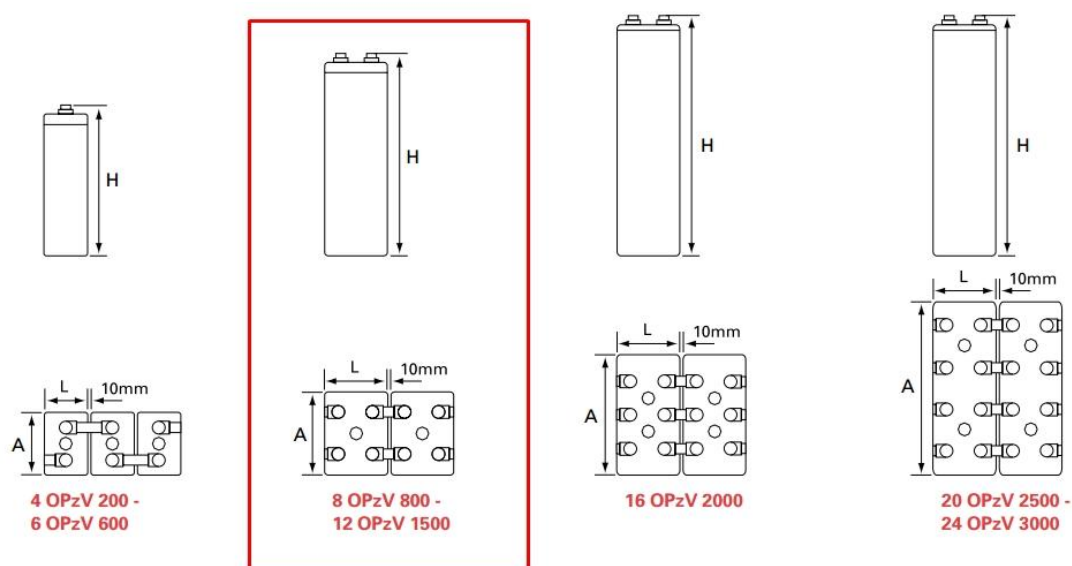
(Figura 3.40. Ejemplo de conexión en serie)

Se encuentran localizadas en los compartimentos inferiores del cajón, colocadas en posición horizontal (ver plano 1/4).

Tipo	Tensión (V) Nominal	Bornas por polo	Capacidad Nominal (Ah)		Dimensiones Nominales						Peso		Corriente de Cortocircuito (A)	Resistencia Interna (mΩ)
			10 horas a 1,80Vpc a 20° C	8 horas a 1,75Vpc a 77° F	Longitud mm pulg.		Anchura mm pulg.		Altura mm pulg.		kg	Standard libras		
4 OPzV 200	2	1	215	215	103	4.1	206	8.1	403	15.8	19.5	43.0	2266	0.92
5 OPzV 250	2	1	265	265	124	4.9	206	8.1	403	15.8	23.5	51.9	2803	0.74
6 OPzV 300	2	1	320	320	145	5.7	206	8.1	403	15.8	28.0	61.8	3317	0.63
5 OPzV 350	2	1	385	385	124	4.9	206	8.1	520	20.3	31.0	68.4	3630	0.57
6 OPzV 420	2	1	465	465	145	5.7	206	8.1	520	20.3	36.5	80.5	4271	0.49
7 OPzV 490	2	1	540	540	166	6.5	206	8.1	520	20.3	42.0	92.6	4883	0.43
6 OPzV 600	2	1	705	705	145	5.7	206	8.1	695	27.3	50.0	110.3	3796	0.55
8 OPzV 800	2	2	940	940	210	8.2	191	7.5	695	27.3	68.0	150.0	5200	0.40
10 OPzV 1000	2	2	1170	1170	210	8.2	233	9.2	695	27.3	82.0	180.8	6460	0.32
12 OPzV 1200	2	2	1410	1410	210	8.2	275	10.8	695	27.3	97.0	213.9	7675	0.27
12 OPzV 1500	2	2	1580	1580	210	8.2	275	10.8	845	33.3	120.0	264.6	7510	0.28
16 OPzV 2000	2	3	2110	2110	212	8.3	397	15.6	820	32.3	165.0	363.8	10048	0.21
20 OPzV 2500	2	4	2640	2640	212	8.3	487	19.2	820	32.3	200.0	441.0	12606	0.17
24 OPzV 3000	2	4	3170	3170	212	8.3	576	22.3	820	32.3	240.0	529.2	14964	0.14

Los valores eléctricos mostrados en la tabla hacen referencia a cargas a partir de un estado de carga total a temperatura ambiente de +20° C (salvo que se especifique otra cosa).

(Tabla 5. Características de las baterías)



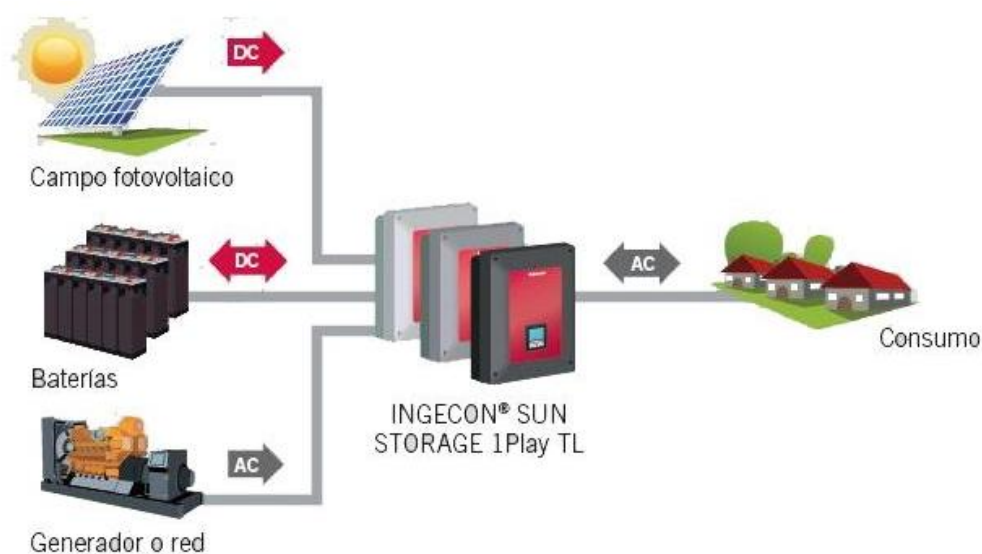
(Figura 3.41. Dimensiones físicas de las baterías)

La autonomía total de las baterías a pleno rendimiento y con todos los aparatos conectados sería de 4.12 horas.

Debemos de llevar un mantenimiento exhaustivo y revisarlas cada 3 meses por si detectamos alguna anomalía, cuidando del electrolito añadiendo agua destilada en caso de falta de líquido para mantenerlo en niveles de funcionamiento. Hemos de tener en cuenta que si vamos a estar mucho tiempo sin usarlas deberemos dejarlas con carga para no dañarlas ni comprometer su vida útil de funcionamiento.

3.17.4 Inversor híbrido 6kW Ingeteam ingecon sun storage

Hace las funciones de regulador e inversor tradicional, ya que éste lleva una entrada para los paneles solares, lo que hace que nos ahorremos el regulador ya que van directamente al inversor, Éste tipo de inversor es de onda senoidal y es bidireccional, o sea, que puede usarse para alimentar las cargas a través de la energía generada por los módulos, o por la carga que tengan las baterías o por la potencia generada por el grupo generador.



(Figura 3.42. Esquema de la conexión)

Es el encargado de estar constantemente controlando el estado de carga/descarga de las baterías y regular la intensidad de carga, para así cuidar más las baterías y alargar su vida útil. Controla la entrada de corriente desde los módulos y así evitar posibles daños por sobrecargas y sobredescargas en las baterías, así alargar la vida de ellas y controlar los parámetros de funcionamiento de la instalación. Otra opción que permite éste inversor es cargar las baterías a través del generador de gasolina si se desea.

Las protecciones que lleva el inversor son aislamiento galvánico en las zonas de corriente continua y corriente alterna, protección contra sobretensiones de corriente alterna, fallos aislamiento, filtro contra armónicos, es capaz de soportar cortocircuitos y sobrecargas en la salida de corriente alterna.



(Figura 3.43. Inversor Híbrido 6kW Ingeteam Ingecon Sun Storage)

Los accesorios integrados que traen el inversor son entrada para paneles solares, comunicación para baterías inteligentes, salidas libre de potencial configurables, para poder arrancar o parar el grupo electrógeno de manera automática según se programe, sistema de precarga en corriente continua y medidor de temperatura de las baterías.

Tiene cuatro modos de funcionamiento:

- Aislado: el que se usa normalmente en las instalaciones solares aisladas, el inversor crea una red de corriente alterna y la gestiona, controlando el flujo de energía entre la red y las baterías.
- Panel directo: en este modo no se almacena energía en las baterías, el inversor produce energía cuando tenemos recursos solares directos por lo que convierte directamente a 230V en monofásico.
- Back up: éste se usa en lugares donde la red es inestable y tiende a tener cortes de servicio, lo que hace es cargar las baterías mientras hay conexión a la red y coger la energía de las baterías cuando no hay conexión.
- Autoconsumo: éste modo es el más usado, se usa la energía solar generada para alimentar las cargas conectadas, en el momento que hay un excedente, éste se usa para cargar las baterías.

La garantía del inversor que da el fabricante es de 3 años ofreciendo la máxima calidad.

Ficha técnica (figura 3.44.)

Potencia Máxima Admitida 10000W de Paneles Solares	Máxima Corriente de Carga 30A
Rango de Funcionamiento del MPP 300-450V	Máxima Tensión de Entrada 550V
Frecuencia de Trabajo 50 / 60 Hz	Máximo Rendimiento 96,00%
Máxima Corriente de Salida 26A	Potencia de Salida Nominal 6000W
Humedad del Aire Admisible 0 - 95%	Rango de Temperatura de Trabajo -20 °C a +65 °C
Tipo de Protección IP IP65	Peso del Inversor de Red 23,3Kg
Alto x Ancho x Profundo (mm) 470 x 180 x 360mm	Consumo Nocturno <10W

(Figura 3.44. Ficha técnica del inversor)

El inversor está montado en la pared lisa vertical de un compartimento del camión cerca del compartimento de las baterías (plano 1/4), la cual está aislada de humedad y es aislante del fuego. El inversor durante su funcionamiento produce calor por lo que tiene ventilación forzada.

El mantenimiento principalmente se centrará en que estén bien ventilados, que no haya alertas en el monitor y que las conexiones estén correctas.

3.17.5 Contador eléctrico bidireccional 5CTM

Con el contador eléctrico podemos conocer los valores (intensidad, tensión, cargas...) y poder ver el correcto funcionamiento de nuestra instalación, en nuestro caso no hay necesidad de saber energía consumida o cedida a la red, puesto que nuestra instalación es aislada, por lo que esta función no se tendrá en cuenta.



(Figura 3.45. Contador utilizado)

El mantenimiento del contador se centrará en la revisión periódica de sus aparatos de medida, que funcionen y estén bien calibrados.

3.17.6 Grupo electrógeno

Nuestro modelo es Genergy inverter Tenerife gasolina 5500W 230V monofásico. Éste pequeño generador lo usaremos sólo en caso de emergencia en el que no tengamos generación de electricidad de procedencia fotovoltaica o por la propia almacenada en las baterías y las cargas nos demanden energía para consumir.



(Figura 3.45. Generador Genergy inverter Tenerife gasolina 5500W 230V monofásico)

El grupo que hemos elegido tiene tecnología inverter que tienen unas prestaciones que los generadores clásicos no las tienen, mejorando el consumo y la calidad de la corriente, y cumpliendo con uno de las principales metas de éste proyecto una menor emisión de gases. La mejora del funcionamiento de la tecnología inverter en comparación con los generadores clásicos es que, en los clásicos las revoluciones del generador van desde 1500 a 3000 según sea la potencia demandada para obtener los 50 Hz necesarios, por lo que si variamos la velocidad del generador se distorsiona la frecuencia, hasta que se adapta se pierde potencia y ésta repercutirá en el rendimiento de las cargas conectadas. Con ésta tecnología solucionamos éste problema, ya que la tensión de salida es corregida antes de su salida por lo que podemos variar las revoluciones del motor sin que influyan en la calidad, obteniéndose un correcto voltaje y frecuencia con una distorsión de corriente máxima del 3%, muy similar a la calidad de red que nos puede dar una compañía eléctrica. El funcionamiento de la tecnología inverter es el siguiente: se genera energía alterna desde el generador, se rectifica a continua para

posteriormente volver a transformarla en alterna obteniendo una onda senoidal casi perfecta a diferencia de otro tipo de generadores.

También tiene la función del modo ECO que lo que hace es adaptarse las revoluciones en función la carga conectada para así optimizar mejor el consumo de combustible y la emisión de gases. La ficha técnica del aparato es la siguiente:

MODELO	TENERIFE
Alternador	Multipolar
Sistema Estabilizado	Modulación Inverter
Distorsión	3%
Potencia Máxima	5500W
Potencia Nominal	5000W
Cilindrada	389cc
Capacidad Aceite	1,1L (10W30 o 10W40)
Capacidad Gasolina	15L
Autonomía 50%-100%	7H-5H
Nivel Ruido	59dB
Máx. Garan. (CE-Lwa)	91 Lwa
Sistema de Arranque	Manual/Eléctrico
Batería	Incluida
Kit de Transporte	Si
Dimensiones	69cm x 51cm x 63cm
Peso	75 kg

(Tabla 6. Características del generador)

En su mantenimiento se revisarán las conexiones y cables que van al inversor, el depósito de combustible y posibles fugas.

3.17.7 Cargas de consumo

Aparatos	nº	Potencia (W)	Intensidad (A)
Compresor	1	2200	9,56
Focos LED taller	6	200	0,83
Alumbrado empotrado LED	2	30	0,26
Tomas de corriente	3	1100	5
Microondas	1	700	3,04
Aire acondicionado	1	2200	9,16
Nevera	1	90	0,37
Bomba de agua	1	58	0,24

(Tabla 7. Resumen de las cargas que consta la instalación)

3.17.8 Instalación de puestas a tierra

Aunque en su parte de generación no se superan los 48V debemos de instalar las puestas a tierra para la parte de baja tensión que es a 230V. En el parking del circuito donde estamos realizando el estudio posee tomas de tierra ya pre-instaladas para el uso de talleres portátiles y Motorhomes, por lo que conectaremos el sistema de tierras de nuestro camión a las picas del parking del circuito según indica la ITC-BT-20 en su punto 8 de instalaciones de puesta a tierra y la ITC-BT-18 del mismo nombre que el apartado.

El sistema de tierras de nuestro camión está conectado al chasis y conectados a éste estarán todos los neutros de los equipos de la instalación, tal y como indica en la ITC-BT-40 y la norma UNE 20460-7-708:2006.

3.18 Normativa y reglamentación

3.18.1 Caravanas y autocaravanas

- Instrucción 08/V-74 de la Dirección General de Tráfico.
- La movilidad en Autocaravana Ministerio del interior.
- Decreto 164/2003 de 17 de Junio.
- UNE-HD 60364-7-708:2010 : instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-708: requisitos para instalaciones o emplazamientos espaciales. Parques de caravanas, campings y emplazamientos análogos.
- UNE-HD 60364-7-721:2011 : instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-721 : requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Instalaciones eléctricas en caravanas y caravanas con motor.
- UNE-EN ISO 8936:2009 : toldos para vehículos habitables de recreo. Requisitos y métodos de ensayo (ISO 8936:2007)
- UNE 26401:1989 : vehículos automóviles. Código de dimensiones para automóviles de turismo.
- UNE 26474:1998 IN : vehículos de carretera. Caravanas y remolques ligeros. Carga estática sobre las bolas de enganche.
- UNE 26483-1:1999 : vehículos de carretera. Caravanas y remolques ligeros. Cálculo de la resistencia mecánica de la lanza de remolcado. Parte 1: lanzas de remolcado de acero.
- UNE 26249:1998 : vehículos de carretera. Dispositivos de enganche montados sobre vehículos remolcando caravanas o remolques ligeros. Ensayo de resistencia mecánica.
- UNE-EN 1646-1: 2013 : vehículos habitables de recreo. Autocaravanas. Parte 1: requisitos del habitáculos referentes a la salud y la seguridad.
- UNE-EN 1646-2:2008 : vehículos habitables de recreo. Autocaravanas. Parte 2: carga útil.
- UNE-EN 1645-1:2013 : vehículos habitables de recreo. Caravanas. Parte 1: requisitos de habitabilidad relativos a la salud y a la seguridad.
- UNE-EN 1645-2:2008 : vehículos habitables de recreo. Caravanas. Parte 2: carga útil.

3.18.2 Normativa eléctrica

Las instalaciones deben de estar basadas en la siguiente Reglamentación:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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.

- Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 61/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica de régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y las instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE para Instalaciones Fotovoltaicas Aisladas de la Red.
- Otras Normas UNE que sean de aplicación.

3.19 Funcionamiento del programa PVGIS

Para obtener los datos de insolación de la zona dónde hemos realizado el estudio hemos usado éste programa que es de fácil aplicación, nos metemos en su web y la primera pantalla que nos sale es la figura 3.46.

(Figura 3.46. Página principal del programa)

Debemos buscar nuestra posición en el mapa o bien introducir las coordenadas, como se ve en la figura 4.1. Una vez tenemos la localización debemos elegir los datos que queremos en las pestañas superiores en éste orden: estimación PV, radiación mensual, radiación diaria o autonomía. En nuestro caso necesitábamos la radiación diaria y mensual, aunque también obtuvimos la anual. Metemos las características de nuestra instalación como potencia pico total, tipo de módulos, rendimientos, inclinación de los módulos, orientación, etc... y tipo de archivo que queremos obtener los resultados. Una vez le damos a calcular obtenemos resultados como podemos ver en las tablas 9 y 10, y en las figuras 4.2., 4.3., 4.4., 4.5., 4.6., 4.7., 4.8. y 4.9.

4 ANEXOS

4.1 Instalación eléctrica del motorhome

Según lo tipificado en la ITC-BT-41 sobre instalación eléctricas en caravanas y parques de caravanas, la instalación debe dimensionarse como si se tratara de una instalación normal en baja tensión teniendo en cuenta que no se tiene atener a las exigencias de ninguna compañía suministradora ya que no se tiene ninguna forma de conexión a la red, sólo se obtiene energía con los generadores propios del motorhome.

Según la ITC-BT-40 sobre instalaciones generadoras de baja tensión, en nuestro caso que se trata de una instalación generadora aislada, se puede prescindir del titular de la instalación, del punto de conexión de la generación, del modo de funcionamiento, de la ubicación o del uso de contador. Ésta instrucción técnica nos obliga a tener un dispositivo con el que poder conectar y desconectar la salida a los circuitos de carga y sincronizarlos, en nuestro caso, de esto se encarga el inversor híbrido. Éste también incorpora protecciones para asegurar la seguridad de la instalación, por ejemplo monta fusibles de acuerdo con la norma UNE-EN 60269-3 y dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de acuerdo con la norma UNE-EN 61643-11.

Las protecciones que se han de tener en cuenta por el lado del generador son: interruptor automático, diferencial, protección contra sobretensiones según establece la ITC-BT-23 y la ITC-BT-24.

Por el lado de las cargas debemos de tener en cuenta la ITC-BT-17, la ITC-BT-23 y la ITC-BT-25.

4.2 Cálculos justificativos de la instalación solar

4.2.1 Cálculo de las cargas eléctricas

Para los siguientes cálculos de la instalación solar se ha seguido el guion y se han realizado los cálculos indicados en el Anexo I para el dimensionado del sistema fotovoltaico, del Pliego de Condiciones para Instalaciones Fotovoltaicas Aisladas. Primero debemos calcular la potencia instalada en el vehículo y el consumo de corriente para poder dimensionar la instalación, escoger las baterías correctas, elegir el número de placas fotovoltaicas, aerogeneradores, tipo de inversor, conexión, etc...

El tipo de instalación que hemos elegido para el vehículo va a ser con corriente alterna monofásica con un voltaje típico de las viviendas (120/240V) ya que los elementos son mucho más baratos que los de corriente continua.

Los elementos a los que tiene que alimentar la instalación son los siguientes: compresor de aire, 6 focos de alumbrado con tecnología LED, 2 alumbrado empotrado LED, microondas, aire acondicionado, nevera, bomba de agua y 3 tomas de corriente. Éstos elementos ya fueron descritos previamente.

El desglose de los aparatos junto con el número de elementos, las potencias, intensidad, horas de funcionamiento, coeficiente de simultaneidad y capacidad requerida. La intensidad de corriente que circula la obtenemos con la siguiente ecuación (1) :

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \theta} \quad (1)$$

Donde tenemos la salida del inversor a 230V con factor de potencia la unidad.

Aparatos	nº	Potencia (W)	Intensidad (A)	Horas de funcionamiento (h)	Factor de simultaneidad	Capacidad requerida (A·h)	Potencia requerida (W·h)
Compresor	1	2200	9,56	2	0,8	15,296	3520
Focos LED taller	6	200	0,83	2	1	9,96	2400
Alumbrado empotrado LED	2	30	0,26	3	1	1,56	180
Tomas de corriente	3	1100	5	1	0,5	7,5	1650
Microondas	1	700	3,04	0,3	0,6	0,5472	126
Aire acondicionado	1	2200	9,16	3	0,6	16,488	3960
Nevera	1	90	0,37	24	0,8	7,104	1728
Bomba de agua	1	58	0,24	1,5	0,6	0,216	52,2
Potencia total (W)						5478	
Demanda (A·h)						58,6712	
Potencia total demandada (W·h)						13616,2	
Potencia de cálculo (W)						4386,8	

(tabla 8. Cargas de nuestra instalación)

4.2.2 Cálculo de la energía total del sistema

El consumo total estimado por día es de (Cde): 13616.2 W·h/día.

El rendimiento viene dado por la ecuación (2):

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) \cdot \left(1 - \frac{k_a \cdot N}{p_d}\right) \quad (2)$$

Dónde:

k_v = coef. con otras pérdidas.

N= días de autonomía.

K_c = coef. pérd. del inversor

p_d = profundidad de descarga de batería.

k_a = coef. de autodescarga.

K_b = coef. pérd. rend. acumulador.

Para K_b que son las pérdidas por efecto Joule, vamos a suponer un valor de 0.05 puesto que no tendremos grandes descargas, siguiendo los consejos de la marca.

Siguiendo también los datos del fabricante, para calcular k_a (3) debemos tener en cuenta que tiende a descargar en 1 año (12 meses) un 50%, debemos dividir el porcentaje entre los días que tiene un año:

$$k_a = \frac{0.5}{365} = 0,00138 \quad (3)$$

Nuestro inversor tiene un K_c de 0,05. Usamos el valor de k_v de 0,1 si no contamos con las pérdidas del cable y por carga. En nuestro caso la autonomía es de 1 día y una p_d del 80%, obtenemos R en la ecuación (4):

$$R = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.1) \cdot \left(1 - \frac{0.00138 \cdot 1}{0.8}\right) = 0.8 \quad (4)$$

Tenemos que tener en cuenta el rendimiento de la instalación que en éste caso es de un 80%, una vez tenemos ésta calculamos la energía total necesaria para abastecer la demanda:

Total de energía necesaria (5):

$$E = \frac{Cde}{0.8} = \frac{13616.2}{0.8} = 17020.25 \text{ W} \cdot h / \text{día} \quad (5)$$

4.2.3 Radiación solar disponible

Obtenemos la radiación existente desde la aplicación PVGIS (Figura 4.1.), como ya sabemos nuestra instalación se encuentra en el desierto de tabernas, debido a que los

módulos se encuentran en el techo del vehículo no tienen ninguna inclinación por lo que es 0° y el camión se encuentra aparcado de tal forma que esté orientado 25° al SUR.

The screenshot displays the PVGIS web interface. The top navigation bar includes the JRC logo, CM SAF logo, and the title 'Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps'. Below the navigation bar, there are links for 'Contact' and 'Important legal notice'. The main interface is divided into two main sections: a map on the left and a configuration panel on the right.

Map Section:

- Search bar: e.g., "Ispra, Italy" or "45.256N, 16.9589E"
- Coordinates: 37.0875N, 2.0955E
- Latitude: [input field] Longitude: [input field]
- Go to lat/lon button
- Map controls: Mapa, Satélite, Google logo, and links for 'Datos de mapas', 'Términos de uso', and 'Informar de un error de Maps'.

Configuration Panel (Performance of Grid-connected PV):

- PV Estimation:** Monthly radiation, Daily radiation, Stand-alone PV (selected).
- Radiation database:** Climate-SAF PVGIS (selected) [What is this?]
- PV technology:** Crystalline silicon (selected)
- Installed peak PV power:** 5 kWp
- Estimated system losses [0;100]:** 5 %
- Fixed mounting options:**
 - Mounting position:** Free-standing (selected)
 - Slope [0;90]:** 0 ° ☐ Optimize slope
 - Azimuth [-180;180]:** 0 ° ☐ Also optimize azimuth
 - (Azimuth angle from -180 to 180, East=-90, South=0)
- Tracking options:**
 - ☐ Vertical axis Slope [0;90]: 0 ° ☐ Optimize
 - ☐ Inclined axis Slope [0;90]: 0 ° ☐ Optimize
 - ☐ 2-axis tracking
- Horizon file:** Seleccionar archivo (selected) Ningún archivo seleccionado
- Output options:**
 - ☒ Show graphs ☒ Show horizon
 - ☐ Web page ☐ Text file ☐ PDF
- Buttons:** Calculate, [help]

(Figura 4.1. nuestro caso en el programa PVGIS)

Teniendo en cuenta que la potencia pico instalada es de 5kW (placas fotovoltaicas policristalinas). Las pérdidas estimadas por temperatura y baja irradiación son del 10.8% , las pérdidas estimadas por efectos de reflectancia angulares son 3.5% y otras pérdidas 5%. El conjunto de todas las pérdidas son 18.2%.

Fixed system: inclination=0°, orientation=25°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	11.30	351	2.67	82.7
Feb	15.50	434	3.61	101
Mar	21.90	680	5.19	161
Apr	24.90	748	6.01	180
May	28.30	879	6.98	216
Jun	31.60	948	7.99	240
Jul	31.50	977	8.05	250
Aug	27.70	860	7.06	219
Sep	21.60	648	5.32	160
Oct	16.90	523	4.09	127
Nov	12.10	362	2.86	85.9
Dec	10.00	310	2.39	74.0
Yearly average	21.1	643	5.19	158
Total for year		7720		1900

(Tabla 9. Datos anuales del emplazamiento)

Donde:

E_d : producción media diaria de energía eléctrica del sistema (kW·h)

E_m : producción media mensual de energía eléctrica del sistema (kW·h)

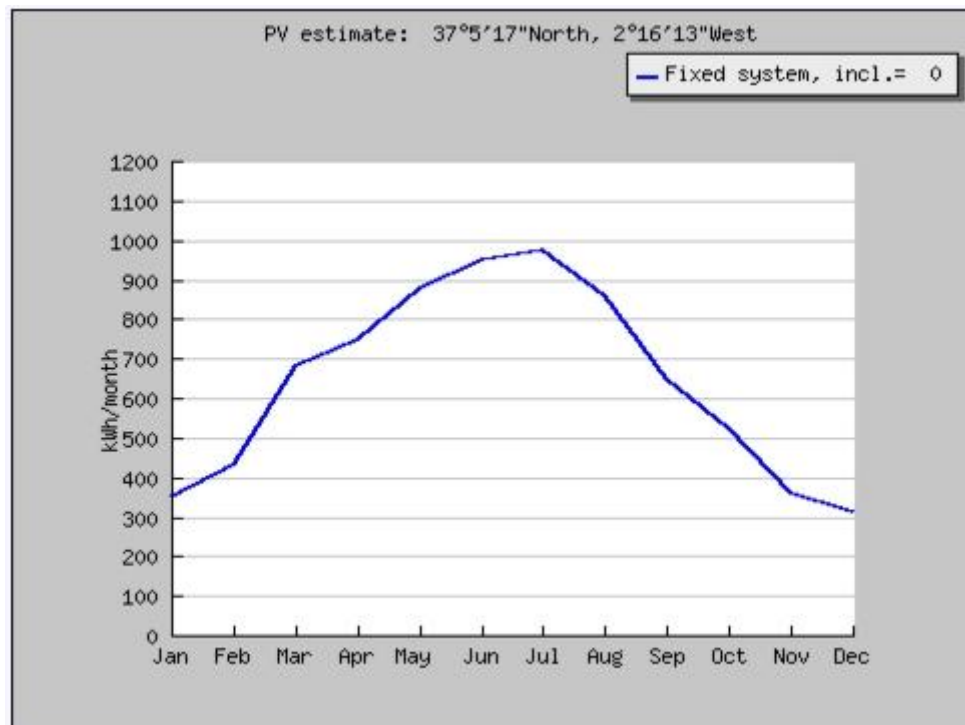
H_d : suma diaria promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema (kW·h/m²)

H_m : suma promedio de irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema (kW·h/m²)

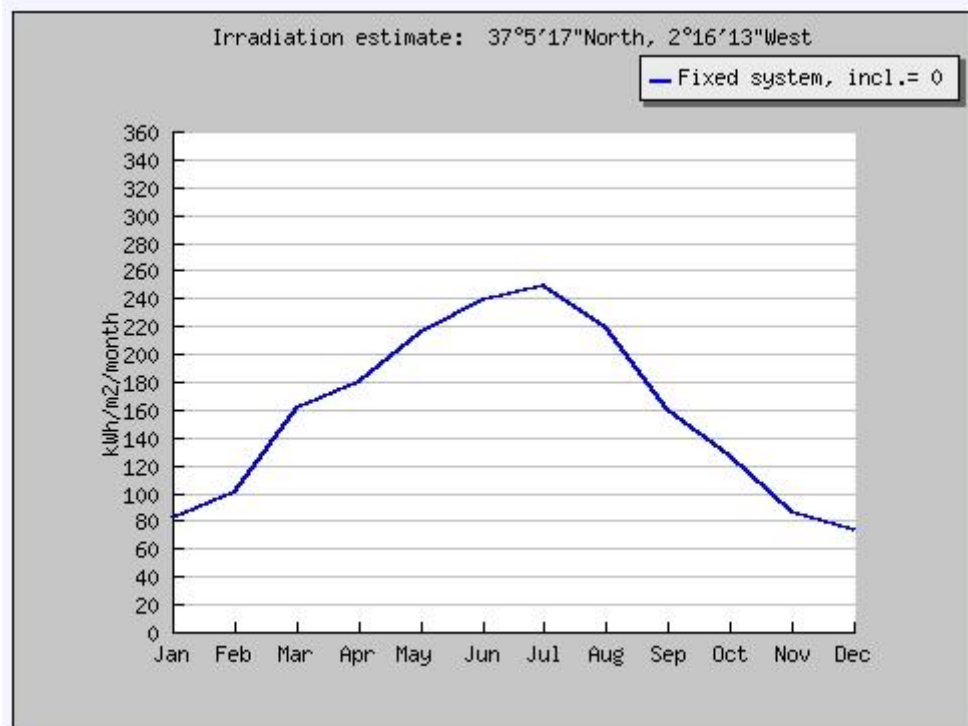
Vemos como el mes que menos nos favorece hacer el estudio por su baja radiación es en Diciembre con 2.39 kW·h/m²/día. En nuestro caso hemos elegido un día de julio puesto que es la fecha en la que se realizan las competiciones en esta zona, dónde tenemos una radiación de 8.05 kW·h/m²/día, es decir, la situación más favorable y que mayor rendimiento obtendremos.

Cuando ya conocemos la radiación solar incidente, la dividimos por la radiación solar incidente (1 kW/m²) que se usa para poder calibrar los módulos para tener el valor de horas de sol pico (HSP), ecuación (6), que son las horas que tiene que brillar el sol con cierta intensidad (1000 W/m²) para obtener la insolación total de un día, ya que ésta varía a lo largo de la jornada.

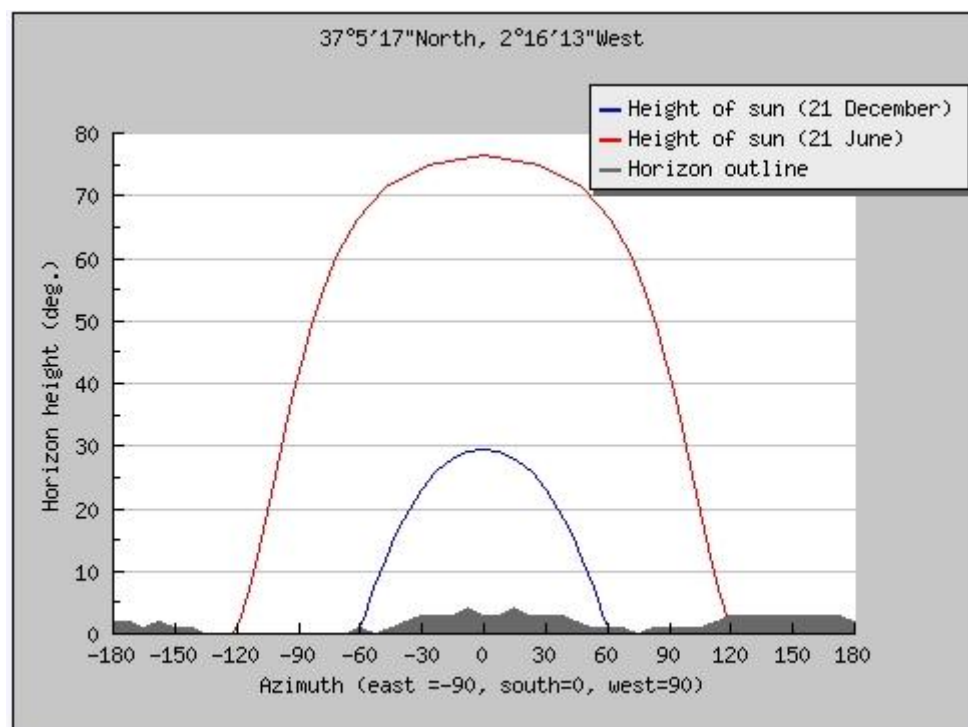
$$HSP = \frac{8.05 \frac{\text{kW} \cdot \text{h}}{\text{m}^2} / \text{día}}{1 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}} = 8.05 HSP \quad (6)$$



(Figura 4.2 cantidad de kW·h por mes)



(Figura 4.3. cantidad de kW·h por superficie en cada mes)



(Figura 4.4. diferencia de trayectoria del sol entre junio y diciembre)

Radiación diaria en Julio (tabla 10).

Time	G	G_d	G_c	DNI	DNI_c	A	A_d	A_c	T_d
04:52	0	0	0	0	0	0	0	0	19.4
05:07	12	12	11	0	0	5	4	5	19.5
05:22	32	25	31	143	152	185	40	193	19.7
05:37	60	37	58	232	247	321	85	334	19.9
05:52	95	49	95	318	338	431	107	449	20.3
06:07	136	60	137	391	417	523	124	545	20.7
06:22	180	71	183	454	483	601	137	626	21.2
06:37	228	80	232	507	540	666	148	695	21.7
06:52	276	89	282	552	588	722	156	753	22.4
07:07	326	97	335	592	630	769	162	802	23.1
07:22	377	105	387	627	667	810	167	844	23.8
07:37	427	111	440	657	700	844	170	880	24.5
07:52	476	117	491	684	728	873	172	911	25.2
08:07	525	122	542	708	754	898	173	936	26.0
08:22	572	127	592	729	776	919	173	958	26.7
08:37	617	130	640	748	796	936	172	977	27.4
08:52	661	133	686	764	814	951	171	992	28.0
09:07	702	136	729	779	829	963	169	1000	28.6
09:22	740	138	770	792	843	972	167	1010	29.1
09:37	776	140	808	803	856	980	165	1020	29.6
09:52	810	141	843	814	866	987	162	1030	30.0
10:07	840	141	876	822	876	992	160	1040	30.4
10:22	867	142	905	830	884	996	157	1040	30.7
10:37	891	142	930	837	891	999	155	1040	31.0
10:52	912	143	952	842	897	1000	153	1050	31.2

10:52	912	143	952	842	897	1000	153	1050	31.2
11:07	929	143	971	846	901	1000	151	1050	31.5
11:22	943	143	986	850	905	1000	150	1050	31.7
11:37	954	143	997	853	908	1000	148	1050	31.9
11:52	961	143	1000	854	910	1010	148	1050	32.1
12:07	965	143	1010	855	911	1010	147	1050	32.2
12:22	965	143	1010	855	911	1010	147	1050	32.4
12:37	961	143	1000	854	910	1010	148	1050	32.6
12:52	954	143	997	853	908	1000	148	1050	32.7
13:07	943	143	986	850	905	1000	150	1050	32.9
13:22	929	143	971	846	901	1000	151	1050	33.0
13:37	912	143	952	842	897	1000	153	1050	33.1
13:52	891	142	930	837	891	999	155	1040	33.1
14:07	867	142	905	830	884	996	157	1040	33.2
14:22	840	141	876	822	876	992	160	1040	33.1
14:37	810	141	843	814	866	987	162	1030	33.1
14:52	776	140	808	803	856	980	165	1020	33.0
15:07	740	138	770	792	843	972	167	1010	32.8
15:22	702	136	729	779	829	963	169	1000	32.7
15:37	661	133	686	764	814	951	171	992	32.4
15:52	617	130	640	748	796	936	172	977	32.1
16:07	572	127	592	729	776	919	173	958	31.8
16:22	525	122	542	708	754	898	173	936	31.5
16:37	476	117	491	684	728	873	172	911	31.1
16:52	427	111	440	657	700	844	170	880	30.7
17:07	377	105	387	627	667	810	167	844	30.2
17:22	326	97	335	592	630	769	162	802	29.8
17:37	276	89	282	552	588	722	156	753	29.3
17:52	228	80	232	507	540	666	148	695	28.8
18:07	180	71	183	454	483	601	137	626	28.3
18:22	136	60	137	391	417	523	124	545	27.8
18:37	95	49	95	318	338	431	107	449	27.4
18:52	60	37	58	232	247	321	85	334	-
19:07	32	25	31	143	152	185	40	193	-

(tabla 10. Datos mensuales del emplazamiento)

Dónde:

G : irradiancia global sobre la superficie (W/m^2)

G_d : irradiancia difusa sobre la superficie (W/m^2)

G_c : irradiancia global con el cielo despejado sobre la superficie (W/m^2)

DNI : irradiancia normal directa (W/m^2)

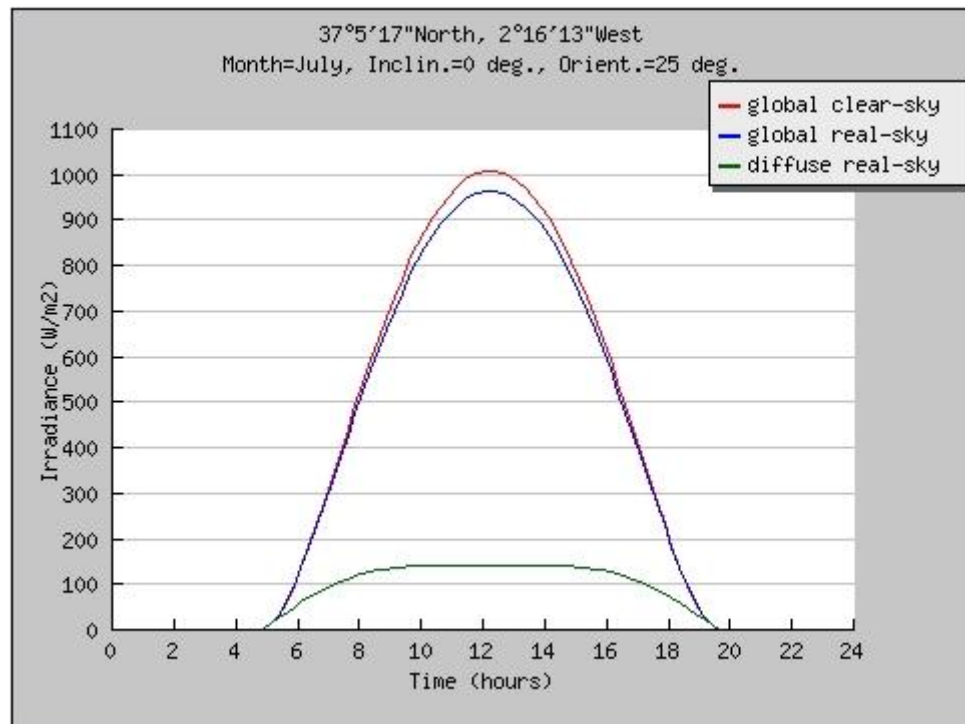
DNI_c : irradiancia normal directa con el cielo despejado (W/m^2)

A : irradiancia normal sobre la superficie en 2 ejes (W/m^2)

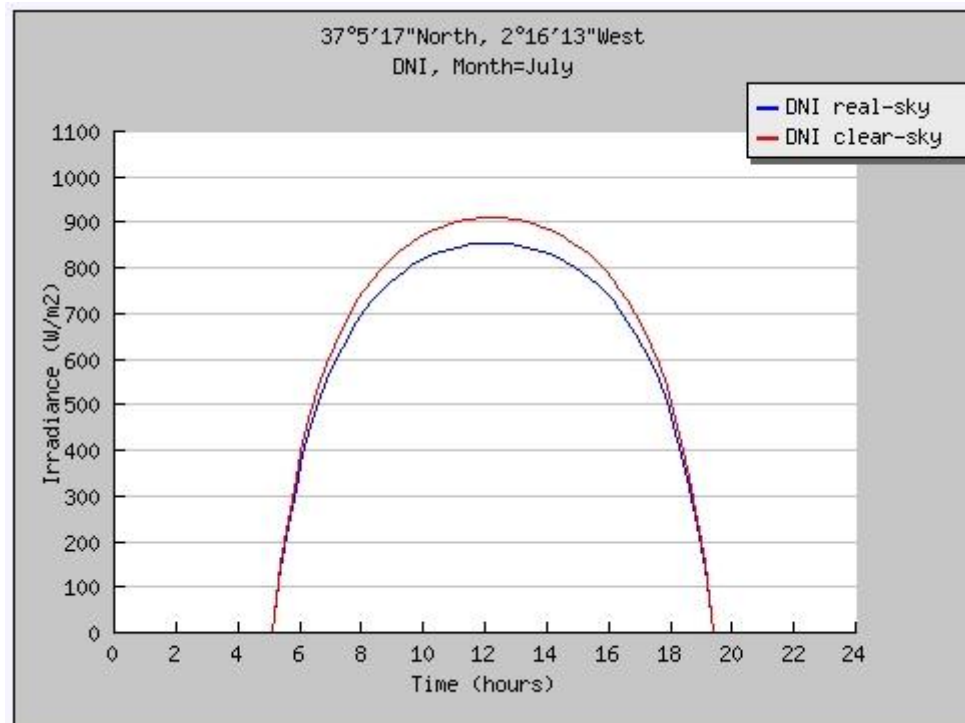
A_d : irradiación difusa sobre la superficie en 2 ejes (W/m^2)

A_c : irradiación global con cielo despejado sobre la superficie en 2 ejes (W/m^2)

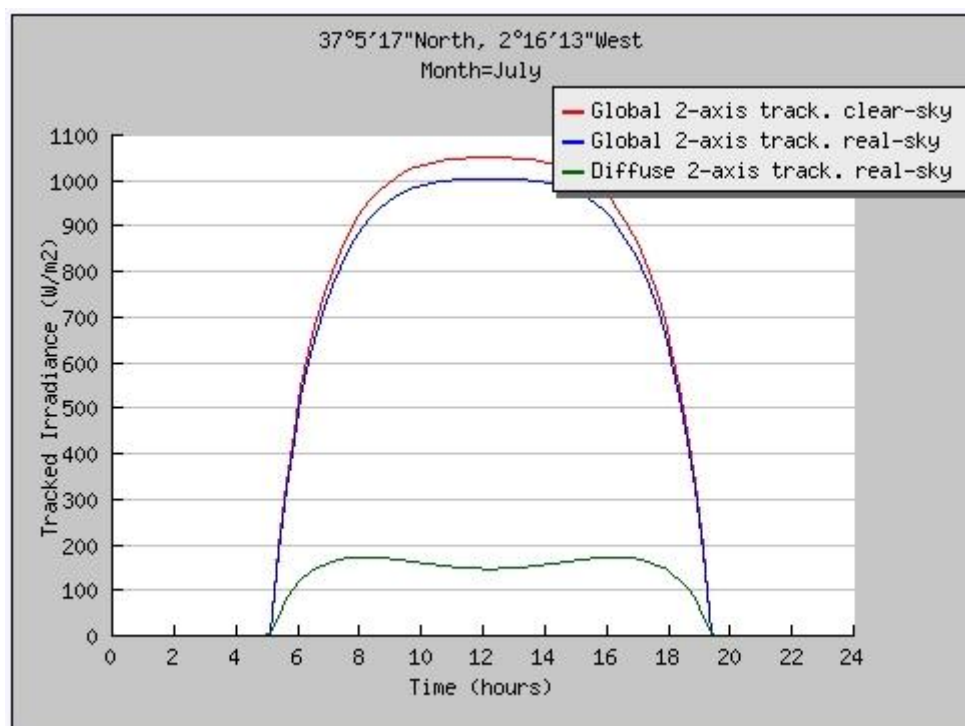
T_d : perfil de la temperatura promedio durante el día (°C)



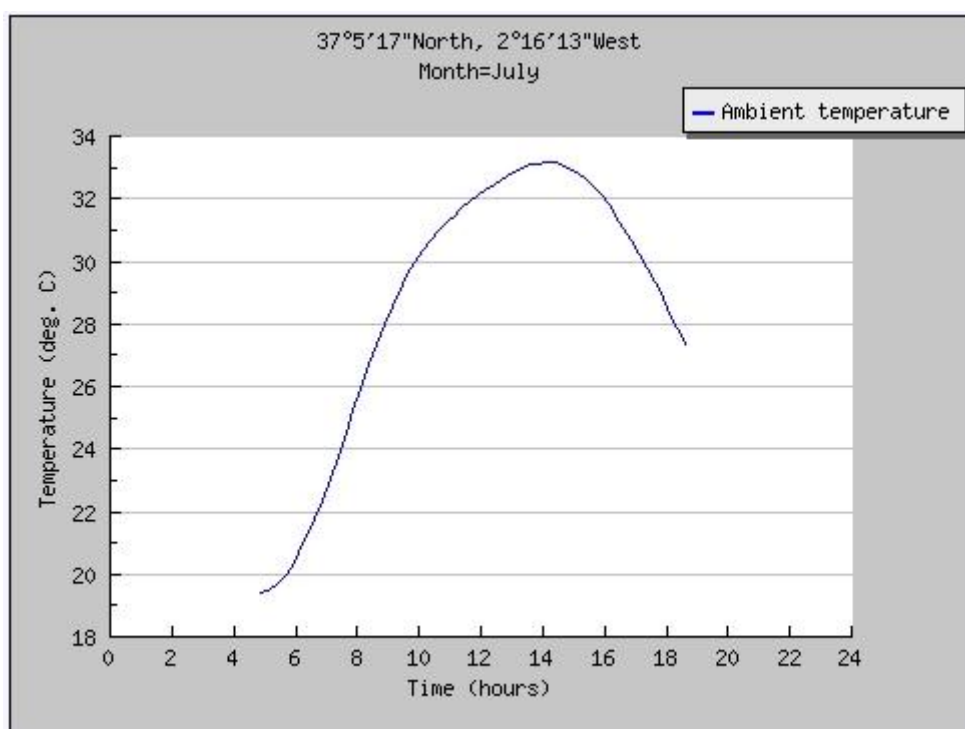
(Figura 4.5. irradiación a lo largo del día dependiendo de la nubosidad)



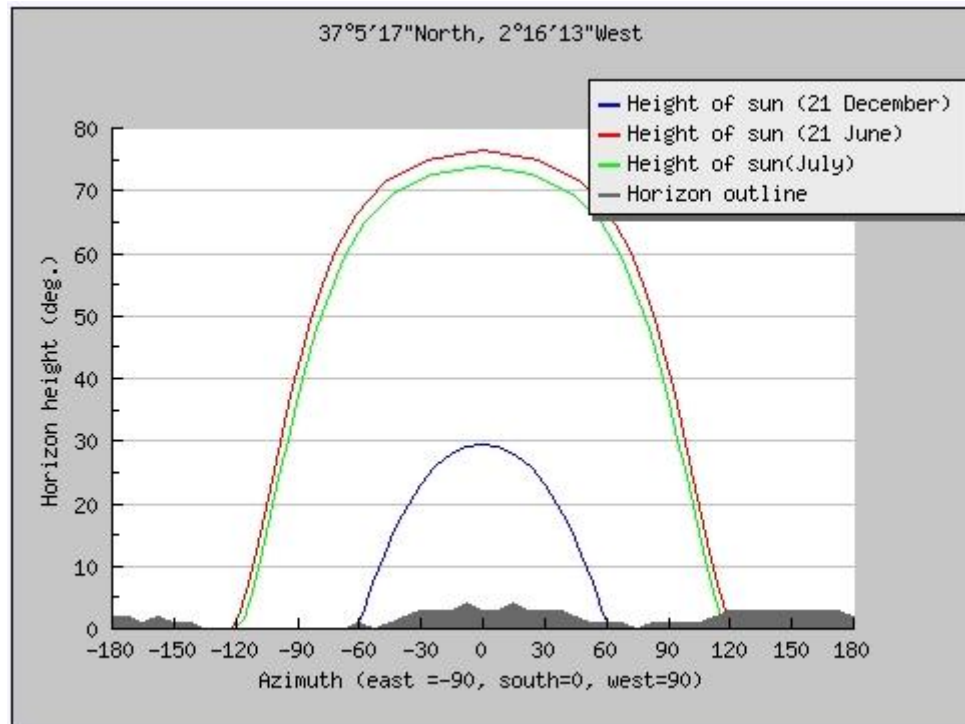
(Figura 4.6. irradiación normal directa en función de la nubosidad)



(Figura 4.7. Irradiación global sobre la superficie)



(Figura 4.8. Temperatura ambiente)



(Figura 4.9. Trayectoria del sol a lo largo del día)

4.2.4 Cálculo del número de módulos necesarios

Aunque ya tenemos elegido el número de módulos a instalar, vamos a calcular cuántos módulos serían necesarios para nuestro trabajo, en nuestro caso que es el más favorable. Nuestros módulos tienen una potencia pico de 250 Wp. El rendimiento de trabajo se usa para tener en cuenta el posible deterioro de los módulos o suciedad que puedan tener (0.8). Como se trata de instalaciones para uso de fin de semana usaremos la ecuación (9):

$$NMFN = \frac{3 \cdot Pot \text{ Tot Demanda}}{HSP \cdot Rend \text{ trabj} \cdot 7 \cdot Pot \text{ Pico}} \quad (9)$$

$$NMFN = \frac{3 \cdot 13616.2}{8.05 \cdot 0.8 \cdot 7 \cdot 250} = 3.62 \cong 4 \text{ módulos fotovoltaicos} \quad (10)$$

Si probamos con el caso más desfavorable que sería Diciembre, aunque no se celebre ninguna competición, obtendríamos:

$$NMFN = \frac{3 \cdot 13616.2}{2.39 \cdot 0.8 \cdot 7 \cdot 250} = 12.208 \cong 13 \text{ módulos fotovoltaicos} \quad (11)$$

Por lo que podemos ver, aunque tuviéramos el caso más desfavorable, podríamos abastecer a la potencia demandada.

4.2.5 Cálculo de la capacidad de los acumuladores

Ahora calculamos el tamaño y la capacidad de las baterías, aunque la primera pregunta que debemos hacernos es la autonomía que deseamos tener porque tengamos un día nublado o no se trabaje con horas de sol, por ejemplo en nuestro caso no es necesario de muchos días puesto que las pruebas deportivas raramente duran más de 1 día, y aun así un día completo no duran, sólo son horas, así que pondremos 1 día, si por algún motivo el trabajo excede de este tiempo y no podemos generar por las condiciones climáticas disponemos de un grupo de refuerzo que satisfará nuestras necesidades. La profundidad de descarga es distinta dependiendo de tipo de batería que cojamos, normalmente varía entre 0.5 y 0.8. En nuestro caso la batería elegida es de 0.8, ósea que aguanta hasta un 80% de descarga de la misma. La capacidad de las baterías la vamos a calcular de la siguiente manera (ecuación 12), calculamos la capacidad útil necesaria C_u , con E obtenida anteriormente y el número de días que deseamos de autonomía N :

$$C_u = E \cdot N = 17020.25 \cdot 1 = 17020.25 \text{ Wh} \quad (12)$$

Sabiendo que estamos trabajando con una tensión de 24V, obtenemos la C_u final en la ecuación (13).

$$C_u = \frac{C_u}{U_s} = \frac{17020.25 \text{ Wh}}{24 \text{ V}} = 709.17 \text{ Ah} \quad (13)$$

La capacidad que debemos tener igual o superior se calcula entre el cociente de la C_u y la p_d . En la siguiente ecuación (14).

$$C = \frac{709.17}{0.8} = 886.47 \text{ Ah} \quad (14)$$

Utilizaremos un kit de 12 baterías de gel Hawker 8 OpzV conectadas en serie para obtener una tensión de 24V y una capacidad de 940 Ah.

4.2.6 Inversor híbrido

La característica de éste inversor es que puede funcionar bidireccionalmente, puede funcionar alimentando las cargas a través de la energía generada por los módulos, por la carga que tengan las baterías o por la potencia generada por el grupo generador. Como tenemos una potencia total de 5478 W podemos elegir éste inversor que es de 6 kW.

4.2.7 Selección del conductor

Se deben de seleccionar de tal modo que las caídas máximas permitidas para los tramos de conjunto de módulos-inversor, inversor-baterías y inversor-grupo electrógeno sea como máximo de 1.5%. La conexión a través de las paredes del camión se hacen por pasamuros.

La sección calculada para conductores de cobre se hace con la ecuación (15):

$$S(mm^2) = 4,4 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{l}{\Delta V} \quad (15)$$

El inversor que hemos elegido tiene protecciones propias para mantener a salvo la instalación generadora.

4.2.7.1 Tramo conjunto de módulos-inversor

La caída de tensión máxima permitida a la salida de los módulos la obtenemos en la ecuación (16), el valor máximo permitido es de 1.5%, la tensión máxima de salida de 30.9V.

$$\Delta V = 30,9V \cdot 0.015 = 0,4635 V \quad (16)$$

Sabiendo que la longitud es de 11m y la intensidad máxima $i_{mpp}=8,1$ A, la sección que tendremos que elegir como mínimo será de (ecuación 17):

$$S = 4,4 \cdot 10^{-2} \cdot 11m \cdot \frac{8,1 A}{0,4635 V} = 8.46 mm^2 \quad (17)$$

El cable que usaremos será de sección $1 \times 10 mm^2$ ó 8 AWG del tipo PV ZZ-F clase 5 con un canal de sección efectiva de $388 mm^2$, ya que es la sección que más se acerca a nuestra sección calculada.

4.2.7.2 Tramo inversor-baterías

Teniendo en cuenta que la longitud es de 0.5 m, la intensidad de 8.1 A y la tensión de 30.43V, donde la caída de tensión máxima permitida del 1.5% será la de la ecuación (18):

$$\Delta V = 30,43 V \cdot 0,015 = 0,46 V \quad (18)$$

Siendo la sección de cable igual o superior a la calculada en (ecuación 19):

$$S = 4,4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5 \cdot \frac{8,1 A}{0,46 V} = 0,39 mm^2 \quad (19)$$

Por lo que el cable normalizado siguiente sería de 1x1.5mm² ó 16 AWG del tipo PV ZZ-F clase 5 con un canal de sección efectiva de 236 mm².

4.2.7.3 Tramo inversor-grupo electrógeno

Teniendo en cuenta que la longitud es de 5 m, la intensidad de 23.91 A y la tensión de 230 V, donde la caída de tensión máxima permitida del 1.5% será la de la ecuación (20):

$$\Delta V = 230 V \cdot 0,015 = 3,45 V \quad (20)$$

Siendo la sección de cable igual o superior a la calculada en (21):

$$S = 4,4 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot \frac{23,91 A}{3,45 V} = 1,53 mm^2 \quad (21)$$

Por lo que el cable normalizado siguiente sería de 1x2.5mm² ó 14 AWG del tipo PV ZZ-F clase 5 con un canal de sección efectiva de 236 mm².

4.3 Cálculos justificativos de la instalación de baja tensión

Para realizar estos nos hemos basado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión apoyándonos en las Instrucciones Técnicas Complementarias de Baja Tensión.

4.3.1 Derivación individual:

Su longitud es aproximadamente de 2.5m. Usaremos cables unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado, de 0.6/1 kV en montaje superficial bajo canales protectoras.

La caída de tensión máxima permitida es de 1.5% (tabla 6, Guía técnica de aplicación de instalaciones de baja tensión - Anexo 2).

La intensidad máxima de la instalación que podría requerir las cargas serían (ecuación 22):

$$I_{max\ cargas} = \frac{P_{cálculo}}{V} = \frac{4396.8\ W}{230\ V} = 19.12\ A \quad (22)$$

Por otro lado la intensidad máxima que se puede generar desde el lado de generación cuya potencia máxima es de 5500 W sería de (ecuación 23):

$$I_{max\ generada} = \frac{P_{gen}}{V} = \frac{5500\ W}{230\ V} = 23.91\ A \quad (23)$$

La condición que nos ponen en la ITC-BT-40 en el apartado 6 sobre los cables de conexión es que la intensidad máxima soportada por el cable debe ser superior en 125% a la intensidad máxima de la instalación, es decir, la intensidad máxima de la instalación sería 23.91 A, por lo que la tensión máxima del cable debe ser superior (ecuación 24):

$$I_{max(125\%)} = 23.91\ A \cdot \frac{125\%}{100\%} = 29.89\ A \quad (24)$$

Según la tabla D de la instrucción ITC-BT-15 para líneas monofásicas con cables unipolares RZ1-K(0.6/1kV) para canales protectoras, el valor de intensidad

inmediatamente superior a 29.89 A es de 49 A con una sección correspondiente a 6 mm².

Primero calculamos la temperatura de funcionamiento (ecuación 26) para la intensidad máxima, teniendo en cuenta que la temperatura inicial (T_0) para cables empotrados es de 40°C y la máxima para el cable RZ1-K es de 90°C:

$$T = T_0 + \Delta T_{max} \cdot \left(\frac{I}{I_{max\ cable}} \right)^2 \quad (25)$$

$$T = 40 + (90 - 40) \cdot \left(\frac{19.12}{49} \right)^2 = 47.61^\circ\text{C} \quad (26)$$

Ahora calcularemos el valor de la constante ρ (ecuación 28) para el cobre a esa temperatura. Usaremos la tabla 2 de la Guía técnica de aplicación de instalaciones de baja tensión - Anexo 2 para ver el valor de ρ_{20} :

$$\rho_{47.61} = \rho_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (47.61 - 20)) \quad (27)$$

$$\rho_{47.61} = 0.018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \left(1 + 0.00392 \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot (47.61 - 20) \right) = 0.0199 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \quad (28)$$

La caída de tensión máxima permitida para la línea de derivación es de 1.5% (ecuación 29):

$$\Delta V = 1.5\% \cdot \frac{230V}{100} = 3.45 V \quad (29)$$

Finalmente vemos el valor de la sección (ecuación 30) que se obtiene con los valores calculados anteriormente:

$$S = \frac{\rho_{47.61} \cdot P_{cal} \cdot L}{\Delta V \cdot U_f} = \frac{0.0199 \cdot 4396.8 \cdot 3}{3.45 \cdot 230} = 0.3308 \text{ mm}^2 < 6 \text{ mm}^2 \quad (30)$$

Como vemos cumpliría perfectamente éste cable. La selección de la canal protectora se obtendría de la tabla F de la ITC-BT-15 dando como valor 560 mm^2 de sección eficaz mínima, por lo que tenemos:

$3 \times 6 \text{ mm}^2$ Cu RZ1-K(AS)0.6/1kV bajo canal protectora de 560 mm^2 de sección eficaz

4.3.2 Dispositivo general de mando y protección

Dentro del dispositivo general de mando y protección (DGMP) nos encontramos el interruptor general automático (IGA) y la protección contra sobretensiones transitorias (PCST), en otros casos conectados a la red tendríamos también el ICP o limitador, pero éste no es el caso.

4.3.3 Interruptor general automático (IGA)

Debe de cumplir las 2 condiciones siguientes (ecuación 31 y 32):

1ª condición:

$$I_{\max \text{ Cargas}} \leq I_{\text{calibre}} \leq I_{\max \text{ cable}} \quad (31)$$

$$19.12 \text{ A} \leq 32 \text{ A} \leq 49 \text{ A}$$

Por lo que se cumple la 1ª condición

2º condición:

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_{\max cable}; I_2 = 1.6 \cdot I_{calibre} \quad (32)$$

$$I_2 = 1.6 \cdot 32 A = 51.2 A; \quad 51.2 \leq 1.45 \cdot 49;$$

$$51.2 A \leq 71.05 A$$

Por lo que se cumple también la segunda condición, entonces ya podemos usar como fusible 32 A y como poder de corte según la ITC-BT-10, con el poder de corte de 6000A bastaría, por lo tanto tendríamos:

IGA= 32 A con poder de corte de 6000 A.

4.3.4 *Protección contra sobretensiones transitorias*

Esto ocurre cuando la tensión del sistema es muy superior a la tensión nominal a la que funciona, son de muy corta duración. Un ejemplo muy simple puede ser la caída de un rayo sobre un cable de la red. En nuestro caso serán producidos por equipos de electrónica. Para proteger los dispositivos de la instalación se usan este tipo de protecciones.

El dispositivo está constituido por varistores conectados en paralelo entre fase y tierra, y entre neutro y tierra, con otros componentes como fusibles. Los varistores tiene una tensión superior a la red que protegen para cuando la tensión suba hasta éste valor, los varistores conduzcan la corriente de modo que los picos son conducidos a tierra evitando que lleguen a las cargas. Se eligen en función de la sensibilidad de los aparatos a proteger, en éste caso los equipos no son delicados.

Estos equipos sufren desgaste de su uso y tienen una capacidad limitada de conducir corriente, por lo que necesitan un mantenimiento, una de las formas de llevar su

mantenimiento al día es monitorizar el estado del desgaste y cambiándole los cartuchos desmontables por otros nuevos. Funcionando sólo no tienen mucha eficacia pero utilizándolos con otros equipos de protección aumenta ésta, en nuestro caso utilizándolos junto con el IGA.

4.3.5 Circuitos interiores

La caída de tensión máxima permitida para circuitos de fuerza son 5% y 3% para circuitos de alumbrado. Usaremos conductores unipolares de cobre con aislamiento de polietileno reticulado de 0.6/1kV en montaje superficial bajo tubo de PVC.

4.3.5.1 Interruptor diferencial 1:

Como vamos a usar éste diferencial para circuitos de fuerza cogemos el interruptor diferencial con las características: 40 A/300 mA

4.3.5.2 Circuito 1: Tomas de corriente:

Las tomas de corriente se toma coeficiente de simultaneidad 0.5, tienen una potencia de (ecuación 33) y una intensidad (ecuación 34).

$$P = 3uds \cdot 1.1kW \cdot 0.5 = 1.65 kW \quad (33)$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1.65 kW}{230 V} = 7.17 A \quad (34)$$

Para la intensidad según la tabla 1 de la ITC-BT-19 para un cable monofásico con conductores aislados en tubos en montaje superficial (tipo B) con aislamiento XLPE, el valor mínimo para soportar los 7.17 A sería de 1.5 mm² pero por razones de resistencia mecánica se seleccionará el de 2.5 mm². Cálculo de potencia total (ecuación 35):

$$Pt = 3 \cdot 1.1 kW = 3.3 kW \quad (35)$$

Ahora veamos la caída de tensión para éste conductor, para ello primero calcularemos el centro virtual de consumo λ (ecuación 36):

$$\lambda = \frac{1.1 \text{ kW} \cdot 3\text{m} + 1.1 \text{ kW} \cdot 2\text{m} + 1.1 \text{ kW} \cdot 5\text{m}}{3.3 \text{ kW}} = 3.33 \text{ m} \quad (36)$$

La caída de tensión por lo tanto es (ecuación 37):

$$e = \frac{Pt \cdot \lambda}{k_{Cu,90^\circ\text{C}} \cdot U \cdot S} = \frac{3.3 \text{ kW} \cdot 3.33\text{m}}{44 \frac{\text{m}}{\Omega\text{mm}^2} \cdot 230\text{V} \cdot 2.5 \text{ mm}^2} = 0.43 \text{ V} \quad (37)$$

$$e(\%) = \frac{0.43 \text{ V}}{230 \text{ V}} \cdot 100 = 0.19\% < 5\% \quad (38)$$

Como vemos cumple el criterio de caída de tensión (ecuación 38). El tubo se selecciona de la tabla F de la ITC-BT-15, dando como resultado un tubo de 32 mm.

3x2.5 mm² Cu RZ1-K(AS) 0.6/1kV Ø32 mm

El magnetotérmico que elegiremos para este circuito será suficiente con uno de 10 A de tipo bipolar.

4.3.5.3 Circuito 2: Compresor y bomba de agua:

Para el compresor se toma coeficiente de simultaneidad 0.8 y para la bomba de agua 0.6 .

$$P = 2.2\text{kW} \cdot 0.8 + 0.058\text{kW} \cdot 0.6 = 1.8 \text{ kW} \quad (39)$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1.8 \text{ kW}}{230 \text{ V}} = 7.83 \text{ A} \quad (40)$$

Para la intensidad según la tabla 1 de la ITC-BT-19 para un cable monofásico con conductores aislados en tubos en montaje superficial (tipo B) con aislamiento XLPE, el valor mínimo para soportar los 7.83 A sería de 1.5 mm² pero por razones de resistencia mecánica se seleccionará el de 2.5 mm². Cálculo de potencia total (ecuación 41):

$$Pt = 2.2 \text{ kW} + 0.058 = 2.258 \text{ kW} \quad (41)$$

Ahora veamos la caída de tensión para éste conductor, para ello primero calcularemos el centro virtual de consumo λ (ecuación 42):

$$\lambda = \frac{0.058 \text{ kW} \cdot 4\text{m} + 2.2 \text{ kW} \cdot 3\text{m}}{2.258 \text{ kW}} = 3.03 \text{ m} \quad (42)$$

La caída de tensión por lo tanto es (ecuación 43):

$$e = \frac{Pt \cdot \lambda}{k_{Cu,90^\circ\text{C}} \cdot U \cdot S} = \frac{2.258 \text{ kW} \cdot 3.03\text{m}}{44 \frac{\text{m}}{\Omega\text{mm}^2} \cdot 230\text{V} \cdot 2.5 \text{ mm}^2} = 0.27 \text{ V} \quad (43)$$

$$e(\%) = \frac{0.27 \text{ V}}{230 \text{ V}} \cdot 100 = 0.12\% < 5\% \quad (44)$$

Como vemos cumple el criterio de caída de tensión (ecuación 44). El tubo se selecciona de la tabla F de la ITC-BT-15, dando como resultado un tubo de 32 mm.

3x2.5 mm² Cu RZ1-K(AS) 0.6/1kV Ø32 mm

El magnetotérmico que elegiremos para este circuito será suficiente con uno de 10 A de tipo bipolar.

4.3.5.4 Circuito 3: Microondas, aire acondicionado y nevera:

El microondas y el aire acondicionado se toma con coeficiente de simultaneidad 0.6 y para la nevera 0.8 .

$$P = 0.7 \text{ kW} \cdot 0.6 + 2.2 \text{ kW} \cdot 0.6 + 0.09 \text{ kW} \cdot 0.8 = 1.812 \text{ kW} \quad (45)$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1.812 \text{ kW}}{230 \text{ V}} = 7.88 \text{ A} \quad (46)$$

Para la intensidad según la tabla 1 de la ITC-BT-19 para un cable monofásico con conductores aislados en tubos en montaje superficial (tipo B) con aislamiento XLPE, el valor mínimo para soportar los 7.88 A sería de 1.5 mm² pero por razones de resistencia mecánica se seleccionará el de 2.5 mm². Cálculo de potencia total (ecuación 47):

$$P_t = 2.2 \text{ kW} + 0.09 \text{ kW} + 0.7 \text{ kW} = 2.99 \text{ kW} \quad (47)$$

Ahora veamos la caída de tensión para éste conductor, para ello primero calcularemos el centro virtual de consumo λ (ecuación 48):

$$\lambda = \frac{0.09 \text{ kW} \cdot 1 \text{ m} + 2.2 \text{ kW} \cdot 2 \text{ m} + 0.7 \text{ kW} \cdot 1.5 \text{ m}}{2.99 \text{ kW}} = 1.85 \text{ m} \quad (48)$$

La caída de tensión por lo tanto es (ecuación 49):

$$e = \frac{Pt \cdot \lambda}{k_{Cu,90^{\circ}C} \cdot U \cdot S} = \frac{2.99 \text{ kW} \cdot 1.85 \text{ m}}{44 \frac{m}{\Omega \text{ mm}^2} \cdot 230 \text{ V} \cdot 2.5 \text{ mm}^2} = 0.22 \text{ V} \quad (49)$$

$$e(\%) = \frac{0.22 \text{ V}}{230 \text{ V}} \cdot 100 = 0.096\% < 5\% \quad (50)$$

Como vemos cumple el criterio de caída de tensión. El tubo se selecciona de la tabla F de la ITC-BT-15, dando como resultado un tubo de 32 mm.

3x2.5 mm² Cu RZ1-K(AS) 0.6/1kV Ø32 mm

El magnetotérmico que elegiremos para este circuito será suficiente con uno de 10 A de tipo bipolar.

4.3.5.5 Interruptor diferencial 2:

Como vamos a usar éste diferencial para circuitos de alumbrado cogemos el interruptor diferencial con las características: 25 A/30 mA

4.3.5.6 Circuito 1: Alumbrado:

El coeficiente de simultaneidad para el alumbrado 1.

$$P = 2uds \cdot 0.03 \text{ kW} + 6uds \cdot 0.2 \text{ kW} = 1.26 \text{ kW} \quad (51)$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1.26 \text{ kW}}{230 \text{ V}} = 5.48 \text{ A} \quad (52)$$

Para la intensidad según la tabla 1 de la ITC-BT-19 para un cable monofásico con conductores aislados en tubos en montaje superficial (tipo B) con aislamiento XLPE, el valor mínimo para soportar los 5.48 A sería de 1.5 mm² pero por razones de resistencia mecánica se seleccionará el de 2.5 mm². Cálculo de potencia total (ecuación 53):

$$Pt = 6 \cdot 0.2 \text{ kW} + 2 \cdot 0.03 = 1.26 \text{ kW} \quad (53)$$

Ahora veamos la caída de tensión para éste conductor, para ello primero calcularemos el centro virtual de consumo λ (ecuación 54):

$$\lambda = \frac{0.03 \text{ kW} \cdot 5\text{m} + 0.03 \text{ kW} \cdot 2\text{m} + 2 \cdot 0.2 \text{ kW} \cdot 1\text{m} + 4 \cdot 0.2 \text{ kW} \cdot 15\text{m}}{1.26 \text{ kW}} = 10.01 \text{ m} \quad (54)$$

La caída de tensión por lo tanto es (ecuación 55):

$$e = \frac{Pt \cdot \lambda}{k_{Cu,90^\circ\text{C}} \cdot U \cdot S} = \frac{1.26 \text{ kW} \cdot 10.01 \text{ m}}{44 \frac{\text{m}}{\Omega\text{mm}^2} \cdot 230\text{V} \cdot 2.5 \text{ mm}^2} = 0.5 \text{ V} \quad (55)$$

$$e(\%) = \frac{0.5 \text{ V}}{230 \text{ V}} \cdot 100 = 0.22 \% < 5\% \quad (56)$$

Como vemos cumple el criterio de caída de tensión. El tubo se selecciona de la tabla F de la ITC-BT-15, dando como resultado un tubo de 32 mm.

3x2.5 mm² Cu RZ1-K(AS) 0.6/1kV Ø32 mm

El magnetotérmico que elegiremos para este circuito será suficiente con uno de 6 A de tipo bipolar.

5 PLANOS

Los planos realizados sobre éste proyecto se encuentran al final del mismo ordenados y nombrados de la siguiente manera:

- Plano 1/4: Plano de distribución.
- Plano 2/4: Camión y módulos.
- Plano 3/4: Módulo y soporte.
- Plano 4/4: Esquema unifilar de la instalación.

6 PLIEGO DE CONDICIONES

6.1 Objeto

Este proyecto intentará cumplir las siguientes finalidades:

- Cumplir las condiciones mínimas en instalaciones fotovoltaicas aisladas.
- Obtener una instalación de calidad.
- Que la instalación se lleve a cabo de acuerdo con la normativa vigente.
- Con el fin de justificar la viabilidad del mismo con el uso de los elementos que componen la instalación, fijar los aspectos técnicos y de seguridad del material a utilizar, así como su cantidad.
- Conocer los elementos, medidas de seguridad y protección que se tomarán.
- Tener en cuenta otras normativas importantes que se vean afectadas.

6.2 Generalidades

En este caso se necesita una instalación adicional a la que tenía originalmente el vehículo debido a su uso y función, ya que en un principio el Motorhome cuenta con una instalación pero ésta debe ser modificada como mejor convenga, así por ejemplo en éste caso debemos hacer una instalación adicional para las máquinas del taller, baterías y el conjunto de solar. También deberemos colocar tomas de corriente, iluminación adicional, etc...

Aunque en este proyecto no se trate de una vivienda o alguna instalación típica, tiene similitudes con la instalación de una casa, por lo que podemos usar el pliego condiciones técnicas (PCT) para instalaciones fotovoltaicas aisladas. Por lo que debemos de realizarlo de acuerdo con el Real Decreto 482/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002), junto con Directivas Europeas de seguridad.

6.3 Definiciones

6.3.1 Radiación solar

La radiación son las ondas electromagnéticas del sol con la que se obtiene energía.

6.3.1.1 Irradiación

Densidad de potencia que se transmite a una superficie y que se mide en kW/m^2 .

6.3.1.2 Irradiación

Energía que se transmite a una superficie por unidad de superficie y en un tiempo determinado midiéndose en kWh/m^2 o si se desea MJ/m^2 .

6.3.1.3 Año Meteorológico Típico de un lugar (AMT)

Datos de Irradiación horaria en un supuesto año que se construye seleccionando, para cada mes, de un año real un mes con el que su valor medio mensual de la irradiación global diaria horizontal coincida con el correspondiente a los años que se tengan archivados.

6.3.2 Generadores fotovoltaicos

6.3.2.1 Célula solar fotovoltaica

Aparato que sirve para la transformación de la energía solar en energía eléctrica.

6.3.2.2 Módulo fotovoltaico

Es la interconexión entre células y protegidas al ser encapsuladas de fenómenos atmosféricos.

6.3.2.3 Rama fotovoltaica

Consiste en la interconexión ya sea en serie o paralelo de módulos para formar conjuntos.

6.3.2.4 Generador fotovoltaico

Unión de ramas en paralelo.

6.3.2.5 Condiciones Estándar de Medida (CEM)

Son las características estándar con unos valores de normal funcionamiento para caracterizar a un elemento de la instalación (células, generadores fotovoltaicos y módulos). Las condiciones impuestas son las siguientes: una irradiancia de 1000 W/m^2 , distribución espectral de AM 1,5 G, incidencia normal y temperatura de 25°C .

6.3.2.6 Potencia pico del generador

La máxima que puede entregar en las condiciones estándar de medida.

6.3.2.7 Temperatura de operación nominal de la célula

Cuando se incide una irradiancia de 800 W/m^2 con distribución espectral AN 1,5G, una temperatura de 20°C y 1 m/s de velocidad del viento.

6.3.3 Acumuladores

6.3.3.1 Acumulador

Unión de un conjunto de baterías.

6.3.3.2 Batería

Hace la función de almacenamiento de tensión con un conjunto de vasos electroquímicos interconectados.

6.3.3.3 Autodescarga

La pérdida de carga que sufre la batería al dejarla en circuito abierto. Suele expresarse de manera porcentual, en el espacio de tiempo mensuales y con temperaturas de 20°C .

6.3.3.4 Capacidad nominal C_{20} (Ah)

Es la cantidad de carga que puede ceder una batería en un período de 20 horas, a 20°C hasta que la tensión en sus vasos sea de 1.8V/vaso.

6.3.3.5 Capacidad útil

Capacidad que puede aportar la batería, se obtiene multiplicando la capacidad nominal con la profundidad de descarga máxima.

6.3.3.6 Estado de carga

La capacidad residual de la batería dividida por su capacidad nominal.

6.3.3.7 Profundidad de descarga (PD)

La división entre la cantidad cedida y la capacidad nominal.

6.3.3.8 Régimen de carga-descarga

Nos relaciona la capacidad de la batería y el valor de corriente de carga, expresado normalmente en horas y representado con un subíndice en el símbolo de la capacidad y corriente de carga.

6.3.3.9 Vaso

Elemento que pertenece a la batería con una tensión nominal es cercana a 2V.

6.3.4 Inversores

6.3.4.1 Inversor

Transforma la corriente continua en alterna.

6.3.4.2 V_{RMS}

Valor eficaz de la tensión alterna de salida.

6.3.4.3 Potencia nominal (VA)

Potencia que puede entregar de forma continua.

6.3.4.4 Capacidad de sobrecarga

Capacidad del inversor para trabajar en rangos de potencia superiores a los nominales en intervalos de tiempo.

6.3.4.5 Rendimiento del inversor

Cociente entre la potencia de salida y la llegada al inversor.

6.4 Diseño

6.4.1 Orientación, inclinación y sombras

Las pérdidas causadas por éstos fenómenos en el generador no se pueden estudiar puesto que estamos limitados, nuestra orientación sí se puede configurar para un mayor rendimiento pero la inclinación es fija de 0° y la aparición de sombras es inevitable aunque se han puesto los módulos lo suficientemente apartados para que no ocurra.

6.4.2 Dimensionado del sistema

Se realizan los cálculos mínimos justificativos de dimensionamiento puesto que se tiene un espacio limitado. La estimación de consumos se ha hecho de acuerdo con el anexo I del PCT. La instalación se ha dimensionado para cubrir necesidades y que no falte potencia.

El tamaño del sistema generador se ha dimensionado para cubrir todas las necesidades impuestas en el proyecto, aprovechando al máximo posible la radiación solar. En nuestro caso la autonomía mínima es de un día esto es debido a que la función a la que va destinado no precisa de más tiempo de éste aun así se ha utilizado un grupo de apoyo como es un grupo electrógeno.

6.5 Componentes y materiales

6.5.1 Generalidades

La instalación se ha dimensionado de acuerdo con el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la legislación vigente en cuanto a éste tipo de instalaciones y vehículos, de igual forma las protecciones han sido elegidas para que cumplan en reglamento en su totalidad. Se puede asegurar el aislamiento de todo el sistema eléctrico instalado cumpliendo los requisitos mínimos que se imponen.

Los materiales utilizados cumplen la normativa y los grados mínimos de protección ya sea IP65 para exteriores e IP20 para interiores. Se ha incluido toda la información solicitada en el Anexo II del PCT y aportando información de todos los cambios hechos al respecto, de los datos y especificaciones técnicas aportadas por los fabricantes y sus tablas.

6.5.2 Generadores fotovoltaicos

Los módulos utilizados satisfacen las especificaciones UNE-EN 61215, junto con las especificaciones de UNE-EN 61730-1 y UNE-EN 61730-2 sobre seguridad en módulos fotovoltaicos. Los módulos llevan de forma visible toda sus identificaciones necesarias (modelo, nombre o logotipo del fabricante y número de serie que permita su identificación individual).

Los módulos tienen diodos de derivación para evitar posibles averías de las células y sus circuitos de sombreado parciales con un grado de protección IP65 con bordes de acero inoxidable. Cualquier módulo defectuoso en cualquier parte es desechado.

No hace falta instalación de puesta a tierra para la instalación generadora puesto que tiene una tensión inferior a 48V, para el resto de instalación sí se ha instalado.

6.5.3 Estructura de soporte

La estructura de soporte están hechas de forma que las dilataciones de los módulos no supongan un peligro para éstos siguiendo las normas del fabricante, soportando también los esfuerzos por viento y nieve de acuerdo con el manual de reformas de vehículos. La realización de los taladros para su montaje se hace antes de aplicar la protección al soporte usando para el ensamblaje tornillería de acero inoxidable. La sujeción de los módulos están cogidos de forma que no se arrojen sombra. Los perfiles del soporte cumplen la Norma MV-102 garantizando sus características mecánicas y composición química.

6.5.4 Acumuladores de plomo-ácido

Para poder cargar las baterías de forma adecuada, la capacidad de éstas no excede de 25 veces la corriente de corto circuito en CEM del generador fotovoltaico. La máxima profundidad de descarga está limitada por el fabricante para que no supere el 80%. Como nuestras baterías son de electrolito gelificado están protegidas contra sobrecargas gracias al inversor instalado y a las protecciones del mismo.

Las autodescargas de las baterías a una temperatura de 20°C no exceden del 6% de su capacidad nominal. La vida del acumulador, definido como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80% de su capacidad nominal, es superior a 1000 ciclos, descargando el acumulador hasta un 50% a 20°C.

Los acumuladores se encuentran en los compartimentos inferiores del camión que tienen ventilación por rejillas y aislantes, cerrado con un candado para impedir el acceso a personal ajeno al vehículo, la conexión se ha hecho con cubiertas aislantes para evitar cualquier cortocircuito accidental.

Las baterías llevan las siguientes identificaciones: tensión nominal (V), polaridad de los terminales, capacidad nominal (Ah), fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.

6.5.5 Inversores

Nuestro inversor es de onda senoidal pura y va a trabajar con corriente alterna monofásica a una tensión de 230V obteniendo una alimentación de calidad. Éste inversor cuenta con las protecciones propias, de modo que no hace falta dimensionar ningunas

para la instalación junto con las que debería de llevar el regulador, que se ha omitido en éste caso al ser un inversor híbrido. Las protecciones del inversor reaccionarán ante: una tensión de entrada fuera del margen de operación, desconexión del acumulador, cortocircuito en la salida de corriente alterna y sobrecargas que excedan la duración y valores permitidos.

Está conectado a los acumuladores, a los módulos, al grupo electrógeno y a las cargas, regulando de forma correcta las tensiones para no salir del margen de funcionamiento. La regulación del inversor asegura que la tensión y la frecuencia de salida están en los márgenes siguientes:

$$V_{\text{NOM}} \pm 5\%, \text{ donde } V_{\text{NOM}} = 230 V_{\text{RMS}}$$

La frecuencia debe de estar en $50\text{Hz} \pm 2\%$

El inversor trabaja de forma continua sin que importe la temperatura ambiente del momento. El inversor gestiona todas las cargas sin que importe su tamaño el número de ellas que estén conectadas. El consumo diario es inferior al 5% del consumo de energía.

El rendimiento del inversor es superior a los valores que vienen en la Tabla II del PCT.

En inversor viene identificado en su etiquetado por: potencia nominal, tensión nominal de entrada, tensión y frecuencia nominales de salida, fabricante junto con el número de serie y polaridad y terminales.

6.5.6 Cargas de consumo

Los electrodomésticos usados son nuevos y se han seleccionado para cumplir la máxima eficiencia. Se ha utilizado alumbrado LED puesto que tiene factor de potencia la unidad. Para llevar un control del consumo hemos colocado un contador a la salida del inversor.

6.5.7 Cableado

El cableado utilizado cumple con la reglamentación vigente, dimensionándolos adecuadamente a cada tipo de potencia para el que se va a usar siendo en todos ellos la caída de tensión máxima admisible del 1.5% de la tensión nominal. Cada cable lleva su protección dependiendo de la zona del camión donde se encuentre.

6.5.8 Protecciones y puesta a tierra

Las protecciones de la instalación eléctrica han sido dimensionadas de forma que cada tipo de circuito tenga su protección peculiar con sus valores para un óptimo funcionamiento, la instalación eléctrica del motorhome sí tiene puesta a tierra pero la instalación fotovoltaica no tiene al ser su tensión inferior a 48V.

6.6 Recepción y pruebas

Se entrega al cliente un documento-albarán en el que consten todos los elementos añadidos para la instalación, junto con los componentes, materiales, manuales de uso y mantenimiento de la misma. Firmando el documento ambos y por duplicado por ambas partes, siendo un ejemplar para cada uno.

Las pruebas mínimas que se requieren son: funcionamiento y puesta en marcha, y la prueba de las protecciones y medidas de seguridad.

Una vez llegado hasta aquí se procede a la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firma hasta que el sistema funciona 240 horas seguidas sin interrupciones ni paradas por fallos del sistema. Ahora se debe cumplir que: se entregue la documentación requerida en este PCT, la retirada de obra de todo el material sobrante, limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos al vertedero.

Durante éste período el suministrador será el responsable de la instalación, enseñando al usuario a usar el sistema. Todos los elementos instalados estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de 3 años, salvo los módulos que son 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que si origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

6.7 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

6.7.1 Generalidades

Durante al menos 3 años se hará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), en el que implique, al menos, una revisión anual de los elementos que lo requieran por expreso consejo de los fabricantes.

6.7.2 Programa de mantenimiento

Podemos distinguir entre mantenimiento preventivo o mantenimiento correctivo, esto nos ayudará que tener una mayor vida útil de la instalación, asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración máxima.

El plan preventivo consiste en inspecciones visuales, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de los límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación. El cual incluirá:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletina, terminales, etc...
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños o deterioro.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza de terminales, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas
- Caída de tensión en el cableado de continua
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones

El plan de mantenimiento correctivo engloba a todas las operaciones necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil, incluye la visita cuando haya una avería grave, análisis y presupuesto de trabajos para el correcto funcionamiento de la misma y los costes económicos del mantenimiento correctivo, formarán parte del precio anual del contrato de mantenimiento.

6.7.3 Garantías

6.7.3.1 Ámbito de la garantía

Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones. La garantía la concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

6.7.3.2 Plazos

Para todos los elementos montados en la instalación se darán 3 años de garantía y para los módulos 8 años. Si hay que interrumpir la explotación del sistema por razones que es responsable el suministrador, o reparaciones para corresponder a la garantía, el plazo de esta se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

6.7.3.3 Condiciones económicas

La garantía incluye tanto la reparación como cambio de componentes y piezas, quedando incluidos los gatos de tiempo de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos o herramientas y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante. Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios.

Si en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador, previa notificación escrita, fijará una fecha para que el suministrador cumpla con las obligaciones. Si no cumple, el comprador podrá, por cuenta

y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las reparaciones o contratar a un tercero para ello, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

6.7.3.4 Anulación de la garantía

La garantía se podrá anular si alguien ajeno a la instalación y sin la autorización pertinente desmonta, modifica y repara algún elemento de la instalación.

6.7.3.5 Lugar y tiempo de la prestación

Si el usuario detecta un defecto de funcionamiento lo comunicará fehacientemente al suministrador. Si el suministrador declara que es un defecto de fabricación lo comunicará fehacientemente al fabricante.

El suministrador atenderá el aviso antes de 48 horas si no funciona la instalación, 7 días si no afecta al funcionamiento.

Las averías de la instalación se arreglarán in situ por el suministrador, si no puede ser así, el componente será mandado a un taller oficial recomendado por el fabricante a cuenta y cargo del suministrador.

Una vez se tenga el aviso de la avería, el suministrado debe subsanarla lo antes posible, pero sin responsabilidad en la demora siempre que no sea superior a 15 días naturales.

7 MEDICIONES

Las mediciones están desglosadas a continuación (tabla 11):

Descripción	nº
Alumbrado empotrado LED usado para el interior de la vivienda.	2
Tomas de corriente para la conexión de aparatos eléctricos a las tomas, dos en la vivienda y otro en el taller.	3
Microondas	1
Aire acondicionado específico para grandes caravanas y Motoshomes	1
Nevera de gran rendimiento y poco consumo	1
Bomba de agua	1
Compresor usado en el taller para gran parte de herramientas y accesorios del mismo	1
Focos LED para el taller para usar en el interior y exterior de gran intensidad, cuentan con un soporte extensible regular según la necesidad	6
Grupo Generador usado en caso de emergencia por si hay falta de generación	1
Cable de 3x2,5 mm ² Cu RZ1-K(AS)0.6/1kV para la instalación eléctrica del interior del taller y la vivienda de acuerdo con la normativa vigente (metros)	50
Tubo de ø32 mm para la instalación eléctrica del interior del taller y la vivienda de acuerdo con la normativa vigente (metros)	50
Cable de 6 mm ² Cu RZ1-K(AS)0.6/1kV para la derivación individual de acuerdo con la normativa vigente (metros)	15
Cable de 35 mm ² para la instalación de conexión a tierras (metros)	10
Canal protectora 560 mm ² para cubrir la derivación individual de acuerdo con la normativa vigente (metros)	65
P.C.S.T.	1
I.G.A	1
Int. Dif. 25A/30mA	1
Int. Dif. 40A/300mA	1
Magnetotérmico 6A	1
Magnetotérmico 10A	3
Cuadro para la colocación de protección y dispositivos que nos den información de la instalación	1

Descripción	nº
Módulos fotovoltaicos Hyundai HiS-S250MG	20
Inversor Híbrido 6kW Ingeteam Ingecon Sun Storage	1
Contador eléctrico	1
Cable 1x1,5 mm ² para la unión del inversor con las baterías (metros)	12
m cable solar 1x10 mm ² para la unión del módulo y el inversor (metros)	30
m de cable 1x2,5 mm ² para la unión del grupo electrógeno (metros)	5
Kit completo de conexión de baterías	1

(Tabla 11. Mediciones de toda la instalación)

8 PRESUPUESTO

A continuación se añaden el costo del proyecto dividido en distintas partes según su función y situación en el motorhome, lo hemos dividido entre el amueblado de la vivienda, aparatos del taller, el kit de generación fotovoltaica e instalación eléctrica de la vivienda y el taller. No se tienen en cuenta los costes de la instalación. Se ha de tener en cuenta que los precios ya contienen el impuesto sobre el valor añadido (I.V.A.).

El presupuesto está hecho en la hipótesis de un único prototipo, lo que repercute que el presupuesto sea más elevado. Los elementos del presupuesto son elementos estándar, no se han añadido gastos de manipulación, ensamblaje, pequeñas piezas, corte...

8.1 Amueblado vivienda

Se han añadido (tabla 12) todos los elementos enchufables o más nuevos para que haya en el vehículo un menor consumo energético y así optimizar mejor la instalación. No se ha tenido en cuenta el amueblado de la vivienda puesto que ya lo tiene instalado (literas, sofá, fregadero, ducha, termo, muebles...), sólo se han añadido los electrodomésticos necesarios para una mayor comodidad de los ocupantes y tener un mayor confort. Los elementos son de marca específica seleccionados por catálogo y adquiridos al fabricante o a través de un proveedor.

Amueblado vivienda			
Descripción	nº	Precio unitario (€)	Precio conjunto (€)
Alumbrado empotrado LED	2	39,93	79,86
Tomas de corriente	3	1,2	3,6
Microondas	1	67,9	67,9
Aire acondicionado	1	1250	1250
Nevera	1	163,6	163,6
Bomba de agua	1	134,85	134,85
COSTO TOTAL			1699,81

(Tabla 12. Coste del amueblado de la vivienda)

8.2 Aparatos del taller

La herramienta del taller no está añadida en el presupuesto puesto que ya la tenía anteriormente, sólo se han añadido y tenido en cuenta los elementos enchufables o con alimentación directa. La mayoría de elementos como pistolas de aire, taladros, pistola de impacto, etc... van conectadas al compresor por lo que no necesitan alimentación directa. No se ha tenido en cuenta la herramienta del taller puesto que ya lo tiene instalado (Carros de herramientas, mesas de trabajo, estanterías, dinamométricas...). Los elementos son de marca específica seleccionados por catálogo y adquiridos al fabricante o a través de un proveedor.

Aparatos taller			
Descripción	nº	Precio unitario (€)	Precio conjunto (€)
Compresor	1	480	480
Focos LED taller	6	169	1014
Grupo Generador	1	1631	1631
COSTO TOTAL			3125

(Tabla 13. Coste de los aparatos del taller)

8.3 Instalación eléctrica vivienda y taller

A continuación (tabla 14) tenemos el presupuesto de la instalación eléctrica que previamente habíamos estudiado su dimensionamiento junto con el de las protecciones para obtener un precio más reducido. En otros gastos se han añadido el precio de las grapas, sellantes para el paso de los conductores, tacos, soportes para las canales, etc... Los elementos son de marca específica seleccionados por catálogo y adquiridos al fabricante o a través de un proveedor.

Instalación eléctrica vivienda y taller			
Descripción	nº	Precio unitario (€)	Precio conjunto (€)
m de cable de 3x2,5 mm ²	50	1,15	57,5
Tubo de ø32 mm	50	0,23	11,5
m de cable de 6 mm ² Cu RZ1-K(AS)0.6/1kV	15	0,86	12,9
m de cable de 35 mm ² (tierras)	10	4,25	42,5
m de canal protectora 560 mm ²	65	0,95	61,75
P.C.S.T.	1	44,95	44,95
I.G.A	1	19,5	19,5
Int. Dif. 25A/30mA	1	10,21	10,21
Int. Dif. 40A/300mA	1	45,81	45,81
Magnetotérmico 6A	1	15,93	15,93
Magnetotérmico 10A	3	17,03	51,09
Cuadro	1	18,08	18,08
Otros gastos	1	33,52	33,52
COSTO TOTAL			425,24

(Tabla 14. Coste de los aparatos de la instalación eléctrica)

8.4 Kit de generación fotovoltaico

En la tabla 15 vemos el costo total de los elementos de la instalación fotovoltaica. Los elementos son de marca específica seleccionados por catálogo y adquiridos al fabricante o a través de un proveedor. En el apartado de otros gastos están añadidas la obtención y fabricación de las guías extensibles, así como de los engranajes y correas dentadas.

Kit de generación fotovoltaico			
Descripción	nº	Precio unitario (€)	Precio conjunto (€)
12 BATERIAS GEL HAWKER 8 OpzV 800-935-1	1	5136,28	5136,28
Hyundai HiS-S250MG	20	225	4500
Inversor Híbrido 6kW Ingeteam Ingecon Sur	1	3643,55	3643,55
Contador eléctrico	1	189	189
m de cable 1x1,5 mm ² (inversor-baterias)	12	0,06	0,72
m cable solar 1x10 mm ² (módulo-inversor)	30	0,105	3,15
m de cable 1x2,5 mm ² (Grupo electrógeno)	5	0,085	0,425
Kit completo de conexión de baterías	1	23,5	23,5
Otros gastos	1	367,3	367,3
COSTO TOTAL			13863,925

(Tabla 15. Tabla con el coste de la instalación fotovoltaica)

8.5 Costo total del proyecto

Secciones	Subtotal
Kit de generación solar	13863,925
Aparatos taller	3125
Instalación eléctrica vivienda/taller	425,24
Amueblado vivienda	1699,81
COSTO TOTAL PROYECTO	19113,975

(Tabla 16. Coste total del proyecto)

9 OTROS ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA

9.1 Estudio de impacto ambiental

Es un estudio de los impactos ambientales que pueden aparecer por los diferentes hechos o fases por las que pasa del proyecto. Hay que indicar que el alcance del presente proyecto está limitado a la fase de concepción, construcción y explotación.

9.1.1 FASE DE CONCEPCIÓN DEL PROYECTO:

En ella se ha planteado el diseño de la instalación fotovoltaica en un Motorhome, limpio y sin contaminación, de fácil puesta en funcionamiento, montaje y extensión de los módulos. Se han minimizado las uniones soldadas para contribuir así a la adaptación ante nuevos componentes mecánicos del prototipo. Se acata toda la normativa disponible para éste tipo instalaciones, dispositivos, elementos, etc... empleados.

No se contemplan emisiones de gases de productos nocivos (CO₂, CO, hidrocarburos) o cualquier otro tipo de contaminación durante esta fase. Nos basamos y aseguramos de una correcta elección de los materiales, elementos y dispositivos a utilizar en la construcción de los soportes de los módulos fotovoltaicos. Se ha intentado minimizar la expulsión de gases, aire caliente, vibraciones y contaminación acústica para el grupo electrógeno y baterías, mediante la utilización de cajones insonorizados pero ventilados.

9.1.2 FASE DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO:

La construcción se realiza en un taller cualificado para la modificación y reparación de camiones sin que se usen contaminantes en la montaje e instalación del Motorhome, ni se utilizará maquinaria que pueda ser dañina para la salud de las personas en el espacio cerrado, o abierto donde se realice la instalación. Las tareas donde el ruido supere niveles cercanos a los peligrosos para los trabajadores serán realizadas en una zona correctamente aislada mediante mamparas aislantes de ruido, según la norma UNE-EN ISO 11200: Acústica. Ruidos en máquinas y equipos.

9.1.3 FASE DE EXPLOTACIÓN:

Se evitará los vertidos de lubricantes del camión ya sea por resudes o por ligeras pérdidas, recogiendo éstas con el material adecuado y los equipos de protección individual (EPI'S) pertinentes. Tratando los residuos de la manera que lo marque la normativa vigente. Durante la realización de ensayos, no se contemplan emisiones a la atmosfera ni efectos de ruidos y olores contra las personas del entorno, salvo que se pruebe el grupo electrógeno, entonces se tomarán las medidas pertinentes. No se generarán residuos que hayan que depositar en vertederos de residuos de construcción y demolición.

9.1.4 FASE DE DESMANTELAMIENTO:

En caso de desmantelar la estructura móvil de los módulos o componentes podrán ser adaptados a futuros diseños (por ejemplo, la estructura principal, motores eléctricos, amortiguación, etc.) con lo que se reduce la generación de residuos.

9.2 Estudio de seguridad y salud.

9.2.1 Objeto del estudio básico de Seguridad y Salud

Conforme se especifica en el apartado 2 del Artículo 6 del R.D. 1627/1.997, el Estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de seguridad y salud aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto.)
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

9.2.2 Normas de seguridad aplicables a la obra

- Ley 31/ 1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

9.2.3 Riesgos aplicables en la obra

9.2.3.1 Riesgos más frecuentes

Caídas de operarios al mismo nivel, caídas de objetos sobre operarios, caídas de materiales transportados, choques o golpes contra objetos, atrapamientos y aplastamientos por partes móviles de maquinaria, lesiones y/o cortes en manos y pies, sobreesfuerzos, ruido, contaminación acústica, vibraciones, ambiente pulvígeno, cuerpos extraños en los ojos, contactos eléctricos directos e indirectos, ambientes pobres en oxígeno, inhalación de sustancias tóxicas, condiciones meteorológicas adversas, trabajos en zonas húmedas o mojadas, contagios por lugares insalubres, explosiones e incendios.

9.2.3.2 Medidas preventivas

Redes horizontales, andamios de seguridad, escaleras auxiliares adecuadas, plataformas de descarga de material, limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito, habilitar caminos de circulación.

9.2.3.3 Protecciones individuales

Casco de seguridad, botas o calzado de seguridad, botas de seguridad impermeables, guantes de lona y piel, guantes impermeables, gafas de seguridad, protectores auditivos, cinturón de seguridad, cinturón antivibratorio, ropa de trabajo, traje de agua impermeable.

9.2.4 Cubiertas planas

9.2.4.1 Riesgos más frecuentes

Caídas de operarios al mismo nivel, caídas de operarios a distinto nivel, caída de operarios al vacío, caída de objetos sobre operarios, caídas de materiales transportados, choques o golpes contra objetos, atrapamientos y aplastamientos, lesiones y/o cortes en manos y pies, sobreesfuerzos, ruidos, contaminación acústica, vibraciones, ambiente pulvígeno, cuerpos extraños en los ojos, contactos eléctricos directos e indirectos, condiciones meteorológicas adversas, trabajos en zonas húmedas o mojadas, derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustible

9.2.4.2 Medidas preventivas

Redes horizontales, andamios de seguridad, escaleras auxiliares adecuadas, plataformas de descarga de material, limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito, habilitar caminos de circulación.

9.2.4.3 Protecciones individuales

Casco de seguridad, botas o calzado de seguridad, guantes de lona y piel, guantes impermeables, gafas de seguridad, mascarillas con filtro mecánico, protectores auditivos, cinturón de seguridad, botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeabilización y ropa de trabajo.

9.2.5 Albañilería

9.2.5.1 Riesgos más frecuentes

Caídas de operarios al mismo nivel, caídas de operarios a distinto nivel, caída de operarios al vacío, caída de objetos sobre operarios, caídas de materiales transportados, choques o golpes contra objetos, atrapamientos y aplastamientos, lesiones y/o cortes en manos y pies, sobreesfuerzos, ruidos, contaminación acústica, vibraciones, ambiente pulvígeno, cuerpos extraños en los ojos, contactos eléctricos directos e indirectos, condiciones meteorológicas adversas, trabajos en zonas húmedas o mojadas, derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustible

9.2.5.2 Medidas preventivas

Redes horizontales, andamios de seguridad, escaleras auxiliares adecuadas, plataformas de descarga de material, limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito, habilitar caminos de circulación.

9.2.5.3 Protecciones individuales

Casco de seguridad, botas o calzado de seguridad, guantes de lona y piel, guantes impermeables, gafas de seguridad, mascarillas con filtro mecánico, protectores

auditivos, cinturón de seguridad, botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeabilización y ropa de trabajo.

9.2.6 Terminaciones

9.2.6.1 Riesgos más frecuentes

Caídas de operarios al mismo nivel, caídas de operarios a distinto nivel, caída de operarios al vacío, caída de objetos sobre operarios, caídas de materiales transportados, choques o golpes contra objetos, atrapamientos y aplastamientos, lesiones y/o cortes en manos y pies, sobreesfuerzos, ruidos, contaminación acústica, vibraciones, ambiente pulvígeno, cuerpos extraños en los ojos, contactos eléctricos directos e indirectos, condiciones meteorológicas adversas, trabajos en zonas húmedas o mojadas, derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustible

9.2.6.2 Medidas preventivas

Redes horizontales, andamios de seguridad, escaleras auxiliares adecuadas, plataformas de descarga de material, limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito, habilitar caminos de circulación.

9.2.6.3 Protecciones individuales

Casco de seguridad, botas o calzado de seguridad, guantes de lona y piel, guantes impermeables, gafas de seguridad, mascarillas con filtro mecánico, protectores auditivos, cinturón de seguridad, botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeabilización y ropa de trabajo.

9.2.7 Instalación eléctrica

9.2.7.1 Riesgos más frecuentes

Caídas de operarios al mismo nivel, caídas de operarios a distinto nivel, caída de operarios al vacío, caída de objetos sobre operarios, caídas de materiales transportados, choques o golpes contra objetos, atrapamientos y aplastamientos, lesiones y/o cortes en manos y pies, sobreesfuerzos, ruidos, contaminación acústica, vibraciones, ambiente

pulvígeno, cuerpos extraños en los ojos, contactos eléctricos directos e indirectos, condiciones meteorológicas adversas, trabajos en zonas húmedas o mojadas, derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustible

9.2.7.2 Medidas preventivas

Redes horizontales, andamios de seguridad, escaleras auxiliares adecuadas, plataformas de descarga de material, limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito, habilitar caminos de circulación.

9.2.7.3 Protecciones individuales

Casco de seguridad, botas o calzado de seguridad, guantes de lona y piel, guantes impermeables, gafas de seguridad, mascarillas con filtro mecánico, protectores auditivos, cinturón de seguridad, botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeabilización y ropa de trabajo.

9.2.8 Botiquín

En el centro de trabajo se tendrá un botiquín para las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él personal cualificado y capacitado, designado por la empresa.

9.2.9 Trabajos posteriores

9.2.9.1 Riesgos más frecuentes

Caídas de operarios al mismo nivel, caídas de operarios a distinto nivel, caída de operarios al vacío, caída de objetos sobre operarios, caídas de materiales transportados, choques o golpes contra objetos, atrapamientos y aplastamientos, lesiones y/o cortes en manos y pies, sobreesfuerzos, ruidos, contaminación acústica, vibraciones, ambiente pulvígeno, cuerpos extraños en los ojos, contactos eléctricos directos e indirectos, condiciones meteorológicas adversas, trabajos en zonas húmedas o mojadas, derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustible

9.2.9.2 Medidas preventivas

Redes horizontales, andamios de seguridad, escaleras auxiliares adecuadas, plataformas de descarga de material, limpieza de las zonas de trabajo y de tránsito, habilitar caminos de circulación.

9.2.9.3 Protecciones individuales

Casco de seguridad, botas o calzado de seguridad, guantes de lona y piel, guantes impermeables, gafas de seguridad, mascarillas con filtro mecánico, protectores auditivos, cinturón de seguridad, botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeabilización y ropa de trabajo.

9.2.10 Obligaciones del promotor

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos. La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

9.2.11 Coordinador en materia de seguridad y salud

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador.

9.2.12 Plan de seguridad y salud en el trabajo

Explicado en el punto 9.2.1.

9.2.13 Obligaciones de contratistas y subcontratistas

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de

Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

9.2.14 Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.

- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

9.2.15 Paralización de los trabajos

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

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

9.2.16 Derecho de los trabajadores

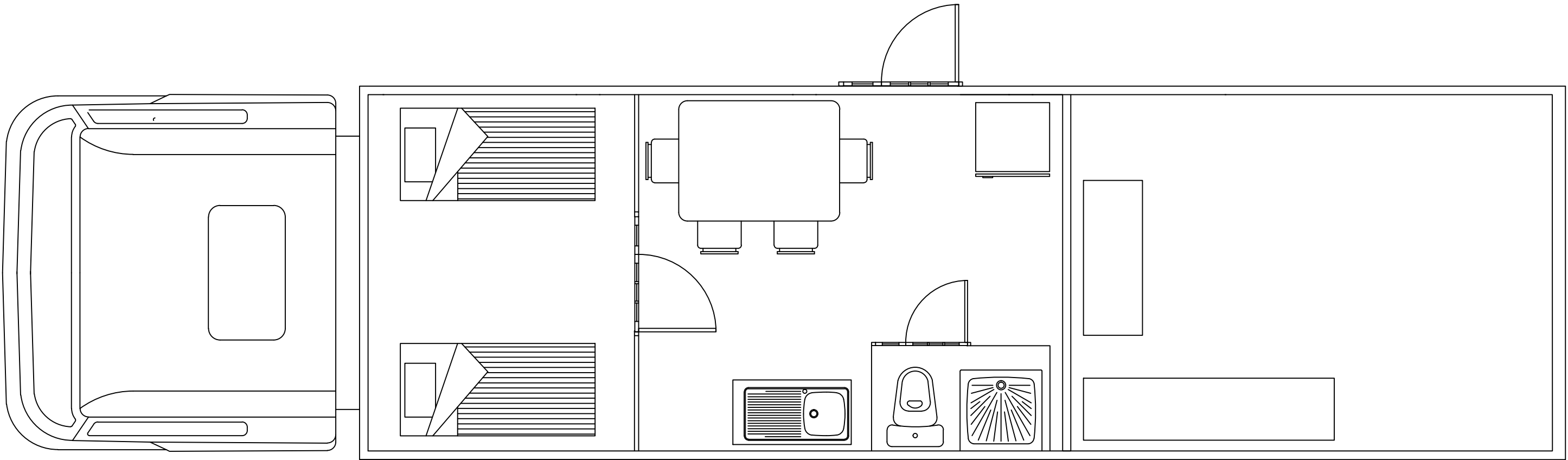
Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

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

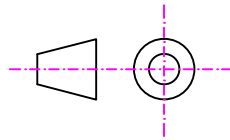
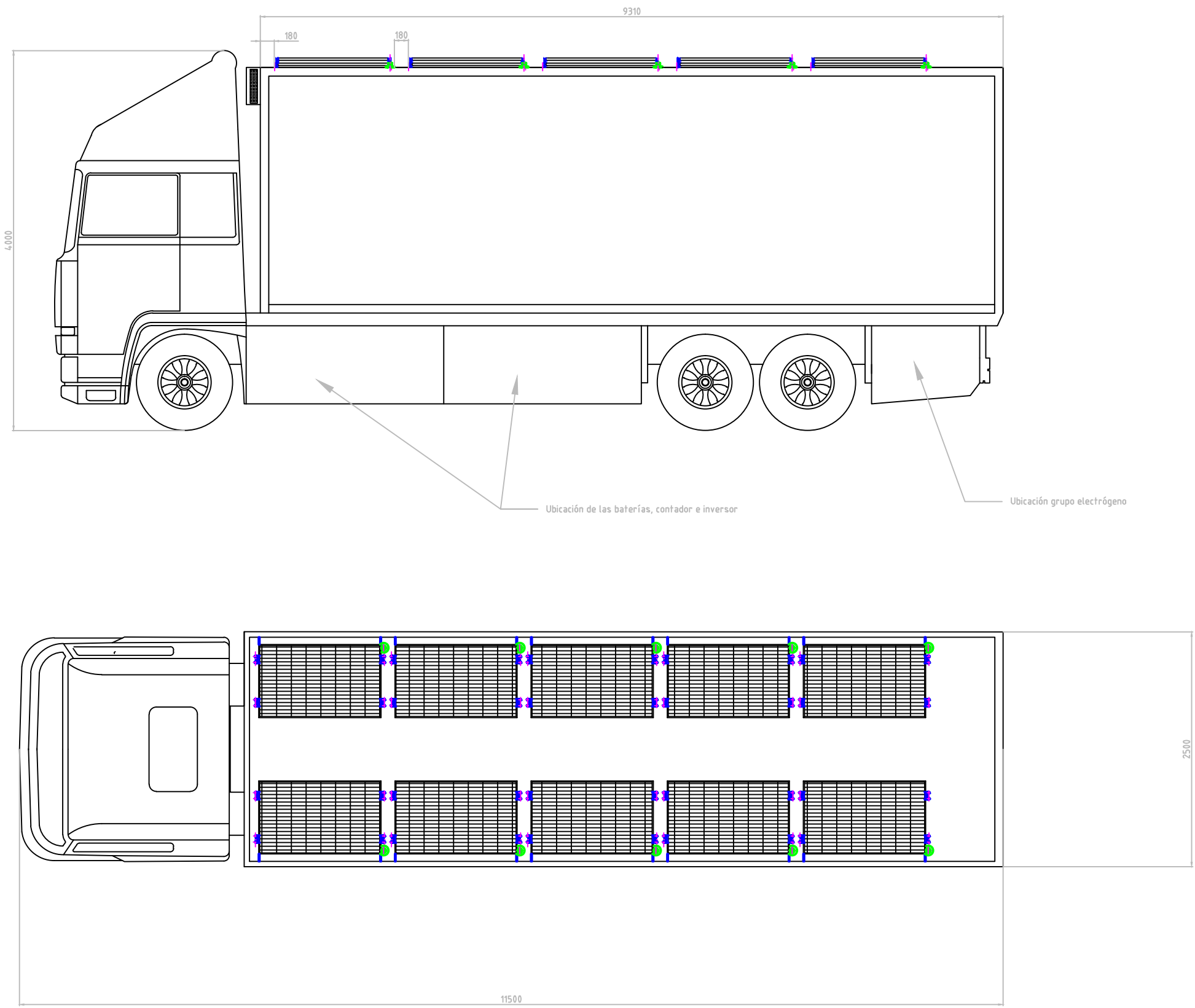
9.2.17 Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en

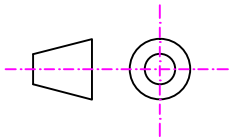
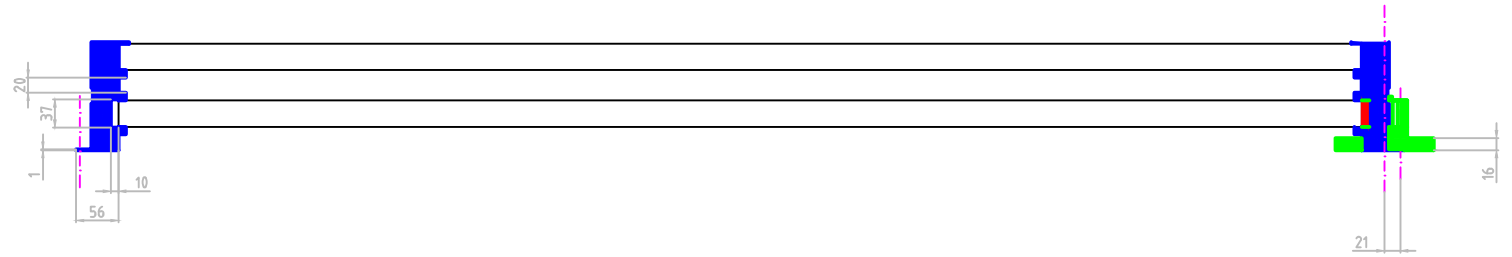
las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.



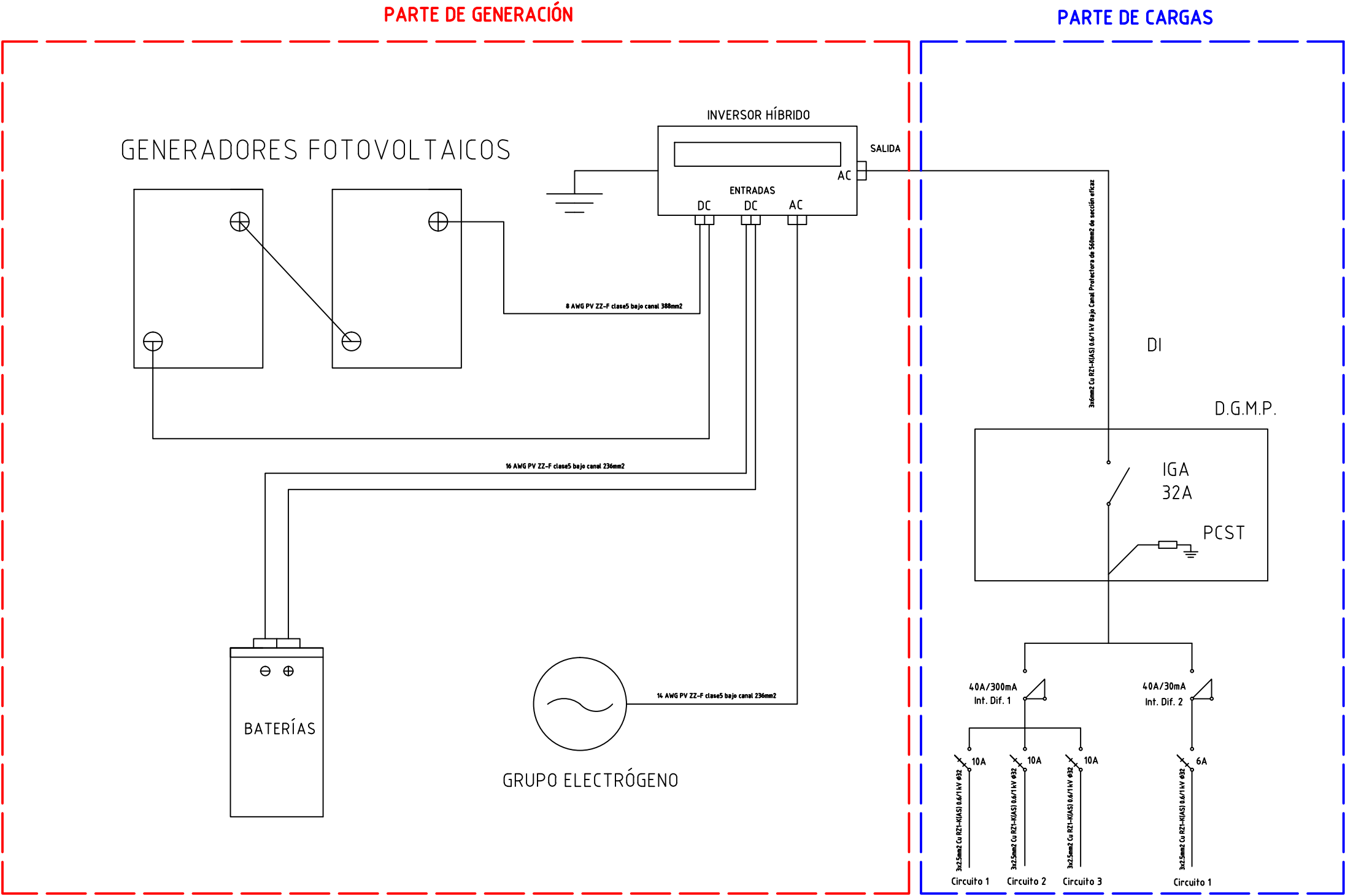
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		José Francisco		
COMPROBADO		Ruedas		
		Díaz		
ESCALA:	Proyecto de modificación de importancia de un camión de asistencia en competición energéticamente autónomo Distribución del camión y taller			Nº PLANO 1/4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		José Francisco		
COMPROBADO		Ruedas		
		Díaz		
ESCALA:	Proyecto de modificación de importancia de un camión de asistencia en competición energéticamente autónomo Ubicación del material en el camión			Nº PLANO 2/4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		José Francisco		
COMPROBADO		Ruedas		
		Díaz		
ESCALA: 1:10	Proyecto de modificación de importancia de un camión de asistencia en competición energéticamente autónomo Módulo y soporte móvil			Nº PLANO 3/4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		José Francisco		
COMPROBADO		Ruedas		
		Díaz		
ESCALA:	Proyecto de modificación de importancia de un camión de asistencia en competición energéticamente autónomo			Nº PLANO 4 / 4
	Esquema unifilar instalación			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR: