



ULL

Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Grado en ingeniería electrónica industrial y automática

Alumno: Luis Alejandro Páez Álvarez

Tutor: Benjamín González Díaz

Fecha: 01/09/15





ULL

Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Capítulo 1: Memoria descriptiva

Índice

Capítulo 1: Memoria Descriptiva	7
1. Aspectos Generales.....	8
1.1 Introducción.....	8
1.2 Objetivos.....	10
1.3 Titular de la instalación	11
1.4 Emplazamiento de la instalación	12
1.5 Legislación aplicable.....	14
2. Descripción técnica de la instalación solar fotovoltaica.....	19
2.1 Maneras de afrontar el proyecto.....	19
2.2 Relación de componentes de la instalación fotovoltaica	23
2.3 Descripción de los equipos	24
2.3.1 Módulos fotovoltaicos.....	24
2.3.2 Baterías	26
2.3.3 Inversor.....	27
2.3.4 Cableado	28
2.3.5 Zanjas y canalizaciones	29
2.3.6 Protecciones.....	29
2.3.7 Estructura soporte.....	30
2.3.8 <i>Cargadores</i>	31
2.3.9 Toma a tierra	33
3. Conclusion.....	34

Índice de tablas

Tabla 1: Lista de vehículos eléctricos usados para el estudio.....	18
--	----

Índice de figuras

Figura 1. Emplazamiento de la instalación.....	12
Figura 2: Tipos de instalaciones fotovoltaicas.....	22
Figura 3: Colocación módulos fotovoltaicos.....	24
Figura 4: Bornes de conexionado MC4 y placa solar Quartech Canadian Solar	25
Figura 5: Baterías de Ión-Litio Intensium max, Fabricante Saft	26
Figura 6: Inversor Gamesa 100 kW.....	27
Figura 7: Cargador CHAdeMO	32
Figura 8: Cargador CHAdeMO + COMBO + Tipo 2.....	32
Figura 9: Cargador de motos eléctricas	33

Agradecimientos

"Darle gracias a mi familia, a mis padres por habérmelo dado todo y hacer posible este sueño, a mi abuela por ese apoyo incondicional desde pequeño y por siempre haber confiado en mí, y a mi hermano por toda la ayuda que me ha brindado y por quién probablemente haya empezado esta carrera, muchas gracias a todas las personas que hicieron posible esto, porque sin ellos no hubiese llegado nunca hasta aquí,

Muchas gracias"

Capítulo 1: Memoria Descriptiva

1. Aspectos Generales

1.1 Introducción

Uno de los temas más importantes del momento es el final de las energías fósiles y el comienzo de una nueva era de energías renovables.

Desde muchísimo antes de que hubiésemos inventado el término “Energías Renovables”, nuestros antepasados usaban este tipo de energía para aprovechar el sol en construcciones, para navegar a vela, para los molinos de viento o de agua, sin embargo, con la revolución industrial se volvió a dejar de lado estas energías “azarosas” para centrarse en los motores térmicos y eléctricos.

Unos 150 años después de esta revolución nos damos cuenta que esta industrialización del entorno y la explotación de las energías procedentes de la tierra están haciendo que los recursos, en este caso combustibles fósiles, se acaben y que el planeta se vea en peligro, por ello, se produjo el auge de las energías renovables para así poder generar energía “sin” perjudicar el planeta.

Esta escasez de combustibles fósiles hace que mucha de nuestras industrias peligren, pero una de las que más es afectada por este tipo de problemas es la industria automovilística.

El principal ítem de este proyecto es estudiar la posibilidad de creación de estaciones de recarga de coches eléctricos, que no funcionen con combustibles fósiles, y además hacer esta instalación con energías renovables para que sea autosostenible, una especie de “gasolinera verde”.

Análisis y diseño de cargadores rápidos...

Esta implementación depende de muchas cosas como de la normativa implicada, intereses enfrentados de las petrolíferas, implicación de los ciudadanos y la economía del entorno.

Un coche eléctrico no está al alcance de cualquiera, y en esta situación de crisis poca gente se parara a pensar sobre si comprarse un coche que no perjudique el medio ambiente porque seguramente estén más interesados en otro tipo de características, además, si la ciudadanía no se ve implicada con el uso de energías renovables y en general energías limpias y ahorro energético, será más difícil poder implementar una mayor concienciación social-energético

En España no se promueve la política pro-Renovables ya que muchas de las normativas lo que hace es impedirte o dificultarte el uso de estas, esto sumado a que las empresas de energías fósiles seguramente sean las mismas que invierten en energías renovables, y en cierta parte (al menos en lo referente a España) no les conviene abandonar los combustibles fósiles, este es uno de los principales problemas, pero para empezar a profundizar un poco, estudiemos un poco el mundo de los vehículos eléctricos.

1.2 Objetivos

El objetivo principal es dar una idea de cómo tiene que estar organizada y formada una infraestructura de recargas para cuatro cargadores de coches eléctricos y cuatro de motos en Tenerife, que es una isla donde se ha implementado muy poco sobre VE's.

Analizando la situación de la movilidad eléctrica en Tenerife nos damos cuenta de que en toda la provincia existen veinticuatro puntos de recarga, donde veinte son en Tenerife, de esos veinte, ocho son públicos en los que además solo seis tienen para recarga de coches eléctricos, estos puntos no suelen ser de recarga rápida sino de recarga lenta, por lo tanto, ¿Qué tenemos?

Realmente se podría decir que somos prácticamente nulos en cuanto a movilidad eléctrica pública, una pena siendo una isla con unas energías renovables tan puras y siendo una isla no tan grande para este tipo de movilidad.

Vemos la mala situación de movilidad eléctrica en la isla y de ahí la necesidad de tener una estación de servicio pública y fiable para poder recargar los VE's de manera eficiente, cómoda y apta para todo el mundo.

Para realizar correctamente el desarrollo de este proyecto nos centramos en los siguientes objetivos:

- Explicar y estudiar los métodos de recarga de vehículos eléctricos así como sus baterías para comprender el proceso.
- Estudio de la normativa actual sobre el vehículo eléctrico y ver cómo afecta a los sistemas de recarga rápida, sobre restricciones y mejoras en ellas.
- Análisis de la viabilidad de los vehículos eléctricos en Canarias.

Análisis y diseño de cargadores rápidos...

Implementaremos una estación de servicio como infraestructura de recarga de coches eléctricos con cuatro cargadores de coches y cuatro de motos, abasteceremos dicha instalación con energía solar, mediante la instalación de placas fotovoltaicas.

Dicha estación estará situada al sur de Tenerife en Arico y contará con aproximadamente una superficie de 9856 metros cuadrados, repartidos en un espacio de 154 x 64 metros. Esta instalación estará dividida en casi su totalidad en dos partes suministrando cada parte la mitad de la potencia necesaria.

1.3 Titular de la instalación

El titular de la instalación es la *Universidad de La Laguna*, la cual es la solicitante del presente proyecto.

1.4 Emplazamiento de la instalación

La instalación estará situada en el municipio de Arico, en Tenerife, ya que analizando la radiación solar obtenido en los distintos municipios según datos proporcionados por una página del Cabildo [1] es de los sitios más óptimos de la isla.

Se situará concretamente en calle La degollada con unas coordenadas geográficas:

28° 18' Norte

16° 49' Oeste

600 metros de altitud



Figura 1. Emplazamiento de la instalación

La superficie a utilizar son aproximadamente unos 9856 m^2 en ella, encontraremos dos superficies llenas de módulos fotovoltaicos, entre ellas se encontrarán el edificio que se corresponde a la estación de servicio y el parking al aire libre donde se cargarán los coches.

Análisis y diseño de cargadores rápidos...

La estación de servicio tendrá una parte donde se atenderá a los clientes (se podría plantear como una gasolinera actual) y una parte trasera donde estarán situadas las baterías, los inversores y las cajas de protección, cumpliendo debidamente la normativa implicada como el pliego de condiciones técnicas y las recomendaciones de los fabricantes.

1.5 Legislación aplicable

Reglamento electrotécnico de baja tensión (Real Decreto 842/2002, 2 de agosto de 2002):

- ITC-BT-09: Instalaciones de alumbrado exterior.
- ITC-BT-12: Instalaciones de enlace. Esquemas.
- ITC-BT-18: Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-19: Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.
- ITC-BT-23: Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-28: Instalaciones en locales de pública concurrencia.
- ITC-BT-29: Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión.
- ITC-BT-52: Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos.
- UNE 62196-1: "Bases, clavijas, acopladores de vehículo y entradas del vehículo. Carga conductiva de vehículos eléctricos. Parte 1: Carga de vehículos eléctricos hasta 250 A en corriente alterna y 400 A en corriente continua" Julio 2004.

UNE 61851-1: "Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Parte 1: Requisitos generales" Julio 2004.

UNE 61851-21: "Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Parte 21: Requisitos del vehículo eléctrico para conexión conductora en c.a./c.c" Diciembre 2002.

UNE 61851-22: "Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos. Parte 22: Estación de carga en c.a. para vehículos eléctricos" Diciembre 2002.

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red PCT-A-REV - febrero 2009

1.6 Abstract

The electric car and its introduction to our day is the center of this project.

One of the most important problems in the world, like we said before, it's the use of fossil fuels. This overexploitation of the fuels force us to search another way to get energy from our planet.

One of this ways it's through sun's energy, eolic, tidal, like we said renewal energies, but this project isn't about renewal energies, it's about electric vehicle which will become the next step in our planet's sustainability.

It will create a recharge electric vehicle central, where we can go with our EV (electric vehicle) and charge it in twenty minutes approximately, it depends of the car.

The advantage of this kind of installation is that mobility in Canary island are so ignored, someone need to take this type of ideas to get over fossil fuels, and ICE cars (internal combustion) to create a social awareness about the care of the environment.

This central will have four chargers of electric cars, and four electric motorbike chargers, it will be developed in a ground that has nearly $10000m^2$.

Chargers functioned thanks to 1860 solar panels because we decide use renewal energies in this project to defend our stand to care about contamination and environment.

1.7 Lista de vehículos eléctricos usados para el estudio

Para poder conocer bien autonomía tiempo de carga, y modos y conectores de los distintos coches eléctricos se ha intentado recopilar una lista de coches eléctricos que se usen en la actualidad para que sea un modelo fiel a seguir y pueda servir de ejemplo, esto no quiere decir que otros coches no funcionen, sin embargo a la hora de dimensionar y crear la instalación se han tenido en cuenta los factores de estos coches eléctricos para su estudio.

A pesar de que las recargas rápidas de coches eléctricos en general se realizan a 50 kW, y los coches que se pueden cargar con esta tecnología no son la mayoría, al menos aún, se ha intentado indagar en los modelos de coches usados y los que están en un momento de viabilidad más desarrollado quizás que otros modelos del mercado.

Además a parte de la recarga rápida de coches eléctricos a 50 kW, y ya que no siempre los ChaDeMo son los conectores usados, se le quiere dotar de cierta versatilidad a la estación de servicio pudiendo cargar VE's en recargas rápidas sin ser ChaDemo o a 50 kW, además de incorporar a nuestras filas cargadores de motos eléctricas, que si que poseen unos tiempos reducidos en cuanto a las recargas lentas, sin embargo no poseen las características de recargas del modo 4.

Parece contradictorio ya que hace un par de capítulos hablábamos de implementar solo recarga eléctrica, pero aprovechando que las cargas lentas de motos no son tan “lentas” (45 min ~ 120 min) dotamos de versatilidad nuestra estación haciendo así que más gente en la isla pueda usarla.

Tenemos que tener en cuenta que la autonomía de una batería a día de hoy de un coche eléctrico nos podrían dar para recorrer alrededor de 200 km, siendo positivos, y aun así todavía no se acerca a la autonomía actual de una batería de un coche de combustión interna, sin embargo como veremos más adelante, comparando el coste entre las cargas de los dos coches, terminen siendo más rentables.

Aquí dejamos la tabla con los VE's usados:

Modelo VE's	Tipo de vehículo	Potencia de carga (kW) (Rápida)	Tipo de Conector (usado)	Tamaño batería	Tiempo de carga (80%)
Nissan e-NV200	Coche	50	CHAdEMO	24 kWh	15-30 min
Volkswagen E-up	Coche	50/43	Combinado	18,7 kWh	15-30 min
Citroën C-Zero	Coche	50	CHAdEMO	14,5 kWh	15-30 min
Citroën Berlingo Electric	Coche	50	CHAdEMO	22,5 kWh	10-20 min
Mitsubishi i-MiEV	Coche	50/43	CHAdEMO / Cable SAE J1772	16 kWh	15-30 min
Renault Zoe	Coche	3	CableMennekes (modo 3)	22kWh	30-1 hora
KTM Freeride E	Moto	2,2	Tipo F , Schuko		35-50 min
Bereco ETON Plus	Moto	2,2	Schuko		30-45 min
Bereco Voltio	Moto	2,2	Schuko		90 min -2 h
Honda Motos EV-Neo	Moto	2,2	Schuko		40 min-1 h

Tabla 1: Lista de vehículos eléctricos usados para el estudio

2. Descripción técnica de la instalación solar fotovoltaica

2.1 Maneras de afrontar el proyecto

Aunque no hemos definido qué tipo de instalación realizaremos, plantearemos las optativas que se barajaron durante el proyecto y explicaremos por qué o los porqués del que no hayan sido la decisión definitiva.

Desde el principio existieron tres alternativas:

Instalación realizada con conexión a la red y sin energía renovable.

Instalación aislada de la red con energías renovables.

Instalación con energías renovables conectada a la red.

Instalación realizada con conexión a la red y sin energías renovables.

Probablemente sea el más sencillo de implementar y el más viable económica y socialmente ahora mismo en la isla, ya que las energías renovables no reciben suficientes ayudas aún en Canarias.

Cada cargador de VE con recarga rápida consume alrededor de 50 kW un consumo muy grande si lo comparamos con otras industrias, es cierto que tendríamos que tener una instalación con bastante potencia, de media o alta tensión para poder alimentar dicha estación de servicio, pero esta opción fue descartada inmediatamente ya que, precisamente estamos trabajando en una estación de servicio para coches eléctricos promoviendo así el uso tanto de energías renovables como energías limpias, todo lo que no implique el uso de combustibles fósiles, o al menos reduzca éste.

Debido a esta razón principal esta opción se descartó.

Instalación aislada de la red con energías renovables.

Esta instalación es costosa, ya que requiere una inversión inicial mayor que las otras dos, se basa en cubrir todas nuestras necesidades energéticas a partir de la energía que capturemos del entorno sin tener posibilidad de compartir energía con la red eléctrica.

Para ello debemos asegurar que en cualquier momento la infraestructura de recarga sea capaz de cubrir todas las necesidades, es decir, el peor mes del año, y el día que haga más frío, menos viento, el día con las condiciones más desfavorables el sistema también tendrá que cumplir.

Esta manera de calcular los elementos de una instalación a partir de los días más desfavorable, es positivo en el sentido de que nunca, dicho sistema, se quedará corto de energía, sin embargo, creará un sobredimensionamiento que se podría resolver con otras alternativas, sin embargo que en este caso es difícil no perder esa energía de sobra, se podría usar la energía sobrante esos días para alguna otra tarea no contemplada en este proyecto por el cual esa energía no se perdiese.

Instalación con energías renovables conectada a la red.

Más de un 90% de los generadores fotovoltaicos están conectados a la red de distribución eléctrica y vierten a ella su producción energética. Esto evita que instalaciones que necesiten baterías y constituyen una aplicación más directa y eficiente de la tecnología. Ya hay cientos de miles de sistemas fotovoltaicos conectados a la red que demuestran que la conexión a red es técnicamente factible y muy fiable.

En países como Alemania, Japón o EE.UU., un número cada vez más de personas y empresas están interesadas en instalar un sistema fotovoltaico y conectado a la red. Las motivaciones para dar un paso semejante son diversas algunos lo hacen para ganar dinero con la venta de la electricidad solar; otros para ahorrar electricidad en los picos de demanda o para dar estabilidad al consumo si el suministro que reciben es inestable; muchos otros justifican en todo o parte la inversión por conciencia

Análisis y diseño de cargadores rápidos...

ambiental. En todos los casos existe la motivación de contribuir a desarrollo de esta tecnología limpia.

Esta sería la opción ideal ya que cuando me sobre energía podría verterlo a la red, y si en algún determinado día o momento me faltase, podría integrar energía de la red en mi sistema, y así todos saldríamos ganando, se convertiría en un consumo mucho más constante para toda la población y además nos evitaríamos ese problema de dimensionamiento que nos lleva el dimensionar para el mes y día más desfavorable. Sin duda alguna, esta es la mejor opción, sin embargo no es la escogida, la pregunta es ¿Por qué?

Principalmente es debido al artículo 11 del RD 1699/2011 y es que debido a éste artículo si conecto a la red mi instalación no podré usar baterías ni tampoco podré entregarles mi exceso de energía si tengo, por tanto, prácticamente nos imposibilita el uso de este tipo de instalación conectada a la red, y aun siendo con mucha diferencia la mejor optativa y la más viable debemos rechazarla por la normativa vigente en el país de actuación.

[Artículo 11.

Condiciones técnicas de carácter general.

1. El funcionamiento de las instalaciones no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable. Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

2. En el caso de que la línea de distribución se quede desconectada de la red, bien sea por trabajos de mantenimiento requeridos por la empresa distribuidora o por haber actuado alguna protección de la línea, las instalaciones no deberán mantener tensión en la línea de distribución.

3. Para establecer el punto de conexión a la red de distribución se tendrá en cuenta los criterios recogidos en el anexo I de este real decreto.

4. En el circuito de generación hasta el equipo de medida no podrá intercalarse ningún elemento de generación distinto del de la instalación autorizada, ni de acumulación.

Análisis y diseño de cargadores rápidos...

5. En el caso de que una instalación se vea afectada por perturbaciones de la red de distribución se aplicará la normativa vigente sobre calidad del servicio.]

La opción por la que al final se decidió optar a pesar de no ser la más favorable económicamente y ser la que cuya instalación sea más complicada y mayor inversión inicial, es la única manera de crear una instalación que queremos que sea lo más “limpia” posible.

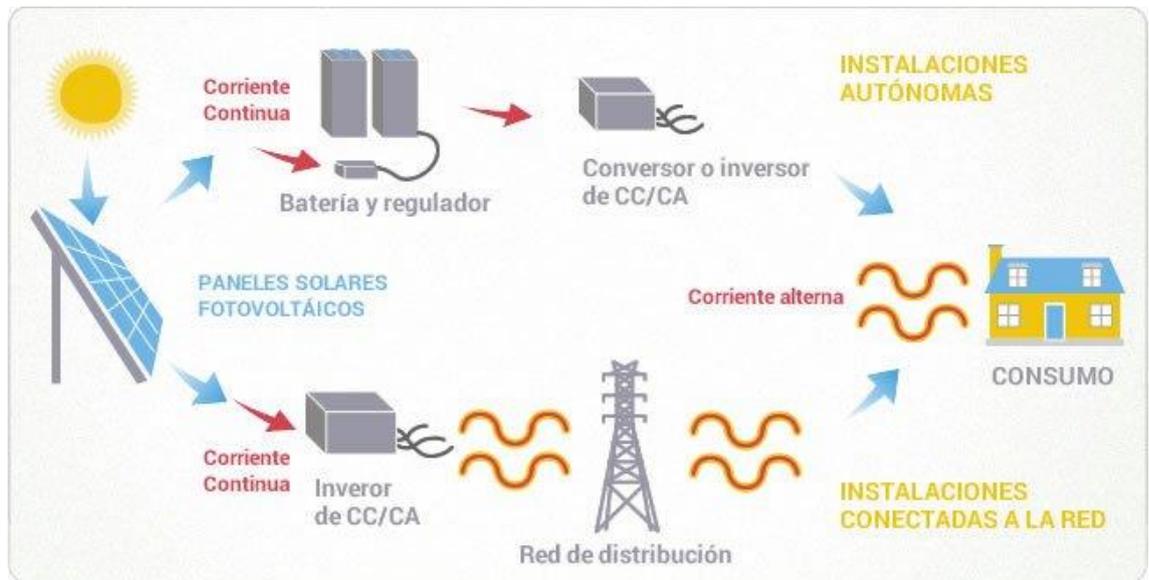


Figura 2: Tipos de instalaciones fotovoltaicas

2.2 Relación de componentes de la instalación fotovoltaica

Como narramos anteriormente, nuestra instalación se compone de tres cargadores de 50 kW, uno de 43 kW y tres cargadores de moto de 2,2 kW. La potencia instalada será de 200 kW.

Se ha conseguido producir lo suficiente con 1860 módulos de placas fotovoltaicas organizadas dos grupos de 930 placas cada una. La instalación tendrá una potencia mayor de 200 kW, constará de hecho con 6 baterías saft de Ión-Litio Intensium max, creando una pila de baterías que pueda captar toda la energía. Cada grupo de módulos FV tendrá conectada grupos de tres de estas baterías. No nos hará falta reguladores de carga ya que vienen implementados en la propia batería

Nuestra instalación tiene 200 kW, por tanto, hemos usado dos inversores de una potencia algo mayor a 100 kW, y cada cual estará conectado a receptores que requerirán una potencia aproximada de unos 100 kW.

Se usarán cables de polietileno reticular, cables de $2,5 \text{ mm}^2$ para conectar las placas entre sí, cables de 300 mm^2 para llevar desde los dos grupos de módulos fotovoltaicos hacia la caja de protección de continua. Seguirán los cables de 300 mm^2 hasta las baterías desde donde saldrán ahora cables de 50 mm^2 , los cables que van desde los inversores hasta los receptores tendrán que soportar 84 A, por tanto deberán tener un diámetro de 25 mm^2 , las mediciones de dichos cables estarán representados en el apartado correspondiente.

La luminaria implementada en la instalación cumple con la normativa vigente, iluminando los pasillos de las matrices de los módulos, mientras que dentro de la estación de servicio se cumple con una iluminación de 200 lux.

En el resto de la instalación se colocarán cajas de protecciones antes de entrar a la batería y antes de los receptores. Como veremos más adelante habrán cuartos de contadores al salir de la caja de protección, y un contador en cada receptor de carga.

2.3 Descripción de los equipos

2.3.1 Módulos fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos que se implementarán son de la empresa Canadian solar, modelo Quartech de 270 W.

En total para suplir la demanda de energía se colocarán 1860 placas organizadas en dos matrices de 20 paneles en serie, y 47 en paralelo (las últimas colocadas en paralelo solo poseen 10 placas y no 20). Estas matrices serán independientes unas de otras, cada una estará conectada a una serie de baterías y a un inversor, aunque luego en el cuadro general se encuentren cada una alimentará aproximadamente una potencia de 100 kW usados durante periodos de 8h (800 kW/h cada grupo).

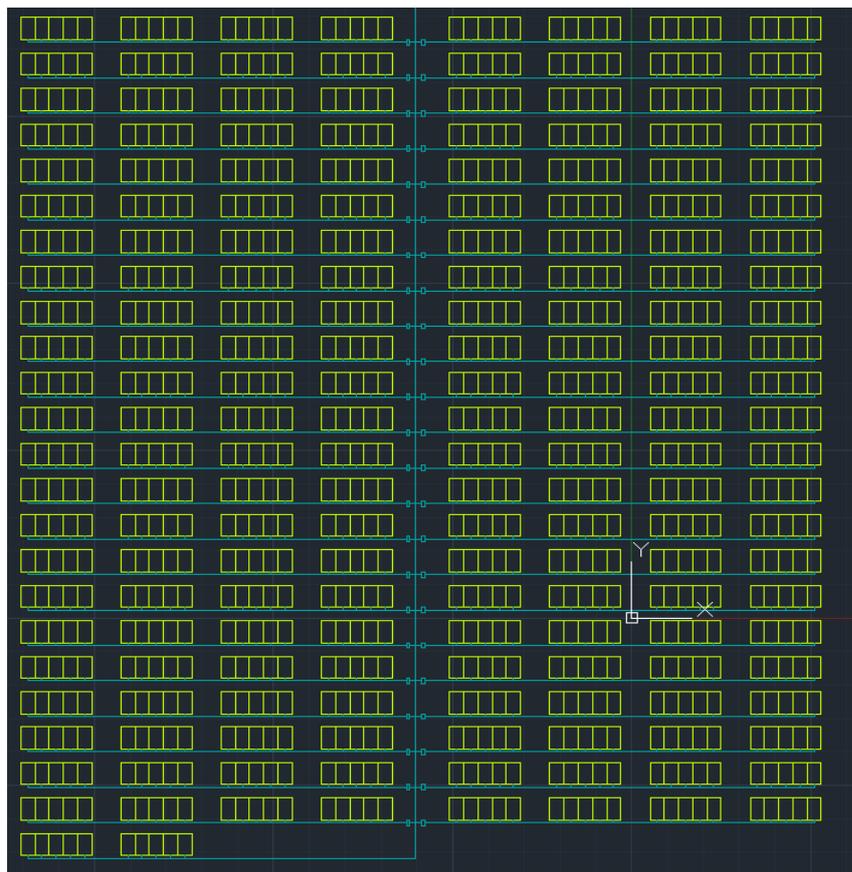


Figura 3: Colocación módulos fotovoltaicos

La conexión entre cada uno de los modulo se realizara mediante unas cajas de registro situadas entre los distintos paneles y además cajas más grandes situadas cerca de la rama central.

En estas cajas de registro se encuentran los bornes de conexionado mediante los cuales se realizan las conexiones serie o paralelo de los módulos, estos bornes de conexionado son del tipo MC4.



Figura 4: Bornes de conexionado MC4 y placa solar Quartech Canadian Solar

Estos módulos estarán orientados hacia el sur, el sur real, no el sur magnético que captan las brújulas ya que este está algo desviado. Además estas placas poseerán una inclinación de $38,18^\circ$ en invierno, y $18,18^\circ$ en verano para aprovechar el máximo la radiación solar, es decir aproximadamente unos 10° más "inclinado" en invierno, y 10° menos en verano.

Esta inclinación junto con la orientación hace que obtengamos aproximadamente un veinte por ciento más de radiación que la que captamos en los datos iniciales (teniendo en cuenta también el PR (performance Ratio) del módulo fotovoltaico, alrededor de 0,8).

Análisis y diseño de cargadores rápidos...

2.3.2 Baterías

Las baterías son los elementos que almacenarán la energía extraída de los módulos fotovoltaicos y mediante una regulación de la intensidad se produce una carga óptima de la batería, que más tarde podrá ser extraída por el sistema, en el anexo justificativo, especificamos más sobre el funcionamiento de este elemento de la instalación.

En nuestro caso hemos usado baterías Ion-Litio, son algo caras y extensas pero son las mejores para estos casos, hemos usado baterías de fabricante SAFT modelo Intensium Max, las características principales de esta batería se encuentran en el *Anexo 4.2*. Esta batería viene implementada con regulador de carga, es decir no es necesario que añadamos a la instalación reguladores de carga externos ya que ella misma regula su propia intensidad para el correcto cargado de dichas baterías, se ha escogido esta batería para tener la instalación organizada en grupos grandes de manera que las características de entrada del cableado en la batería están en torno a 700 V y 427 A. Se implementarán seis de ellas de las cuales estarán conectadas en grupos de tres en paralelo.



Figura 5: Baterías de Ión-Litio Intensium max, Fabricante Saft

2.3.3 Inversor

En la instalación el inversor tendrá que soportar las características de salida de la batería a parte de 200 kW de potencia, por ello hemos escogido dos inversores de 100 kW (~ 120 kW) en los que entrará la entrada conectada a tres de las baterías dando lugar a una red trifásica de 400V perfecta para implementar nuestros cargadores.

Cabe destacar que estos inversores tienen que ser capaces de soportar las características de la red al salir de la batería.



Figura 6: Inversor Gamesa 100 kW

2.3.4 Cableado

Primero hablaremos sobre los cables que conectan los módulos fotovoltaicos entre ellos mismos, como solo tienen que soportar una intensidad de 9,19 A, bastarán con cables de $2,5 \text{ mm}^2$, y habrán 3290 m.

Los cables que irán desde la recolección del paralelo, mediante las cajas de registros, a las protecciones en continua para pasar a las baterías deben aguantar 427 Amperios, debido a que se desea que estos cables vayan en canales bajo tierra deben ser del tipo D, cumpliendo así con la normativa el cable debe de tener 300 mm^2 y ser de polietileno reticular, además ambos cables tendrán aproximadamente una longitud de unos 160 m.

Los cables que van desde baterías hasta los inversores deben soportar una intensidad de 261,8 A si saliese solo un cable, al salir dos cables cada uno hacia un inversor debe aguantar una intensidad de 130,9 A así que hemos escogido cables tipo B2 empotrados de un diámetro de 50 mm^2 , aproximadamente medirán entre 7 u 8 metros.

A la salida del inversor tendremos una salida de 100 kW a 400 V de tensión de línea, tendremos una Intensidad de línea de 145 A, que si multiplicamos por $\sqrt{3}$ convertiremos en intensidad de fase que es la que deberá soportar cada cable. Esta intensidad es de 84 A el cable que va al cuadro deberá de ser tipo B2 de 25 mm^2 , y no medirán más de 3 metros.

Estos cables atraviesan la caja general de protección y van hacia los dos circuitos principales de receptores uno constituido por dos cargadores de 50 kW (100kW) y otro con un cargador de 50 kW, uno de 43,6 kW y tres cargadores de 2,2 kW de moto (100,2 kW). La longitud del cable más larga de dichos circuitos son 29 metros para el circuito de la derecha, (Ver Capítulo 2: Planos) y 32,5 m el circuito de la izquierda.

Si tenemos en cuenta un FP de 0,9, deberíamos implementar cables de 75 mm^2 , aunque solo se haría por seguridad ya que éstos están ya algo sobreprotegidos, sería una opción, en nuestro caso los pondremos de 50 mm^2 .

2.3.5 Zanjas y canalizaciones

En la instalación, debemos de disponer de zanjas suficientes como para enterrar todos los cables en las canalizaciones necesarias, habrá una zanja hecha en cada grupo de 20 módulos fotovoltaicos para organizar cables y resguardarlos, dichas zanjas medirán 35 m y habrán 94 zanjas.

Además esa zanja se unirá a una caja de conexionado para que dichos cables se conecten a su vez a una franja central que hay en medio de las dos áreas de módulos, dicha zanja ocupará todo este cable y además seguirá hasta llegar a la pared del edificio de la estación de servicio para entrar al cuadro de protecciones de continua, habrá dos zanjas de estas características y cada una medirá unos 45 m.

Bajo dichas zanjas se encontrarán las canalizaciones que llevan los cables pertenecientes a la instalación. En dichas canalizaciones no podremos poner juntos los cables positivos y negativos provenientes de las placas fotovoltaicas por normativa, así que colocaremos dos canalizaciones para separar los positivos de los negativos (ver Anexo 4.5 Esquema unifilar)

2.3.6 Protecciones

Los dispositivos de corte deberán poseer un poder de corte mayor a 30 kA, además deberán soportar una intensidad mayor a la que pueda circular por ambos cables que es 450 amperios.

La instalación constará con un fusible para cada parte de la instalación NH3 que aguantará 630 amperios, dos contadores después de cada inversor respectivo, dos magneto térmicos antes de derivar a los receptores, y en cada receptor se tendrá un contador propio para llevar la medida de lo gastado y cumpliendo con la normativa, y magneto térmico y diferencial antes de cada cargador por medida de seguridad.(ver Capítulo 2: 5. Diagrama unifilar).

2.3.7 Estructura soporte

Se usaran unos soportes ajustables y que resisten estar al aire libre, modelo Triángulo de k2 para superficies planas de inclinación regulable, donde existen diversas medidas, nosotros hemos escogido el de 5,40m para que nos quepan 5 módulos FV en cada soporte de manera horizontal, por tanto tendremos en cada grupo tendremos 332 soportes correspondientes a las 1160 placas de cada grupo.

Estos soportes son regulables manualmente de manera que en los cambios de estaciones, más concretamente verano-invierno, invierno-verano, se deberá proceder a un proceso de ajuste para que el sistema siga captando la mayor energía posible. Estas estructuras de soporte cumplen con las exigencias establecidas en el pliego de condiciones técnicos de la IDAE.

2.3.8 Cargadores

Hemos hablado de recarga rápida y de versatilidad, pero como vemos en la tabla 2 , si quisiésemos implementar infraestructura de recarga para dichos vehículos tendríamos que tener varios tipos de conectores.

Por ello se ha buscado entre los cargadores que hay por internet cargadores que funcionen bien con CHAdeMO ya que es la tecnología que mejor está funcionando a día de hoy, pero sin perder versatilidad pudiendo cargar vehículos con otro tipo de entradas e incluso motos eléctricas.

Los cargadores escogidos poseen una serie de características que nos hacen interesante esta elección:

Fiables: diseñados según la normativa vigente para cuidar la batería del vehículo.

Seguros: sistemas antirrobo de energía.

Fáciles de usar: con menús muy sencillos.

Inteligentes: Permiten programar el momento de la carga, la identificación de usuario, la comunicación con el vehículo, aceptan órdenes a distancia, etc.

Homologados: por los principales fabricantes de vehículos y probados con todos los modelos existentes.

De diseño propio: actual y ergonómico.

Tele gestionada: para asegurar la inmediatez de respuesta ante cualquier incidencia.

Resistentes: se pueden colocar al aire libre.

Aquí dejamos los cargadores usados y sus hojas de características:



Figura 7: Cargador CHAdeMO

Este será el cargador más usado, ideal para carga CHAdeMO con interfaz para la gestión de la recarga (50 kW). Se usarán tres de este tipo.



Figura 8: Cargador CHAdeMO + COMBO + Tipo 2

Vemos que este cargador para los CHAdeMO no es tan bueno como el anterior, sin embargo se puede usar perdiendo algo de tiempo de recarga, y además también tenemos dos conectores más (Conector único combinado o CCS conector Mennekes, o Tipo 2). A pesar de ser inferior que el anterior, otorga versatilidad a la infraestructura

dotándolas de más tipos de conectores para los vehículos eléctricos de cuatro ruedas.



Figura 9: Cargador de motos eléctricas

Este es el cargador de motos que como vemos, solo posee una salida pero funcional en todas las motos eléctricas que hemos investigado.

Esta variedad de cargadores harán que nuestra estación de servicio, sirva como estación de recarga rápida durante casi cualquier hora del día, pero no se verá solo limitado a recargas con conectores CHAdeMO, ni a modo 4, así ampliaremos potencialmente la gente que usaría dicha estación.

2.3.9 Toma a tierra

Al ser un esquema TT, para calcular la toma de tierra tenemos que tener en cuenta el tipo de suelo en el que vamos a trabajar. La naturaleza del terreno en el que está situado el local es un terraplen cultivable poco fértil alrededor de unos 500 ohm·m.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Como nuestra a toma tierra quería que fuese menos a 30 ohmios, se ha estimado que la manera de obtener dicha resistencia en un terraplen cultivable poco fértil, sea colocar 9 picas de 2 metros con lo que al final tendremos 27,78 ohmios de resistencia a tierra, supliendo con las exigencias exigidas según la ITC-BT-18.

3. Conclusión

Como se ha visto durante el proyecto, en Canarias no existe una concienciación fuerte acerca de los vehículos eléctricos y creo que aún puede quedar algo de tiempo hasta que este tipo de vehículos se arraiguen al sistema.

Una de las razones que lleva a esta situación es que la economía de la población no está en su mejor momento y mucha gente no tendrá como prioridad que el próximo vehículo a adquirir sea eléctrico porque seguramente tengan otras prioridades entre las que seguramente estará el precio, y como se sabe bien, un coche eléctrico, ahora, no es lo más asequible.

Además de este factor, la desvinculación de Canarias con el vehículo eléctrico se le suma la dura política relacionada con las energías renovables.

Como se ha visto durante el proyecto, la imposibilidad de implementar baterías y conectarse a la red nos restringe posibilidades la cual probablemente nos hubiese ayudado a obtener más beneficio con nuestro proyecto, sin embargo, dicha prohibición de implementar baterías conectado a la red no es el único problema y es que, el precio de compra venta energía en las islas no favorece a los propietarios de infraestructuras de energías renovables, todo lo contrario. Aún con todo esto esta instalación es viable, y además si en el futuro queremos preservar algo más nuestro planeta creo que es la opción más favorable y acertada incluso a pesar de la dura normativa, cuando esto cambie probablemente la movilidad eléctrica se convertirá en una de las industrias pioneras ya que nos encontramos en un lugar ideal para estos dos factores, energías renovables y movilidad eléctrica.



ULL

Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Capítulo 2: Planos

Índice de planos

Plano nº1 - Plano de situación

Plano nº2 - Plano de emplazamiento

Plano nº3 - Plano de distribución

Plano nº4 - Plano de distribución acotado

Plano nº5 - Esquema unifilar 1

Plano nº6 - Esquema unifilar 2

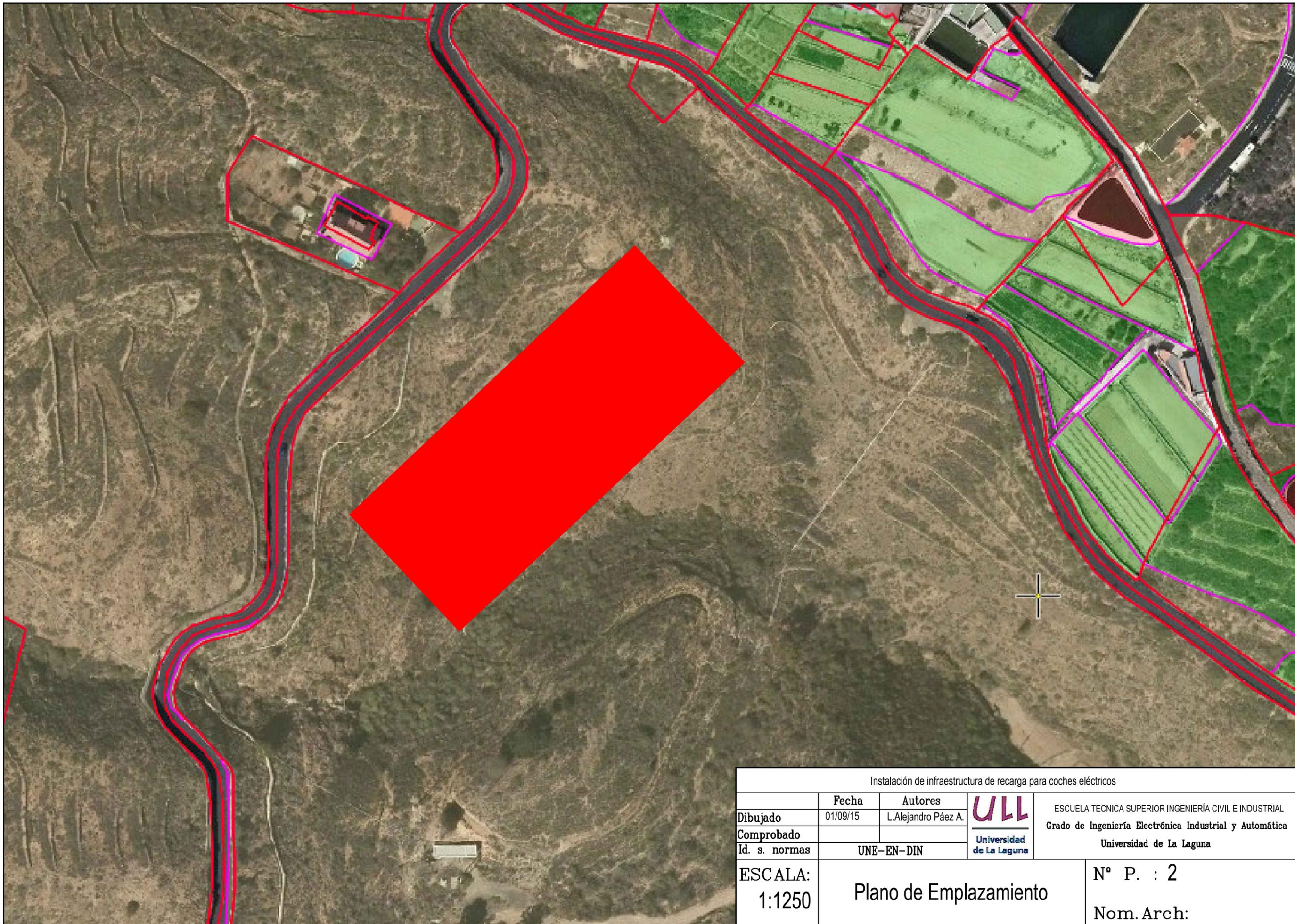
Plano nº 7 - Plano general de circuitos eléctricos y elementos



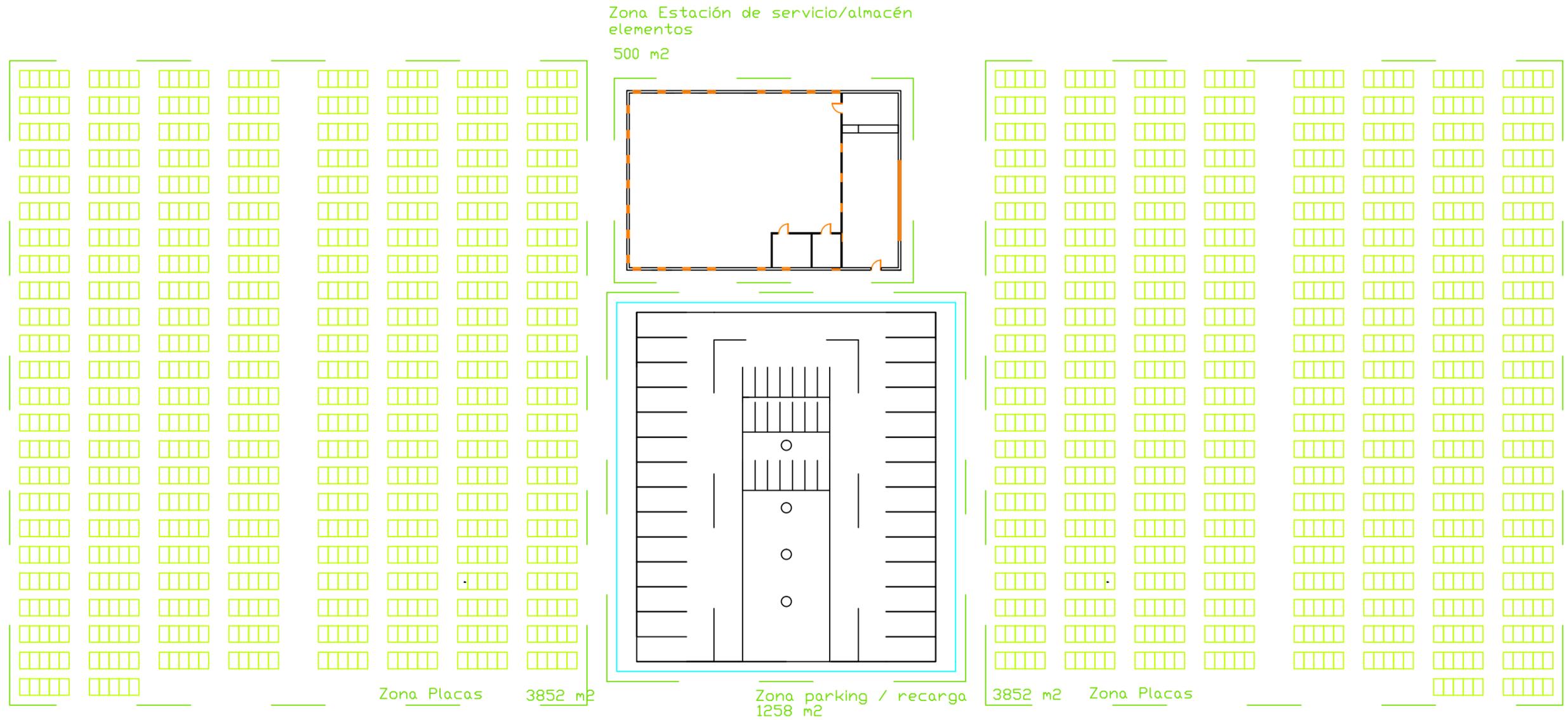
Instalación fotovoltaica de infraestructura de recarga para coches eléctricos

	Fecha	Autores		ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	01/09/15	L. Alejandro Páez A.		
Comprobado				
Id. s. normas	UNE-EN-DIN			
ESCALA:	1:5000		Plano de situación	

250m

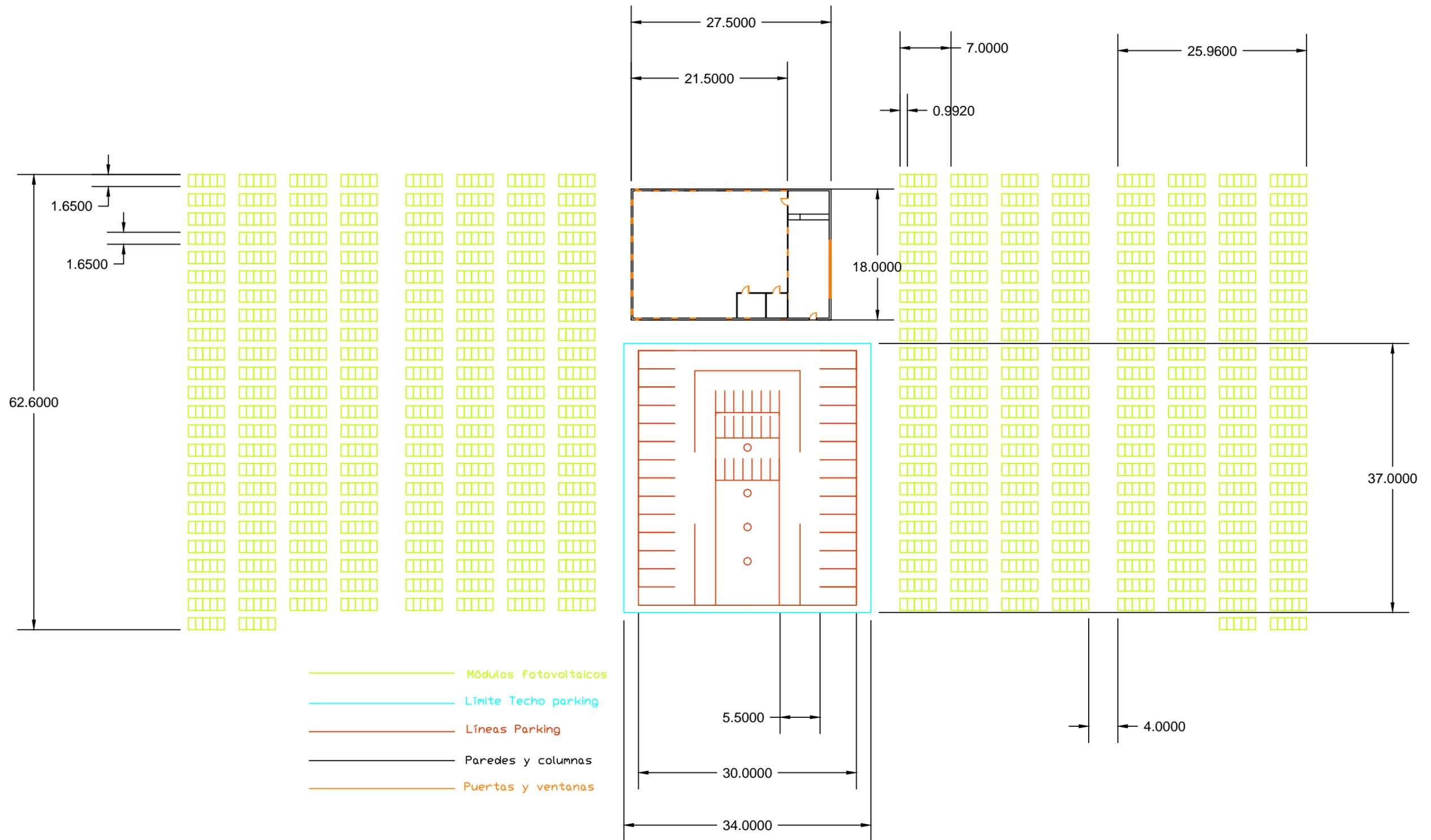


Instalación de infraestructura de recarga para coches eléctricos			
	Fecha	Autores	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	01/09/15	L.Alejandro Páez A.	
Comprobado			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:1250	Plano de Emplazamiento		Nº P. : 2 Nom. Arch:



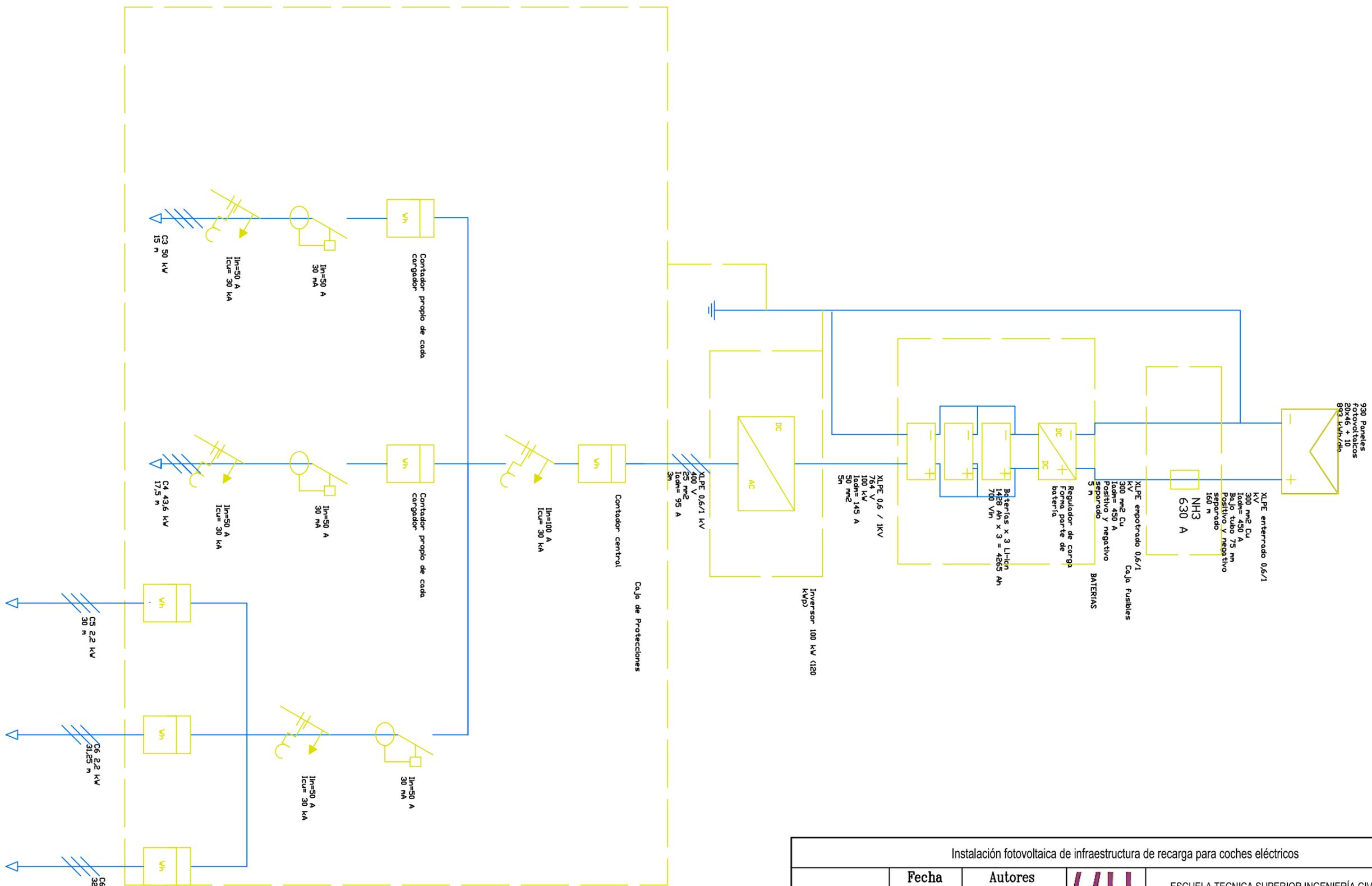
- Módulos fotovoltaicos
- Límite Techo parking
- Líneas Parking
- Paredes y columnas
- Puertas y ventanas

Instalación fotovoltaica de infraestructura de recarga para coches eléctricos			
	Fecha	Autores	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado	01/09/15	L. Alejandro Páez Álvarez	
Comprobado			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:450	Plano de distribución		Nº P. : 3
			Nom. Arch:

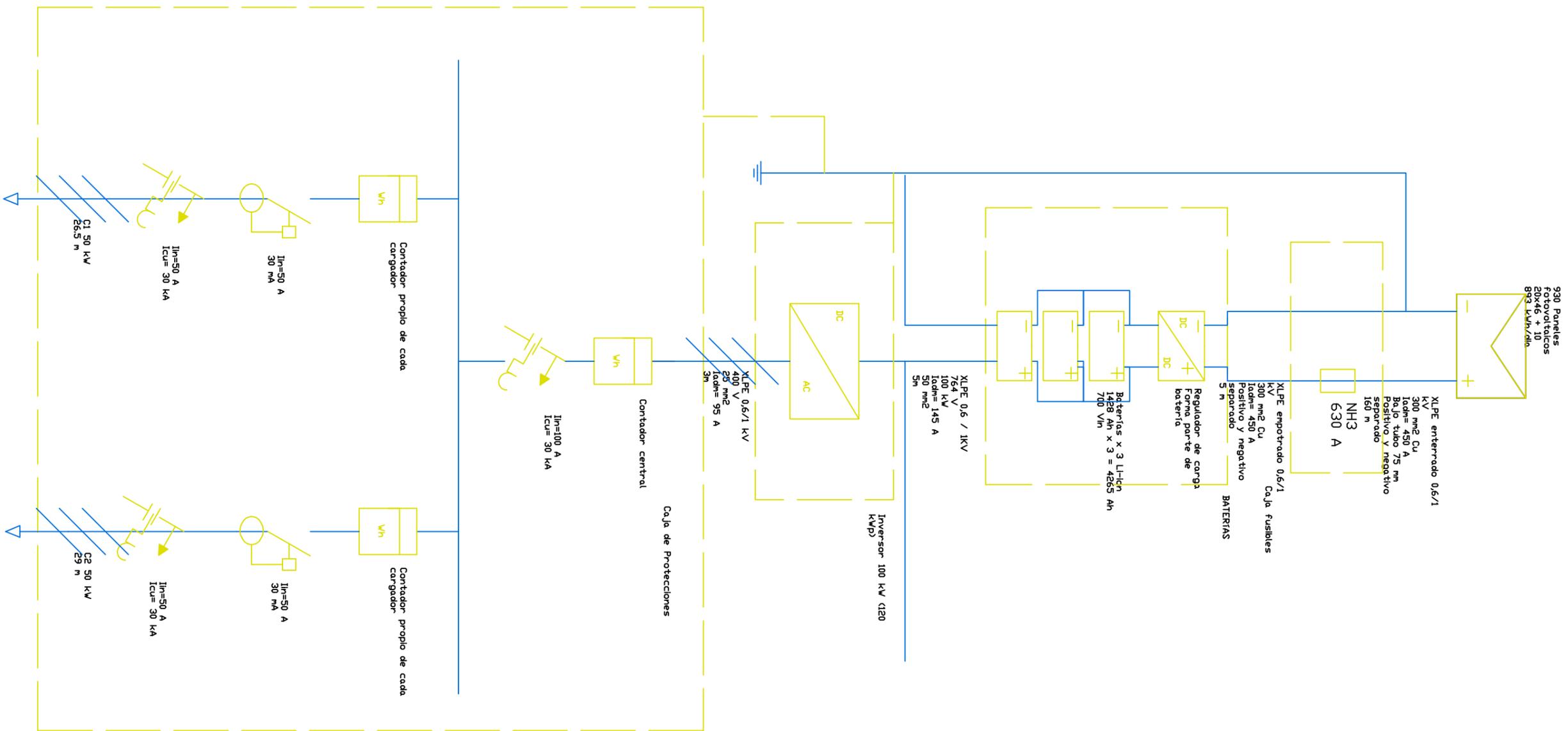


- Módulos fotovoltaicos
- Límite Techo parking
- Líneas Parking
- Paredes y columnas
- Puertas y ventanas

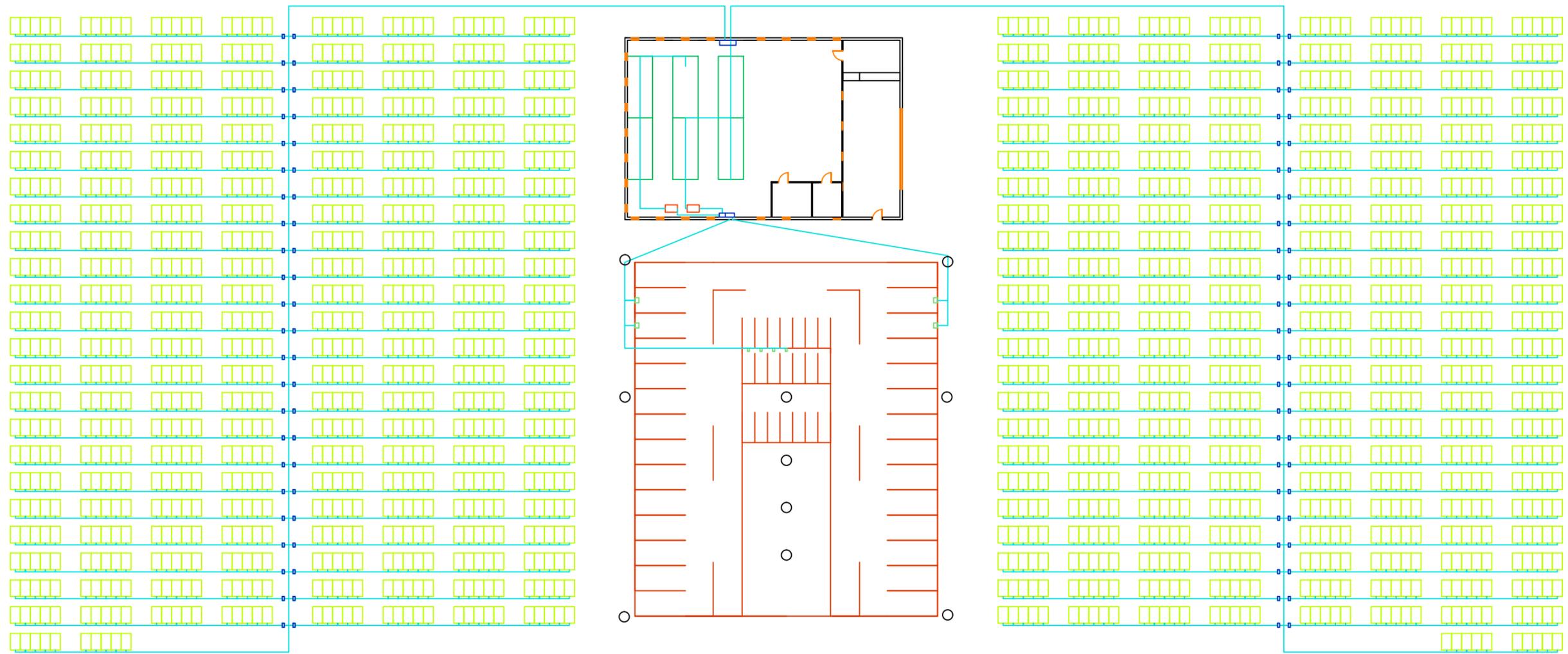
Instalación fotovoltaica de infraestructura de recarga para coches eléctricos			
	Fecha	Autores	
Dibujado	01/09/15	L. Alejandro Páez A.	
Comprobado			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:550	Plano de distribución acotado		Nº P. : 4 Nom. Arch:



Instalación fotovoltaica de infraestructura de recarga para coches eléctricos			
	Fecha	Autores	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Dibujado		L. Alejandro Páez A.	
Comprobado			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Esquema unifilar circuito 1		Nº P. : 5 Nom. Arch:



Instalación fotovoltaica de infraestructura de recarga para coches eléctricos			
Dibujado	Fecha	Autores	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado		L. Alejandro Páez A.	
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA:	Esquema unifilar circuito 2		N° P. : 6 Nom. Arch:



- Circuito/cables
- Cajas de protección/conexión
- Baterías
- Cargadores
- Inversores

Instalación fotovoltaica de infraestructura de recarga para coches eléctricos			
Dibujado	Fecha 01/09/15	Autores L. Alejandro Páez A.	 ESCUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Comprobado			
Id. s. normas	UNE-EN-DIN		
ESCALA: 1:450	Plano general de circuitos eléctricos y elementos		N° P. : 7 Nom. Arch:



ULL

Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Capítulo 3: Bibliografía

[1] http://www.agrocabildo.org/ESTACIONES_COMARCA.ASP

[2] BOE-A-2014-13681.pdf

[3][4] www.movele.es/index.php/mod.coches/mem.listado/re/menu.4

[5] www.endesavehiculoelectrico.com

www.hibridosyelectricos.com

www.electricocar.com

www.teslamotors.com

http://www.lugenergy.com/recarga-coche-moto-electrica/tipos-de-recarga-vehiculos-electricos

http://www.motorpasionfuturo.com/coches-electricos/tipos-de-conectores-tipos-de-recarga-y-modos-de-carga

http://www.recargacocheselectricos.com/la-nueva-tarifa-vehiculo-electrico/

http://www.boe.es/boe/dias/2014/02/01/pdfs/BOE-A-2014-1053.pdf

www.recargacocheselectricos.com

http://bibliografiadefotovoltaica.blogspot.com.es/



Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Capítulo 4: Anexos



ULL

Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Anexo 1: Memoria justificativa

Índice memoria justificativa

1. Vehículos eléctricos	3
1.1 Definición y tipos de Vehículos Eléctricos [2]	6
1.2 Tipos de carga	9
1.3 Modos de Carga [5]	11
1.4 Tipos de conexión del vehículo eléctrico	13
1.5 Funciones proporcionadas en cada modo de carga.....	14
1.6 Tipos de Conectores	15
1.7 Configuración infraestructura de recarga	19
2. Cálculos justificativos	20
2.1 Estimación de las necesidades. Demanda de energía	20
2.2 Radiación solar	21
2.3 Pérdidas y días de autonomía.....	24
2.4 Dimensionado de los elementos	27
2.4.1 Módulos Fotovoltaicos	27
2.4.2 Baterías	32
2.4.3 Inversores	39
2.4.4 Cableado	41
2.4.5 Toma a tierra	45
2.4.6 Regulador de carga	46

Índice de tablas

Tabla 1: Características de los modos de carga	12
Tabla 2: Datos reales Arico	22
Tabla 3 : Datos reales actuales de Arico.....	23
Tabla 4: Datos máximos de pérdidas en la instalación (IDAE).....	26
Tabla 5: Características de los tipos de batería.....	36
Tabla 6: Intensidad admisible en A, por cables soterrados bajo tubo (tensión asignada hasta 0,6/1kV).....	43
Tabla 7: Tabla A-52-1bis de la ITC-BT-19, Intensidades admisibles para cables conductores de cobre y aluminio	44

Índice de figuras

Figura 2: Tipos de coches eléctricos.....	6
Figura 3: Esquema Vehículo Híbrido eléctrico	7
Figura 4: Esquema vehículo eléctrico enchufable	8
Figura 5: Esquema vehículo totalmente eléctrico.....	9
Figura 6: Modo de carga 1	11
Figura 7: Modo de carga 2.....	11
Figura 8: Modo de carga 3	12
Figura 9: Modo de carga 4.....	12
Figura 10: Conector tipo schuko (doméstico)	15
Figura 11: Conector tipo SAE J1772.....	16
Figura 12: Conector tipo Mennekes	16
Figura 13: Conector combinación o CCS(combo)	17
Figura 14: Conector tipo Scame	17
Figura 15: Conector tipo CHAdEMO	18
Análisis y diseño de cargadores rápidos...	3

Figura 25	25
Figura 26: Tipos de radiación solar	28
Figura 27: Esquema radiación solar incidiendo en placa	29
Figura 28: Esquema radiación solar incidiendo en corteza terrestre	30
Figura 29: Esquema batería plomo-ácido	34
Figura 30: Esquema funcionamiento batería Níquel - Hidruro metálico.....	35
Figura 31: Esquema batería ión-litio	36
Figura 32: Regulador de carga.....	47

Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Separación entre placas.....	25
Ecuación 2: Energía que capta un panel en horizontal	30
Ecuación 3: Energía que capta un panel, con PR y aprovechando la inclinación	31
Ecuación 4: Número de placas	31
Ecuación 5: Energía producida al día	31
Ecuación 6: Número de placas máximo en paralelo.....	37
Ecuación 7: Máximo número de placas en serie	37
Ecuación 8: Intensidad y voltaje entrante en baterías.....	37
Ecuación 9:Capacidad necesaria.....	38
Ecuación 10: Capacidad de la batería usada.....	38
Ecuación 11: Número de baterías usadas	38
Ecuación 12: Intensidad eléctrica saliente de batería	40
Ecuación 13: Sección según la caída máxima de tensión.....	41
Ecuación 14: Resistencia necesaria en toma a tierra	45
Ecuación 15: Número de picas necesarias según resistencia.....	46

Ecuación 16: Resistencia de la toma a tierra final 46

1. Vehículos eléctricos

Un coche eléctrico es aquel que se impulsa con la fuerza que produce un motor alimentado por electricidad.

Un motor eléctrico transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. El elemento conductor que tienen en su interior tiende a moverse cuando está dentro de un campo magnético y recibe corriente eléctrica.

Los motores eléctricos ofrecen muchas ventajas frente a los de combustión, empezando por un menor tamaño y peso, además de una mayor sencillez técnica.

Su utilización presenta ventajas desde el punto de vista medioambiental, ya que permite disminuir el nivel de emisiones de CO₂ a la atmósfera.

1.1 Definición y tipos de Vehículos Eléctricos [2]

Desde el comienzo de los coches eléctricos hemos pasado por diversos tipos diferenciados según la tecnología usada y según prestemos atención al grado de participación del motor eléctrico y posibilidades de carga.

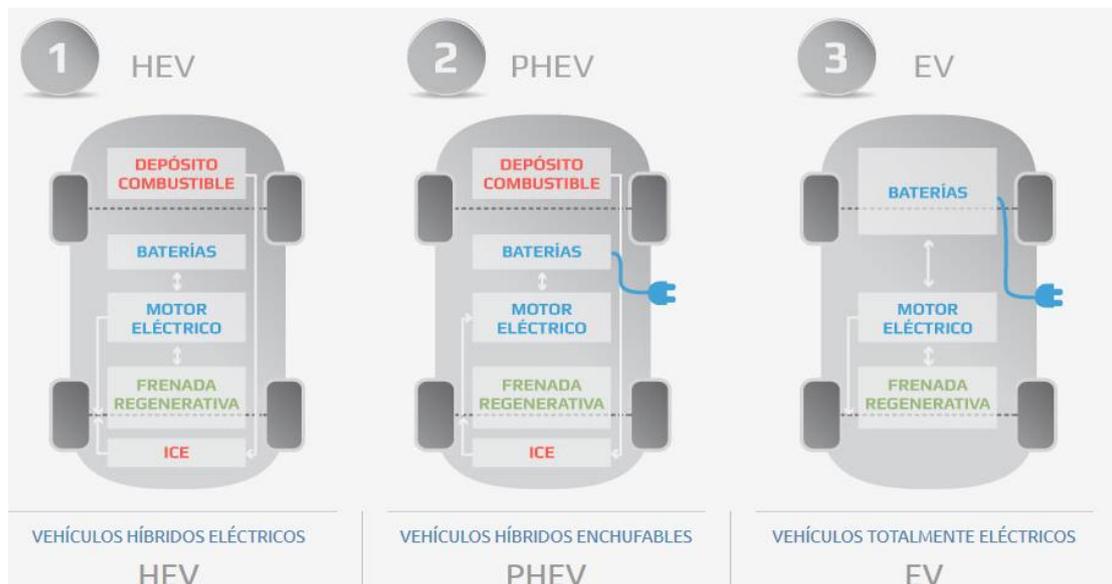


Figura 1: Tipos de coches eléctricos

Vehículos híbridos eléctricos

Vehículos que combinan un motor de combustión interna y un motor eléctrico de imán permanente.

- En marcha constante, el motor de combustión interna impulsa tanto al tren motor como al motor eléctrico.
- Se usa inyectándole potencia en los adelantamientos del motor eléctrico, mientras que en la frenada, dicho motor actúa como generador recuperando parte de la energía que se está consumiendo.
- A bajas velocidades sólo el motor eléctrico impulsa el vehículo, con cero emisiones. Al parar, el motor de combustión se apaga, no consumiendo combustible. Al arrancar, el motor eléctrico suministra un par no alcanzable a bajas revoluciones por el de gasolina.

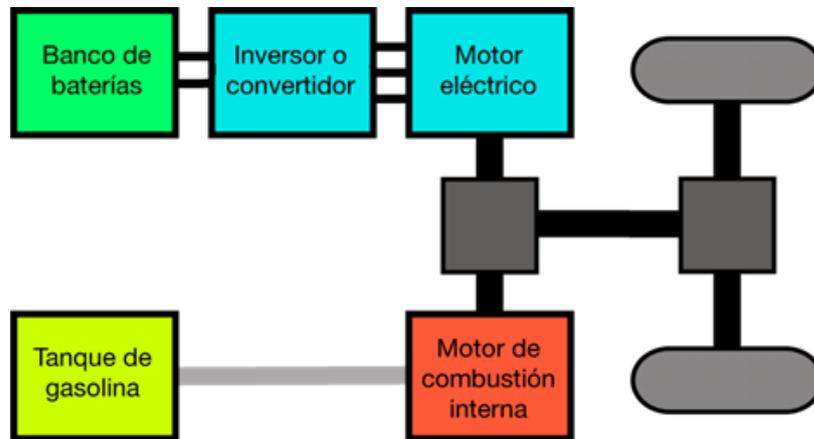


Figura 2: Esquema Vehículo Híbrido eléctrico

Vehículos híbridos enchufables

Los vehículos anteriormente nombrados, dan paso a los vehículos híbridos enchufable, tiene sus ventajas y desventajas con respecto a otro tipo de coches, sin embargo, genera una ventaja clara al poderse enchufar a la red eléctrica, de esa manera se pueden recorrer las primeras decenas de kilómetros de un viaje a partir de la energía de la red.

- Algunas empresas como general motors consideran que el motor de combustión interna podría ser sustituido por una pila de combustible para combinar autonomía y flexibilidad.

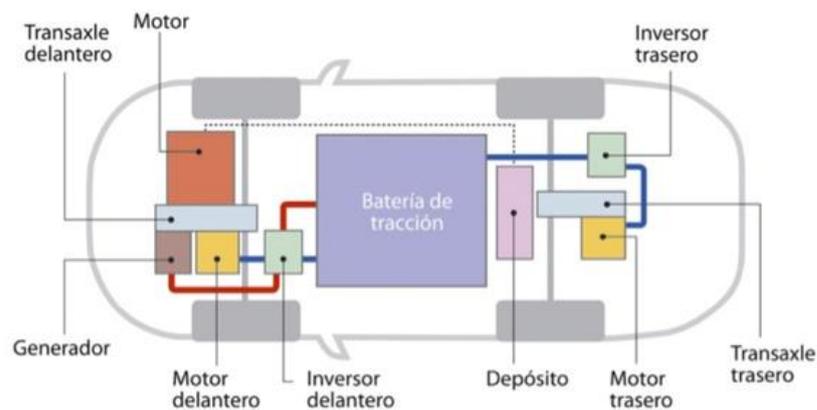


Figura 3: Esquema vehículo eléctrico enchufable

Vehículos totalmente eléctricos

Las capacidades de las baterías hasta hace unos años hacen que estos vehículos eléctricos se considerasen aún pocos avanzado y de limitada utilidad debido a su autonomía y al tiempo de carga requerido, aunque esto ha cambiado, y aunque es cierto que no aún queda mucho que recorrer, se han dado pasos de gigantes y se considera que en unos años, será la opción más viable.

- Se considera el posible uso de los vehículos eléctricos como almacén energético como una importante sinergia con las renovables.

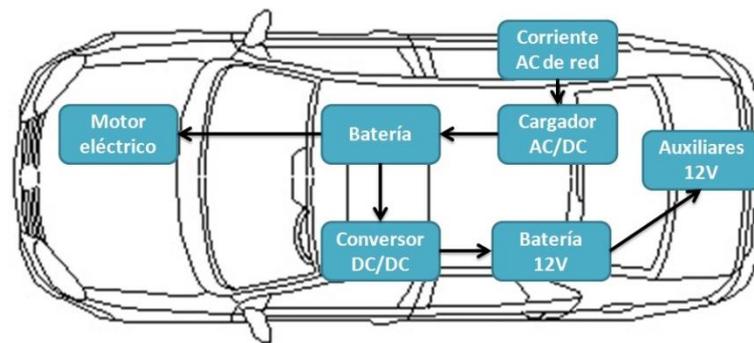


Figura 4: Esquema vehículo totalmente eléctrico

1.2 Tipos de carga

Atendiendo a las distintas potencias, corrientes de circulación y tiempos de carga podemos hablar de carga lenta y carga rápida.

Recargar lenta (16 Amperios)

La recarga convencional aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de unas 8 horas aproximadamente.

- La carga convencional monofásica emplea la intensidad y voltaje eléctricos del mismo nivel que la propia vivienda, es decir, 16 amperios y 230 voltios. Esto implica que la potencia eléctrica que puede entregar el punto para este tipo de cargas es de aproximadamente 3,7 kW.

- Con este nivel de potencia, el proceso de carga de la batería tarda unas 8 horas. Esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en un garaje de una vivienda unifamiliar o garaje comunitario.

- Para conseguir que el vehículo eléctrico sea una realidad y teniendo en cuenta el sistema eléctrico actual, la recarga óptima desde el punto de vista de eficiencia energética, es realizar este tipo de recarga durante el período nocturno, que es cuando menos demanda energética existe.

Recarga semi-rápida (32 Amperios)

La recarga semi-rápida aplica niveles de potencia que implican una carga con una duración de unas 4 horas aproximadamente.

- La carga semi-rápida emplea 32 amperios de intensidad y 230 VAC de voltaje eléctrico. Esto implica que la potencia eléctrica que puede entregar el punto para este tipo de cargas es de aproximadamente 7,3kW.

- Con este nivel de potencia, el proceso de carga de la batería tarda unas 4 horas, esta solución es óptima, fundamentalmente, para recargar el vehículo eléctrico durante la noche en un garaje de una vivienda unifamiliar o garaje comunitario.

Recarga rápida

El tipo de carga más adecuada es la recarga rápida, que supone que en 15 minutos se puede cargar el 65% de la batería.

- La carga rápida emplea una mayor intensidad eléctrica y, además, entrega la energía en corriente continua, obteniéndose una potencia de salida del orden de 50kW.

Esta solución es la que, desde el punto de vista del cliente, se asemeja a sus hábitos actuales de repostaje con un vehículo de combustión.

- Estas cargas deben ser concebidas como extensión de autonomía o cargas de conveniencia.

- Las exigencias a nivel eléctrico son mayores que en la recarga convencional. Lo que puede implicar la necesidad de adecuación de la red eléctrica existente. Por poner una referencia, la potencia requerida para este tipo de instalaciones es comparable a la de un edificio de 15 viviendas.

1.3 Modos de Carga [5]

Los modos de carga tienen que ver con el nivel de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga, y el control que se puede tener del proceso de carga, para programarla, comprobar el estado, pararla, reanudarla, etc...

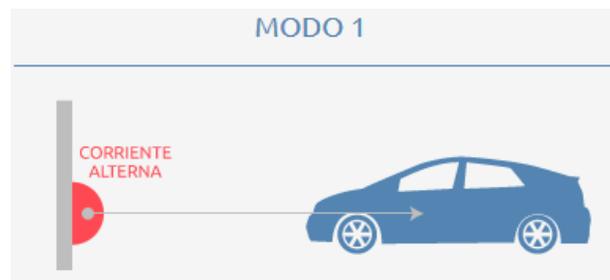


Figura 5: Modo de carga 1

•**Modo 1:** Infraestructura de recarga en toma tipo Schuko (toma doméstica) sin comunicaciones entre infraestructura de carga y vehículo eléctrico.

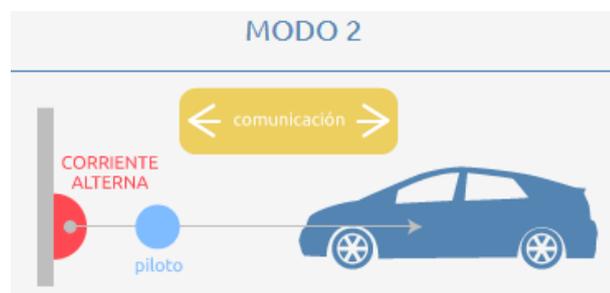


Figura 6: Modo de carga 2

•**Modo 2:** Infraestructura de recarga en toma tipo Schuko en pared, con sistemas de función piloto incluidos en el cable. El cable cuenta con un dispositivo intermedio de control piloto que sirve para verificar la correcta conexión del vehículo a la red.



Figura 7: Modo de carga 3

• **Modo 3:** Infraestructura de recarga en toma tipo “Mennekes” con hilo piloto de comunicación integrado. Los dispositivos de control y protecciones ya se encuentran dentro del propio punto de recarga.

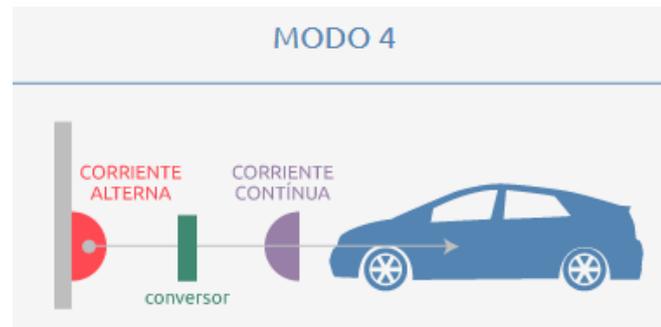


Figura 8: Modo de carga 4

• **Modo 4:** Infraestructura de recarga con convertidor a corriente continua. Sólo aplica a recarga rápida.

Para tener una idea de cómo funciona cada modo y sus características vemos aquí esta tabla:

MODO	CORRIENTE (A)	POTENCIA (kW)	CARGA
Modo 1	Max. 16 A por fase	3.7 - 11	Lenta
Modo 2	Max. 32 A por fase	7.4 - 22	Lenta
Modo 3	Max. 64 A por fase	14.8 - 43	Semi-rápida
Modo 4	Hasta 400 A	Aprox. 50 - 150	Rápida

Tabla 1: Características de los modos de carga

Cuando hablamos de implementar estos sistemas de recarga, vemos claro que, por ejemplo, sería imposible usar una recarga modo 1 o 2 fuera de casa a menos que el usuario del vehículo pueda cargarlo fuera de casa, bien en el trabajo o al parking acondicionado para ello, aun así los tiempos de carga son muy grandes y sería muy incómodo.

Los modos 3 y 4 están más orientados a un uso público, sin embargo, si lo que queremos es una estación de servicio en el que el tiempo no se diferencie demasiado de una gasolinera normal y corriente, nuestra única opción es el modo 4, aunque sea la que más requisitos de potencia nos exige.

1.4 Tipos de conexión del vehículo eléctrico

Según normativa UNE-EN 61851-1:2002, existen varios tipos de conexión:

Conexión caso A: conexión de un VE a la red de c.a. utilizando un cable de alimentación y una clavija permanente unidas al VE.

Conexión caso B: conexión de un VE a la red de c.a. utilizando un cable de carga desmontable con un conector del vehículo y un equipo de alimentación en c.a.

Conexión caso C: conexión de un VE a la red de c.a. utilizando un cable de alimentación y un conector del vehículo permanentemente unidos al equipo de alimentación. *El caso C es el único permitido en el modo 4 de carga.*

1.5 Funciones proporcionadas en cada modo de carga

Para el modo 1 de carga no es necesaria ninguna función adicional, pero para los modos de carga 2,3 y 4, el SAVE debe proporcionar, como mínimo, las funciones obligatorias según normativa UNE-EN 61851-1:2002, como se dan a continuación:

Funciones obligatorias

Verificación de que el vehículo está conectado correctamente.

Comprobación continua de la integridad del conductor de toma de tierra de protección.

Activación del sistema.

Desactivación del sistema.

Selección de la velocidad de carga.

Funciones opcionales

Determinación de requisitos de ventilación del área de carga.

Detección/ajuste de la corriente de carga disponible en tiempo real del equipo de alimentación.

Retención/liberación del acoplador.

1.6 Tipos de Conectores

Los tipos de conectores todavía no están estandarizados a nivel mundial. Así que hay varios enchufes, con diferente tamaño y propiedades. Ha habido un intento de unión entre los fabricantes alemanes y los norteamericanos con el sistema combinado, pero no se han puesto de acuerdo con los franceses y los japoneses.

- *Conector doméstico tipo schuko*, responde al estándar CEE 7/4 Tipo F y es compatible con las tomas de corriente europeas. Tiene dos bornes y toma de tierra y soporta corrientes de hasta 16 A, solo para recarga lenta y sin comunicación integrada. Lo podemos encontrar en múltiples electrodomésticos.



Figura 9: Conector tipo schuko (doméstico)

- *Conector SAE J1772, o Tipo 1*, a veces conocido también como Yazaki. Es un estándar norteamericano, y es específico para vehículos eléctricos. Mide 43 mm de diámetro. Tiene cinco bornes, los dos de corriente, el de tierra, y dos complementarios, de detección de proximidad (el coche no se puede mover mientras esté enchufado) y de control (comunicación con la red).

Nivel 1: Hasta 16 A, para recarga lenta.

Nivel 2: Hasta 80 A, para recarga rápida.



Figura 10: Conector tipo SAE J1772

- *Conector Mennekes, o Tipo 2*, es un conector alemán de tipo industrial, VDE-AR-E 2623-2-2, a priori no específico para vehículos eléctricos. Mide 55 mm de diámetro. Tiene siete bornes, los cuatro para corriente (trifásica), el de tierra y dos para comunicaciones.

Monofásico, hasta 16 A, para recarga lenta.

Trifásico, hasta 63 A (43,8 kW) para recarga rápida.



Figura 11: Conector tipo Mennekes

- *Conector único combinado o CCS*, se ha propuesto por norteamericanos y alemanes como solución estándar. Tiene cinco bornes, para corriente, protección a tierra y comunicación con la red. Admite recarga tanto lenta como rápida.



Figura 12: Conector combinación o CCS(combo)

- *Conector Scame, o Tipo 3*, también conocido como EV Plug-in Alliance, principalmente apoyado por los fabricantes franceses. Tiene cinco o siete bornes, ya sea para corriente monofásica o trifásica, tierra y comunicación con la red. Admite hasta 32 A (para recarga semi-rápida).



Figura 13: Conector tipo Scame

- *Conector CHAdeMO*, es el estándar de los fabricantes japoneses (Mitsubishi, Nissan, Toyota y Fuji, de quien depende Subaru). Está pensado específicamente para recarga rápida en corriente continua. Tiene diez bornes, toma de tierra y comunicación con la red. Admite hasta 200 A de intensidad de corriente (para recargas ultra-rápidas). Es el de mayor diámetro, tanto el conector como el cable.



Figura 14: Conector tipo CHAdeMO

El conector CHAdeMO de momento es el más avanzado en cuanto a la recarga de vehículos eléctricos, de momento es el que posee la carga más rápida, y es el conector más versátil para los nuevos coches eléctricos.

1.7 Configuración infraestructura de recarga

Primero tenemos que tener claro donde estará situada nuestra infraestructura y para qué. Obviamente nosotros la tendremos situada de manera que este abierta al público en la vía pública para cualquier persona que pueda querer usarla.

Las *estaciones de recarga para autoservicio*, ubicadas en la vía pública, en aparcamientos o estacionamientos de flotas privadas, cooperativas o de empresa, para su propio personal o asociados y en aparcamientos o estacionamientos públicos, gratuitos o de pago, de titularidad pública o privada, están destinadas a ser utilizadas por usuarios no familiarizados con los riesgos de la energía eléctrica. Las instalaciones podrán ser de exterior o de interior.

Para cumplir con los requisitos de una estación de recarga para autoservicio, habrá que seguir el esquema 1 [6], según la ITC-BT-52.

Esquema 1, Troncal con un contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en cada estación de carga, resulta ser un esquema favorable la implantación del gestor de recarga. La energía de recarga de los VE queda recogida en los contadores secundarios aunque la medida del contador principal es la que posibilitará verificar la actividad del gestor de recargas.

2. Cálculos justificativos

2.1 Estimación de las necesidades. Demanda de energía

Como hemos nombrado anteriormente, nuestra instalación tendrá tres cargadores de 50 kW, uno de 43 kW, tres cargadores de moto de 2,2 kW y una pequeña ampliación para luces y demás bienes necesarios.

En el anexo 5 de previsión de cargas vendrá todo mejor especificado pero dado que las luces y el consumo de reguladores o inversores es tan ridículo al lado de los cargadores de vehículos eléctricos que no le hemos dado más importancia que en la previsión de cargas.

En total, teniendo en cuenta que al ser una instalación independiente debemos dimensionar para el peor caso, queriendo decir eso suponemos que los cargadores trabajaran sin pausa durante toda la jornada (8 horas).

Si nuestro establecimiento abre de 10:00 a 18:00, y la potencia total sumando los distintos gastos aproximadamente es de unos 200 kW, necesitaremos producir unos 1760 kWh, aunque hemos tenido en cuenta un factor de seguridad (FS=1,10) para aplacar las posibles pérdidas o fructuaciones de la instalación.

Se planteó el hecho de hacerlo con un molino eólico pero la inversión inicial era mucho mayor, y además era innecesaria tanta potencia, a menos que hubiésemos barajado la opción de minieólica.

Por tanto nuestro sistema, tiene que generar 1760 kWh al día para poder abastecer en cualquier día del año esta producción.

2.2 Radiación solar

En los primeros capítulos dijimos que escogimos Arico porque parecía uno de los lugares más óptimos de la isla para este tipo de instalación, pero no dimos razones de peso, aquí encontraran unas tablas que nos demuestra cuanta radiación solar (horizontalmente hablando) incide sobre el municipio y lo compararemos con el segundo municipio con más radiación solar de Tenerife.

En la tabla 3 vemos como a pesar de estar comparándose con el segundo municipio en cuanto a radiación solar en Tenerife, Arico tiene bastantes mejores números que el resto (Arico Rad: $5496 \frac{W}{m^2} \cdot dia$, Las Galletas Rad: $4886 \frac{W}{m^2} \cdot dia$), además una de sus ventajas es que aún durante los distintos años, los peores meses (invierno) no son tan malos como cabría esperar y esto nos supone una ventaja muy notable en cuanto a otras localizaciones en las que quizás aunque el valor no sea tan bajo, se nota menos que en este municipio, he ahí las principales razones que han llevado a que este proyecto se realice aquí y no en otro municipio.

Estación Metereológica Las Galletas												
	Años	T	TM	Tm	P	HR	HRM	HRm	V0	Vmax	Rad	
	1999-2000	19,4	24,5	14,4	72	64,5	82,7	48,7				
	2000-2001	19,275	24,5	14,1	63	67,7	86,6	50,8				
	2001-2002	24,5	19,6	14,8	189	85,8	66,2	48,3				
	2002-2003	24,7	19,6	14,8	179,5	89,6	69,8	48,9				
	2003-2004	19,7	24,7	14,6	154,4	68,8	89,1	47,2	1,7	4,1	5151,5	
	2004-2005	19,4	24,2	14,5	278,7	71,8	90,8	50,3	1,8	4,3	3505	
	2005-2006	19,9	25	15	257	72,4	92,6	52,1	1,7	4,1	5135,3	
	2006-2007	20,1	25,4	14,8	205,2	71	92,7	49,6	1,8	4,1	4368,7	
	2007-2008	20,2	25,6	14,9	58	72	92,9	49,9	1,2	3,7	4943,9	
	2008-2009	19,5	24,9	14,3	118,6	72,5	93,4	51,2	1,3	3,7	5163,7	
	2009-2010	20,7	26,5	15,6	205,2	68,2	89,9	46,2	0,8	2,4	5065	
	2010-2011	20,2	26,1	15	264	67,6	89,9	45,3	0,5	2,1	5039,3	
	2011-2012	20,2	26,7	14,4	28,3	65,3	88,5	42	0,8	2,5	5025,6	
	2012-2013	20,4	26,8	15,1	145,9	65,7	87,5	43,1	1	2,6	5093,7	
	2013-2014	19,7	25,3	14,6	309	68	89,9	46	1	2,6	5043	
T: Temperatura media (°C)												
TM: Temperatura máxima absoluta (°C)		20,525	24,62666667	14,72666667	168,52	71,39333333	86,83333333	47,97333333	1,23636364	3,29090909	4866,79091	
Tm: Temperatura mínima absoluta (°C)												
P: Precipitación (mm)									Muy variante			
HR: Humedad relativa media (%)												
Estación Metereológica Arico												
	Años	T	TM	Tm	P	HR	HRM	HRm	V0	Vmax	Rad	
HRM: Humedad relativa máxima absoluta (%)	1999-2000											
HRm: Humedad relativa mínima absoluta (%)	2000-2001											
Vo: Velocidad media del viento (m/s)	2001-2002											
VMax: Velocidad y Dirección máxima media por cada 12 minutos (m/s)	2002-2003											
Rad: Radiación Total (W/m ² - día)	2003-2004	20,1	23,3	17,6	115,5	76,2	89,6	61,4	4,4	7,3	5345,4	Enero
	2004-2005	19,4	24,2	17,1	259,3	84	95	67,9	4,6	7,6	5353,4	Febrero
	2005-2006	19,7	22,8	17,4	380,2	85,5	94,9	70,7	4,7	7,7	5285,4	Marzo
	2006-2007	20,4	23,5	17,9	239,2	73,6	87,6	58,3	5,1	8,1	5524,2	Abril
	2007-2008	20,4	23,5	18	93,9	77,5	90,3	60,2	5,2	8,2	5551	Mayo
	2008-2009	19,9	23	17,4	148,1	73,9	86,7	58,1	5,1	8,2	5541,4	Junio
	2009-2010	20,9	24,1	18,4	258,2	72,4	85,5	56,3	4,8	7,8	5476,7	Julio
	2010-2011	20,4	23,6	17,9	227,9	78	87,9	62	4,5	7,7	5486,4	Agosto
	2011-2012	20,2	23,4	17,8	54,9	76,2	87,5	59,3	5,7	8,7	5649,7	Septiembre
	2012-2013	20,5	24	17,9	146,1	70	84,5	52,1	4,6	7,8	5631,1	Octubre
	2013-2014	19,8	22,8	17,4	264,3	78,6	88,6	62,8	4,7	7,9	5614,1	Noviembre
		20,1545455	23,47272727	17,7090909	198,872727	76,9	88,9181818	60,8272727	4,85454545	7,90909091	5496,25455	Diciembre
T: Temperatura media (°C)												
									NORESTE			

Tabla 2: Datos reales Arico

Mes	Energíaa(kWh)
Enero	3792,9
Febrero	4254,7
Marzo	5766,5
Abril	6085,6
Mayo	7569,7
Junio	7272,5
Julio	7121,3
Agosto	7533,5
Septiembre	5309,8
Octubre	4588,1
Noviembre	3779,6
Diciembre	3345,2

Tabla 3 : Datos reales actuales de Arico

Además esta tabla está tomada horizontalmente hablando, es decir con la inclinación y la orientación adecuada se puede obtener alrededor de un 20% más de radiación, aunque si tenemos en cuenta el performance ratio del módulo ($PR=0,85$), los datos obtenidos difieren entre un cinco y un diez por ciento respecto a los originales.

Para nuestro dimensionado hemos escogido, como explicamos en capítulos anteriores, el peor caso para asegurar que cualquier día se cumpla la demanda de energía. La peor cifra la tiene el mes de diciembre con 3,3452 kWh.

En la tabla 3 no vemos este valor debido a que esa tabla la escogimos para saber en términos de décadas que sitio captaba una mayor radiación en Tenerife, acto seguido, se ha estudiado el caso individual de Arico obteniendo estos datos de donde sacamos el dato implicado.

2.3 Pérdidas y días de autonomía

Para analizar las pérdidas vamos a dividir éstas en dos tipos principales:

Pérdidas en elementos de la instalación

Pérdidas debidas a orientación, colocación e inclinación de los paneles.

A lo largo de la instalación se irán perdiendo pequeñas partes de la energía que hayamos captado con los paneles fotovoltaicos debido por ejemplo al calentamiento de cables o al rendimiento de algunos aparatos. Algunas de las razones de pérdidas más comunes son:

Caída de voltaje en los cables que conlleva una pérdida de energía , limitada en torno al 1,5~2 por ciento.

Rendimiento del inversor. Los inversores suelen perder alrededor de un 15% de la energía entrante, nuestro inversor es senoidal, y como veremos en la datasheet (Anexo 4.3) afortunadamente posee un rendimiento bastante alto (96%), a partir del 20% de su potencia nominal.

Rendimiento del regulador, aunque no es el caso de los inversores en estos elementos de la instalación podríamos perder hasta un 2% de la energía entrante.

Las pérdidas debidas a orientación, colocación e inclinación de los paneles pueden ser debidas bien a un mal aprovechamiento, aunque en este proyecto ya se ha estudiado la manera de que las placas según su orientación e inclinación capten la mayor cantidad de energía posible, o bien a las sombras que puedan provocar elementos del entorno, o bien las propias placas.

El IDAE en su pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a la red, establece una fórmula sencilla para calcular la distancia mínima a la que se deben

colocar los módulos fotovoltaicos en una superficie plana para evitar sombreado. Según éste, la distancia mínima deberá garantizar un mínimo de 4 horas de solen torno al mediodía del solsticio de invierno. La distancia mínima “d” deberá ser superior al valor obtenido por la siguiente expresión:

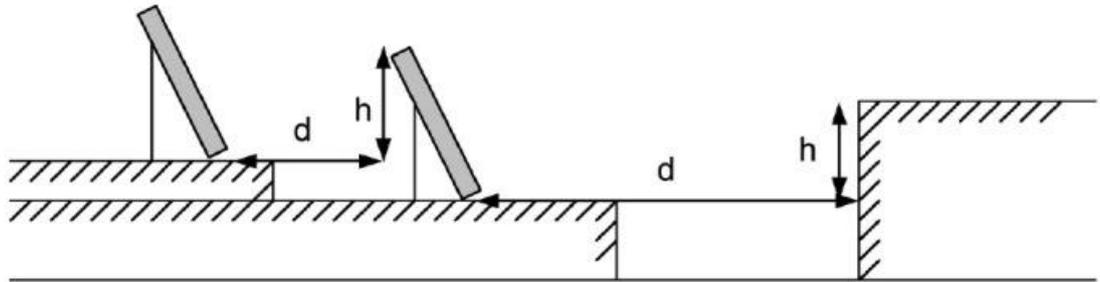


Figura 15

Figura 22: Esquema pérdidas por sombra

$$d = \frac{h}{\text{tg}(61^\circ - \Phi)}; \text{ para cubierta horizontal}$$

Ecuación 1: Separación entre placas

Siendo:

h = la altura de la placa respecto a la horizontal

Φ = latitud del lugar

d = distancia mínima

Ahora bien, está fórmula sólo es válida para superficies planas u horizontales, y cuyo azimut no difiera mucho de 0°

Por tanto si colocamos por ejemplo los soportes de las placas a 0,50 metros del suelo obtendremos una separación entre placa y placa de 0,8 m para no tener pérdidas por sombreado entre dichas placas.

Según la IDAE, las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores especificados en la tabla siguiente:

<i>Pérdidas de radiación del generador</i>	<i>Valor máximo permitido (%)</i>
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

Tabla 4: Datos máximos de pérdidas en la instalación (IDAE)

Como hemos visto, con la distancia de separación nos aseguramos a que las pérdidas por sombra sean prácticamente inapreciables, y por inclinación y orientación no tenemos prácticamente porcentaje de pérdidas.

Los días de autonomía se definen como los día que aguanta una instalación sin recibir energía y funcionando. En una instalación fotovoltaica o en general, renovable que queramos usar baterías, es interesante tener 3 o 4 días de autonomía de manera que si ocurre cualquier imprevisto, se pueda salir del paso.

En nuestro caso hemos escogido dos días de autonomía por dos razones fundamentales:

No se quiere sobredimensionar aún más la instalación, ya está dimensionada para el día más desfavorable y aplicando FS con los que nos aseguramos su funcionamiento, si aumentamos estos días el número de baterías se dispararía.

Buscamos un sitio (Arico) en el que es difícil que pasen más de dos días seguidos sin sol, y aún estando nublado o sin sol, se recibirá algo de energía, es decir, consideramos en este caso que dos días de autonomía valdrán perfectamente.

2.4 Dimensionado de los elementos

2.4.1 Módulos Fotovoltaicos

Para hablar de los módulos debemos entender primero el tipo de energía con el que estamos tratando.

La radiación que atraviesa nuestra atmósfera no es toda la recibida, pues una parte considerable rebota debido a la reflexión atmosférica y vuelve al espacio. La atmósfera supone un obstáculo al libre paso de la radiación mediante diversos efectos, entre los que cabe destacar la reflexión en la parte superior de las nubes y la absorción parcial por las diferentes moléculas del aire atmosférico.

Este último fenómeno hace que la intensidad que llega a la superficie, aun en días despejados y con atmósfera muy limpia, sea como máximo de unos 1000 W/m². Parte de radiación que atraviesa a la atmósfera es difundida absorbida, es la radiación difusa, y el resto es la radiación directa.

También es preciso tener en cuenta que, a pesar de los rayos solares en línea recta, al llegar las capas atmosféricas los fotones y chocar con las moléculas y el polvo en suspensión, sufren difusiones y dispersiones que se traducen en cambios bruscos de dirección. Aunque esta luz difundida finalmente llega también a la superficie, al haber cambiado muchas veces de dirección a medida que va atravesando la atmósfera, lo hace, no como si procediese directamente del disco solar, sino de toda la bóveda celeste. Esta radiación es conocida con el nombre de difusa, en contraposición a la radiación directa, que es aquella que alcanza la superficie manteniendo la línea recta desde el disco solar.

La suma de las radiaciones directa y difusa es la radiación total, que es la que nos interesa a efectos energéticos. La radiación difusa hace que un cuerpo siempre esté recibiendo una cierta cantidad de energía por todas sus partes, incluso por las que no recibe la luz del Sol directamente. (ver figura 23)

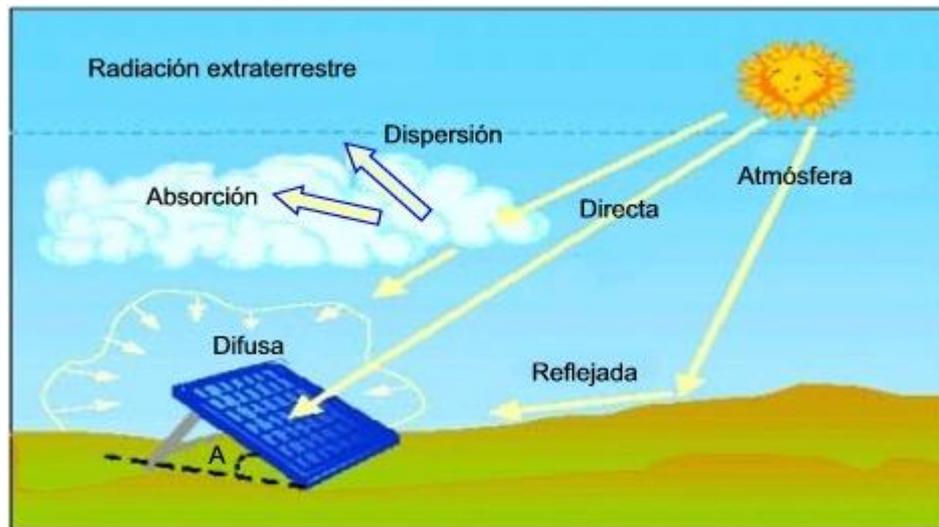


Figura 16: Tipos de radiación solar

Incluso más importante que la cantidad de energía absoluta de energía recibida es la inclinación con que las ondas de radiación inciden sobre una superficie, ya que esto hará que la energía se reparta en un área más o menos extensa, disminuyendo o aumentando su intensidad.

Debido a la inclinación del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del Sol y su forma esférica, un mismo punto de la superficie terrestre recibe los rayos con una inclinación diferente, según la época de año, y por tanto, la energía efectiva que incide en un metro cuadrado de superficie horizontal varía considerablemente.

En invierno los rayos del sol caen con un ángulo pequeño respecto a la horizontal, lo contrario que en verano, en que el ángulo es mucho mayor, llegando a alcanzar la perpendicular en las zonas cercanas al ecuador y en los momentos centrales del día. Por esa razón, la energía total incidente en un determinado período de tiempo, también es mucho mayor en las horas centrales del día que en las horas cercanas al amanecer o a la puesta de Sol.

Aunque todos sabemos que es la Tierra la que gira alrededor del Sol y no al revés, a efectos prácticos todavía resulta útil, y conduce a los mismos resultados, suponer que es el Sol que gira alrededor de nuestro planeta, describiendo una órbita aproximadamente circular.

Con este modelo ficticio, el Sol se comporta como una luminaria que se eleva todos los días desde el Este y hacia el Oeste, describiendo en el cielo un arco más o menos amplio, según la época del año.

En primavera y verano el arco de la trayectoria solar es más grande, el Sol se eleva más sobre el horizonte y permanece más tiempo brillando en el cielo. Por el contrario, en invierno los puntos del horizonte por donde sale y se oculta están más próximos entre sí, la trayectoria es más corta y menos elevada, y el tiempo que transcurre entre el amanecer y la puesta de sol es mucho menor.

Lógicamente, cuanto mayor es la duración del día solar, más cantidad de energía se podrá recoger a lo largo del día.

La cantidad de energía debida a la radiación directa que una superficie expuesta a los rayos solares puede interceptar dependerá del ángulo formado por los rayos y la superficie en cuestión. Si la superficie es perpendicular a los rayos este valor es máximo, disminuyendo a medida que lo hace dicho ángulo.

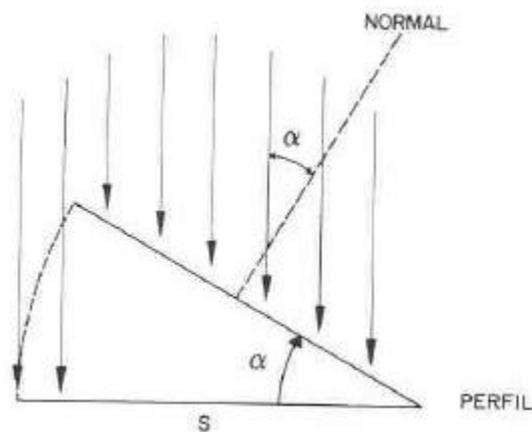


Figura 17: Esquema radiación solar incidiendo en placa

La diferente inclinación de los rayos solares es asimismo la causa por la que las regiones de latitudes altas (más cercanas a los polos) reciban mucha menos energía que las más cercanas al ecuador.

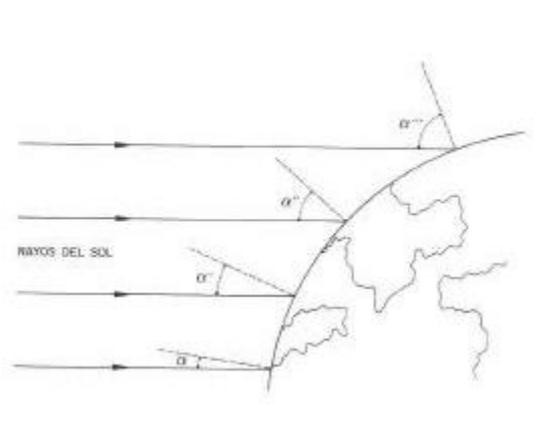


Figura 18: Esquema radiación solar incidiendo en corteza terrestre

Desde el punto de vista del aprovechamiento de la energía solar, si tenemos una placa como cuerpo negro a determinada inclinación sobre la horizontal, ésta absorberá radiación difusa, directa y también la reflejada.

Analizando la información extraída, nos damos cuenta de que si colocamos las placas entre $10 \sim 15^\circ$ más en invierno, y menos en verano, captaremos aproximadamente de 20 a 25% más de energía que horizontalmente (expuesto en las tablas). Si tenemos en cuenta el PR (performance Ratio= 0,85) de las placas , le tendremos que aplicar entre un 5~10 % de ganancia a los datos de la tabla. Definiremos más concretamente los ángulos de inclinación a continuación.

Para dimensionar los módulos recordemos un par de datos:

Energía necesaria: 1760 kWh·dia

Rad. solar mes más desfavorable: $3,3452 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{dia}$

Potencia del módulo: 270 W

La energía que genera da el panel viene de la multiplicación de la rad. solar que capta la placa por su potencia:

$$E_1 = 3,3452 \cdot 0,27 = 0,903 \text{ kWh}$$

Ecuación 2: Energía que capta un panel en horizontal

Esta energía es la que genera un panel solar captando horizontalmente la energía (datos obtenidos captados horizontalmente) ahora bien, nosotros no colocaremos nuestras placas solares de manera horizontal sino que lo haremos variando su inclinación para aumentar la energía captada, y tendremos en cuenta también el performance ratio de los módulos que está situado en torno al 85%. Suponiendo que la energía captada aumenta un 25% debido a la inclinación y la orientación:

$$E_2 = E_1 \cdot K_{oi} \cdot P_r = 0,903 \cdot 1,25 \cdot 0,85 = 0,96 \text{ kWh}$$

Ecuación 3: Energía que capta un panel, con PR y aprovechando la inclinación

Sabiendo que generamos 0,96 kWh al día con cada uno de nuestros módulos, para cumplir con la demanda necesaria necesitaríamos:

$$N^{\circ} \text{ módulos} = \frac{\text{Energía necesaria}}{\text{Energía que genera cada módulo}} = \frac{1760}{0,96} = 1833 \text{ módulos}$$

Ecuación 4: Número de placas

Hemos redondeado a 1860 para que los grupos de módulos quedasen equilibrados y supliendo así con la demanda energética, cada uno tendrá 930 módulos agrupados pero independientes del otro grupo, en una matriz de 20x46 (para cumplir con los requisitos de las baterías) y con 10 módulos sueltos a cada lado. Finalmente produciremos un total de:

$$E_{\text{producida/día}} = 1860 \text{ módulos} \cdot 0,96 \text{ kWh} = 1785,6 \text{ kWh/día}$$

Ecuación 5: Energía producida al día

2.4.2 Baterías

Actualmente, es una de los mayores retos del vehículo eléctrico, debido a que las baterías actuales, poseen una autonomía bastante limitada.

Batería eléctrica: se podría definir como el dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que, posteriormente, la devuelve con ciertas pérdidas. Las baterías están limitadas por un determinado número máximo de ciclos descarga que depende del tipo de batería, así como limitados a la hora de cargar y descargar ya que no trabaja al 100% de descarga.

Las características técnicas de los vehículos eléctricos, como autonomía, tiempo de recarga, precio, etc. van a depender del tipo de batería que posea el vehículo eléctrico.

2.2.2.1 Principio de funcionamiento

El principio de funcionamiento de las baterías, es conocido como Redox, o lo que es lo mismo, es el proceso reversible llamado reducción - oxidación.

El proceso es en el cual, uno de los componentes se oxida, es decir, pierde electrones, y el otro se reduce, o lo que es lo mismo, gana electrones.

Los componentes que no resultan consumidos no se pierden, solo cambian su estado de oxidación, y pueden volver a su estado primario, bajo las condiciones adecuadas.

Existen dos clases de baterías, atendiendo a:

a. Batería primaria: La acción química desgasta uno de los electrodos, normalmente el negativo, y por tanto, el electrodo debe ser sustituido.

b. Batería secundaria: El proceso químico en este tipo, es reversible, por lo que los materiales activos pueden ser restaurados a sus condiciones iniciales por recarga.

Actualmente debemos tener en cuenta otros factores a la hora de la elección de los materiales que formarán nuestra batería, como por ejemplo:

- Disponibilidad actual de mercado de los materiales
- Coste económico
- Capacidad útil

2.2.2.2 Tipos de Baterías

Las baterías que están usando actualmente los vehículos eléctricos, son principalmente pertenecen a los siguientes tipos :

Baterías de Plomo – Acido

Tradicionalmente, la mayoría de los vehículos eléctricos han utilizado baterías de este tipo, debido a que poseen una tecnología madura, alta disponibilidad y bajo costo.

Ventajas:

Poseen un tensión elevada, mayor de 2V.

Son capaces de suministrar una elevada intensidad de corriente, y por tanto potencia.

Al ser una tecnología madura, es el tipo de batería más barata del mercado, siendo su precio entre 100-125€/kWh.

Sus componentes son altamente reciclables. En España se reciclan más del 95% de todas las baterías utilizadas.

Inconvenientes:

Poseen una baja energía específica. De los distintos tipos de baterías empleadas en los VE son las que tienen una menor energía específica , entre 10 - 40 Wh/Kg.

El número de ciclos de carga y descarga de este tipo de baterías es bajo, entre 400 y 800.

El impacto ambiental es bastante nocivo, debido a que poseen componentes como el antimonio y el arsénico.

Aunque parezca una bobería, el impacto ambiental es algo que tendremos muy en cuenta, ya que si usamos tecnologías que no respeten el medio ambiente realizando una instalación totalmente renovable no tendrá demasiado sentido nuestro trabajo.

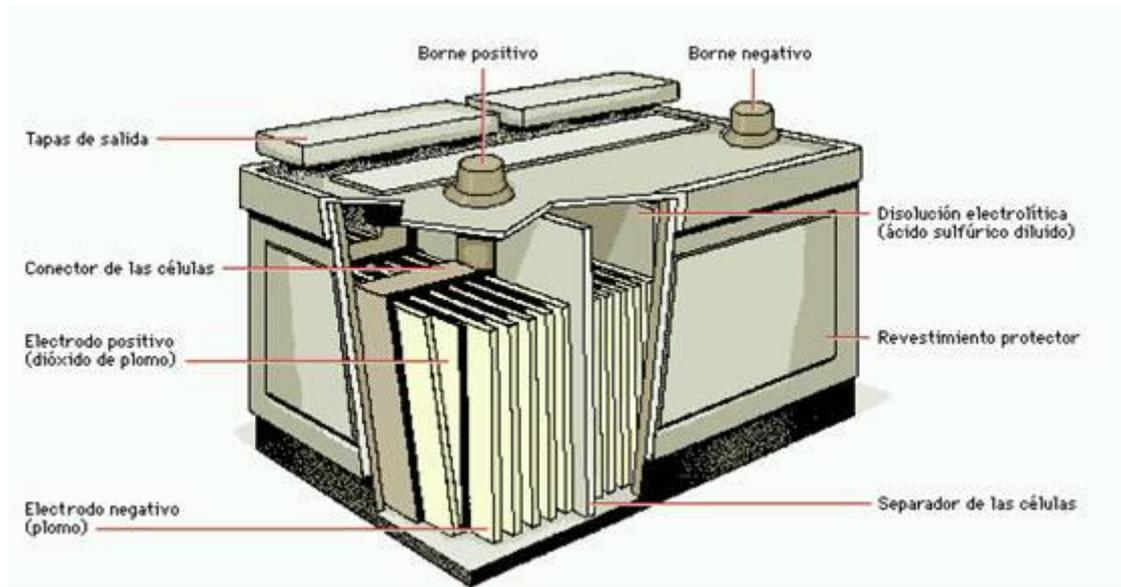


Figura 19: Esquema batería plomo-ácido

Baterías de Níquel - Hidruro metálico

Se pueden considerar como una evolución de las baterías alcalinas de Níquel - Cadmio. Este tipo se suele emplear sobre todo en los vehículos híbridos, como es el caso de Toyota Prius.

Ventajas:

Poseen una densidad de energía elevada, entre 60 - 80 Wh/Kg, que superan a las de Plomo - Acido.

Admiten carga rápida, con una duración de entre 1 - 3 horas.

No requieren ningún tipo de mantenimiento adicional.

Inconvenientes:

El número de ciclos de estas baterías es moderado, y está entre 300 – 600 ciclos.

El coste es más elevado que en el caso del plomo.

Su comportamiento no es óptimo en climas fríos.

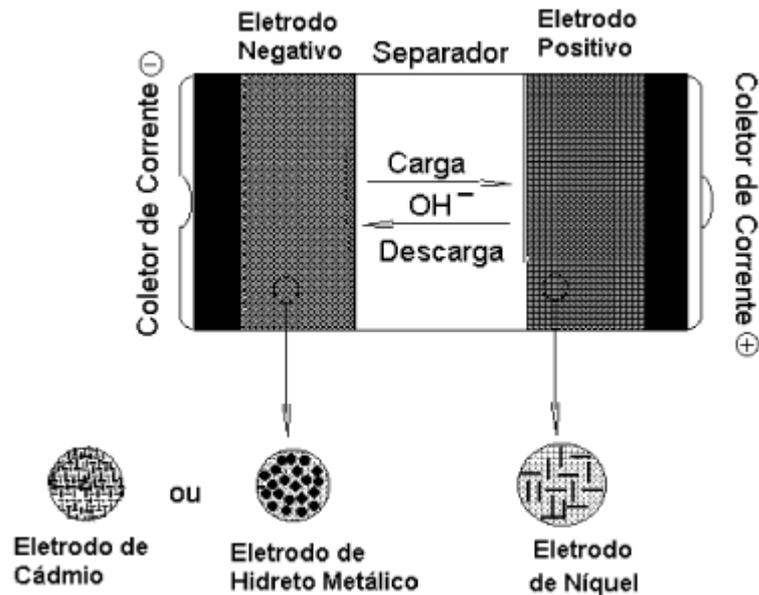


Figura 20: Esquema funcionamiento batería Níquel - Hidruro metálico

Batería de Ión-Litio

Es el tipo de baterías más conocido por su uso en instrumentos cotidianos como telefonía móvil, ordenadores portátiles...El Ion Litio predomina en el desarrollo de los vehículos eléctricos debido a que posee unas prestaciones bastante elevadas, de hecho, se espera que sea la tecnología más extendida del futuro.

Ventajas:

Poseen un voltaje nominal más elevado de los tres tipos vistos, con valores entre 3 y 4 Voltios.

Cuentan con una energía específica muy elevada 80 - 170 Wh/Kg, casi el doble que las NiHM y más de cuatro veces las de plomo, aunque es bastante complicado encontrar en el mercado actual, baterías por encima de los 115Wh/Kg.

Presentan un bajo "efecto memoria", por lo que tienen una muy buena capacidad de recarga.

Su impacto medioambiental puede considerarse moderado.

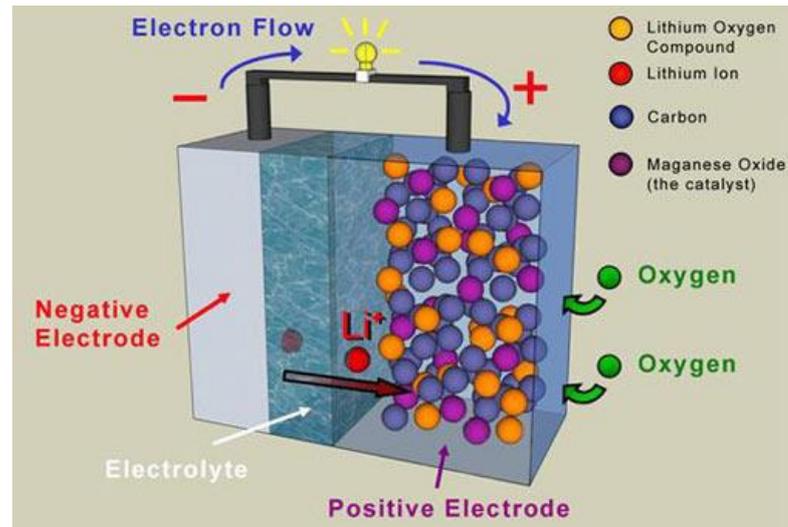


Figura 21: Esquema batería ión-litio

Batería	Pb-Acido	NiMH	Ion-Litio
Voltaje(V)	2.0	1.2	3.0 - 4.5
Energía(Wh/kg)	10 - 40	60 - 80	80 - 170
Energía(Wh/L)	50 - 100	250	170 - 450
Número de ciclos (80%)	400 - 800	300 - 600	500 - 1200
Costes (€/kWh)	100 - 125	220 - 400	250 - 800
Impacto Ambiental	Alto	Bajo	Moderado - Bajo

Tabla 5: Características de los tipos de batería

Las prestaciones que nos ofrecen las baterías de Ion-Litio, frente a las demás vistas en aplicaciones sobre el vehículo eléctrico, son bastante ventajosas, ya que como muéstrala Tabla 5, son características que nos aportan mejoras en todos los aspectos, salvo en uno, el coste de dichas baterías.

2.2.2.3 Dimensionamiento de baterías

Para el dimensionamiento de las baterías usaremos la siguiente fórmula:

$$E_{acu}(kWh) = \frac{E_{producida} \cdot \text{Días de autonomía}}{\text{Profundidad de descarga}} = \frac{1785 \cdot 2}{0,6} = 5950000 kWh$$

Fórmula 6: Energía a acumular por el sistema

Debemos escoger una batería para seguir nuestro cálculo, tiene que cumplir ciertos requisitos por ejemplo, dependiendo de la intensidad y el voltaje máximo de entrada podemos definir el tipo de batería que queremos. Hemos escogido una batería ion-litio con un rango de 590-812 V y un máximo de 600A , además esta batería posee una energía de 1000 kWh, sabiendo esto podemos saber que:

Si la intensidad máxima es de 600 el número de placas máximo en paralelo que se puede poner es de:

$$N^{\circ} \text{ placas máximo en paralelo} = 600 / 9,19 = 65$$

Ecuación 6: Número de placas máximo en paralelo

Como mucho se podrían poner 65 módulos en paralelo, y con el voltaje podemos hallar el número máximo de placas en serie:

$$N^{\circ} \text{ placas máximo en serie} = 812 / 38,2 = 21$$

Ecuación 7: Máximo número de placas en serie

Se podrían poner como mucho 21 placas en serie, teniendo estos datos y sabiendo que nuestras matrices finales son de 20x46 las características finales de la línea que entra a las baterías es de:

$$I = 46 \times 9,19 = 423 A$$

$$V = 38,2 \cdot 20 = 764 V$$

Ecuación 8: Intensidad y voltaje entrante en baterías

Los datos 9.19 y 38,2 son datos sacados de la hoja de características de la placa solar y corresponden a la intensidad en cortocircuito y el voltaje en circuito abierto.

Una vez que sabemos que las características de entrada de nuestra batería satisfacen la línea que llega de las placas fotovoltaicas debemos calcular el número de baterías.

Para suplir esta acumulación de energía deberemos usar esta fórmula que depende de la batería:

$$Capacidad(Ah) = \frac{E_{acu}}{V_{baterías}} = \frac{5950000}{764} = 7788 Ah$$

Ecuación 9: Capacidad necesaria

Sabiendo que nuestra batería tiene una capacidad de:

$$Capacidad(Ah) = \frac{1000000 wh}{700 V} = 1428 Ah$$

Ecuación 10: Capacidad de la batería usada

Para calcular el número de baterías necesaria debemos dividir la capacidad total que necesitamos entre la capacidad de una de las baterías:

$$N^{\circ} baterías = \frac{7788}{1428} = 5,45 baterías$$

Ecuación 11: Número de baterías usadas

Como conclusión de este capítulo tenemos que usaremos 6 baterías para acumular toda la energía de la instalación , 3 de ellas conectada a la mitad de las placas y otras 3 conectada a la otra mitad .

2.4.3 Inversores

Los convertidores son elementos capaces de alterar la tensión y características de la corriente eléctrica que reciben, transformándola de manera que resulte más apta para los usos específicos a que vaya destinada en cada caso.

Los convertidores que reciben la corriente continua a un determinado voltaje y la transforman en corriente continua pero a un voltaje diferente reciben la denominación de convertidores CC-CC (DC-DC en inglés) y los que transforman la corriente continua en alterna se denominan convertidores CC-CA (DC-AC en inglés).

El procedimiento normal de funcionamiento de un equipo CC-CC es convertir previamente, mediante un dispositivo electrónico inversor, la corriente continua de entrada en corriente alterna, la cual es elevada o reducida de tensión mediante un simple transformador, volviéndose posteriormente a convertirla en continua, pero ya al voltaje requerido. Todos estos procesos comportan, como fácilmente se comprende, una cierta pérdida de rendimiento que debe ser tenida en cuenta.

Un convertidor CC-CA, mediante un circuito electrónico con transistores o tiristores, es capaz de cortar muchas veces cada segundo la corriente continua que recibe, produciendo una serie de impulsos alternativos de corriente que simulan las características de la corriente alterna convencional.

Según la forma de la onda característica de la corriente que el convertidor produce, se habla de convertidores de onda cuadrada modificada y de onda senoidal o sinusoidal.

Dado que la corriente alterna se presenta bajo forma de onda senoidal pura, el convertidor más perfecto será el de tipo senoidal, aunque también es el más caro y para muchas aplicaciones innecesario (iluminación, pequeños motores, etc.,...) bastando utilizar uno de onda cuadrada, que resulta mucho más económico.

Algunas cualidades que hacen el convertidor apto para su empleo en instalaciones solares son:

- Capacidad de resistir potencias punta, como la producida en los arranques de los motores, durante breves instantes sin que se colapse el dispositivo inversor.

- Una eficiencia razonable. Se debe exigir, como mínimo, que el rendimiento de un convertidor senoidal sea del 70% trabajando a una potencia igual al 20% de la nominal y del 85% cuando trabaje a una potencia superior al 40% de la nominal.
- Estabilidad del voltaje.
- Baja distorsión armónica.
- Posibilidad de poder ser combinado en paralelo. Esto permite un posible futuro crecimiento de la instalación y de la potencia de consumo.
- Arranque automático
- Buen comportamiento frente a la variación de temperatura.

Para dimensionar los inversores tenemos que tener en cuenta los kW finales de la instalación, en nuestro caso, son 200 kW, para que nuestro inversor supla dicha potencia debemos escoger uno algo mayor, sin embargo no puede ser demasiado mayor porque los inversores son aparatos que trabajan mejor en rangos altos de sus valores.

En nuestro caso, al principio optamos por un solo inversor mayor que el que tenemos pero nos exigía un voltaje muy alto a la entrada para ponerse en correcto funcionamiento, por lo tanto al final hemos optado por desinversores de 100 kW uno para cada grupo de módulos fotovoltaicos. Para saber si nuestro inversor cumple con las características necesarias debemos saber las características de la corriente de salida de las baterías.

El voltaje de salida será el de acumulación unos 764 V mientras que la intensidad cambiará, y la calcularemos sabiendo que la potencia del inversor es de 100 kW y el voltaje 764 V.

$$I = \frac{100000}{764} = 130,9 \text{ A}$$

Ecuación 12: Intensidad eléctrica saliente de batería

Esa es la intensidad de salida de las baterías hacia cada inversor por tanto mientras el inversor tendrá que ser de una potencia mayor a 100 kW y que admita una intensidad de 131 A y un voltaje de entrada de 764 V, si se revisa el anexo 4.3 veremos en la hoja de características del inversor que cumple con las características necesarias.

2.4.4 Cableado

El paso del tiempo ha demostrado que había excesiva simplificación para la diversidad de modos de instalaciones eléctricas en edificios, que se utilizan en la práctica, lo que hacía necesarias unas tablas de cargas más ajustadas a la realidad.

Esta necesidad motivó la publicación de la norma UNE 20460 - “Instalaciones Eléctricas en Edificios”, que es una adaptación del Documento de Armonización del CENELEC HD-384 que, a su vez, se corresponde con la recomendación del Comité Electrotécnico Internacional IEC 364. La determinación de las intensidades admisibles en los cables descritos en este apartado se ajustará a lo prescrito en la citada norma UNE 20460.

Para calcular el diámetro de los cables por los cuales tienen que circular la energía, hay dos maneras de hacerlo:

Según la caída de tensión máxima en el cable.

Según la intensidad admisible del cable según su sección.

Si calculamos según la caída de tensión tendríamos que usar la siguiente fórmula:

$$S = \frac{P_{activa} \cdot \rho_{conductor} \cdot Longitud}{\Delta V_{max} \cdot V_{nominal}}$$

Ecuación 13: Sección según la caída máxima de tensión

Donde:

Pactiva: potencia activa de la red

ρ Conductor: resisitividad del conducto, para el cobre = $56 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

Longitud: distancia del cable del que estamos hallando la sección

ΔV_{max} : Caída de tensión máxima

$V_{nominal}$: Voltaje nominal de la instalación, 400v en trifásica, 230 v en monofásica.

Para calcularlo según la intensidad admisible, deberemos saber la intensidad que pasa por las distintas partes del circuito. Cuando tengamos claro la intensidad que pasa

por las distintas partes de la instalación deberemos recurrir a las siguientes tablas:

SECCIÓN mm²	3 XLPE (3 cables unipolares o 1 tripolar)		2 XLPE (2 cables unipolares o 1 bipolar)	
	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio
1,5	23	–	27	--
2,5	30	23	36	27
4	39	30	46	36
6	48	37	58	44
10	64	49	77	58
16	82	62	100	77
25	105	82	130	98
35	130	98	155	120
50	155	115	183	139
70	190	145	225	170
95	225	175	265	205
120	260	200	305	230
150	300	230	340	265
185	335	260	385	295
240	400	305	440	340
300	455	350	500	385
400	530	405	570	445
500	610	465	660	510
630	710	530	735	575
Condiciones de cálculo	<i>Resistividad térmica del terreno: 1,5 K.m/W</i>			
	<i>Temperatura del terreno: 25°C</i>			
	<i>Profundidad de la instalación: 70 cm</i>			

Tabla 6: Intensidad admisible en A, por cables soterrados bajo tubo (tensión asignada hasta 0,6/1kV)

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

Tabla 7: Tabla A-52-1bis de la ITC-BT-19, Intensidades admisibles para cables conductores de cobre y aluminio

En nuestra instalación, al realizar los cálculos sobre la caída de voltaje nos dimos cuenta de que en toda la instalación se cumple que la regla de la intensidad admisible es más restrictiva que la de la caída de voltaje, por tanto los cálculos sobre los cables estarán hechos con las tablas de intensidades admisibles de la ITC-BT-19.

2.4.5 Toma a tierra

Al ser un esquema TT, para calcular la toma de tierra tenemos que tener en cuenta el tipo de suelo en el que vamos a trabajar. La naturaleza del terreno en el que está situado el local es un terraplen cultivable poco fértil alrededor de unos 500 ohm·m.

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

24 V en local o emplazamiento conductor

50 V en los demás casos.

La sección de los conductores de protección de la instalación será igual que la de los conductores de fase según la tabla II de la ITC-BT-18, y tendrá un valor de 16milímetros cuadrados. Aplicando la fórmula:

$$R = p/l$$

Ecuación 14: Resistencia necesaria en toma a tierra

donde:

p=resistividad del terreno

l=longitud de la pica

R=resistencia de la pica

Suponiendo una pica de 2m y sabiendo que queremos una resistencia a tierra menor que 30 ohmios, y con un terreno de 500 ohm·m.

$$R = \frac{500}{2} = 250\Omega$$

Si queremos tener 30 ohmios:

$$N^{\circ} \text{ de picas} = \frac{250}{30} = 8,33 \text{ picas}$$

Ecuación 15: Número de picas necesarias según resistencia

Tendremos que colocar en total 9 picas de 250 Ω para poder tener la resistencia a tierra que se quiere.

Para comprobar cuanto es nuestra resistencia a tierra hallamos el paralelo de dichas resistencias:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{250} + \frac{1}{250}$$

$$R = \frac{250}{9} = 27,78\Omega$$

Ecuación 16: Resistencia de la toma a tierra final

2.4.6 Regulador de carga

Son los dispositivos encargados de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobre descargas profundas.

El regulador controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Los reguladores actuales introducen micro controladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado.

Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador. Existen dos tipos de reguladores de carga, los lineales y los conmutados.



Figura 22: Regulador de carga

En nuestro proyecto no hará falta implementar ningún regulador de carga externo debido a que la batería que implementamos lo trae implementado.



**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Anexo 2: Estudio de rentabilidad y presupuesto

Índice de figuras

Figura 32: Gráfico precio kWh según horario y tarifa.....	5
---	---

Índice de tablas

Tabla 8: Cálculo precio medio €/Wp en placas solares	4
Tabla 9: Presupuesto de elementos del proyecto	4
Tabla 10: Periodos y tarifas de la red eléctrica.....	6

Índice de ecuaciones

Ecuación 17: Cálculo del presupuesto total.....	5
Ecuación 18: Coste €/kWh	6
Ecuación 19: Beneficios aproximados diarios.....	7
Ecuación 20: Tiempo de amortización	7
Ecuación 21: Precio de la recarga según tiempo amortización	8

Para estudiar la rentabilidad de proyecto hay que saber cuándo nos ha costado realizar dicha instalación.

Hemos separado los gastos en tres grandes grupos:

- Costes de la mano de obra
- Costes de la obra
- Costes de los elementos

Empezaremos calculando el coste de la mano de obra, suponiendo que la obra a realizar se termine en unos seis meses y suponiendo un sueldo por trabajador por 10 €/h

Sabiendo que un trabajador trabaja 1750 horas al año, trabajarán aproximadamente la mitad de horas, el número de trabajadores normalmente dependerá del dinero que destinemos a la mano de obra, nosotros sabiendo que cada trabajador va a trabajar 875 horas y cobrará 8750€, si contratamos por ejemplo 20 trabajadores para la obra, el presupuesto dejado para la mano de obra será de 175000 € teniendo en cuenta que hay algunas tareas de los costes de obra en los que ya está incluida la mano de obra.

Por otro lado, con un Excel estandarizado hemos calculado los gastos aproximados de los costes de la obra que estableceremos en unos 52500 €, en el anexo 4.1 vendrán dichos cálculos de manera más detallada.

Sin embargo, la mayoría del presupuesto estará dedicada a los elementos de la instalación, para ser más concreto, casi todo nuestro presupuesto se irá en las baterías.

Los paneles fotovoltaicos están en el mercado en un precio aproximado de 0,78 €/wp (Tabla 8) y las baterías han reducido su precio considerablemente, estableceremos un estándar de 250 €/kwh.

Precio	Potencia	€/ Wp
192	250	0,768
192	240	0,8
175	240	0,72916667
161	200	0,805
104	100	1,04
183	250	0,732
115	140	0,82142857
140	175	0,8
170	260	0,65384615
194	285	0,68070175
		0,78301431

Tabla 1: Cálculo precio medio €/Wp en placas solares

En la siguiente tabla especificaremos el precio desglosado en cada uno de los componentes, vemos como, las baterías son las que realmente disparan el precio de la instalación, aunque ya de por si es una instalación bastante grande, la que quizás hará que su rentabilidad y amortización quizás no sean visibles, contando con un presupuesto final de elementos de 2.113.100 €.

Nombre	Tipo	Unidades	Precio/medición	Total (€)
Placas fotovoltaicas	Elementos	1860 ud x 270 w= 502200 Wp	0,78€/Wp	391716
Inversores	Elementos	2	18450 €/ud	36900
Baterías	Elementos	6 x 1000 kWh = 6000 kWh	250€/kwh	1500000
Soportes módulos	Elementos	372	226,5 €/unidad	84258
Cargador IBILBOX-300	Elementos	3	1000€/kW	50000
Cargador IBILBOX-350-3M	Elementos	1	1000€/kW	43600
Cargador IBILBOX B	Elementos	3	1000€/kW	6600
Total € en elementos				2113074

Tabla 2: Presupuesto de elementos del proyecto

Sumando los tres tipos de presupuesto vemos que el coste del proyecto asciende a un total de:

$$\begin{aligned} \text{Presupuesto}_{total} &= \text{Presupuesto}_{mano\ de\ obra} + \text{Presupuesto}_{coste\ de\ obra} \\ &+ \text{Presupuesto}_{coste\ de\ elementos} = 175000 + 52500 + 2113100 = 2340600\text{€} \end{aligned}$$

Ecuación 1: Cálculo del presupuesto total

Estableceremos por tanto un presupuesto total de 2.340.600 €.

Ahora estudiaremos este caso de dos maneras:

Analizaremos el coste de una recarga de un coche eléctrico y sabiendo dicho precio calcularemos en cuanto tiempo llegaremos a amortizar dicha inversión con el pago de los clientes en la infraestructura de recarga.

Supondremos un número de años en el cual queremos que se amortice dicha inversión y a partir de ahí estableceremos un precio de recarga.

En el primer caso debemos irnos al coste de la energía en España para la recarga de coches eléctricos .

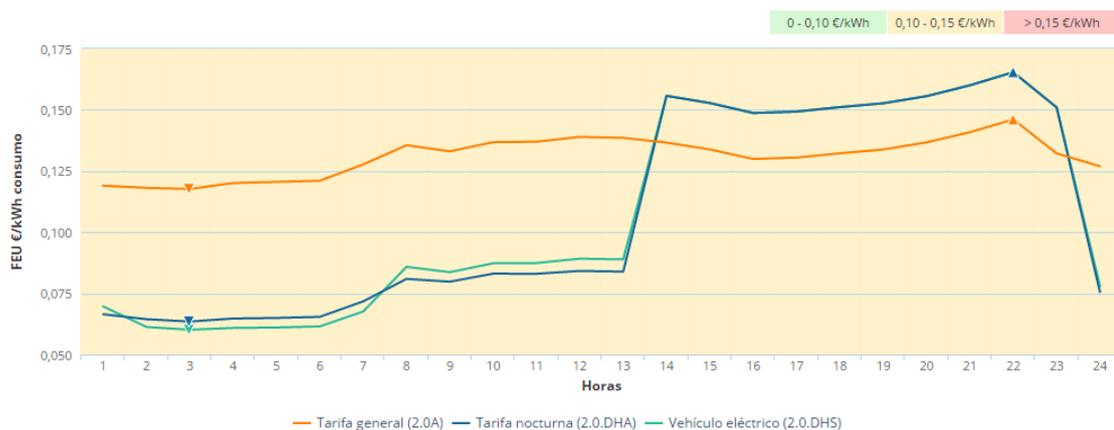


Figura 1: Gráfico precio kWh según horario y tarifa

En nuestro caso debemos dirigirnos a la línea verde que es la correspondiente al precio del consumo del vehículo eléctrico. Ahora clasificaremos nuestros horarios de consumo y analizaremos cuantos kwh consumimos en cada uno de los periodos.

Para ello nos ayudaremos de las siguientes tablas:

Periodos Tarifarios	Duración	Horas	Precio medio
P1	10 horas/día	13-23 h	0,134486 €/kWh
P2	8 horas/día	0-1 , 7-13 y 23-24 h	0,06573 €/kWh
P3	6 horas/día	1-7h	0,052175 €/kWh

Tabla 3: Periodos y tarifas de la red eléctrica

El precio de la derecha de la tabla, está sacado de la gráfica anterior, si analizamos las horas en las que usamos las instalaciones, nos damos cuenta que durante las tres primeras horas, de 10:00 a 13:00, estamos en P2, pagando 0,06573 €/kWh, mientras que las cinco horas restantes seguiremos la tarifa de precios P1 pagando 0,1345 €/kWh.

Al día nosotros consumimos alrededor de 1200 kWh debido a los cargadores , y sin aplicar factores de seguridad, de los cuales 3/8 forman parte de la tarifa P2 y 5/8 se pagan según la tarifa P1.

$$\frac{\text{Coste}}{\text{kWh}} = \frac{3}{8} \cdot 0,06573 + \frac{5}{8} \cdot 0,1345 = 0,1087\text{€/kWh}$$

Ecuación 2: Coste €/kWh

Ahora teniendo en cuenta los 1200 kWh que consumimos al día y suponiendo un 80% de ocupación durante ese periodo.

$$\text{Coste total} = \frac{\text{Coste}}{\text{kWh}} \cdot 1200 \cdot 0,8 = 105\text{€}$$

Ecuación 3: Beneficios aproximados diarios

Al día se ganarían según esta tarifa 105€ al día que equivaldría a cerca de unas 20 recargas en cada una de las estaciones, es decir, cargar el coche eléctrico calculado por coste energético nos costaría alrededor de 1,32 euros la carga(completa).

Suponiéndolo así, y ganando 105€ al día:

$$\text{Tiempo de amortización} = \frac{2340600}{105} = 22292 \text{ días}$$

Ecuación 4: Tiempo de amortización

Teniendo en cuenta que en España los días laborables al año son unos 260, tardaríamos unos 85 años en amortizar todos los gastos provenientes de la instalación.

Por eso se plantea un segundo caso en el que se tiene en cuenta aproximadamente en cuanto tiempo se quiere amortizar, para poder dar cifras más certeras ya que si solo tenemos en cuenta el €/kWh nos daremos cuenta que no estamos teniendo en cuenta toda la infraestructura que creamos para poder realizar dicha instalación por ello, digamos que la instalación se quiere hacer rentable aproximadamente en unos 10 años, en estos diez años tendríamos unos 2600 días laborables:

$$\text{Ingresos al día} = \frac{2340600}{2600} = 900 \text{ €/día}$$

Si tenemos en cuenta que un coche eléctrico con CHAdeMO se carga aproximadamente en 15 minutos y que la jornada es de 8 horas pero estamos aplicando un 80% de ocupación, nos damos cuenta de que tenemos 6,4 horas trabajables al día con cargas de 15 minutos, en ese tiempo podríamos realizar un total de 25 recargas al día en cada uno de los terminales.

$$\text{Ingresos por recarga} = \frac{900 \frac{\text{€}}{\text{día}}}{100 \frac{\text{recargas}}{\text{día}}} = 9 \text{ € por recarga}$$

Ecuación 5: Precio de la recarga según tiempo amortización

Por tanto, para amortizar la instalación en unos 10 años habría que cobrar unos 9 € por recarga, considerando el coste de la instalación, es una cifra más que razonable.

Esta cifra es mayor que la que tendríamos cargando nuestro coche eléctrico en casa por la noche, que podría llegar a costar 1 o como mucho 2€ por recarga, sin embargo teniendo en cuenta las infraestructuras de recarga usadas, y teniendo en cuenta la estación de recarga express que hemos creado, creo que podría llegar a ser un precio competitivo para recargar su coche eléctrico durante el día.

Tengamos en cuenta que aproximadamente, con los coches que estudiamos nosotros, referidos en la tabla 2, un coche con una batería completa de 22 kWh como el Renault zoe, podría recorrer, sabiendo que el consumo medio actual son unos 14,5 kWh, alrededor de unos 150 km, quizás algo menos teniendo en cuenta la profundidad de descarga de la batería, pero aún así, creemos que no son malos números.

Analizando la situación y la rentabilidad, del proyecto nos damos cuenta de que realmente el “culpable” de que el proceso de amortización sea un tanto, y tengamos que subir el precio por recarga para que pueda convertirse en una instalación viable son las

baterías , ya que sin ellas el presupuesto podría descender considerablemente hasta menos de un millón de euros y pudiendoponer muchísimo más barata la recarga por vehículo amortizándola en el mismo tiempo, de hecho las baterías suelen ser muchísimas veces el problema al que se enfrentan este tipo e instalaciones.

Como analizamos en el apartado 2.1 de la memoria descriptiva, si tuviésemos la posibilidad de poder conectar a la red la instalación ya sea con baterías o no el coste se habría reducido, habrían menos placas porque la instalación estaría dimensionada según la radiación solar media y no con la más baja de todo el año, y se habrían eliminado las baterías o quizás, como mucho, usado alguna batería como energía de respaldo, en todo caso el coste por baterías se reduciría muchísimo además, los días que sobrase energía se podría invertir en la red cobrando por dicha diferencia.

Como conclusión de este estudio de mediciones y presupuestos podemos destacar que, en un principio puede llegar a ser más viable de lo que parecía en un principio, amortizándolo a 10 años podríamos llegar a cobrar 9 € por recarga, y sabiendo que estos números se pueden rebajar, creo que podría llegar a ser algo relativamente rentable si ahora mismo, la movilidad eléctrica estuviese más usada en nuestra isla.

Anexo 2.1: Costes de la obra



SU NOMBRE Luis Alejandro Páez Alvarez
 SU DIRECCION C/las cuevas n°8 Izq
 SU CP POBLACION Tegueste
 SU CIF
 SU

CLIENTE: ULL
 DIRECCION: Av. Astrofísico Francisco Sánchez
 POBLACION: La Laguna
 C.I.F.:

FECHA: 01-09-15
 FACT N°:

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

PARTIDA	UD	CONCEPTO	DETALLE DEL CONCEPTO					PRECIO	TOTAL
			CANT.	LARGO	ANCHO	ALTO	PARCIAL		
CAP. 2		MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACION							
2.1	m3	Excavación de tierras					345,00	690,00	
2.2	m3	Hormigón armado en cimentación					465,75	931,50	
2.3	m3	Aplanamiento terreno							
2.4		Preparación terreno							
							SUBTOTAL		
CAP. 3		SANEAMIENTOS							
3.2	ud	Saneamiento de cuarto de baño					109,25	218,50	
							SUBTOTAL		
CAP. 4		ESTRUCTURAS							
4.1	m2	Forjado con viguetas y bovedillas i/mallazo y capa de compresión							
4.2	m2	Losa de hormigón para escalera							
4.3	m2	Solera de 15 cm de espesor i/mallazo					1.380,00	2.760,00	
4.6	m3	Hormigón H-150					902,75	1.805,50	
4.11	m3	Mortero M-60					188,60	377,20	
							SUBTOTAL		
CAP. 5		CUBIERTAS							
5.1	m2	Formación de pendiente de tabiquillos palomeros+capa de compresión de 3cm.					57,50	345,00	
5.2	m2	Formación de pendiente de tablero de rasillas y perfiles metálicos					46,00	92,00	
5.3	m2	Formación de faldón de tejas curvas cerámicas, cumbreiras, limahoyas y limatesas					34,50	69,00	
5.4	ml	Alero de tejas cerámicas i/p.p. de emboquillado					23,00	92,00	
							SUBTOTAL		
CAP. 6		ALBAÑILERIA							
6.1	m2	Fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor con aislante					15,96	31,92	
6.3	m2	Tabicón de ladrillo hueco 25x12x8					73,78	147,57	
6.4	m2	Tabique de ladrillo hueco 30x15x4					28,47	56,95	
6.6	m2	Cargadero con perfiles metálicos y hormigón pretensado con viguetas autorresistent					142,60	285,20	
6.8	ud	Ayuda de albañilería a electricidad					169,05	338,10	
6.9	ud	Ayuda de albañilería a fontanería							
							SUBTOTAL		
CAP. 7		REVESTIMIENTOS							
7.3	m2	Colocación de pavimento de gres o similar					74,18	519,23	
7.5	m2	Peldaño formado por huella y tabica de piedra artificial manual o cualquier otro mate					100,05	400,20	
7.6	ml	Alfeizares y remates de piedra artificial					34,50	69,00	
							SUBTOTAL		
CAP. 8		CARPINTERIA							
8.1	m2	Carpintería metálica o aluminio en ventana					368,00	736,00	
							SUBTOTAL		
CAP. 12		FOTOVOLTAICA							
12.1		Instalación módulos fotovoltaicos					3.680,00	14.720,00	
12.2		Colocación elementos instalación (inversores, baterías)					1.495,00	8.970,00	
12.3		Cableado + cajas registro					2.990,00	5.980,00	
12.4		Instalacion cargador y contadores					1.610,00	8.050,00	
							SUBTOTAL		
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION MATERIAL								47.684,87	
10%	Gastos Generales y Beneficio Industrial							4.768,49	
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCION CONTRATA								52.453,35	



Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Anexo 3: Estudio completo de seguridad y salud

Índice Anexo 3: Estudio completo de seguridad y salud

1. Memoria	5
1.1. Objeto de este estudio.....	5
1.2. Características de la obra	5
1.2.1. Descripción de la obra y situación.....	5
1.2.3. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra.....	6
1.2.4. Identificación de los autores del estudio de seguridad y salud	6
1.3. Trabajos previos a la realización de la obra	7
1.4. Servicios higiénicos, vestuarios, comedor y oficina de obra	8
1.5. Instalaciones eléctrica provisional de obra	9
1.5.1. Riesgos detectables más comunes	9
1.5.2. Normas o medidas preventivas tipo.	9
1.6. Fases de la ejecución de la obra	16
1.6.1. Movimiento de tierras.	16
1.6.2. Cimentación	19
1.6.3. Estructuras	20
1.6.4. Cubiertas	30
1.6.5. Cerramientos	34
1.6.6. Pocería y saneamiento	37
1.6.7. Acabados	39
1.6.8. Instalaciones	50
1.7. Medios auxiliares	63

1.7.1. Andamos. Normas en general	63
1.7.2. Andamios sobre borriquetas	65
1.7.3. Andamios metalicos tubulares.....	67
1.7.4. Torretas o andamios metalicos sobre ruedas	70
1.7.5. Torreta o castillete de hormigonado	73
1.7.6. Escaleras de mano (de madera o metal)	74
1.7.7. Puntales	77
1.7.8. Viseras de proteccion del acceso a obra	80
1.8. Maquinaria de obra.....	81
1.8.1. Maquinaria en general	81
1.8.2. Maquinaria para el movimiento de tierras en general	85
1.8.3. Pala cargadora (sobre orugas o sobre neumaticos)	87
1.8.4. Retroexcavadora sobre orugas o sobre neumaticos.....	90
1.8.5. Camión basculante.....	93
1.8.6. Dumper (montovolquete autopulsado).....	94
1.8.7. Gruas torre fijas o sobre carriles.....	96
1.8.8. Hormigonera electrica	102
1.8.9. Mesa de sierra circular	104
1.8.10. Vibrador.....	107
1.8.11. Soldadura por arco electrico (soldadura electrica).....	108
1.8.12. Soldadura oxiacetilénica - oxicorte	111
1.8.13. Máquinas - herramienta en general	114
1.8.14. Herramientas manuales.....	116
1.9. Trabajos que implican riesgos especiales	118
2. Pliego de condiciones	119
2.2. Condiciones técnicas de los medios de protección.....	121

2.2.1. Protección personal	122
2.2.2. Protecciones colectivas.....	123
2.3. Condiciones técnicas de la maquinaria	127
2.4. Condiciones técnicas de la instalación eléctrica	127
2.5. Organización de la seguridad	130
2.5.1. Servicio de prevención	130
2.5.2. Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra.....	131
2.5.4. Reconocimientos médicos	132
2.6. Obligaciones de las partes implicadas de la propiedad: .	133
2.7. Normas para la certificación de elementos de seguridad	133
2.8. Plan de seguridad y salud	134

1. Memoria

1.1. Objeto de este estudio.

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de Octubre de 1997 que establece las Disposiciones Mínimas en materia de seguridad y Salud.

1.2. Características de la obra

1.2.1. Descripción de la obra y situación

La parcela sobre la que se va a ejecutar la obra está situada en Arico, y posee un área de construcción de 9856 metros cuadrados.

Se refiere la obra a la construcción de una infraestructura de recargas de vehículos eléctricos, constará de un edificio que actuará como puesta de servicio de 495 metros cuadrados, y un área grande destinada a la instalación de placas fotovoltaicas y un parking donde se pararán los coches para poder cargarlos.

La estructura es de hormigón armado con forjado plano reticular con cerramiento de fábrica de ladrillo enfoscado y pintado y cubierta de teja en su perímetro y transitable en el centro.

Las instalaciones comprenden fontanería, calefacción, electricidad, ascensores, montacargas y aire acondicionado.

Se incluyen asimismo dentro de la obra las instalaciones complementarias de piscinas, pista de tenis, parque infantil y la urbanización integral de la parcela.

La energía eléctrica será suministrada por la compañía Iberdrola y la acometida se realizará en Baja Tensión 3 x 380/220 V.

El suministro de agua está previsto mediante una derivación de la red general de agua potable que pasa por la zona.

Se prevé un solo acceso a la obra a través de la carretera asfaltada que discurre paralela a la playa.

1.2.2. Problemática del solar

1.2.2.1. Topografía y Superficie.

La parcela sobre la que se va a ejecutar la obra tiene una superficie de 9856 m² de forma algo irregular, con orografía sensiblemente horizontal, situándose a 1 metro aproximadamente sobre el nivel del mar.

El terreno es arenoso en su capa superior y a 1'5 metros de profundidad aparecen arenas consolidadas a modo de rocas arenosas, a mayor profundidad se encuentran gravas.

1.2.2.2. Características y situación de los servicios y servidumbres existentes.

Como únicas particularidades la parcela presenta el paso de una acequia junto al linde sur que deberá ser desviada antes del comienzo de los trabajos.

Asimismo, se encuentra en el interior de la parcela un edificio de una sola planta.

1.2.3. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra.

Presupuesto:

El presupuesto total de adjudicación asciende a la cantidad de

Plazo de Ejecución:

El plazo de ejecución previsto desde la iniciación hasta su terminación completa es de meses.

Personal previsto:

Dadas las características de la obra, se prevé un número máximo en la misma de 40 operarios.

1.2.4. Identificación de los autores del estudio de seguridad y salud

El autor del Estudio de Seguridad y Salud es Luis Alejandro Páez Álvarez.

1.3. Trabajos previos a la realización de la obra

Previo a la iniciación de los trabajos en obra, deberá procederse al desvío de la acequia existente en el linde sur de la obra. Asimismo, se demolerá la construcción de una sola planta existente en el interior de la parcela mediante una pala-cargadora.

Deberá realizarse el vallado del perímetro de la parcela según planos y antes del inicio de la obra.

Las condiciones del vallado deberán ser:

Tendrá 2 metros de altura.

Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.

Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.

Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.

Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.

Cartel de obra.

Realización de una caseta para acometida general en la que se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.4. Servicios higiénicos, vestuarios, comedor y oficina de obra

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, determinaremos la superficie y elementos necesarios para estas instalaciones. En nuestro caso la mayor presencia de personal simultáneo se consigue con 40 trabajadores, determinando los siguientes elementos sanitarios:

4 Duchas.

2 Inodoros.

4 Lavabos.

4 Urinarios.

2 Espejos.

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: Toalleros, jaboneras, etc.

Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.

La superficie de estos servicios es de 80 m², según se especifica en el plano correspondiente, con lo que se cumplen las Vigentes Ordenanzas.

Deberá disponerse de agua caliente y fría en duchas y lavabos.

Asimismo, se instalarán comedores dotados de mesas y sillas en número suficiente.

Se dispondrá de un calienta-comidas, pileta con agua corriente y menaje suficiente para el número de operarios existente en obra.

Habrà un recipiente para recogida de basuras.

Se mantendrán en perfecto estado de limpieza y conservación.

En la oficina de obra se instalará un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por la legislación vigente, y un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 13 A.

1.5. Instalaciones eléctrica provisional de obra

1.5.1. Riesgos detectables más comunes

* Heridas punzantes en manos.

* Caídas al mismo nivel.

* Electrocuci3n; contactos el3ctricos directos e indirectos derivados esencialmente de:

- Trabajos con tensi3n.

- Intentar trabajar sin tensi3n pero sin cerciorarse de que est3 efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.

-Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protecci3n.

-Usar equipos inadecuados o deteriorados.

-Mal comportamiento o incorrecta instalaci3n del sistema de protecci3n contra contactos el3ctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

1.5.2. Normas o medidas preventivas tipo.

A) Sistema de protecci3n contra contactos indirectos

Para la prevenci3n de posibles contactos el3ctricos indirectos, el sistema de protecci3n elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

B) Normas de prevención tipo para los cables

El calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación prevista.

*Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.

*La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.

*En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

* El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tabloncillos que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima, será entre 40 y 50 cm.; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.

*Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:

a) Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.

b) Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad.

c) Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.

* La interconexión de los cuadros secundarios en planta baja, se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2m., para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.

* El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.

*Las mangueras de "alargadera".

a) Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los parámetros verticales.

b) Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP. 447).

C) Normas de prevención tipo para los interruptores

*Se ajustarán expresamente, a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

*Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

*Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

*Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.

D) Normas de prevención tipo para los cuadros eléctricos

*Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324.

*Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.

*Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

*Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".

*Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los parámetros verticales o bien, a "pies derechos" firmes.

*Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado. (Grado de protección recomendable IP. 447).

*Los cuadros eléctricos de esta obra, estarán dotados de enclavamiento eléctrico de apertura.

E) Normas de prevención tipo para las tomas de energía

*Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte unipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.

*Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.

*Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.

*La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

*Las tomas de corriente no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubierta o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.

F) Normas de prevención tipo para la protección de los circuitos

*La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos en los planos como necesarios: Su cálculo se ha efectuado siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen, llegue a la carga máxima admisible.

*Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico, tal y como queda reflejado en el esquema unifilar.

*Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magneto térmicos.

*Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.

* Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA.- (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.

30 mA.- (según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA.- Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

*El alumbrado portátil se alimentará a 24 v. mediante transformadores de seguridad, preferentemente con separación de circuitos.

G) Normas de prevención tipo para las tomas de tierra

* La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la Instrucción MIBT.039 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la Instrucción MI.BT.023 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.

*Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.

*Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

*El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

*La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación. Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será ésta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.

*El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 95 mm² de sección como mínimo en

los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.

* La red general de tierra será única para la totalidad de la instalación incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.

* Caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta tensión carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra, tanto de la grúa como de sus carriles, deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional de obra.

* Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referenciación a tierra. El resto de carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.

* Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.

* La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.

* El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.

H) Normas de prevención tipo para la instalación de alumbrado.

* Las masas de los receptores fijos de alumbrado, se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (Grado de protección recomendable IP.447).

* El alumbrado de la obra, cumplirá las especificaciones establecidas en las Ordenanzas de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

* La iluminación de los tajos será mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes.

*La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados, (o húmedos), se servirá a través de un transformador de corriente con separación de circuitos que la reduzca a 24 voltios.

*La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.

*La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.

*Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

1) Normas de seguridad tipo, de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra.

*El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carnet profesional correspondiente.

*Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.

*La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.

*Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: " NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".

*La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas.

1.5.3. NORMAS O MEDIDAS DE PROTECCION TIPO

*Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.

*Los cuadros eléctricos no se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación (pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes).

*Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional se cubrirán con viseras contra la lluvia.

*Los postes provisionales de los que colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m. (como norma general), del borde de la excavación, carretera y asimilables.

*El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso, para vehículos o para el personal, (nunca junto a escaleras de mano).

*Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo, (o de llave) en servicio.

*No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar "cartuchos fusibles normalizados" adecuados a cada caso, según se especifica en planos.

1.6. Fases de la ejecución de la obra

1.6.1. Movimiento de tierras

Para la ejecución del sótano deberá procederse al vaciado previo del mismo hasta una profundidad de 1 metro sobre el nivel actual del terreno.

El vaciado del terreno, arenoso en esta profundidad, se realizará mediante pala cargadora hasta la cota de enrase de las zapatas, transportando las tierras extraídas con camiones hasta zona de acopio para su posterior ventilación.

Las pendientes de la rampa de acceso serán del 12% en tramo recto, siendo éstas de anchura suficiente para facilitar el acceso de maquinaria y camiones, superando en cualquier caso los 6 metros exigidos en el acceso al vial.

La retirada de la rampa de acceso, así como la ejecución de las zanjas y pozos de cimentación y saneamiento, se realizará con la retroexcavadora.

La excavación de sótano se realizará manteniendo el talud natural del terreno.

1.6.1.1. Riesgos más comunes

- * Desplome de tierras.
- * Deslizamiento de la coronación de los taludes.
- *Desplome de tierras por filtraciones.
- *Desplome de tierras por sobrecarga de los bordes de coronación de taludes.
- *Desprendimiento de tierras por alteración del corte por exposición a la intemperie durante largo tiempo.
- *Desprendimiento de tierras por afloramiento del nivel freático.
- *Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras, (palas y camiones).
- *Caída de personas, vehículos, maquinaria u objetos desde el borde de coronación de la excavación.
- *Caída de personas al mismo nivel.
- *Otros.

1.6.1.2. Normas o medidas preventivas.

En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por rotura de conducciones), se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.

El frente de avance y taludes laterales del vaciado, serán revisados por el Capataz, (Encargado o Servicio de Prevención), antes de reanudar las tareas interrumpidas por cualquier causa, con el fin de detectar las alteraciones del terreno que denoten riesgo de desprendimiento.

Se señalará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación, 2 m., al borde del vaciado, (como norma general).

La coronación de taludes del vaciado a las que deben acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, situada a 2 metros como mínimo del borde de coronación del talud.

Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de taludes inestables.

Se inspeccionarán antes de la reanudación de trabajos interrumpidos por cualquier causa el buen comportamiento de las entibaciones, comunicando cualquier anomalía a la Dirección de la Obra tras haber paralizado los trabajos sujetos al riesgo detectado.

Se instalará una barrera de seguridad (valla, barandilla, acera, etc.) de protección del acceso peatonal al fondo del vaciado, de separación de la superficie dedicada al tránsito de maquinaria y vehículos.

Se prohíbe permanecer (o trabajar) en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.

Se prohíbe permanecer (o trabajar) al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo, (entibado, etc.).

Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, (Encargado o Servicio de Prevención).

Se prohíbe la circulación interna de vehículos a una distancia mínima de aproximación del borde de coronación del vaciado de, 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m. para los pesados.

1.6.1.3. Prendas de protección personal recomendables.

* Ropa de trabajo.

*Casco de polietileno (lo utilizarán, a parte del personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).

*Botas de seguridad.

*Botas de goma (o P.V.C.) de seguridad.

*Trajes impermeables para ambientes lluviosos.

*Guantes de cuero, goma o P.V.C.

1.6.2. Cimentación

Esta fase trata de la cimentación mediante zapatas aisladas armadas, arriostradas según proyecto con profundidades variables y nunca menor de 80 cm. por debajo de la cota natural del terreno.

1.6.2.1. Riesgos detectados más comunes.

*Desplome de tierras.

*Deslizamiento de la coronación de los pozos de cimentación.

*Caída de personas desde el borde de los pozos.

*Dermatitis por contacto con el hormigón.

*Lesiones por heridas punzantes en manos y pies.

* Electrocuci3n.

1.6.2.2. Normas y medidas preventivas tipo.

*No se acopiarán materiales ni se permitirá el paso de vehículos al borde de los pozos de cimentación.

*Se procurará introducir la ferralla totalmente elaborada en el interior de los pozos para no realizar las operaciones de atado en su interior.

*Los vibradores eléctricos estarán conectados a tierra.

*Para las operaciones de hormigonado y vibrado desde posiciones sobre la cimentación se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablonas que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

1.6.2.3.Prendas de protección personal recomendables para el tema de trabajos de manipulación de hormigones en cimentación.

*Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).

*Guantes de cuero y de goma.

*Botas de seguridad.

*Botas de goma o P.V.C. de seguridad.

* Gafas de seguridad.

*Ropa de trabajo.

*Trajes impermeables para tiempo lluvioso.

1.6.3.Estructuras

La estructura del edificio será a base de pilares y vigas de hormigón armado y forjado reticular con bloques de hormigón aligerado sobre encofrado continuo.

A nivel de planta de sótano el perímetro se delimita mediante muro de contención de hormigón armado.

Proceso de ejecución:

Se procederá en primer lugar a la ejecución de los muros de contención del sótano y pilares del mismo, siguiendo luego con el proceso natural de la estructura de ejecutar planta a planta.

El hormigón utilizado en obra para la estructura será suministrado desde una Planta de Hormigón y distribuido mediante el auxilio de las grúas-torre. Asimismo, se utilizará la grúa-torre para el transporte de viguetas y armaduras en obra.

Durante este proceso deberán utilizarse las rampas de acceso al sótano y las de las escaleras de acceso a las diferentes plantas las cuales incluyen el pedaleado. Una vez concluidas se procederá a la colocación de barandillas de protección en sus lados libres.

Concluida la ejecución del primer forjado se instalarán las marquesinas de protección de los accesos a obra de los operarios.

La maquinaria a emplear en los trabajos de estructura serán las grúas-torre, hormigonera, vibradores de aguja y sierra circular de mesa.

1.6.3.1. Encofrados.

Los encofrados de los forjados unidireccionales y muros de contención serán de madera, los de los pilares serán metálicos.

Para el transporte de material de encofrado en obra se utilizará la grúa-torre.

A) Riesgos más frecuentes.

- * Desprendimientos por mal apilado de la madera.
- *Golpes en las manos durante la clavazón.
- *Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes, etc.), durante las maniobras de izado a las plantas.
- *Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado.
- *Caída de personas por el borde o huecos del forjado.
- *Caída de personas al mismo nivel.
- *Cortes al utilizar las sierras de mano.
- *Cortes al utilizar la sierra circular de mesa.
- *Pisadas sobre objetos punzantes.
- *Electrocución por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.
- *Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- *Golpes en general por objetos.
- *Dermatitis por contactos con el cemento.
- *Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas.

* Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la instalación o rectificación de las redes o instalación de barandillas.

*El izado de los tableros se efectuará mediante bateas emplintadas en cuyo interior se dispondrán los tableros ordenados y sujetos mediante flejes o cuerdas.

*Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, sopandas, puntales y ferrarla; igualmente, se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

*El izado de viguetas prefabricadas se ejecutará suspendiendo la carga de los puntos tales, que la carga permanezca estable.

*El izado de bovedillas, se efectuará sin romper los paquetes en los que se suministran de fábrica, transportándolas sobre una batea emplintada.

*El izado de bovedillas sueltas se efectuará sobre bateas emplintadas. Las bovedillas se cargarán ordenadamente y se amarrarán para evitar su caída durante la elevación o transporte.

*Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.

*Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alaveados, que deberán desecharse de inmediato antes de su puesta.

*Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros a la vez, es decir, sobre las juntas.

*El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.

*Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas con nudos de marinero (redes, lonas, etc.).

*Terminado el desencofrado, se procederá a un barrido de la planta para retirar los escombros y proceder a su vertido mediante trompas (o bateas emplintadas).

*Se cortarán los latiguillos y separadores en los pilares ya ejecutados para evitar el riesgo de cortes y pinchazos al paso de los operarios cerca de ellos.

*El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

*Se instalarán listones sobre los fondos de madera de las losas de escalera, para permitir un más seguro tránsito en esta fase y evitar deslizamientos.

*Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera.

*Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de aquellas losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

*Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.

*Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán.

*Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

*Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.

*Los huecos del forjado, se cubrirán con madera clavada sobre las tabicas perimetrales antes de proceder al armado.

*Los huecos del forjado permanecerán siempre tapados para evitar caídas a distinto nivel.

*El acceso entre forjados se realizará a través de la rampa de escalera que será la primera en hormigonarse.

*Inmediatamente que el hormigón lo permita, se peldañeará.

C) Prendas de protección personal recomendables.

*Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).

*Botas de seguridad.

*Cinturones de seguridad (Clase C).

*Guantes de cuero.

*Gafas de seguridad anti proyecciones.

*Ropa de trabajo.

* Botas de goma o P.V.C. de seguridad.

*Trajes para tiempo lluvioso.

1.6.3.2.Trabajos con ferralla. Manipulación y puesta en obra.

A) Riesgos detectables más comunes.

*Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.

*Aplastamientos durante las operaciones de cargas y descarga de paquetes de ferralla.

*Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.

*Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado.

*Sobreesfuerzos.

*Caídas al mismo nivel (entre plantas, escaleras, etc.).

*Caídas a distinto nivel.

*Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.

*Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

*Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras, tal como se describe en los planos.

*Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera.

*El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas.

*La ferralla montada (pilares, parrillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje, señalados en los planos.

*Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose en el lugar determinado en los planos para su posterior cargas y transporte al vertedero.

*Se efectuará un barrido periódico de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

*Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical. Se transportarán suspendidos de dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación exacta "in situ".

*Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales sin antes estar correctamente instaladas las redes o barandillas de protección.

*Se evitará en lo posible caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas, (o vigas).

*Se instalarán "caminos de tres tablonos de anchura" (60 cm. como mínimo) que permitan la circulación sobre forjados en fase de armado de negativos (o tendido de mallazos de reparto).

*Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.

C)Prendas de protección personal recomendadas.

*Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).

*Guantes de cuero.

- *Botas de seguridad.
- *Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
- *Ropa de trabajo.
- *Cinturón porta-herramientas.
- *Cinturón de seguridad (Clase A ó C).
- *Trajes para tiempo lluvioso.

1.6.3.3.Trabajos de manipulación del hormigón

A)Riesgos detectables más comunes

- *Caída de personas al mismo nivel.
- *Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- *Caída de personas y/u objetos al vacío.
- *Hundimiento de encofrados.
- *Rotura o reventón de encofrados.
- *Pisadas sobre objetos punzantes.
 - * Pisadas sobre superficies de tránsito.
- *Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- *Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
- *Atrapamientos.
- *Electrocución. Contactos eléctricos.
- *Otros.

B)Normas o medidas preventivas tipo de aplicación durante el vertido del hormigón

a) Vertido mediante cubo o cangilón

- * Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

*La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.

*Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones.

*Del cubo (o cubilete) penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

b)Vertido de hormigón mediante bombeo

*El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.

*La manguera terminal de vertido, será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.

*Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie (un forjado o losas por ejemplo), se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.

*El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por "tapones" y "sobre presiones" internas.

*Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías) enviando masas de mortero de dosificación, en evitación de "atoramiento" o "tapones".

*Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la "redecilla" de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total, del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina. Se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.

*Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.

*Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando el libro de mantenimiento que será presentado a requerimiento de la Dirección Facultativa.

B.1. Normas o medidas preventivas tipo de aplicación durante el hormigonado de muros.

*Antes del inicio del vertido del hormigón, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones de contención de tierras de los taludes del vaciado que interesan a la zona de muro que se va a hormigonar, para realizar los refuerzos o saneos que fueran necesarios.

*El acceso al trasdós del muro (espacio comprendido entre el encofrado externo y el talud del vaciado), se efectuará mediante escaleras de mano. Se prohíbe el acceso "escalando el encofrado", por ser una acción insegura.

*Antes del inicio del hormigonado, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.

*Antes del inicio del hormigonado, y como remate de los trabajos de encofrado, se habrá construido la plataforma de trabajo de coronación del muro desde la que ayudar a las labores de vertido y vibrado.

*La plataforma de coronación de encofrado para vertido y vibrado, que se establecerá a todo lo largo del muro; tendrá las siguientes dimensiones:

- Longitud: La del muro.
- Anchura: 60 cm., (3 tablonés mínimo).
- Sustentación: Jabalcones sobre el encofrado.
- Protección: Barandilla de 90 cm. de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Acceso: Mediante escalera de mano reglamentaria.

*Se establecerán a una distancia mínima de 2 m., (como norma general), fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse al borde de los taludes del vaciado, para verter el hormigón (Dumper, camión, hormigonera).

*El vertido de hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evitación de sobrecargas puntales que puedan deformar o reventar el encofrado.

B.2. Normas o medidas preventivas de aplicación durante el hormigonado de pilares y forjados.

*Antes del inicio del vertido de hormigón, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de la seguridad de los encofrados, en prevención de accidentes por reventones o derrames.

*Antes del inicio del hormigonado, se revisará la correcta disposición y estado de las redes de protección de los trabajos de estructura.

*Se prohíbe terminantemente, trepar por los encofrados de los pilares o permanecer en equilibrio sobre los mismos.

*Se vigilará el buen comportamiento de los encofrados durante el vertido del hormigón, paralizándolos en el momento que se detecten fallos. No se reanudará el vertido hasta restablecer la estabilidad mermada.

*El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado", según plano.

*La cadena de cierre del acceso de la "torreta o castillete de hormigonado" permanecerá amarrada, cerrando el conjunto siempre que sobre la plataforma exista algún operario.

*Se revisará el buen estado de los huecos en el forjado, reinstalando las "tapas" que falten y clavando las sueltas, diariamente.

*Se revisará el buen estado de las viseras de protección contra caída de objetos, solucionándose los deterioros diariamente.

*Se dispondrán accesos fáciles y seguros para llegar a los lugares de trabajo.

*Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un solo punto. El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad sin descargas bruscas, y en superficies amplias.

*Se establecerán plataformas móviles de un mínimo de 60 cm. de ancho (3 tabloncillos trabados entre sí), desde los que ejecutan los trabajos de vibrado del hormigón.

*Se establecerán caminos de circulación sobre las superficies a hormigonar formados por líneas de 3 tablonos de anchura total mínima de 60 cm.

*Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

C)Prendas de protección personal recomendables para el tema de trabajos de manipulación de hormigones en cimentación.

Si existiese homologación expresa del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.

*Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).

*Guantes impermeabilizados y de cuero.

*Botas de seguridad.

*Botas de goma o P.V.C. de seguridad.

*Gafas de seguridad anti proyecciones.

*Ropa de trabajo.

*Trajes impermeables para tiempo lluvioso.

1.6.4. Cubiertas

La cubierta será en la zona perimetral inclinada de teja árabe sobre tablero apoyado en tabicón palomero y aislamiento térmico y en la zona central será transitable a la catalana con formación de pendientes con hormigón aligerado e impermeabilización con tela asfáltica

1.6.4.1. Cubiertas inclinadas de tejas.

A) Riesgos destacables más comunes.

*Caída de personas a distinto nivel.

*Caída de personas al mismo nivel.

*Caída de objetos a niveles inferiores.

*Sobreesfuerzos.

*Quemaduras (sellados, imperabilizaciones en caliente)

*Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.

*Golpes o cortes por manejo de piezas cerámicas o de hormigón.

B) Normas o medidas preventivas tipo de aplicación a la construcción de cubiertas en general.

*El personal encargado de la construcción de la cubierta será conocedor del sistema constructivo más correcto a poner en práctica, en prevención de los riesgos por impericia.

*El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca en rededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superior a los 6 m. de altura.

*Se tenderá, unido a dos "puntos fuertes" instalados en las limatesas, un cable de acero de seguridad en el que anclar el fiador del cinturón de seguridad, durante la ejecución de las labores sobre los faldones de la cubierta.

*El riesgo de caída de altura se controlará manteniendo los andamios metálicos apoyados de construcción del cerramiento. En la coronación de los mismos, bajo cota de alero, (o canalón), y sin dejar separación con la fachada, se dispondrá una plataforma sólida (tablones de madera trabados o de las piezas especiales metálicas para forma plataformas de trabajo en andamios tubulares existentes en el mercado), recercado de una barandilla sólida cuajada, (tablestacado, tableros de T.P. reforzados), que sobrepasen en 1 m. la cota de límite del alero.

*El riesgo de caída de altura se controlará construyendo la plataforma descrita en la medida preventiva anterior sobre tablones volados contrapesados y alojados en mechinales de la fachada, no dejará huecos libres entre la fachada y la plataforma de trabajo.

*Todos los huecos del forjado horizontal, permanecerán tapados con madera clavada durante la construcción de los tabiquillos de formación de las pendientes de los tableros.

*El acceso a los planos inclinados se ejecutará mediante escaleras de mano que sobrepasen en 1 m. la altura a salvar.

*La comunicación y circulaciones necesarias sobre la cubierta inclinada se resolverá mediante pasarelas emplintadas inferiormente de tal forma que absorbiendo la pendiente queden horizontales.

*Las tejas se izarán mediante plataformas emplintadas mediante el gancho de la grúa, sin romper los flejes, (o paquetes de plástico) en los que son suministradas por el fabricante, en prevención de los accidentes por derrame de la carga.

*Las tejas se acopiarán repartidas por los faldones evitando sobrecargas.

*Las tejas sueltas, (rotos los paquetes), se izarán mediante plataformas emplintadas y enjauladas en prevención de derrames innecesarios.

*Las tejas, se descargarán para evitar derrames y vuelcos, sobre los faldones, sobre plataformas horizontales montadas sobre plintos en cuña que absorban la pendiente.

*Las bateas, (o plataformas de izado), serán gobernadas para su recepción mediante cabos, nunca directamente con las manos, en prevención de golpes y de atrapamientos.

*Se suspenderán los trabajos sobre los faldones con vientos superiores a los 60 Km/h., en prevención del riesgo de caída de personas u objetos.

*Los rollos de tela asfáltica se repartirán uniformemente, evitando sobrecargas, calzados para evitar que rueden y ordenados por zonas de trabajo.

*Los faldones se mantendrán libres de objetos que puedan dificultar los trabajos o los desplazamientos seguros.

C)Prendas de protección personal recomendables.

*Casco de polietileno(preferiblemente con barbuquejo).

*Botas de seguridad.

* Botas de goma.

* Guantes de cuero impermeabilizados.

* Guantes de goma o P.V.C.

* Cinturón de seguridad.

* Ropa de trabajo.

* Trajes para tiempo lluvioso.

Además para la manipulación de betunes y asfaltos en caliente se utilizarán:

- *Botas de cuero.
- * Polainas de cuero.
- * Mandiles de cuero.
- *Guantes de cuero impermeabilizados.

1.6.4.2.Cubiertas planas

A)Riesgos detectables más comunes

- *Caída de personas a distinto nivel.
- * Caída de personas al mismo nivel.
- * Caída de objetos a niveles inferiores.
- *Sobreesfuerzos.
- *Quemaduras(sellados, impermeabilizaciones en caliente).
- *Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.
- * Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Todos los huecos de la cubierta permanecerán tapados con madera clavada al forjado, hasta el inicio de su cerramiento definitivos descubrirán conforme vayan a cerrarse.

*Se establecerán "caminos de circulación" sobre las zonas en proceso de fraguado, o de endurecimiento, formados por una anchura de 60 cm.

*Los recipientes para transportar materiales de sellado se llenarán al 50% para evitar derrames innecesarios.

*Los acopios de material bituminoso se repartirán en cubierta, evitando las sobrecargas puntuales.

*El pavimento de la cubierta se izará sobre plataformas emplintadas empaquetados según son servidos por el fabricante, perfectamente apilados y nivelados los paquetes y atado el conjunto a la plataforma de izado para evitar derrames durante el transporte.

*En todo momento se mantendrá limpia y libre de obstáculos que dificulten la circulación o los trabajos, la cubierta que se ejecuta.

*Los plásticos, cartón, papel y flejes, procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente que se hayan abierto los paquetes, para su eliminación posterior.

C) Prendas de protección personal recomendables.

*Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).

* Botas de seguridad.

*Botas de goma.

* Guantes de cuero impermeabilizados.

*Guantes de goma o P.V.C.

* Cinturón de seguridad.

*Ropa de trabajo.

* Trajes para tiempo lluvioso.

Además para la manipulación de betunes y asfaltos en caliente se utilizarán:

* Botas de cuero.

* Polainas de cuero.

* Mandiles de cuero.

* Guantes de cuero impermeabilizados.

1.6.5. Cerramientos

El cerramiento será en general de muro capuchino, tanto en fachada principal y posterior, como en medianeras y en muro y de 1/2 pie en cajas de escaleras y ascensor.

Las paredes interiores serán de tabicón del 7 en general y del 4 en armarios empotrados y elementos menores.

Se realizarán en primer lugar los cerramientos exteriores a fin de reducir al máximo las situaciones de riesgo, concluyendo posteriormente con los tabiques interiores.

Los riesgos que se enumeran a continuación lo serán en función de la utilización para cerramientos exteriores de andamios de estructura tubular completados con el uso general de barandilla, descartándose el empleo de andamios colgados.

Para la realización de la tabiquería interior y albañilería en general se utilizarán andamios de borriquetas adecuados.

A) Riesgos detectables más comunes.

- * Caídas de personas al mismo nivel.
- * Caída de personas a distinto nivel.
- * Caída de objetos sobre las personas.
- * Golpes contra objetos.
- * Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- *Dermatosis por contactos con el cemento.
- *Partículas en los ojos.
- *Cortes por utilización de máquinas-herramienta.
- *Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos, (cortando ladrillos, por ejemplo).
- * Sobreesfuerzos.
- * Electrocción.
- * Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- *Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).
- * Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

*Una vez desencofrada cada una de las dos plantas elevadas se protegerán en todo su perímetro con barandillas rígidas a 90 cm. de altura.

*Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos para la prevención de caídas.

*Los huecos de una vertical, (bajante por ejemplo), serán destapados para el aplomado correspondiente, concluido el cual, se comenzará el cerramiento definitivo del hueco, en prevención de los riesgos por ausencia generalizada o parcial de protecciones en el suelo.

*Los huecos permanecerán constantemente protegidos con las protecciones instaladas en la fase de estructura, reponiéndose las protecciones deterioradas.

*Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

*Todas las zonas en las que haya que trabajar estarán suficientemente iluminadas.

*Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros (cascotes de ladrillo) periódicamente, para evitar las acumulaciones innecesarias.

*La introducción de materiales en las plantas con la ayuda de la grúa torre se realizará por medio de plataformas voladas, distribuidas en obra según plano.

*Se prohíbe balancear las cargas suspendidas para su instalación en las plantas, en prevención del riesgo de caída al vacío.

*El material cerámico se izará a las plantas sin romper los flejes (o envoltura de P.V.C.) con las que lo suministre el fabricante, para evitar los riesgos por derrame de la carga.

*El ladrillo suelto se izará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas, vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.

*La cerámica politizada transportada con grúa, se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación. Nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamiento o caídas al vacío por péndulo de la carga.

*Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga de ladrillo en un determinado lugar reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.

*Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

*Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales, ubicándose aquellas según plano.

Se prohíbe lanzar cascotes directamente por las aberturas de fachadas, o huecos interiores.

*Se prohíbe trabajar junto a los parámetros recién levantados antes de transcurridas 48 horas. Si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, pueden derrumbarse sobre el personal.

*Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjados si antes no se ha procedido a instalar una protección sólida contra posibles caídas al vacío formada por pies derechos y travesaños sólidos horizontales, según el detalle de los planos.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).

*Guantes de P.V.C. o de goma.

* Guantes de cuero.

*Botas de seguridad.

*Cinturón de seguridad, Clases A y C.

*Botas de goma con puntera reforzada.

* Ropa de trabajo.

* Trajes para tiempo lluvioso.

1.6.6. Pocería y saneamiento

La pocería y la red de saneamiento se realizará a base de tubos de P.V.C. de diámetros diferentes hasta llegar a la acometida a depuradora de oxidación total prefabricada, la cual desaguará en la acequia colindante con la parcela.

En la zona de sótano la red de desagüe colgará del forjado de la planta baja.

A) Riesgos detectables más comunes.

- * Caída de personas al mismo nivel.
- * Caída de personas a distinto nivel.
- * Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- * Sobreesfuerzos por posturas obligadas, (caminar en cuclillas por ejemplo).
- * Dermatitis por contactos con el cemento.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

* El saneamiento y su acometida a la red general se ejecutará según los planos del proyecto objeto de este Estudio de Seguridad e Higiene.

* Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que por cualquier causa los conductos se deslicen o rueden.

C) Medidas de protección personal recomendables.

- * Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- * Guantes de cuero.
- * Guantes de goma (o de P.V.C.).
- * Botas de seguridad.
- * Botas de goma (o de P.V.C.) de seguridad.
- * Ropa de trabajo.
- * Equipo de iluminación autónoma.
- * Equipo de respiración autónoma, o semi autónoma.
- * Cinturón de seguridad, clases A, B, o C.
- * Manguitos y polainas de cuero.
- * Gafas de seguridad anti proyecciones.

1.6.7. Acabados

Se incluyen en este capítulo los siguientes acabados: Alicatados, enfoscados y enlucidos, solados, carpintería de madera y metálica, cristalería y pintura.

Los paramentos en general se revestirán con pasta de yeso al interior y enfoscado de mortero de cemento al exterior.

El revestimiento de paredes en baños, aseos y cocinas, será a base de azulejos o gres cerámico.

El revestimiento de suelos será de gres y baldosín cerámico en azoteas.

Las escaleras se revestirán mediante piezas de mármol.

La carpintería exterior e interior será de madera

1.6.7.1. Alicatados y Solados

A) Riesgos detectables más comunes

- *Golpes por manejo de objetos o herramientas manuales.
- *Cortes por manejo de objetos con aristas cortantes o herramientas manuales.
- *Caídas a distinto nivel.
- *Caídas al mismo nivel.
- *Cortes en los pies por pisadas sobre cascotes y materiales con aristas cortantes.
- *Cuerpos extraños en los ojos.
- *Dermatitis por contacto con el cemento.
- *Sobreesfuerzos.
- *Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Los tajos se limpiarán de "recortes" y "desperdicios de pasta".

*Los andamios sobre borriquetas a utilizar, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a los 60 cm. (3 tablonos trabados entre sí) y barandilla de protección de 90 cm.

*Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

*Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m.

*La iluminación mediante portátiles se harán con "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla y alimentados a 24 V.

*Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra, en prevención del riesgo eléctrico.

*Las cajas de plaqueta en acopio, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezo.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caídas de objetos).

*Guantes de P.V.C. o goma.

*Guantes de cuero.

* Botas de seguridad.

* Botas de goma con puntera reforzada.

* Gafas anti polvo, (tajo de corte).

*Mascarillas anti polvo con filtro mecánico recambiable específico para el material a cortar, (tajo de corte).

*Ropa de trabajo.

1.6.7.2.Enfoscados y enlucidos

A) Riesgos detectables más comunes

*Cortes por uso de herramientas, (paletas, paletines, terrajas, miras, etc.).

*Golpes por uso de herramientas, (miras, regles, terrajas, maestras).

*Caídas al vacío.

*Caídas al mismo nivel.

*Cuerpos extraños en los ojos.

* Dermatitis de contacto con el cemento y otros aglomerantes.

*Sobreesfuerzos.

* Otros.

B) Normas o medidas de protección tipo

*En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.

*Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados (y asimilables) de techos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.

*Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.

*Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones sin protección contra las caídas desde altura.

*Para la utilización de borriquetas en balcones (terrazas o tribunas), se instalará un cerramiento provisional, formado por "pies derechos" acuñados a suelo y techo, a los que se amarrarán tablones formando una barandilla sólida de 90 cm. de altura, medidas desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas. La barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié.

*Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m.

*La iluminación mediante portátiles, se hará con "portalámparas estancos con mango aislante" y "rejilla" de protección de la bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24 V.

*Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

*El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caída de objetos).

* Guantes de P.V.C. o goma.

*Guantes de cuero.

*Botas de seguridad.

*Botas de goma con puntera reforzada.

* Gafas de protección contra gotas de morteros y asimilables.

*Cinturón de seguridad clases A y C.

1.6.7.3.Falsos techos de escayola.

A) Riesgos detectables más comunes.

*Cortes por el uso de herramientas manuales (llanas, paletines, etc.).

*Golpes durante la manipulación de reglas y planchas o placas de escayola.

*Caídas al mismo nivel.

* Caídas a distinto nivel.

* Dermatitis por contacto con la escayola.

* Cuerpos extraños en los ojos.

* Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Las plataformas sobre borriquetas para la instalación de falsos techos de escayola, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.

*Los andamios para la instalación de falsos techos de escayola se ejecutarán sobre borriquetas de madera o metálicas. Se prohíbe expresamente la utilización de bidones, pilas de materiales, escaleras apoyadas contra los paramentos, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.

*Los andamios para la instalación de falsos techos sobre rampas tendrán la superficie de trabajo horizontal y bordeados de barandillas reglamentarias. Se permite el apoyo en peldaños definitivo y borriquetas siempre que esta se inmovilice y los tablones se anclen, acúñen, etc.

*Se prohíbe el uso de andamios de borriquetas próximos a huecos, sin la utilización de medios de protección contra el riesgo de caída desde altura.

*Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux medidos a una altura sobre el suelo, en torno a los 2 m.

*La iluminación mediante portátiles, se hará con "portalámparas estancos con mango aislante" y "rejilla" de protección de bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24 V.

*Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

*El transporte de sacos y planchas de escayola, se realizará interiormente, preferiblemente sobre carretilla de mano, en evitación de sobreesfuerzos.

*Los sacos y planchas de escayola se acopiarán ordenadamente repartidos junto a los tajos en los que se vaya a utilizar, lo más separado posible de los vanos en evitación de sobrecargas innecesarias.

*Los acopios de sacos o planchas de escayola, se dispondrán de forma que no obstaculicen los lugares de paso, para evitar los accidentes por tropiezo.

C) Prendas de protección personal recomendables

- *Casco de polietileno, (obligatorio para los desplazamientos por la obra).
- *Guantes de P.V.C. o goma.
- *Guantes de cuero.
- *Botas de goma con puntera reforzada.
- *Gafas de protección, (contra gotas de escayola).
- *Ropa de trabajo.
- * Cinturón de seguridad clase A y C.

1.6.7.4. Carpintería de Madera y Metálica

A) Riesgos detectables más comunes

- *Caída al mismo nivel.
- *Caída a distinto nivel.
- *Cortes por manejo de máquinas-herramientas manuales.
- *Golpes por objetos o herramientas.
- *Atrapamiento de dedos entre objetos.
- *Pisadas sobre objetos punzantes.
- *Contactos con la energía eléctrica.
- *Caída de elementos de carpintería sobre las personas.
- *Sobreesfuerzos.
- * Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

*Los precercos, (cercos, puertas de paso, tapajuntas), se descargarán en bloques perfectamente flejados (o atados) pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa torre.

*Los acopios de carpintería de madera se ubicarán en los lugares definidos en los planos, para evitar accidentes por interferencias.

*Los cercos, hojas de puerta, etc. se izarán a las plantas en bloques flejados, (o atados), suspendidos del gancho de la grúa mediante eslingas. Una vez en la planta de ubicación, se soltarán los flejes y se descargarán a mano.

*En todo momento los tajos se mantendrán libres de cascotes, recortes, metálicos, y demás objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.

*Se prohíbe acopiar barandillas definitivas en los bordes de forjados para evitar los riesgos por posibles desplomes.

*Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad, instalados en buen estado, para evitar accidentes.

*Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

*Los listones horizontales inferiores, contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

*Los listones inferiores anti deformaciones se desmontarán inmediatamente, tras haber concluido el proceso de endurecimiento de la parte de recibido del precerco, (o del cerco directo), para que cese el riesgo de tropiezo y caídas.

*El "cuelgue" de hojas de puertas, (o de ventanas), se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

*Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura entorno a los 2 m.

*La iluminación mediante portátiles se hará mediante "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 V.

*Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

*Las escaleras a utilizar serán de tipo de tijera, dotadas de zapatas antideslizantes y de cadenilla limitadora de apertura.

*Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica manual, se ejecutarán siempre bajo ventilación por "corriente de aire", para evitar los accidentes por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.

*El almacén de colas y barnices poseerá ventilación directa y constante, un extintor de polvo químico seco junto a la puerta de acceso y sobre ésta una señal de "peligro de incendio" y otra de "prohibido fumar" para evitar posibles incendios.

*Se prohíbe expresamente la anulación de toma de tierra de las máquinas herramienta. Se instalará en cada una de ellas una "pegatina" en tal sentido, si no están dotadas de doble aislamiento.

C) Prendas de protección personal recomendables.

* Casco de polietileno (obligatorio para desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caída de objetos).

*Guantes de P.V.C. o de goma.

* Guantes de cuero.

* Gafas anti proyecciones.

*Mascarilla de seguridad con filtro específico recambiable para polvo de madera, (de disolventes o de colas).

* Botas de seguridad.

* Ropa de trabajo.

1.6.7.5. Montaje de vidrio

A) Riesgos detectables más comunes.

* Caída de personas al mismo nivel.

* Caídas de personas a distinto nivel.

*Cortes en manos, brazos o pies durante las operaciones de transporte y ubicación manual del vidrio.

*Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.

*Los derivados de los medios auxiliares a utilizar.

*Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio, delimitando la zona de trabajo.

*Se mantendrán libres de fragmentos de vidrio los tajos, para evitar el riesgo de cortes.

*En las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se mantendrán siempre en posición vertical.

*La manipulación de las planchas de vidrio se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

*El vidrio presentado en la carpintería correspondiente, se recibirá y terminará de instalar inmediatamente, para evitar el riesgo de accidentes por roturas.

*Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

*La colocación de los vidrios se realizará desde dentro del edificio.

*Los andamios que deben utilizarse para la instalación de los vidrios en las ventanas, estarán protegidos en su parte delantera, (la que da hacia la ventana), por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, medidas desde la plataforma de trabajo, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, para evitar el riesgo de caídas al vacío durante los trabajos.

*Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas, los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar los trabajos realizados sobre superficies inestables.

*Se prohíben los trabajos con vidrio bajo régimen de vientos fuertes.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (obligatorio para desplazamientos por la obra).

*Guantes de goma.

* Manoplas de goma.

- * Muñequeras de cuero que cubran el brazo.
- * Botas de seguridad.
- *Polainas de cuero.
- *Mandil.
- *Ropa de trabajo.
- * Cinturón de seguridad clase A y C.

1.6.7.6. Pintura y barnizado

A) Riesgos detectables más comunes

- * Caída de personas al mismo nivel.
- *Caída de personas a distinto nivel.
- *Caída de personas al vacío (pintura de fachadas y asimilables).
- * Cuerpos extraños en los ojos (gotas de pintura, motas de pigmentos).
- *Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones).
- * Contacto con sustancias corrosivas.
- *Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores.
- *Contactos con la energía eléctrica.
- * Sobreesfuerzos.
- * Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

* Las pinturas, (los barnices, disolventes, etc.), se almacenarán en lugares bien ventilados.

*Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.

*Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

*Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando (ventanas y puertas abiertas).

*Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes de la obra, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad en las situaciones de riesgo de caída desde altura.

*Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm. (tres tablones trabados), para evitar los accidente por trabajos realizados sobre superficies angostas.

*Se prohíbe la formación de andamios a base de un tablón apoyado en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de los de apoyo libre como de las de tijera, para evitar el riesgo de caída a distinto nivel.

*Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.

*Se prohíbe la utilización en esta obra, de las escaleras de mano en los balcones, sin haber puesto previamente los medios de protección colectiva (barandillas superiores, redes, etc.), para evitar los riesgos de caídas al vacío.

*La iluminación mínima en las zonas de trabajo será de 100 lux, medidos a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 metros.

*La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 V.

*Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de suministro de energía sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

*Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar el riesgo de caídas por inestabilidad.

*Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.

*Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos (o pigmentos tóxicos) de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.

*Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión (o de incendio).

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (para desplazamientos por la obra).

*Guantes de P.V.C. largos (para remover pinturas a brazo).

*Mascarilla con filtro mecánico específico recambiable (para ambientes pulverulentos).

*Mascarilla con filtro químico específico recambiable (para atmósferas tóxicas por disolventes orgánicos).

*Gafas de seguridad (antipartículas y gotas).

*Calzado antideslizante.

*Ropa de trabajo.

*Gorro protector contra pintura para el pelo.

1.6.8. Instalaciones

En las instalaciones se contemplan los trabajos de fontanería, electricidad, calefacción, aire acondicionado, ascensores y montacargas, antenas de TV y FM y pararrayos.

Para los trabajos de esta fase que sean de rápida ejecución, usaremos escaleras de tijera, mientras que en aquellos que exijan dilatar sus operaciones emplearemos andamios de borriquetas o tubulares adecuados.

1.6.8.1.Montaje de la instalación eléctrica

A)Riesgos detectables durante la instalación.

- * Caída de personas al mismo nivel.
- *Caída de personas a distinto nivel.
- *Cortes por manejo de herramientas manuales.
- *Cortes por manejo de las guías y conductores.
- *Golpes por herramientas manuales.
- * Otros.

A.1.Riesgos detectables durante las pruebas de conexonado y puesta en servicio de la instalación más comunes.

- *Electrocución o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- *Electrocución o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- *Electrocución o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
- *Electrocución o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección(disyuntores diferenciales, etc.).
- *Electrocución o quemaduras por conexonados directos sin clavijas macho-hembra.
- *Otros.

B)Normas o medidas preventivas tipo

- *En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
- *La iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m. del suelo.
- *La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante", y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

*Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

*Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

*Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.

*Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

*Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

*Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

*Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

*Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, partidas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra y en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.

*Botas aislantes de electricidad (conexiones).

*Botas de seguridad.

*Guantes aislantes.

- *Ropa de trabajo.
- *Cinturón de seguridad.
- *Banqueta de maniobra.
- *Alfombra aislante.
- *Comprobadores de tensión.
- *Herramientas aislantes.

1.6.8.2. Instalaciones de fontanería y de aparatos sanitarios

A) Riesgos detectables más comunes

- *Caídas al mismo nivel.
- *Caídas a distinto nivel.
- *Cortes en las manos por objetos y herramientas.
- *Atrapamientos entre piezas pesadas.
- *Los inherentes al uso de la soldadura autógena.
- *Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.
- *Quemaduras.
- *Sobreesfuerzos.
- *Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombros para su vertido por las trompas, para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.

*La iluminación de los tajos de fontanería será de un mínimo de 100 lux medidos a una altura sobre el nivel del pavimento, en torno a los 2 m.

*La iluminación eléctrica mediante portátiles se efectuará mediante "mecanismos estancos de seguridad" con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

*Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

*Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.

*Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura en evitación de incendios.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno para los desplazamientos por la obra.

*Guantes de cuero.

*Botas de seguridad.

*Ropa de trabajo.

1.6.8.3.Instalaciones de calefacción

A)Riesgos detectables más comunes

*Caída al mismo nivel.

*Caída a distinto nivel.

*Corte en las manos por objetos y herramientas.

* Atrapamiento entre piezas pesadas.

*Explosión del soplete (o de la bombona de gas licuado).

*Los inherentes a la utilización de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.

*Pisada sobre materiales.

*Sobreesfuerzo.

*Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Junto a la puerta del almacén de gases licuados, se instalará un extintor de polvo químico seco.

*La iluminación eléctrica de los tajos, será de un mínimo de 100 lux medidos a una altura sobre el nivel del pavimento, en torno a los 2 m.

*La iluminación eléctrica mediante portátiles, estará protegida mediante "mecanismos estancos de seguridad" con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

*Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes encendidos junto a materiales inflamables.

*Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura en evitación de incendios.

*Las botellas (o bombonas) de gases licuados, se transportarán y permanecerán en los carros porta botellas.

*Se evitará soldar o utilizar el oxicorte, con las botellas o bombonas de gases licuados expuestos al sol.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno para el tránsito por obra.

*Guantes de cuero.

*Botas de seguridad.

*Mandil de cuero.

*Ropa de trabajo.

*Guantes de goma o de P.V.C.

Además, en el tajo de soldadura se usará:

*Gafas de soldador (siempre el ayudante).

*Yelmo de soldador.

*Pantalla de soldadura de mano.

*Mandil de cuero.

*Muñequeras de cuero que cubran los brazos.

*Manoplas de cuero.

*Polainas de cuero.

1.6.8.4. Instalaciones de aire acondicionado

A) Riesgos detectables más comunes

*Caída al mismo nivel.

*Caída a distinto nivel.

*Atrapamiento (entre engranajes, transmisiones, etc., durante las operaciones de puesta a punto o montaje).

*Pisada sobre materiales.

*Quemaduras.

*Cortes por manejo de chapas.

*Cortes por manejo de herramientas cortantes.

*Cortes por uso de la fibra de vidrio.

*Sobreesfuerzos.

*Los inherentes a los trabajos de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.

*Los inherentes al tipo de andamios o medio auxiliar a utilizar.

*Dermatitis por contactos con fibras.

*Otros.

B) Normas preventivas tipo

*Los recortes sobrantes, se irán retirando conforme se produzcan a un lugar determinado, para su posterior recogida y vertido por las trompas y evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.

*La iluminación en los tajos de montaje de tuberías será de un mínimo de 100 lux, medidos a una altura sobre el nivel de pavimento en torno a los 2 m.

*Las botellas, (o bombonas), de gases licuados, se transportarán y permanecerán en los carros porta botellas.

*Durante el corte con cizalla las chapas permanecerán apoyadas sobre los bancos y sujetas, para evitar accidentes por movimientos indeseables, en especial de las hojas recortadas.

*Los tramos de conducto, se evacuarán del taller de montaje lo antes posible para su conformación en su ubicación definitiva, y evitar accidentes en el taller, por saturación de objetos.

*Las planchas de fibra de vidrio, serán cortadas sobre el banco mediante cuchilla. En todo momento se asistirá al cortador para evitar riesgos por desviaciones y errores.

*Se prohíbe abandonar en el suelo, cuchillas, cortantes, grapadoras y remachadoras para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.

*Las rejillas se montarán desde escaleras de tijera dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para eliminar el riesgo de caída.

*Los conductos a ubicar en alturas considerables, se instalarán desde andamios tubulares con plataformas de trabajo de un mínimo de 60 cm. de anchura, rodeadas de barandillas sólidas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

*Antes del inicio de la puesta en marcha, se instalarán las protecciones de las partes móviles, para evitar el riesgo de atrapamientos.

*No se conectarán ni pondrán en funcionamiento las partes móviles de una máquina, sin antes haber apartado de ellas herramientas que se estén utilizando, para evitar el riesgo de proyección de objetos o fragmentos.

*Durante las pruebas, cuando deba cortarse momentáneamente la energía eléctrica de alimentación, se instalará en el cuadro un letrero de precaución con la leyenda:

"NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".

*Se prohíbe expresamente la manipulación de partes móviles de cualquier motor o asimilables sin antes haber procedido a la desconexión total de la red eléctrica de alimentación, para evitar los accidentes por atrapamiento.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno para el tránsito por obra.

*Guantes de cuero.

*Guantes de P.V.C. o goma

*Ropa de trabajo.

*Botas de seguridad.

*Cinturón de seguridad clases A y C.

Además, en el tajo de soldadura se utilizarán:

*Gafas de soldador (siempre el ayudante).

*Yelmo de soldador.

*Pantalla de soldadura de mano.

*Mandil de cuero.

*Muñequeras de cuero que cubran los brazos.

*Manoplas de cuero.

*Polainas de cuero.

1.6.8.5.Instalación de los ascensores y de los montacargas.

A)Riesgos detectables más comunes.

*Caídas al mismo nivel.

*Caídas a distinto nivel.

*Caídas al vacío por el hueco del ascensor.

- *Caídas de objetos.
- *Atrapamientos entre piezas pesadas.
- *Contactos eléctricos directos.
- *Contactos eléctricos indirectos.
- *Golpes por manejo de herramientas manuales.
- *Sobreesfuerzos.
- *Los inherentes a la utilización de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte
- *Pisadas sobre materiales.
- *Quemaduras.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*El personal encargado de realizar el montaje será especialista en la instalación de ascensores.

*No se procederá a realizar el cuelgue del cable de las "carracas" portantes de la plataforma provisional de montaje, hasta haberse agotado el tiempo necesario para el endurecimiento del punto fuerte de seguridad que ha de soportar el conjunto, bajo la bancada superior.

*Antes de iniciar los trabajos, se cargará la plataforma con el peso máximo que debe soportar, mayorado en un 40% de seguridad. Esta "prueba de carga" se ejecutará a una altura de 30 cm. sobre el fondo del hueco del ascensor.

Concluida satisfactoriamente, se iniciarán los trabajos sobre plataforma.

*Antes de proceder a "tender los plomos" para el replanteo de guías y cables de la cabina, se verificará que todos los huecos están cerrados con barandillas provisionales sólidas, de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

*La losa de hormigón de la bancada superior del hueco de ascensores, estará diseñada con los orificios precisos para poder realizar sin riesgo a través de ellos, las tareas de aplomado de las guías.

*La plataforma de trabajo móvil estará rodeada perimetralmente por barandillas de 90 cm. de altura, formadas de barra pasamano, y rodapié, dotada de sistema de acuñado en caso de descenso brusco.

*La plataforma de montaje estará protegida por una visera resistente anti impactos.

*La instalación de los cercos de las puertas de paso de las plantas, se ejecutará sujetos con cinturones de seguridad a puntos fuertes seguros dispuestos para tal menester.

*Las puertas se colgarán inmediatamente que el cerco esté recibido y listo para ello, procediendo a disparar un pestillo de cierre de seguridad, o a instalar un acuñado que impida su apertura fortuita y los accidentes de caída por el hueco del ascensor.

*Se prohíbe durante el desarrollo de toda la obra, arrojar escombros por los huecos destinados a la instalación de los ascensores para evitar los accidentes por golpes.

*La iluminación del hueco del ascensor se instalará en todo su desarrollo. El nivel de iluminación en el tajo será de 200 lux.

*La iluminación eléctrica mediante portátiles, se efectuará utilizando "portalámparas estancos de seguridad con mango aislante" dotados con rejilla protectora de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

*Se prohíbe la instalación provisional de tomas de agua junto a los núcleos de ascensores, para evitar las escorrentías con interferencia en los trabajos de los instaladores y consecuente potenciación de riesgos.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno para el tránsito por la obra.

*Botas de seguridad.

*Guantes de seguridad.

*Ropa de trabajo.

*Botas aislantes (montajes y pruebas bajo tensión).

*Guantes aislantes (montajes y pruebas bajo tensión).

Para el tajo de soldadura además se utilizará:

- *Gafas de soldador (para el ayudante).
- *Yelmo de soldador.
- *Pantalla de soldador de mano.
- *Guantes de cuero.
- *Muñequeras de cuero que cubran los brazos.
- *Polainas de cuero.
- *Mandil de cuero.

1.6.8.6.Instalación de antenas.

A)Riesgos detectables más comunes.

- *Caídas al mismo nivel.
- *Sobreesfuerzos.
- *Caídas a distinto nivel.
- *Golpes por manejo de herramientas manuales.
- *Cortes por manejo de máquinas-herramienta manuales.
- *Otros.

B)Normas o medidas preventivas tipo

*No se iniciarán los trabajos sobre las cubiertas hasta haber concluido los petos de cerramiento perimetral, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

*Se establecerán los "puntos fuertes" de seguridad de los que amarrar los cables a los que enganchar el cinturón de seguridad, para evitar el riesgo de caída desde altura.

*La zona de trabajo se mantendrá limpia de obstáculos y de objetos para eliminar el riesgo de caída desde altura.

*Se prohíbe verter escombros y recortes, directamente por la fachada. Los escombros se recogerán y apilarán para su vertido posterior por las trompas (o a mano a un contenedor en su caso), para evitar accidentes por caída de objetos.

*Las operaciones de montaje de componentes, se efectuará en cota cero. Se prohíbe la composición de elementos en altura, si ello no es estrictamente imprescindible con el fin de no potenciar los riesgos ya existentes.

*Se prohíbe expresamente instalar antenas en esta obra, a la vista de nubes de tormenta próximas.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por el interior de la obra).

*Guantes de cuero.

*Botas de seguridad.

*Cinturón de seguridad clase C.

*Ropa de trabajo.

1.7. Medios auxiliares

1.7.1. Andamos. Normas en general

A) Riesgos detectables más comunes.

- * Caídas a distinto nivel (al entrar o salir).
- * Caídas al mismo nivel.
 - * Desplome del andamio.
- * Desplome o caída de objetos (tablones, herramienta, materiales)
- *Golpes por objetos o herramientas.
- *Atrapamientos.
- *Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

*Los andamios siempre se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores.

*Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables.

*Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios, se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.

*Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.

*Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.

*Las plataformas de trabajo, independientemente de la altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapiés.

*Las plataformas de trabajo permitirán la circulación e intercomunicación necesaria para la realización de los trabajos.

*Los tablones que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma, que puedan apreciarse los defectos por uso y su canto será de 7 cm. como mínimo.

*Se prohíbe abandonar en las plataformas sobre los andamios, materiales o herramientas. Pueden caer sobre las personas o hacerles tropezar y caer al caminar sobre ellas.

*Se prohíbe arrojar escombros directamente desde los andamios. El escombros se recogerá y se descargará de planta en planta, o bien se verterá a través de trompas.

*Se prohíbe fabricar morteros (o asimilables) directamente sobre las plataformas de los andamios.

*La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm. en prevención de caídas.

*Se prohíbe expresamente correr por las plataformas sobre andamios, para evitar los accidentes por caída.

*Se prohíbe "saltar" de la plataforma andamiada al interior del edificio; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.

*Los andamios se inspeccionarán diariamente por el Capataz, Encargado o Servicio de Prevención, antes del inicio de los trabajos, para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.

*Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación (o sustitución).

*Los reconocimientos médicos previos para la admisión del personal que deba trabajar sobre los andamios de esta obra, intentarán detectar aquellos trastornos

orgánicos (vértigo, epilepsia, trastornos cardiacos, etc.), que puedan padecer y provocar accidentes al operario. Los resultados de los reconocimientos se presentarán al Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).

*Botas de seguridad (según casos).

*Calzado antideslizante (según caso).

*Cinturón de seguridad clases A y C.

*Ropa de trabajo.

*Trajes para ambientes lluviosos.

1.7.2. Andamios sobre borriquetas

Están formados por un tablero horizontal de 60 cm. de anchura mínima, colocados sobre dos apoyos en forma de "V" invertida.

A) Riesgos detectables más comunes.

*Caídas a distinto nivel.

*Caídas al mismo nivel.

*Golpes o aprisionamientos durante las operaciones de montaje y desmontaje.

*Los derivados del uso de tablonos y madera de pequeña sección o en mal estado (roturas, fallos, cimbreos).

B) Normas o medidas preventivas tipo.

*Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.

*Las borriquetas de madera, estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones y roturas, para eliminar los riesgos por fallo, rotura espontánea y cimbreo.

*Las plataformas de trabajo se anclarán perfectamente a las borriquetas, en evitación de balanceos y otros movimientos indeseables.

*Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm. para evitar el riesgo de vuelcos por basculamiento.

*Las borriquetas no estarán separadas "a ejes" entre sí más de 2,5 m. para evitar las grandes flechas, indeseables para las plataformas de trabajo, ya que aumentan los riesgos al cimbralear.

*Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas. Se prohíbe expresamente, la sustitución de éstas, (o alguna de ellas), por "bidones", "pilas de materiales" y asimilables, para evitar situaciones inestables.

* Sobre los andamios sobre borriquetas, sólo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma de trabajo para evitar las sobrecargas que mermen la resistencia de los tablones.

*Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera, estarán dotadas de cadenillas limitadoras de la apertura máxima, tales, que garanticen su perfecta estabilidad.

*Las plataformas de trabajo sobre borriquetas, tendrán una anchura mínima de 60 cm.(3 tablones trabados entre sí), y el grosor del tablón será como mínimo de 7 cm.

*Los andamios sobre borriquetas ,independientemente de la altura a que se encuentre la plataforma, estarán recercados de barandillas sólidas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

*Las borriquetas metálicas para sustentar plataformas de trabajo ubicadas a 2 ó más metros de altura, se arriostrarán entre sí, mediante "cruces de San Andrés", para evitar los movimientos oscilatorios, que hagan el conjunto inseguro.

*Los trabajos en andamios sobre borriquetas en los balcones, tendrán que ser protegidos del riesgo de caída desde altura.

*Se prohíbe formar andamios sobre borriquetas metálicas simples cuyas plataformas de trabajo deban ubicarse a 6 ó más metros de altura.

*Se prohíbe trabajar sobre escaleras o plataformas sustentadas en borriquetas, apoyadas a su vez sobre otro andamio de borriquetas.

*La madera a emplear será sana, sin defectos ni nudos a la vista, para evitar los riesgos por rotura de los tablones que forman una superficie de trabajo.

C)Prendas de protección personal recomendables.

Serán preceptivas las prendas en función de las tareas específicas a desempeñar. No obstante durante las tareas de montaje y desmontaje se recomienda el uso de:

* Cascos.

* Guantes de cuero.

* Calzado antideslizante.

*Ropa de trabajo.

*Cinturón de seguridad clase C.

1.7.3.Andamios metálicos tubulares

Se debe considerar para decidir sobre la utilización de este medio auxiliar, que el andamio metálico tubular está comercializado con todos los sistemas de seguridad que lo hacen seguro (escaleras, barandillas, pasamanos, rodapiés, superficies de trabajo, bridas y pasadores de anclaje de los tablones, etc.).

A) Riesgos detectables más comunes.

*Caídas a distinto nivel.

*Caídas al mismo nivel.

*Atrapamientos durante el montaje.

*Caída de objetos.

*Golpes por objetos.

*Sobreesfuerzos.

*Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo.

*Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones preventivas:

- No se iniciará un nuevo nivel sin antes haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad (cruces de San Andrés, y arrastramientos).

-La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidada será tal, que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a él el fiador del cinturón de seguridad.

-Las barras, módulos tubulares y tablonés, se izarán mediante sogas de cáñamo de Manila atadas con "nudos de marinero" (o mediante eslingas normalizadas).

-Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos o los arrastramientos correspondientes.

-Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los "nudos" o "bases" metálicas, o bien mediante las mordazas y pasadores previstos, según los modelos comercializados.

*Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura.

*Las plataformas de trabajo se limitarán delantera, lateral y posteriormente, por un rodapié de 15 cm.

*Las plataformas de trabajo tendrán montada sobre la vertical del rodapié posterior una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

*Las plataformas de trabajo, se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablonés.

*Los módulos de fundamento de los andamios tubulares, estarán dotados de las bases nivelables sobre tornillos sin fin (husillos de nivelación), con el fin de garantizar una mayor estabilidad del conjunto.

*Los módulos de base de los andamios tubulares, se apoyarán sobre tablonces de reparto de cargas en las zonas de apoyo directo sobre el terreno.

*Los módulos de base de diseño especial para el paso de peatones, se complementarán con entablados y viseras seguras a "nivel de techo" en prevención de golpes a terceros.

*La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas (elemento auxiliar del propio andamio).

*Se prohíbe expresamente en esta obra el apoyo de los andamios tubulares sobre suplementos formados por bidones, pilas de materiales diversos, "torretas de maderas diversas" y asimilables.

*Las plataformas de apoyo de los tornillos sin fin (husillos de nivelación), de base de los andamios tubulares dispuestos sobre tablonces de reparto, se clavarán a éstos con clavos de acero, hincados a fondo y sin doblar.

*Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares, si antes no se han cercado con barandillas sólidas de 90 cm. de altura formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.

*Todos los componentes de los andamios deberán mantenerse en buen estado de conservación desechándose aquellos que presenten defectos, golpes o acusada oxidación.

*Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral, se montarán con ésta hacia la cara exterior, es decir, hacia la cara en la que no se trabaja.

Es práctica corriente el "montaje de revés" de los módulos en función de la operatividad que representa, la posibilidad de montar la plataforma de trabajo sobre determinados peldaños de la escalerilla. Evite estas prácticas por inseguras.

*Se prohíbe en esta obra el uso de andamios sobre borriquetas (pequeñas borriquetas), apoyadas sobre las plataformas de trabajo de los andamios tubulares.

*Los andamios tubulares se montarán a una distancia igual o inferior a 30 cm. del paramento vertical en el que se trabaja.

*Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos sólidamente a los "puntos fuertes de seguridad" previstos en fachadas o paramentos.

*Las cargas se izarán hasta las plataformas de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas al andamio tubular.

* Se prohíbe hacer "pastas" directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.

* Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo en prevención de accidentes por sobrecargas innecesarias.

*Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón ubicado a media altura en la parte posterior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).

*Ropa de trabajo.

*Calzado antideslizante.

*Cinturón de seguridad clase C.

1.7.4.Torretas o andamios metálicos sobre ruedas

Medio auxiliar conformado como un andamio metálico tubular instalado sobre ruedas en vez de sobre husillos de nivelación y apoyo.

Este elemento suele utilizarse en trabajos que requieren el desplazamiento del andamio.

A)Riesgos detectables más comunes

*Caídas a distinto nivel.

*Los derivados de desplazamientos incontrolados del andamio.

*Aplastamientos y atrapamientos durante el montaje.

* Sobreesfuerzos.

*Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.

*Las plataformas de trabajo sobre las torretas con ruedas, tendrán la anchura máxima (no inferior a 60 cm.), que permita la estructura del andamio, con el fin de hacerlas más seguras y operativas.

*Las torretas (o andamios), sobre ruedas en esta obra, cumplirán siempre con la siguiente expresión con el fin de cumplir un coeficiente de estabilidad y por consiguiente, de seguridad. h/l mayor o igual a 3

Donde: h =a la altura de la plataforma de la torreta.

l =a la anchura menor de la plataforma en planta.

En la base, a nivel de las ruedas, se montarán dos barras en diagonal de seguridad para hacer el conjunto indeformable y más estable.

*Cada dos bases montadas en altura, se instalarán de forma alternativa -vistas en plantas-, una barra diagonal de estabilidad.

*Las plataformas de trabajo montadas sobre andamios con ruedas, se limitarán en todo su contorno con una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié.

*La torreta sobre ruedas será arriostrada mediante barras a "puntos fuertes de seguridad" en prevención de movimientos indeseables durante los trabajos, que puedan hacer caer a los trabajadores.

*Las cargas se izarán hasta la plataforma de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas el andamio o torreta sobre ruedas, en prevención de vuelcos de la carga (o del sistema).

*Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que puedan originar caídas de los trabajadores.

*Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo en prevención de sobrecargas que pudieran originar desequilibrios o balanceos.

*Se prohíbe en esta obra, trabajar o permanecer a menos de cuatro metros de las plataformas de los andamios sobre ruedas, en prevención de accidentes.

*Se prohíbe arrojar directamente escombros desde las plataformas de los andamios sobre ruedas. Los escombros (y asimilables) se descenderán en el interior de cubos mediante la garrucha de izado y descenso de cargas.

*Se prohíbe transportar personas o materiales sobre las torretas, (o andamios), sobre ruedas durante las maniobras de cambio de posición en prevención de caídas de los operarios.

*Se prohíbe subir a realizar trabajos en plataformas de andamios (o torretas metálicas) apoyados sobre ruedas, sin haber instalado previamente los frenos anti rodadura de las ruedas.

*Se prohíbe en esta obra utilizar andamios (o torretas), sobre ruedas, apoyados directamente sobre soleras no firmes (tierras, pavimentos frescos, jardines y asimilables) en prevención de vuelcos.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).

*Ropa de trabajo.

*Calzado antideslizante.

*Cinturón de seguridad.

Para el montaje se utilizarán además:

*Guantes de cuero.

*Botas de seguridad.

*Cinturón de seguridad clase C.

1.7.5. Torreta o castillete de hormigonado

Entiéndase como tal una pequeña plataforma auxiliar que suele utilizarse como ayuda para guiar el cubo o cangilón de la grúa durante las operaciones de hormigonado de pilares o de elementos de cierta singularidad.

Tenga presente que es costumbre que los carpinteros encofradores se "fabriquen" una plataforma de madera que, además de no cumplir con lo legislado, se trata generalmente de un artilugio sin niveles de seguridad aceptables.

A) Riesgos detectables más comunes

- *Caídas de personas a distinto nivel.
- *Golpes por el cangilón de la grúa.
- *Sobreesfuerzos por transporte y nueva ubicación.
- *Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Las plataformas presentarán unas dimensiones mínimas de 1'10 por 1'10 m. (lo mínimo necesario para la estancia de dos hombres).

*La plataforma dispondrá de una barandilla de 90 cm. de altura formada por barra pasamanos, barra intermedia y un rodapié de tabla de 15 cm. de altura.

*El ascenso y descenso de la plataforma se realizará a través de una escalera.

*El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena o barra siempre que permanezcan personas sobre ella.

*Se prohíbe el transporte de personas o de objetos sobre las plataformas de los "castilletes de hormigonado" durante sus cambios de posición, en prevención del riesgo de caída.

*Los "castilletes de hormigonado" se ubicarán para proceder al llenado de los pilares en esquina, con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más favorable y más segura.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).

*Calzado antideslizante.

*Guantes de cuero.

*Ropa de trabajo.

1.7.6.Escaleras de mano (de madera o metal)

Este medio auxiliar suele estar presente en todas las obras sea cual sea su entidad.

Suele ser objeto de "prefabricación rudimentaria" en especial al comienzo de la obra o durante la fase de estructura. Estas prácticas son contrarias a la Seguridad. Debe impedir las en la obra.

A)Riesgos detectables más comunes

*Caídas al mismo nivel.

*Caídas a distinto nivel.

*Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).

*Vuelco lateral por apoyo irregular.

*Rotura por defectos ocultos.

*Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).

* Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

a) De aplicación al uso de escaleras de madera.

* Las escaleras de madera a utilizar en esta obra, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.

* Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.

* Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos.

b) De aplicación al uso de escaleras metálicas.

* Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.

* Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura anti oxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.

* Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.

c) De aplicación al uso de escaleras de tijera.

Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados a y b para las calidades de "madera o metal".

* Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.

* Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.

* Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.

* Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.

* Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.

* Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.

*Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales

d) Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen.

*Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m.

*Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.

*Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.

*Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

*Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, $1/4$ de la longitud del larguero entre apoyos.

*Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kgs. sobre las escaleras de mano.

*Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

*El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.

*El ascenso y descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

C) Prendas de protección personal recomendables

- * Casco de polietileno.
- * Botas de seguridad.
- * Calzado antideslizante.
- * Cinturón de seguridad clase A o C.

1.7.7. Puntales

Este elemento auxiliar es manejado corrientemente bien por el carpintero encofrador, bien por el peonaje.

El conocimiento del uso correcto de este útil auxiliar está en proporción directa con el nivel de la seguridad.

A) Riesgos detectables más comunes

- *Caída desde altura de las personas durante la instalación de puntales.
- *Caída desde altura de los puntales por incorrecta instalación.
- *Caída desde altura de los puntales durante las maniobras de transporte elevado.
- *Golpes en diversas partes del cuerpo durante la manipulación.
- *Atrapamiento de dedos (extensión y retracción).
- *Caída de elementos conformadores del puntal sobre los pies.
- *Vuelco de la carga durante operaciones de carga y descarga.
- *Rotura del puntal por fatiga del material.
- *Rotura del puntal por mal estado (corrosión interna y/o externa).
- *Deslizamiento del puntal por falta de acuñaamiento o de clavazón.
- *Desplome de encofrados por causa de la disposición de puntales.

*Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura y fondo el que desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.

*La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante la hinca de "pies derechos" de limitación lateral.

*Se prohíbe expresamente tras el desencofrado el amontonamiento irregular de los puntales.

*Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes uniformes sobre bateas, flejados para evitar derrames innecesarios.

*Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes flejados por los dos extremos; el conjunto, se suspenderá mediante aparejo de eslingas del gancho de la grúa torre.

*Se prohíbe expresamente en esta obra, la carga a hombro de más de dos puntales por un solo hombre en prevención de sobreesfuerzos.

*Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombro con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.

*Los tablones durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acuñarán. Los puntales, siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.

*Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda, para conseguir una mayor estabilidad.

*El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido. Se prohíbe expresamente en esta obra las sobrecargas puntuales.

B.1. Normas o medidas preventivas tipo para el uso de puntales de madera

*Serán de una sola pieza, en madera sana, preferiblemente sin nudos y seca.

- *Estarán descortezados con el fin de poder ver el estado real del rollizo.
- *Tendrán la longitud exacta para el apeo en el que se les instale.
- *Se acuñarán, con doble cuña de madera superpuesta en la base calvándose entre sí.
- *Preferiblemente no se emplearán dispuestos para recibir sollicitaciones a flexión.
- *Se prohíbe expresamente en esta obra el empalme o suplementación con tacos (o fragmentos de puntal, materiales diversos y asimilables), los puntales de madera.
- *Todo puntal agrietado se rechazará para el uso de transmisión de cargas.

B.2. Normas o medidas preventivas tipo para el uso de puntales metálicos

- *Tendrán la longitud adecuada para la misión a realizar.
- *Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).
- *Los tornillos sin fin los tendrán engrasados en prevención de esfuerzos innecesarios.
- *Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras o torcimientos).
- *Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

C) Prendas de protección personal recomendables.

- * Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
- *Ropa de trabajo.
- *Guantes de cuero.
- *Cinturón de seguridad.
- *Botas de seguridad.
- *Las propias del trabajo específico en el que se empleen puntales.

1.7.8. Viseras de protección del acceso a obra

Estas estarán formadas por una estructura metálica como elemento sustentante de los tabloneros, de anchura suficiente para el acceso del personal, prolongándose hacia el exterior del borde de forjado 2'5 m. y señalizándose convenientemente.

A) Riesgos detectables más frecuentes

- *Desplome de la visera por mal aplomado de los puntales.
- *Desplome de la estructura metálica por falta de rigidez de las uniones de los soportes.
- *Caída de objetos a través de la visera por deficiente cuajado.

B) Normas o medidas preventivas tipo

- *Los apoyos de la visera, tanto en el suelo como en el forjado, se harán sobre durmientes de madera, perfectamente nivelados.
- *Los puntales metálicos estarán siempre perfectamente verticales y aplomados.
- *Los tabloneros que forman la visera de protección se colocarán de forma que se garantice su inmovilidad o deslizamiento, formando una superficie perfectamente cuajada.

C) Prendas de protección personal recomendables

- *Ropa de trabajo.
- *Casco de seguridad.
- * Calzado antideslizante.
- Guantes de cuero.

1.8. Maquinaria de obra

1.8.1. Maquinaria en general

A) Riesgos detectables más comunes

- *Vuelcos.
- *Hundimientos.
 - * Choques.
 - * Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- * Ruido.
- * Explosión e incendios.
- * Atropellos.
- * Caídas a cualquier nivel
 - * Atrapamientos.
- * Cortes.
- * Golpes y proyecciones.

- * Contactos con la energía eléctrica.
- * Los inherentes al propio lugar de utilización.
- * Los inherentes al propio trabajo a ejecutar.
- * Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras anti atrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).

*Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

*Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.

*Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras anti atrapamientos.

*Las máquinas de funcionamiento irregular o averiadas serán retiradas inmediatamente para su reparación.

*Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda: "MAQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".

*Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.

*Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.

*La misma persona que instale el letrero de aviso de "MAQUINA AVERIADA", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.

*Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.

*Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.

*La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.

*Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.

*Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.

*Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales pre acordadas suplan la visión del citado trabajador.

*Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.

*Los aparatos de izar a emplear en esta obra, estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta giro por interferencia.

*Los motores eléctricos de grúas y de los montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.

*Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transportes de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.

*La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.

*Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladoras.

*Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Servicio de Prevención, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más del 10% de hilos rotos.

*Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".

*Se prohíbe en esta obra, la utilización de enganches artesanales contruidos a base de redondos doblados.

*Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.

*Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.

*Se prohíbe en esta obra, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.

*Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra.

*Los carriles para desplazamiento de grúas estarán limitados, a una distancia de 1 m. de su término, mediante topes de seguridad de final de carrera.

*Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las grúas (montacargas, etc.).

* Semanalmente, el Servicio de Prevención, revisará el buen estado del lastre y contrapeso de la grúa torre, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

*Semanalmente, por el Servicio de Prevención, se revisarán el buen estado de los cables contravientos existentes en la obra, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

*Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello, por el fabricante de la máquina.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno.

*Ropa de trabajo.

*Botas de seguridad.

*Guantes de cuero.

*Gafas de seguridad anti proyecciones.

*Otros.

1.8.2. Maquinaria para el movimiento de tierras en general

A) Riesgos detectables más comunes

- *Vuelco.
- *Atropello.
- *Atrapamiento.
- *Los derivados de operaciones de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos, etc.).
- *Vibraciones.
- *Ruido.
- *Polvo ambiental.
- *Caídas al subir o bajar de la máquina.
- *Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Las máquinas para los movimientos de tierras a utilizar en esta obra, estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y anti impactos y un extintor.

*Las máquinas para el movimiento de tierras a utilizar en esta obra, serán inspeccionadas diariamente controlando el buen funcionamiento del motor, sistemas hidráulicos, frenos, dirección, luces, bocina retroceso, transmisiones, cadenas y neumáticos.

*Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

*Se prohíbe en esta obra, el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

*Se prohíben las labores de mantenimiento o reparación de maquinaria con el motor en marcha, en prevención de riesgos innecesarios.

*Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes de taludes o terraplenes, a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

*Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

*Se prohíbe en esta obra la realización de replanteos o de mediciones en las zonas donde están operando las máquinas para el movimiento de tierras. Antes de proceder a las tareas enunciadas, será preciso parar la maquinaria, o alejarla a otros tajos.

*Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno (de uso obligatorio para abandonar la cabina).

*Gafas de seguridad.

*Guantes de cuero.

*Ropa de trabajo.

*Trajes para tiempo lluvioso.

*Botas de seguridad.

*Protectores auditivos.

*Botas de goma o de P.V.C.

*Cinturón elástico anti vibratorio.

1.8.3.Pala cargadora (sobre orugas o sobre neumáticos)

A) Riesgos detectables más comunes

- *Atropello.
- *Vuelco de la máquina.
- *Choque contra otros vehículos.
- *Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- *Atrapamientos.
- *Caída de personas desde la máquina.
- *Golpes.
- *Ruido propio y de conjunto.
- *Vibraciones.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

*No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

*Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

* Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

*La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerán lo más baja posible para poder desplazarse, con la máxima estabilidad.

*Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

*La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

*Se prohíbe transportar personas en el interior de la cuchara.

*Se prohíbe izar personas para acceder a trabajos puntuales la cuchara.

*Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

* Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

*Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

*Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

*A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

Normas de actuación preventiva para los maquinistas.

- Para subir o bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función, evitará lesiones por caída.

-No suba utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros, evitará accidentes por caída.

-Suba y baje de la maquinaria de forma frontal, asiéndose con ambas manos; es más seguro.

-No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.

-No trate de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.

-No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina, pueden provocar accidentes, o lesionarse.

-No trabaje con la máquina en situación de avería o semanería. Repárela primero, luego reinicie el trabajo.

-Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación, realice las operaciones de servicio que necesite.

-No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.

-Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Gafas anti proyecciones.

*Casco de polietileno (de uso obligatorio para abandonar la cabina).

*Ropa de trabajo.

*Guantes de cuero.

*Guantes de goma o de P.V.C.

*Cinturón elástico anti vibratorio.

*Calzado antideslizante.

*Botas impermeables (terreno embarrado).

1.8.4. Retroexcavadora sobre orugas o sobre neumáticos

A) Riesgos destacables más comunes

- *Atropello.
- *Vuelco de la máquina.
- *Choque contra otros vehículos.
- *Quemaduras.
- *Atrapamientos.
- *Caída de personas desde la máquina.
- *Golpes.
- *Ruido propio y de conjunto.
- *Vibraciones.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Los caminos de circulación interna de la obra, se cuidarán para evitar blandones y embarramientos excesivos que mermen la seguridad de la circulación de la maquinaria.

*No se admitirán en esta obra máquinas que no vengan con la protección de cabina antivuelco o pórtico de seguridad.

*Se prohíbe que los conductores abandonen la máquina con el motor en marcha.

*Se prohíbe que los conductores abandonen la pala con la cuchara izada y sin apoyar en el suelo.

*La cuchara durante los transportes de tierras, permanecerá lo más baja posible para poder desplazarse con la máxima estabilidad.

*Los ascensos o descensos en carga de la máquina se efectuarán siempre utilizando marchas cortas.

*La circulación sobre terrenos desiguales se efectuará a velocidad lenta.

*Se prohíbe transportar personas en el interior de la cuchara.

*Se prohíbe izar personas para acceder a trabajos puntuales utilizando la cuchara.

*Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de un extintor, timbrado y con las revisiones al día.

*Las máquinas a utilizar en esta obra, estarán dotadas de luces y bocina de retroceso.

*Se prohíbe arrancar el motor sin antes cerciorarse de que no hay nadie en el área de operación de la pala.

*Los conductores se cerciorarán de que no existe peligro para los trabajadores que se encuentren en el interior de pozos o zanjas próximos al lugar de excavación.

*Se acotará a una distancia igual a la del alcance máximo del brazo excavador, el entorno de la máquina. Se prohíbe en la zona la realización de trabajos o la permanencia de personas.

*Se prohíbe en esta obra utilizar la retroexcavadora como una grúa, para la introducción de piezas, tuberías, etc., en el interior de las zanjas.

*Se prohíbe realizar trabajos en el interior de las trincheras o zanjas, en la zona de alcance del brazo de la retro.

*A los maquinistas de estas máquinas se les comunicará por escrito la siguiente normativa preventiva, antes del inicio de los trabajos.

Normas de actuación preventiva para los maquinistas.

- Para subir o bajar de la máquina, utilice los peldaños y asideros dispuestos para tal función, evitará lesiones por caída.

-No suba utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros, evitará accidentes por caída.

-Suba y baje de la maquinaria de forma frontal asiéndose con ambas manos; es más seguro.

-No salte nunca directamente al suelo, si no es por peligro inminente para usted.

-No trate de realizar "ajustes" con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, puede sufrir lesiones.

-No permita que personas no autorizadas accedan a la máquina, pueden provocar accidentes o lesionarse.

-No trabaje con la máquina en situación de avería o semanería. Repárela primero, luego reincide el trabajo.

-Para evitar lesiones, apoye en el suelo la cuchara, pare el motor, ponga el freno de mano y bloquee la máquina; a continuación realice las operaciones de servicio que necesite.

-No libere los frenos de la máquina en posición de parada, si antes no ha instalado los tacos de inmovilización en las ruedas.

-Vigile la presión de los neumáticos, trabaje con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la máquina.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Gafas anti proyecciones.

*Casco de polietileno (de uso obligatorio para abandonar la cabina).

*Ropa de trabajo.

*Guantes de cuero.

*Guantes de goma o de P.V.C.

*Cinturón elástico anti vibratorio.

*Calzado antideslizante.

*Botas impermeables (terreno embarrado).

1.8.5. Camión basculante

A) Riesgos detectables más comunes

- *Atropello de personas (entrada, salida, etc.).
- *Choques contra otros vehículos.
- *Vuelco del camión.
- *Caída (al subir o bajar de la caja).
- *Atrapamiento (apertura o cierre de la caja).

B) Normas o medidas preventivas tipo

- *Los camiones dedicados al transporte de tierras en obra estarán en perfectas condiciones de mantenimiento y conservación.
- *La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- *Las entradas y salidas a la obra se realizarán con precaución auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- *Si por cualquier circunstancia tuviera que parar en la rampa el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- *Se prohíbe expresamente cargar los camiones por encima de la carga máxima marcada por el fabricante, para prevenir los riesgos de sobrecarga. El conductor permanecerá fuera de la cabina durante la carga.

C) Prendas de protección personal recomendables

- *Casco de polietileno (al abandonar la cabina del camión y transitar por la obra).
- *Ropa de trabajo.
- *Calzado de seguridad.

1.8.6.Dumper (montovolquete autopropulsado)

Este vehículo suele utilizarse para la realización de transportes de poco volumen (masas, escombros, tierras). Es una máquina versátil y rápida.

Tomar precauciones, para que el conductor esté provisto de carnet de conducir clase B como mínimo, aunque no deba transitar por la vía pública. Es más seguro.

A) Riesgos detectables más comunes

- *Vuelco de la máquina durante el vertido.
- *Vuelco de la máquina en tránsito.
- *Atropello de personas.
- *Choque por falta de visibilidad.
- *Caída de personas transportadas.
- *Golpes con la manivela de puesta en marcha.
- *Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Con el vehículo cargado deben bajarse las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos.

*Se prohibirá circular por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos.

*Establecer unas vías de circulación cómodas y libres de obstáculos señalizando las zonas peligrosas.

*En las rampas por las que circulen estos vehículos existirá al menos un espacio libre de 70 cm. sobre las partes más salientes de los mismos.

*Cuando se deje estacionado el vehículo se parará el motor y se accionará el freno de mano. Si está en pendiente, además se calzarán las ruedas.

*En el vertido de tierras, u otro material, junto a zanjas y taludes deberá colocarse un tope que impida el avance del dumper más allá de una distancia prudencial al borde del desnivel, teniendo en cuenta el ángulo natural del talud. Si la descarga es lateral, dicho tope se prolongará en el extremo más próximo al sentido de circulación.

*En la puesta en marcha, la manivela debe cogerse colocando el pulgar del mismo lado que los demás dedos.

*La manivela tendrá la longitud adecuada para evitar golpear partes próximas a ella.

Deben retirarse del vehículo, cuando se deje estacionado, los elementos necesarios que impidan su arranque, en prevención de que cualquier otra persona no autorizado pueda utilizarlo.

*Se revisará la carga antes de iniciar la marcha observando su correcta disposición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad del dumper.

*Las cargas serán apropiadas al tipo de volquete disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.

*En previsión de accidentes, se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablonés y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dumper.

*Se prohíbe expresamente en esta obra, conducir los dúmperes a velocidades superiores a los 20 Km. por hora.

*Los conductores de dúmperes de esta obra estarán en posesión del carnet de clase B, para poder ser autorizados a su conducción.

*El conductor del dumper no debe permitir el transporte de pasajeros sobre el mismo, estará directamente autorizado por personal responsable para su utilización y deberá cumplir las normas de circulación establecidas en el recinto de la obra y, en general, se atenderá al Código de Circulación.

*En caso de cualquier anomalía observada en su manejo se pondrá en conocimiento de su inmediato superior, con el fin de que se tomen las medidas necesarias para subsanar dicha anomalía.

*Nunca se parará el motor empleando la palanca del descompresor.

*La revisión general del vehículo y su mantenimiento deben seguir las instrucciones marcadas por el fabricante. Es aconsejable la existencia de una manual de mantenimiento preventivo en el que se indiquen las verificaciones, lubricación y limpieza a realizar periódicamente en el vehículo.

C)Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno.

*Ropa de trabajo.

*Cinturón elástico anti vibratorio.

*Botas de seguridad.

*Botas de seguridad impermeables (zonas embarradas).

*Trajes para tiempo lluvioso.

1.8.7.Gruas torre fijas o sobre carriles

A)Riesgos detectables más comunes

*Caídas al mismo nivel.

*Caídas a distinto nivel.

*Atrapamientos.

*Golpes por el manejo de herramientas y objetos pesados.

*Cortes.

*Sobreesfuerzos.

*Contacto con la energía eléctrica.

*Vuelco o caída de la grúa.

*Atropellos durante los desplazamientos por vía.

*Derrame o desplome de la carga durante el transporte.

*Golpes por la carga a las personas o a las cosas durante su transporte aéreo.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Las grúas torre, se ubicarán en el lugar señalado en los planos que completan este Estudio de Seguridad e Higiene.

*Las vías de las grúas a instalar en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones de seguridad:

-Solera de hormigón sobre terreno compacto.

-Perfectamente horizontales (longitudinal y transversalmente).

-Bien fundamentadas sobre una base sólida de hormigón.

-Estarán perfectamente alineados y con una anchura constante a lo largo del recorrido.

-Los raíles serán de la misma sección todos ellos y en su caso con desgaste uniforme.

*Los raíles a montar en esta obra, se unirán a "testa" mediante doble presilla, una a cada lado, sujetas mediante pasadores roscados a tuerca y cable de cobre que garantice la continuidad eléctrica.

*Bajo cada unión de los raíles se dispondrá doble travesía muy próxima entre sí; cada cabeza de rail quedará unida a su travesía mediante "quincialeras".

*Los raíles de las grúas torre a instalar en esta obra, estarán rematados a 1 m. de distancia del final del recorrido, y en sus cuatro extremos, por topes electro-soldados.

*Las vías de las grúas torre a instalar en esta obra, estarán conectadas a tierra.

*Las grúas torre a montar en esta obra, estarán dotadas de un letrero en lugar visible, en el que se fije claramente la carga máxima admisible en punta.

*Las grúas torre a utilizar con esta obra, estarán dotadas de la escalerilla de ascensión a la corona, protegida con anillos de seguridad para disminuir el riesgo de caídas.

*Las grúas torre a utilizar en esta obra, estarán dotadas de cable fiador de seguridad, para anclar los cinturones de seguridad a lo largo de la escalera interior de la torre.

*Las grúas torre a utilizar en esta obra, estarán dotadas de cable fiador para anclar los cinturones de seguridad a todo lo largo de la pluma; desde los contrapesos a la punta.

*Los cables de sustentación de cargas que presenten un 10% de hilos rotos, serán sustituidos de inmediato, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

*Las grúas torre a utilizar en esta obra, estarán dotadas de ganchos de acero normalizados dotados con pestillo de seguridad.

*Se prohíbe en esta obra, la suspensión o transporte aéreo de personas mediante el gancho de la grúa-torre.

*En presencia de tormenta, se paralizarán los trabajos con la grúa torre, dejándose fuera de servicio en veleta hasta pasado el riesgo de agresión eléctrica.

*Al finalizar cualquier periodo de trabajo (mañana, tarde, fin de semana), se realizarán en la grúa torre las siguientes maniobras:

1° Izar el gancho libre de cargas a tope junto al mástil.

2° Dejar la pluma en posición "veleta".

3° Poner los mandos a cero.

4° Abrir los seccionadores del mando eléctrico de la máquina (desconectar la energía eléctrica). Esta maniobra implica la desconexión previa del suministro eléctrico de la grúa en el cuadro general de la obra.

*Se paralizarán los trabajos con la grúa torre en esta obra, por criterios de seguridad, cuando las labores deban realizarse bajo régimen de vientos iguales o superiores a 60 Km/h.

*El cableado de alimentación eléctrica de la grúa torre se realizará enterrándolo a un mínimo de 40 cm. de profundidad; el recorrido siempre permanecerá señalizado. Los pasos de zona con tránsito de vehículos se protegerán mediante una cubrición a base de tablonos enrasados en el pavimento.

*Las grúas torre a instalar en esta obra, estarán dotadas de mecanismos limitadores de carga (para el gancho) y de desplazamiento de carga (para la pluma), en prevención del riesgo de vuelco.

*En esta obra está previsto la instalación de dos grúas torre que se solapan en su radio de acción. Para evitar el riesgo de colisión se instalarán a diferente altura y se les dotará de un dispositivo electromecánico que garantice de forma técnica la imposibilidad de contacto entre ambas (limitador de giro).

*Los juristas de esta obra siempre llevarán puesto un cinturón de seguridad clase C que amarrarán al punto sólido y seguro, ubicado según los planos.

*Se prohíbe expresamente para prevenir el riesgo de caídas de los juristas, que trabajen sentados en los bordes de los forjados o encaramándose sobre la estructura de la grúa.

*El instalador de la grúa emitirá certificado de puesta en marcha de la misma en la que se garantice su correcto montaje y funcionamiento.

*Las grúas cumplirán la normativa emanada de la Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de Aparatos Elevadores B.O.E.7-7-88.

*Las grúas torre a instalar en esta obra, se montarán siguiendo expresamente todas las maniobras que el fabricante dé, sin omitir ni cambiar los medios auxiliares o de seguridad recomendados.

*A los maquinistas que deban manejar grúas torre en esta obra, se les comunicará por escrito la siguiente normativa de actuación; del recibí se dará cuenta al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

Normas preventivas para los operadores con grúa torre (juristas).

-Sitúese en una zona de la construcción que le ofrezca la máxima seguridad, comodidad y visibilidad; evitará accidentes.

-Si debe trabajar al borde de forjados o de cortes del terreno, pida que le instalen puntos fuertes a los que amarrar el cinturón de seguridad. Estos puntos deben ser ajenos a la grúa, de lo contrario si la grúa cae, caerá usted con ella.

-No trabaje encaramado sobre la estructura de la grúa, no es seguro.

-En todo momento debe tener la carga a la vista para evitar accidentes; en caso de quedar fuera de su campo de visión, solicite la colaboración de un señalita. No corra riesgos innecesarios.

-Evite pasar cargas suspendidas sobre los tajos con hombres trabajando. Si debe realizar maniobras sobre los tajos, avise para que sean desalojados.

-No trate de realizar "ajustes" en la botonera o en el cuadro eléctrico de la grúa. Avise de las anomalías al Servicio de Prevención para que sean reparadas.

-No permita que personas no autorizadas accedan a la botonera, al cuadro eléctrico o a las estructuras de la grúa. Pueden accidentarse o ser origen de accidentes.

-No trabaje con la grúa en situación de avería o de semanería. Comunique al Servicio de Prevención las anomalías para que sean reparadas y deje fuera de servicio la grúa.

-Elimine de su dieta de obra totalmente las bebidas alcohólicas, manejará con seguridad la grúa.

-Si debe manipular por cualquier causa el sistema eléctrico, cerciórese primero de que está cortado en el cuadro general, y colgado del interruptor o similar un letrero con la siguiente leyenda:

"NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA GRÚA"

-No intente izar cargas que por alguna causa estén adheridas al suelo. Puede hacer caer la grúa.

-No intente "arrastrar" cargas mediante tensiones inclinadas del cable. Puede hacer caer la grúa.

-No intente balancear la carga para facilitar su descarga en las plantas. Pone en riesgo la caída a sus compañeros que la reciben.

-No puentee o elimine, los mecanismos de seguridad eléctrica de la grúa.

-Cuando interrumpa por cualquier causa su trabajo, eleve a la máxima altura posible el gancho. Ponga el carro portor lo más próximo posible a la torre; deje la pluma en veleta y desconecte la energía eléctrica.

-No deje suspendidos objetos del gancho de la grúa durante las noches o fines de semana. Esos objetos que se desea no sean robados, deben ser resguardados en los almacenes, no colgados del gancho.

-No eleve cargas mal flejadas, pueden desprenderse sobre sus compañero durante el transporte y causar lesiones.

-No permita la utilización de eslingas rotas o defectuosas para colgar las cargas del gancho de la grúa. Evitará accidentes.

-Comunique inmediatamente al Servicio de Prevención la rotura del pestillo de seguridad del gancho, para su reparación inmediata y deje entre tanto la grúa fuera de servicio; evitará accidentes.

-No intente izar cargas cuyo peso sea igual o superior al limitado por el fabricante para el modelo de grúa que usted utiliza, puede hacerla caer.

-No rebase la limitación de carga prevista para los desplazamientos del carro portor sobre la pluma, puede hacer desplomarse la grúa.

-No izar ninguna carga, sin haberse cerciorado de que están instalados los aprietos chasis-vía. Considere siempre, que esta acción aumenta la seguridad de grúa.

C) Prendas de protección personal recomendables

C.1. Para el gruista

- * Casco de polietileno.
- * Ropa de trabajo.
- * Ropa de abrigo.
- * Botas de seguridad.
- * Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- * Cinturón de seguridad clase.

C.2. Para los oficiales de mantenimiento y montadores

- *Casco de polietileno con barbuquejo.
- *Ropa de trabajo.
- *Botas de seguridad.
- *Botas aislantes de la electricidad.
- *Guantes aislantes de la electricidad.
- *Guantes de cuero.
- *Cinturón de seguridad clase C.

1.8.8. Hormigonera eléctrica

A) Riesgos detectables más frecuentes

- *Atrapamientos (paletas, engranajes, etc.)
- *Contactos con la energía eléctrica.
- *Sobreesfuerzos.
- *Golpes por elementos móviles.
- *Polvo ambiental.
- *Ruido ambiental.
- *Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Las hormigoneras se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".

*Las hormigoneras a utilizar en esta obra, tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión -correas, corona y engranajes-, para evitar los riesgos de atrapamiento.

*Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.

*La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.

*Las operaciones de limpieza directa-manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamientos.

*Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno.

*Gafas de seguridad anti polvo (anti salpicaduras de pastas).

*Ropa de trabajo.

*Guantes de goma o P.V.C.

*Botas de seguridad de goma o de P.V.C.

*Trajes impermeables.

*Mascarilla con filtro mecánico recambiable.

1.8.9. Mesa de sierra circular

Se trata de una máquina versátil y de gran utilidad en obra, con alto riesgo de accidente, que suele utilizar cualquiera que la necesite.

A) Riesgos detectables más comunes

- * Cortes.
- *Golpes por objetos.
- *Atrapamientos.
- *Proyección de partículas.
- * Emisión de polvo.
- *Contacto con la energía eléctrica.
- *Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

*Las sierras circulares en esta obra, no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros, (como norma general) del borde de los forjados con la excepción de los que estén efectivamente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.).

*Las máquinas de sierra circular a utilizar en esta obra, estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:

- Carcasa de cubrición del disco.
- Cuchillo divisor del corte.
- Empujador de la pieza a cortar y guía.
- Carcasa de protección de las transmisiones por poleas.
- Interruptor de estanco.
- Toma de tierra.

*Se prohíbe expresamente en esta obra, dejar en suspensión del gancho de la grúa las mesas de sierra durante los periodos de inactividad.

*El mantenimiento de las mesas de sierra de esta obra, será realizado por personal especializado para tal menester, en prevención de los riesgos por impericia.

*La alimentación eléctrica de las sierras de disco a utilizar en esta obra, se realizará mediante mangueras antihumedad, dotadas de clavijas estancas a través del cuadro eléctrico de distribución, para evitar los riesgos eléctricos.

*Se prohíbe ubicar la sierra circular sobre los lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

*Se limpiará de productos procedentes de los cortes, los aledaños de las mesas de sierra circular, mediante barrido y apilado para su carga sobre bateas emplintadas (o para su vertido mediante las trompas de vertido).

*En esta obra, al personal autorizado para el manejo de la sierra de disco (bien sea para corte de madera o para corte cerámico), se le entregará la siguiente normativa de actuación. El justificante del recibí, se entregará al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

Normas de seguridad para el manejo de la sierra de disco.

-Antes de poner la máquina en servicio compruebe que no está anulada la conexión a tierra, en caso afirmativo, avise al Servicio de Prevención.

-Compruebe que el interruptor eléctrico es estanco, en caso de no serlo, avise al Servicio de Prevención.

-Utilice el empujador para manejar la madera; considere que de no hacerlo puede perder los dedos de sus manos. Desconfíe de su destreza. Esta máquina es peligrosa.

-No retire la protección del disco de corte. Estudie la forma de cortar sin necesidad de observar la "trisca". El empujador llevará la pieza donde usted desee y a la velocidad que usted necesita. Si la madera "no pasa", el cuchillo divisor está mal montado. Pida que se lo ajusten.

-Si la máquina, inopinadamente se detiene, retírese de ella y avise al Servicio de Prevención para que sea reparada. No intente realizar ni ajustes ni reparaciones.

-Compruebe el estado del disco, sustituyendo los que estén fisurados o carezcan de algún diente.

-Para evitar daños en los ojos, solicite se le provea de unas gafas de seguridad anti proyección de partículas y úselas siempre, cuando tenga que cortar.

-Extraiga previamente todos los clavos o partes metálicas hincadas en la madera que desee cortar. Puede fracturarse el disco o salir despedida la madera de forma descontrolada, provocando accidentes serios.

En el corte de piezas cerámicas:

-Observe que el disco para corte cerámico no está fisurado. De ser así, solicite al Servicio de Prevención que se cambie por otro nuevo.

-Efectué el corte a ser posible a la intemperie (o en un local muy ventilado), y siempre protegido con una mascarilla de filtro mecánico recambiable.

-Efectúe el corte a sotavento. El viento alejará de usted las partículas perniciosas.

-Moje el material cerámico, antes de cortar, evitará gran cantidad de polvo.

C) Prendas de protección personal recomendables

* Casco de polietileno.

* Gafas de seguridad anti proyecciones.

*Mascarilla anti polvo con filtro mecánico recambiable.

*Ropa de trabajo.

* Botas de seguridad.

*Guantes de cuero (preferible muy ajustados).

Para cortes en vía húmeda se utilizará:

*Guantes de goma o de P.V.C. (preferible muy ajustados).

*Traje impermeable.

*Polainas impermeables.

*Mandil impermeable.

*Botas de seguridad de goma o de P.V.C.

1.8.10.Vibrador

A) Riesgos detectables más comunes

- *Descargas eléctricas.
- *Caídas desde altura durante su manejo.
- *Caídas a distinto nivel del vibrador.
- *Salpicaduras de lechada en ojos y piel.
- *Vibraciones.

B) Normas preventivas tipo

- *Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables.
- *Se procederá a la limpieza diaria del vibrador luego de su utilización.
- *El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.

*Los vibradores deberán estar protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento.

C) Protecciones personales recomendables

- * Ropa de trabajo.
- *Casco de polietileno.
- *Botas de goma.
- *Guantes de seguridad.
- *Gafas de protección contra salpicaduras.

1.8.11.Soldadurapor arco eléctrico (soldadura eléctrica)

A) Riesgos detectables más comunes

- * Caída desde altura.
- *Caídas al mismo nivel.
- *Atrapamientos entre objetos.
- *Aplastamiento de manos por objetos pesados.
- *Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
- *Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- *Quemaduras.
- *Contacto con la energía eléctrica.
- *Proyección de partículas.
- *Otros.

B) Normas o medidas preventivas tipo

- *En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
- *Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias, en prevención del riesgo eléctrico.
- *Los porta electrodos a utilizar en esta obra, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad.
- *Se prohíbe expresamente la utilización en esta obra de porta electrodos deteriorados, en prevención del riesgo eléctrico.
- *El personal encargado de soldar será especialista en estas tareas.
- *A cada soldador y ayudante a intervenir en esta obra, se le entregará la siguiente lista de medidas preventivas; del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa o Jefatura de Obra:

Normas de prevención de accidentes para los soldadores:

-Las radiaciones del arco voltaico son perniciosas para su salud. Protéjase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano siempre que suelde.

-No mire directamente al arco voltaico. La intensidad luminosa puede producirle lesiones graves en los ojos.

-No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producirle graves lesiones en los ojos.

-No toque las piezas recientemente soldadas; aunque le parezca lo contrario, pueden estar a temperaturas que podrían producirle quemaduras serias.

-Suelde siempre en lugar bien ventilado, evitará intoxicaciones y asfixia.

-Antes de comenzar a soldar, compruebe que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo. Les evitará quemaduras fortuitas.

-No deje la pinza directamente en el suelo o sobre la perfilaría. Deposítela sobre un porta pinzas evitará accidentes.

- Pida que le indiquen cual es el lugar más adecuado para tender el cableado del grupo, evitará tropiezos y caídas.

-No utilice el grupo sin que lleve instalado el protector de clemas. Evitará el riesgo de electrocución.

-Compruebe que su grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.

-No anule la toma de tierra de la carcasa de su grupo de soldar porque "salte" el disyuntor diferencial. Avise al Servicio de Prevención para que se revise la avería. Aguarde a que le reparen el grupo o bien utilice otro.

-Desconecte totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo o comida, o desplazamiento a otro lugar).

-Compruebe antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evite las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.

-No utilice mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente. Solicite se las cambien, evitará accidentes. Si debe empalmar las mangueras, proteja el empalme mediante "forrillos termo retráctiles".

-Escoja el electrodo adecuado para el cordón a ejecutar.

-Cerciórese de que estén bien aisladas las pinzas porta electrodos y los bornes de conexión.

-Utilice aquellas prendas de protección personal que se le recomienden, aunque le parezcan incómodas o poco prácticas. Considere que sólo se pretende que usted no sufra accidentes.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Casco de polietileno para desplazamientos por la obra.

*Yelmo de soldador (casco+careta de protección).

* Pantalla de soldadura de sustentación manual.

*Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).

*Guantes de cuero.

*Botas de seguridad.

*Ropa de trabajo.

*Manguitos de cuero.

*Polainas de cuero.

*Mandil de cuero.

*Cinturón de seguridad clase A y C.

1.8.12.Soldadura oxiacetilénica - oxicorte

A) Riesgos detectables más comunes.

*Caída desde altura.

*Caídas al mismo nivel.

*Atrapamientos entre objetos.

*Aplastamientos de manos y/o pies por objetos pesados.

*Quemaduras.

*Explosión (retroceso de llama).

*Incendio.

*Heridas en los ojos por cuerpos extraños.

*Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.

*Otros.

B)Normas o medidas preventivas tipo

*El suministro y transporte interno de obra de las botellas o bombonas de gases licuados, se efectuará según las siguientes condiciones:

1°.Estarán las válvulas de corte protegidas por la correspondiente caperuza protectora.

2°.No se mezclarán botellas de gases distintos.

3°.Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.

4°.Los puntos 1, 2 y 3 se cumplirán tanto para bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.

*El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros porta botellas de seguridad.

*En esta obra, se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.

*Se prohíbe en esta obra, la utilización de botellas o bombonas de gases licuados en posición horizontal o en ángulo menor 45°.

*Se prohíbe en esta obra el abandono antes o después de su utilización de las botellas o bombonas de gases licuados.

*Las botellas de gases licuados se acopiarán separadas (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distribución expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.

*Los mecheros para soldadura mediante gases licuados, en esta obra estarán dotados de válvulas anti retroceso de llama, en prevención del riesgo de explosión. Dichas válvulas se instalarán en ambas conducciones y tanto a la salida de las botellas, como a la entrada del soplete.

*A todos los operarios de soldadura oxiacetilénica o de oxicorte se les entregará el siguiente documento de prevención dando cuenta de la entrega al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

Normas de prevención de accidentes para la soldadura oxiacetilénica y el oxicorte.

-Utilice siempre carros porta botellas, realizará el trabajo con mayor seguridad y comodidad.

-Evite que se golpeen las botellas o que puedan caer desde altura. Eliminará posibilidades de accidentes.

-Por incómodas que puedan parecerle las prendas de protección personal, están ideadas para conservar su salud. Utilice todas aquellas que el Servicio de Prevención le recomiende. Evitará lesiones.

-No incline las botellas de acetileno para agotarlas, es peligroso.

-No utilice las botellas de oxígeno tumbadas, es peligroso si caen y ruedan de forma descontrolada.

-Antes de encender el mechero, compruebe que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras, evitará accidentes.

-Antes de encender el mechero, compruebe que están instaladas las válvulas anti retroceso, evitará posibles explosiones.

- Si desea comprobar que en las mangueras no hay fugas, sumérlas bajo presión en un recipiente con agua; las burbujas le delatarán la fuga. Si es así, pida que le suministren mangueras nuevas sin fugas.

-No abandone el carro porta botellas en el tajo si debe ausentarse. Cierre el paso de gas y llévelo a un lugar seguro, evitará correr riesgos al resto de los trabajadores.

-Abra siempre el paso del gas mediante la llave propia de la botella. Si utiliza otro tipo de herramienta puede inutilizar la válvula de apertura o cierre, con lo que en caso de emergencia no podrá controlar la situación.

-No permita que haya fuegos en el entorno de las botellas de gases licuados. Evitará posibles explosiones.

-No deposite el mechero en el suelo. Solicite que le suministren un "porta mecheros" al Servicio de Prevención.

-Estudie o pida que le indiquen cual es la trayectoria más adecuada y segura para que usted tienda la manguera. Evitará accidentes, considere siempre que un compañero, pueda tropezar y caer por culpa de las mangueras.

-Una ente sí las mangueras de ambos gases mediante cinta adhesiva. Las manejará con mayor seguridad y comodidad.

-No utilice mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de coloración le ayudará a controlar la situación.

-No utilice acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre: por poco que le parezca que contienen, será suficiente para que se produzca reacción química y se forme un compuesto explosivo. El acetil uro de cobre.

-Si debe mediante el mechero desprender pintura, pida que le doten de mascarilla protectora y asegúrese de que le dan los filtros específicos químicos, para los compuestos de la pintura que va usted a quemar. No corra riesgos innecesarios.

-Si debe soldar sobre elementos pintados, o cortarlos, procure hacerlo al aire libre o en un local bien ventilado. No permita que los gases desprendidos puedan intoxicarle.

-Pida que le suministren carretes donde recoger las mangueras una vez utilizadas; realizará el trabajo de forma más cómodo y ordenada y evitará accidentes.

-No fume cuando esté soldando o cortando, ni tampoco cuando manipule los mecheros y botellas. No fume en el almacén de las botellas. No lo dude, el que usted y los demás no fumen en las situaciones y lugares citados, evitará la posibilidad de graves accidentes y sus pulmones se lo agradecerán.

C) Prendas de protección personal recomendables.

- * Casco de polietileno (para desplazamientos por la obra).
- *Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
- *Pantalla de protección de sustentación manual.
- *Guantes de cuero.
- *Manguitos de cuero.
- *Polainas de cuero.
- *Mandil de cuero.
- * Ropa de trabajo.
- * Cinturón de seguridad clases A o C según las necesidades y riesgos a prevenir.

1.8.13.Máquinas - herramienta en general

En este apartado se consideran globalmente los riesgos de prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: Taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc., de una forma muy genérica.

A)Riesgos detectables más comunes

- *Cortes.
- * Quemaduras.
- * Golpes.
- *Proyección de fragmentos.
- *Caída de objetos.

*Contacto con la energía eléctrica.

*Vibraciones.

*Ruido.

*Otros.

B) Normas o medidas preventivas colectivas tipo

*Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.

*Los motores eléctricos de las máquina-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.

*Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.

-Las máquinas en situación de avería o de semanería se entregarán al Servicio de Prevención para su reparación.

-Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti proyecciones.

-Las máquinas-herramienta no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.

-En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.

-Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.

-Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

C) Prendas de protección personal recomendables

- *Casco de polietileno.
- *Ropa de trabajo.
- *Guantes de seguridad.
- *Guantes de goma o de P.V.C.
- *Botas de goma o P.V.C.
- *Botas de seguridad.
- *Gafas de seguridad anti proyecciones.
- *Protectores auditivos.
- *Mascarilla filtrante.
- *Máscara anti polvo con filtro mecánico o específico recambiable.

1.8.14. Herramientas manuales

A) Riesgos detectables más comunes.

- *Golpes en las manos y los pies.
- *Cortes en las manos.
- *Proyección de partículas.
- *Caídas al mismo nivel.
- *Caídas a distinto nivel.

B) Normas o medidas preventiva tipo

*Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.

*Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.

*Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.

*Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.

*Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.

*Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

C) Prendas de protección personal recomendables

*Cascos.

*Botas de seguridad.

* Guantes de cuero o P.V.C.

*Ropa de trabajo.

*Gafas contra proyección de partículas.

*Cinturones de seguridad.

1.9. Trabajos que implican riesgos especiales

Una de las cosas que hay que tener en cuenta, es que las baterías están hechas de agentes químicos que pueden suponer un riesgo de especial gravedad, por tanto habría que aplicar el anexo II del RD 1627/97 para cumplir con la normativa de seguridad y salud de este proyecto.

ANEXO II DEL RD 1627/97

Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores

Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.

Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.

Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.

Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.

Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.

Trabajos que impliquen el uso de explosivos.

10.Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

2. Pliego de condiciones

Normativa de aplicación

Generales:

- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Título II (Capítulos de I a XII): Condiciones Generales de los centros de trabajo y de los mecanismos y medidas de protección de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O.M. de 9 de marzo de 1.971)
- Capítulo XVI: Seguridad e Higiene; secciones 1ª, 2ª y 3ª de la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (O.M. de 28 de agosto de 1.970)
- Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre de 1997 por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.
- Ordenanzas Municipales

Señalizaciones:

R.D. 485/97, de 14 de abril.

Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Equipos de protección individual:

R.D. 1.407/1.992 modificado por R.D. 159/1.995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI.

R.D. 773/1.997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.

Equipos de trabajo:

R.D. 1215/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Seguridad en máquinas:

R.D. 1.435/1.992 modificado por R.D. 56/1.995, dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

R.D. 1.495/1.986, modificación R.D. 830/1.991, aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas.

Orden de 23/05/1.977 modificada por Orden de 7/03/1.981. Reglamento de aparatos elevadores para obras.

Orden de 28/06/1.988 por lo que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a grúas torres desmontables para obras.

PROTECCIÓN ACÚSTICA:

R.D. 1.316/1.989, del Mº de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. 27/10/1.989. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

R.D. 245/1.989, del Mº de Industria y Energía. 27/02/1.989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.

Orden del Mº de Industria y Energía. 17/11/1.989. Modificación del R.D. 245/1.989, 27/02/1.989.

Orden del Mº de Industria, Comercio y Turismo. 18/07/1.991. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989.

R.D. 71/1.992, del M° de Industria, 31/01/1.992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989, y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.

Orden del M° de Industria y Energía. 29/03/1.996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989.

Otras disposiciones de aplicación:

R.D. 487/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

Reglamento electrotécnico de baja Tensión e Instrucciones Complementarias.

Orden de 20/09/1.986: Modelo de libro de Incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo.

Orden de 6/05/1.988: Requisitos y datos de las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades de empresas y centros de trabajo.

2.2. Condiciones técnicas de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en si mismo.

2.2.1. Protección personal

Todo elemento de protección personal dispondrá de marca CE siempre que exista en el mercado.

En aquellos casos en que no exista la citada marca CE, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

El encargado del Servicio de Prevención dispondrá en cada uno de los trabajos en obra la utilización de las prendas de protección adecuadas.

El personal de obra deberá ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual que se le proporcionen. En el caso concreto del cinturón de seguridad, será preceptivo que el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra proporcione al operario el punto de anclaje o en su defecto las instrucciones concretas para la instalación previa del mismo.

2.2.2. Protecciones colectivas

2.2.2.1. Vallas de cierre

La protección de todo el recinto de la obra se realizará mediante vallas autónomas de limitación y protección.

Estas vallas se situarán en el límite de la parcela tal como se indica en los planos y entre otras reunirán las siguientes condiciones:

- * Tendrán 2 metros de altura.
- * Dispondrán de puerta de acceso para vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente de acceso de personal.
- *La valla se realizará a base de pies de madera y mallazo metálico electro soldado.
- *Esta deberá mantenerse hasta la conclusión de la obra o su sustitución por el vallado definitivo.

2.2.2.2. Visera de protección del acceso a obra

La protección del riesgo existente en los accesos de los operarios a la obra se realizará mediante la utilización de viseras de protección.

La utilización de la visera de protección se justifica en el artículo 190 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Las viseras estarán formadas por una estructura metálica tubular como elemento sustentante de los tablones de anchura suficiente para el acceso del personal prolongándose hacia el exterior de la fachada 2,50 m. y señalizándose convenientemente.

Los apoyos de la visera en el suelo se realizarán sobre durmientes de madera perfectamente nivelados.

Los tablonces que forman la visera de protección deberán formar una superficie perfectamente cuajada.

2.2.2.3. *Encofrados continuos*

La protección efectiva del riesgo de caída de los operarios desde un forjado en ejecución al forjado inferior se realizará mediante la utilización de encofrados continuos.

Se justifica la utilización de este método de trabajo en base a que el empleo de otros sistemas como la utilización de plataformas de trabajo inferiores, pasarelas superiores o el empleo del cinturón de seguridad en base a lo dispuesto en los artículos 192 y 193 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, son a todas luces inviables.

La empresa constructora deberá por medio del Plan de Seguridad, justificar la elección de un determinado tipo de encofrado continuo entre la oferta comercial existente.

2.2.2.4. *Redes perimetrales*

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral del forjado en los trabajos de estructura y desencofrado, se hará mediante la utilización de redes perimetrales tipo bandeja.

La obligación de su utilización se deriva de lo dispuesto en la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica en sus artículos 192 y 193.

Las redes deberán ser de poliamida o poliéster formando malla rómbica de 100mm. como máximo.

La cuerda perimetral de seguridad será como mínimo de 10 mm. y los módulos de red serán atados entre si con cuerda de poliamida o poliéster como mínimo de 3 mm.

La red dispondrá, unida a la cuerda perimetral y del mismo diámetro de aquella, de cuerdas auxiliares de longitud suficiente para su atado a pilares o elementos fijos de la estructura.

Los soportes metálicos estarán constituidos por tubos de 50 mm. de diámetro, anclados al forjado a través de la base de sustentación la cual se sujetará mediante dos puntales suelo-techo o perforando el forjado mediante pasadores.

Las redes se instalarán, como máximo, seis metros por debajo del nivel de realización de tareas, debiendo elevarse a medida que la obra gane altura.

2.2.2.5. Tableros

La protección de los riesgos de caída al vacío por los huecos existentes en el forjado se realizará mediante la colocación de tableros de madera.

Estos huecos se refieren a los que se realizan en obra para el paso de ascensores, montacargas y pequeños huecos para conductos de instalaciones.

La utilización de este medio de protección se justifica en el artículo 21 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Los tableros de madera deberán tener la resistencia adecuada y estarán formados por un cuajado de tablones de madera de 7 x 20 cm. sujetos inferiormente mediante tres tablones transversales, tal como se indica en los Planos.

2.2.2.6. Barandillas

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral en las plantas ya desencofradas, por las aberturas en fachada o por el lado libre de las escaleras de acceso se realizará mediante la colocación de barandillas.

La obligatoriedad de su utilización se deriva de lo dispuesto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en sus artículos 17, 21 y 22 y la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica en su artículo 187.

En la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en su artículo 23 se indican las condiciones que deberán cumplir las barandillas a utilizar en obra. Entre otras:

*Las barandillas, plintos y rodapiés serán de materiales rígidos y resistentes.

*La altura de la barandilla será de 90 cm. sobre el nivel del forjado y estará formada por una barra horizontal, listón intermedio y rodapié de 15 cm. de altura.

*Serán capaces de resistir una carga de 150 Kg. por metro lineal.

La disposición y sujeción de la misma al forjado se realizará según lo dispuesto en Planos.

2.2.2.7. Andamios tubulares

La protección de los riesgos de caída al vacío por el borde del forjado en los trabajos de cerramiento y acabados del mismo deberá realizarse mediante la utilización de andamios tubulares perimetrales.

Se justifica la utilización del andamio tubular perimetral como protección colectiva en base a que el empleo de otros sistemas alternativos como barandillas, redes, o cinturón de seguridad en base a lo dispuesto en los artículos 187, 192 y 193 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica, y 151 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en estas fases de obra y debido al sistema constructivo previsto no alcanzan el grado de efectividad que para la ejecución de la obra se desea.

El uso de los andamios tubulares perimetrales como medio de protección deberá ser perfectamente compatible con la utilización del mismo como medio auxiliar de obra, siendo condiciones técnicas las señaladas en el capítulo correspondiente de la memoria descriptiva y en los artículos 241 al 245 de la citada Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

2.2.2.8. Plataformas de recepción de materiales en planta

Los riesgos derivados de la recepción de materiales paletizados en obra mediante la grúa-torre solo pueden ser suprimidos mediante la utilización de plataformas receptoras voladas.

Su justificación se encuentra en los artículos 277 y 281 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Las plataformas voladas que se construyan en obra deberán ser sólidas y seguras, convenientemente apuntaladas mediante puntales suelo-techo, tal como se indica en los planos.

Las plataformas deberán ser metálicas y disponer en su perímetro de barandilla que será practicable en una sección de la misma para permitir el acceso de la carga a la plataforma.

2.3. Condiciones técnicas de la maquinaria

Las máquinas con ubicación fija en obra, tales como grúas torre y hormigonera serán las instaladas por personal competente y debidamente autorizado.

El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo de tal personal, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante de las máquinas.

Las operaciones de instalación y mantenimiento deberán registrarse documentalente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. De no existir estos libros para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización, deberán ser revisadas con profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.

Especial atención requerirá la instalación de las grúas torre, cuyo montaje se realizará por personal autorizado, quien emitirá el correspondiente certificado de "puesta en marcha de la grúa" siéndoles de aplicación la Orden de 28 de junio de 1.988 o Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de aparatos elevadores, referente a grúas torre para obras.

Las máquinas con ubicación variable, tales como circular, vibrador, soldadura, etc. deberán ser revisadas por personal experto antes de su uso en obra, quedando a cargo del Servicio de Prevención la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra deberá estar debidamente autorizado para ello, proporcionándosele las instrucciones concretas de uso.

2.4. Condiciones técnicas de la instalación eléctrica

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los Planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Norma UNE 21.027.

Todas las líneas estarán formadas por cables unipolares con conductores de cobre y aislados con goma o policloruro de vinilo, para una tensión nominal de 1.000 voltios.

La distribución de cada una de las líneas, así como su longitud, secciones de las fases y el neutro son los indicados en el apartado correspondiente a planos.

Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.

Los conductores de protección serán de cobre electrolítico y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. Sus secciones mínimas se establecerán de acuerdo con la tabla V de la Instrucción MI.BT 017, en función de las secciones de los conductores de fase de la instalación.

Los tubos constituidos de P.V.C. o polietileno, deberán soportar sin deformación alguna, una temperatura de 60° C.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

* Azul claro:

Para el conductor neutro.

* Amarillo/Verde:

Para el conductor de tierra y protección.

* Marrón/Negro/Gris:

Para los conductores activos o de fase.

En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobreintensidades (sobrecarga y corte circuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

Dichos dispositivos se instalarán en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados.

Los aparatos a instalar son los siguientes:

* Un interruptor general automático magneto térmico de corte unipolar que permita su accionamiento manual, para cada servicio.

*Dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos. Estos dispositivos son interruptores automáticos magneto térmicos, de corte unipolar, con curva térmica de corte. La capacidad de corte de estos interruptores será inferior a la intensidad de corto circuitos que pueda presentarse en el punto de su instalación

*Los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos de los circuitos interiores tendrán los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las intensidades máximas admisibles en los conductores del circuito que protegen.

* Dispositivos de protección contra contactos indirectos que al haberse optado por sistema de la clase B, son los interruptores diferenciales sensibles a la intensidad de defecto. Estos dispositivos se complementarán con la unión a una misma toma de tierra de todas las masas metálicas accesibles. Los interruptores diferenciales se instalan entre el interruptor general de cada servicio y los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos, a fin de que estén protegidos por estos dispositivos.

En los interruptores de los distintos cuadros, se colocarán placas indicadoras de los circuitos a que pertenecen, así como dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y la alimentación directa a los receptores.

2.5. Organización de la seguridad

2.5.1. Servicio de prevención

El empresario deberá nombrar persona o persona encargada de prevención en la obra dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- a) El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- b) La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- c) La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- d) La información y formación de los trabajadores.
- e) La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- f) La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

Tamaño de la empresa

Tipos de riesgo que puedan encontrarse expuestos los trabajadores

Distribución de riesgos en la empresa

2.5.2.Seguros de responsabilidad civil y todo riesgo en obra

El contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

2.5.3. Formación

Todo el personal que realice su cometido en las fases de cimentación, estructura y albañilería en general, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar.

Esta formación deberá ser impartida por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mutua de Accidentes, etc.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

2.5.4. Reconocimientos médicos

Al ingresar en la empresa constructora todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

2.6. Obligaciones de las partes implicadas de la propiedad:

La propiedad, viene obligada a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento adjunto del Proyecto de Obra.

Igualmente, abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, las partidas incluidas en el Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud.

La/s Empresa/s Contratista/s viene/n obligada/s a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del/los Plan/es de Seguridad y Salud, coherente/s con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad y Salud, contará con la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, y será previo al comienzo de la obra.

Por último, la/s Empresa/s Contratista/s, cumplirá/n las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados.

2.7. Normas para la certificación de elementos de seguridad

Junto a la certificación de ejecución se extenderá la valoración de las partidas que, en material de Seguridad, se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme a este Estudio y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad. Esta valoración será aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto, se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

2.8. Plan de seguridad y salud

El/los Contratista/s está/n obligado/s a redactar un Plan/es de Seguridad y Salud, adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Este Plan de Seguridad y Salud deberá contar con la aprobación expresa del Coordinador de seguridad y salud en ejecución de la obra, a quien se presentará antes de la iniciación de los trabajos.

Una copia del Plan deberá entregarse al Servicio de Prevención y Empresas subcontratistas.



ULL

Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

***Anexo 4: Hojas de características de los componentes
usados***

Anexo 4.1: Paneles fotovoltaicos



QUARTECH CS6K-265 | 270M

Canadian Solar's new Quartech modules have significantly raised the standard of module efficiency in the solar industry. They introduced innovative four busbar cell technology, which demonstrates higher power output and higher system reliability. Worldwide, our customers have embraced this next generation of modules for their excellent performance, superior reliability and enhanced value.

NEW TECHNOLOGY

- Reduces cell series resistance
- Reduces stress between cell interconnectors
- Improves module conversion efficiency
- Improves product reliability

KEY FEATURES



Higher energy yield

- Outstanding performance at low irradiance
- Maximum energy yield at low NOCT
- Improved energy production through reduced cell series resistance



Increased system reliability

- Long term system reliability with IP67 junction box
- Enhanced system reliability in extreme temperature environment with special cell level stress release technology



Extra value to customers

- Positive power tolerance up to 5 W
- Stronger 40 mm robust frame to hold snow load up to 5400 Pa and wind load up to 2400 Pa
- Anti-glare project evaluation
- Salt mist resistance, apply to seaside environment

*Black frame product can be provided upon request.

25
years

insurance-backed warranty
non-cancellable, immediate warranty insurance
linear power output warranty

10
years

product warranty on materials
and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001: 2008 / Quality management system

ISO/TS 16949: 2009 / The automotive industry quality management system

ISO 14001: 2004 / Standards for environmental management system

OHSAS 18001: 2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS

UL 1703: CSA / IEC 61701 ED2: VDE / PV CYCLE (EU)



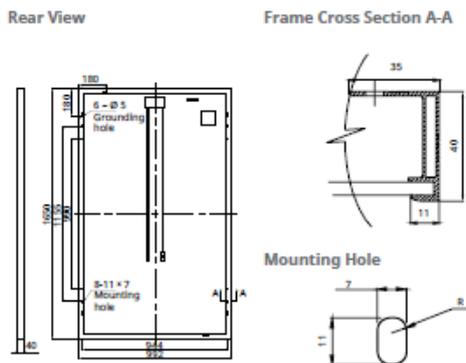
* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. As a leading manufacturer of solar modules and PV project developer with about 9 GW of premium quality modules deployed around the world since 2001, Canadian Solar Inc. (NASDAQ: CSIQ) is one of the most bankable solar companies worldwide.

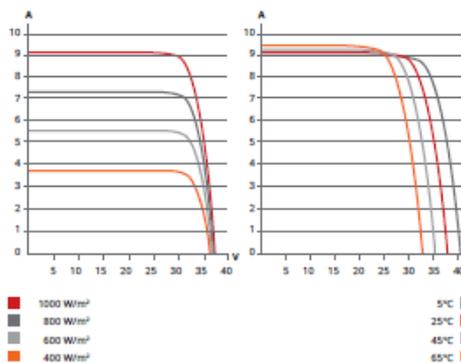
CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

MODULE / ENGINEERING DRAWING (mm)



CS6K-265M / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA / STC*

Electrical Data CS6K	265M	270M
Nominal Max. Power (Pmax)	265 W	270 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	30.9 V	31.1 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.61 A	8.67 A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.9 V	38.2 V
Short Circuit Current (Isc)	9.11 A	9.19 A
Module Efficiency	16.19 %	16.50 %
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C	
Max. System Voltage	1000 V (IEC) or 1000 V (UL)	
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)	
Max. Series Fuse Rating	15 A	
Application Classification	Class A	
Power Tolerance	0 ~ + 5 W	

MODULE / MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline, 6 inch
Cell Arrangement	60 (6 x 10)
Dimensions	1650x992 x 40 mm (65.0x39.1x1.57 in)
Weight	18.2 kg (40.1 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame Material	Anodized aluminium alloy
J-BOX	IP67, 3 diodes
Cable	4 mm² (IEC) or 4 mm² & 12 AWG 1000 V (UL), 1000 mm
Connectors	MC4 or MC4 comparable
Stand. Packaging	26 pcs (or 24 pcs)
Module Pieces per Container	728 pcs (or 672 pcs)

* Under Standard Test Conditions (STC) of Irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA / NOCT*

Electrical Data CS6K	265M	270M
Nominal Max. Power (Pmax)	191 W	195 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	28.2 V	28.4 V
Opt. Operating Current (Imp)	6.79 A	6.87 A
Open Circuit Voltage (Voc)	34.8 V	35.0 V
Short Circuit Current (Isc)	7.37 A	7.44 A

* Under Nominal Operating Cell Temperature (NOCT), Irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE

Industry leading performance at low irradiance, +96.5 % module efficiency from an irradiance of 1000 W/m² to 200 W/m² (AM 1.5, 25°C).

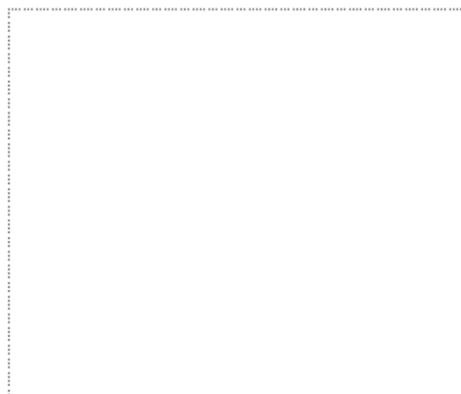
The specification and key features described in this Datasheet may deviate slightly and are not guaranteed. Due to on-going innovation, research and product enhancement, Canadian Solar Inc. reserves the right to make any adjustment to the information described herein at any time without notice. Please always obtain the most recent version of the datasheet which shall be duly incorporated into the binding contract made by the parties governing all transactions related to the purchase and sale of the products described herein.

Caution: For professional use only. The installation and handling of PV modules requires professional skills and should only be performed by qualified professionals. Please read the safety and installation instructions before using the modules.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.45 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.35 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.060 % / °C
Nominal Operating Cell Temperature	45±2°C

PARTNER SECTION



Anexo 4.2: Baterías

Delivering megawatts of energy storage



Excellent energy and power characteristics in an efficient format

Intensium Max is delivered in a standardised 20-foot container that can be easily and efficiently transported to wherever you need it – including hard to reach spots.

The fully-integrated solution provides excellent power and energy characteristics with the flexibility and scalability to suit many different applications. Multiple containers can be integrated within a single Energy Storage System to deliver the desired high levels of energy [MWh] and power [MW].

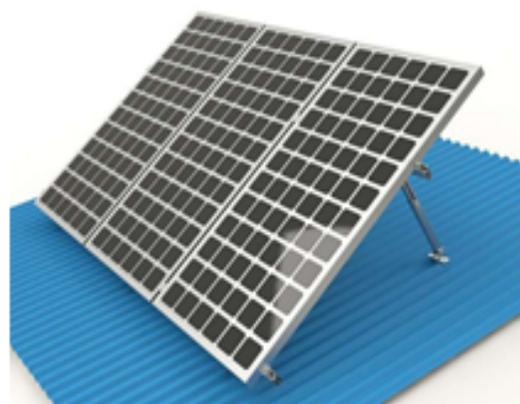
Power and energy ratings:

	IM 20E High Energy	IM+ 20E High Energy Plus	IM 20M Medium Power	IM 20P High Power
Energy (kWh)	620	1000	580	420
Continuous discharge power (kW)	900	500	1100	1600
Peak discharge power 1min (kW)	1100	500	1100	1800
Nominal charge power (kW)	300	500	600	800
Current max (A)	1600	600	1600	2500
Voltage range (V)	609 - 812	588 - 790	609 - 812	609 - 812
Dimensions L x W x H (m)	6.1 x 2.5 x 2.9			
Dimensions including roof L x W x H (m)	7.0 x 3.0 x 3.3			
Weight (t)	14.5	16.5	14.5	14.5

Anexo 4.3: Inversores

Model	SIW700 T050-22	SIW700 T060-22	SIW700 T125-22
	Input (DC)		
Maximum recommended power (kW)	65	80	160
Maximum recommended current (A)	180	220	445
Maximum voltage (V)	800		
MPPT range (V)	360...700		
Static efficiency / MPPT dynamics (%)	>99.8		
Number of DC inputs	Based on the number of string boxes of the plant		
	Output (AC)		
Nominal power (kVA)	50	60	125
Nominal AC current (A)	130	160	331
Maximum AC current (A)	144	178	388
Output voltage 3 ϕ	220		
Nominal AC frequency	60 Hz		
Power factor	0.9i...1...0.9c		
Total harm. distortion or output current ¹⁾	<3%		
Maximum efficiency ²⁾ (%)	97.8		
	General information		
Communication	RS485, Modbus and USB		
Remote monitoring	SCADA WEG		
Room temperature	-10 +45 °C with power limitation over 45 °C		
Protection level	IP20 (optional: IP42, IP54 or IP54 outdoor)		
Standards	EN 61000 (parts 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6), CISPR 11, EN 55011, EN 50178, IEC 62116, NBR IEC 62116, IEC 62109-1, IEC 62109-2, NBR 16149 and NBR 16150		

Anexo 4.4: Soportes



Adjustable System



Fixed System

FLAT ROOF RACKING SYSTEM



Introduction

Flat Roof Racking system is developed to mount the module tilt a certain angle on a flat roof or ground. You can have the fixed or adjustable angle solution as 10-15deg, 15-30deg and 30-60deg according to your exact requirement. The innovated aluminum rail, D-module, clamps and legs which can be pre-assembled to make the installation easy and quick for saving your labor cost and time. Besides, the customized length of rail will not require onsite weld and cut, keeping the appearance entirely, structural strength and anti-corrosive performance.

Benefits

Easy Installation

D-module can be put into Rail from any position, so the parts can be pre-assembled on factory to save your install time on site.

Flexibility and Compatible

Rail and its accessories can be installed with the most solar panels on the difference condition.

Safety and Reliability

The racking systems can stand up to the extreme weather complied with the AS/NZS 1170 and other international structure load standards by skilled engineers. The main support components have also been tested to guarantee its structure and load-carrying capacity.

Technical Information

Install Site	Low profile roof or open field
Tilt Angle	10deg ~ 60deg
Building Height	up to 20m
Max Wind Speed	up to 60m/s
Snow Load	up to 1.4KN/m ²
Standards	AS/NZS 1170 & DIN 1055 & Other
Material	Aluminum alloy & Stainless Steel
Color	Natural
Anti-corrosive	Anodized
Warranty	Ten years warranty
Duration	More than 20 years

COMPONENTS

Adjustable Tilt System



Legs



Item No.	Description	Leg Length
ADFL	AD Front Leg	
ADRL1015	AD Rear Leg 10/15 deg	240~360mm
ADRL1530	AD Rear Leg 15/30 deg	340~680mm
ADRL3060	AD Rear Leg 30/60 deg	700~1200mm



Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Anexo 5: Previsión de cargas ampliada

Circuitos	Fase R			Fase S			Fase T		
	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)
		R			S			T	
Cargador IBIL B	50000	50000	90,5797	50000	50000	90,5797	50000	50000	90,5797
Cargador IBIL B	50000	50000	90,5797	50000	50000	90,5797	50000	50000	90,5797
	100000	100000,0	181,1594	100000	100000,0	181,1594	100000	100000,0	181,1594

Tabla 1: Previsión de cargas Ramificación derecha (2) Cargadores

Circuitos	Fase R			Fase S			Fase T		
	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)	Pins (w)	Pprev (w)	Int prev (amp)
		R			S			T	
Cargador IBIL E	50000	50000	90,5797	50000	50000	90,5797	50000	50000	90,5797
Cargador IBIL E	43600	43600	78,9855	43600	43600	78,9855	43600	43600	78,9855
IBILBOX B	2200	2200	3,9855	2200	2200	3,9855	2200	2200	3,9855
IBILBOX B	2200	2200	3,9855	2200	2200	3,9855	2200	2200	3,9855
IBILBOX B	2200	2200	3,9855	2200	2200	3,9855	2200	2200	3,9855
	100200	100200,0	181,5217	100200	100200,0	181,5217	100200	100200,0	181,5217

Tabla 2: Previsión de cargas Ramificación derecha (1) Cargadores

Circuito	Potencia	Tipo	Longitud	Factor de s	Factor de cá	Intensidad	Intensidad I	Potencia fin	Sección	sección nor	protección
C1	50000	TF	26,5	1	1	90,5797	90,5797101	50000	2,9576	3,5	4P 100A
C2	50000	TF	29	1	1	90,5797	90,5797101	50000	3,2366	3,5	4P 100A
C3	50000	TF	22	1	1	90,5797	90,5797101	50000	2,4554	3,5	4P 100A
C4	43600	TF	28	1	1	78,9855	78,9855072	43600	2,7250	3,5	4P 100A
C5	6600	TF	11	1	1	11,9565	11,9565217	6600	0,1621	1,5	4P 25A
C6											
Cmotos											
Otros											
											POR CAIDA DE TENSIÓN

Tabla 3: Previsión de cargas - Cálculo protecciones y sección según caída de tensión (no usado



Universidad de La Laguna

**Trabajo de final de grado: Análisis y diseño de
cargadores rápidos de electricidad para vehículos
abastecidos por energías renovables**

Anexo 6: Pliego de condiciones técnicas

**Instalaciones de
Energía Solar Fotovoltaica**

**Pliego de Condiciones Técnicas de
Instalaciones Conectadas a Red**

PCT-C-REV - julio 2011

IDAE
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
C/ Madera, 8
E - 28004 - MADRID
www.idae.es

Índice

1 Objeto

2 Generalidades

3 Definiciones

3.1 Radiación solar	8
3.2 Instalación	8
3.3 Módulos	9
3.4 Integración arquitectónica	10

4 Diseño

4.1 Diseño del generador fotovoltaico	10
4.2 Diseño del sistema de monitorización	11
4.3 Integración arquitectónica	11

5 Componentes y materiales

5.1 Generalidades	12
5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos	12
5.3 Estructura soporte	14
5.4 Inversores	15
5.5 Cableado	16
5.6 Conexión a red	17
5.7 Medidas	17
5.8 Protecciones	17
5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	17
5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética	17
5.11 Medidas de seguridad	17

6 Recepción y pruebas

7 Cálculo de la producción anual esperada

8 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

8.1 Generalidades	21
8.2 Programa de mantenimiento	21
8.3 Garantías	22

Anexo I: Medida de la potencia instalada de una central fotovoltaica conectada a la red eléctrica

Anexo II: Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima

Anexo III: Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras

Antecedentes

Esta documentación, elaborada por el Departamento de Energía Solar del IDAE y CENSOLAR, es una revisión del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red editado por primera vez en el año 2002, con la colaboración del Instituto de Energía Solar de la Universidad Politécnica de Madrid y el Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT.

Su finalidad es establecer las condiciones técnicas que deben tomarse en consideración en las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a la red eléctrica de distribución.

1 Objeto

- 1.1 Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se realicen en el ámbito de actuación del IDAE (proyectos, líneas de apoyo, etc.). Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.
- 1.2 Valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.
- 1.3 El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se extiende a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.
- 1.4 En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de los mismos o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.

2 Generalidades

- 2.1 Este Pliego es de aplicación a las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de distribución. Quedan excluidas expresamente las instalaciones aisladas de la red.
- 2.2 Podrá, asimismo, servir como guía técnica para otras aplicaciones especiales, las cuales deberán cumplir los requisitos de seguridad, calidad y durabilidad establecidos. En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las características de estas aplicaciones.
- 2.3 En todo caso serán de aplicación todas la normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:
 - Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
 - Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
 - Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
 - Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
 - Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
 - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
 - Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en 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 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 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.

3 Definiciones

3.1 Radiación solar

3.1.1 Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

3.1.2 Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m².

3.1.3 Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m², o bien en MJ/m².

3.2 Instalación

3.2.1 Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

3.2.2 Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

3.2.3 Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

3.2.4 Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

3.2.5 Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

3.2.6 Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

3.2.7 *Rama fotovoltaica*

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

3.2.8 *Inversor*

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulador.

3.2.9 *Potencia nominal del generador*

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

3.2.10 *Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal*

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

3.3 Módulos

3.3.1 *Célula solar o fotovoltaica*

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

3.3.2 *Célula de tecnología equivalente (CTE)*

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

3.3.3 *Módulo o panel fotovoltaico*

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

3.3.4 *Condiciones Estándar de Medida (CEM)*

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m²
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

3.3.5 *Potencia pico*

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

3.3.6 *TONC*

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

3.4 Integración arquitectónica

Según los casos, se aplicarán las denominaciones siguientes:

3.4.1 *Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos*

Cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

3.4.2 *Revestimiento*

Cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

3.4.3 *Cerramiento*

Cuando los módulos constituyen el tejado o la fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanquidad y aislamiento térmico.

3.4.4 *Elementos de sombreado*

Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada.

3.4.5 La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida en 3.4.1, se denominará *superposición* y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.

4 Diseño

4.1 Diseño del generador fotovoltaico

4.1.1 Generalidades

4.1.1.1 El módulo fotovoltaico seleccionado cumplirá las especificaciones del apartado 5.2.

4.1.1.2 Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño debe garantizar totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

4.1.1.3 En aquellos casos excepcionales en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

4.1.2 Orientación e inclinación y sombras

4.1.2.1 La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla I. Se considerarán tres casos: general, superposición de módulos e integración arquitectónica, según se define en el apartado 3.4. En todos los casos han de cumplirse tres condiciones: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

Tabla I

	Orientación e inclinación (OI)	Sombras (S)	Total (OI+S)
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

4.1.2.2 Cuando, por razones justificadas, y en casos especiales en los que no se puedan instalar de acuerdo con el apartado 4.1.2.1, se evaluará la reducción en las prestaciones energéticas de la instalación, incluyéndose en la Memoria del Proyecto.

4.1.2.3 En todos los casos deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación del generador y sombras. En los anexos II y III se proponen métodos para el cálculo de estas pérdidas, que podrán ser utilizados para su verificación.

4.1.2.4 Cuando existan varias filas de módulos, el cálculo de la distancia mínima entre ellas se realizará de acuerdo al anexo III.

4.2 Diseño del sistema de monitorización

4.2.1 El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica y, siempre que sea posible, en potencias mayores de 5 kW.

4.2.2 Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A”, Report EUR16338 EN.

4.2.3 El sistema de monitorización sera fácilmente accesible para el usuario.

4.3 Integración arquitectónica

4.3.1 En el caso de pretender realizar una instalación integrada desde el punto de vista arquitectónico según lo estipulado en el punto 3.4, la Memoria de Diseño o Proyecto especificarán las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

- 4.3.2 Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, verificaciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.
- 4.3.3 Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

5 Componentes y materiales

5.1 Generalidades

- 5.1.1 Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.
- 5.1.2 La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
- 5.1.3 El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.
- 5.1.4 Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- 5.1.5 Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
- 5.1.6 Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.
- 5.1.7 En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.
- 5.1.8 Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

- 5.2.1 Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, en función de la tecnología del módulo, éste deberá satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.

Los módulos que se encuentren integrados en la edificación, aparte de que deben cumplir la normativa indicada anteriormente, además deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

- 5.2.2 El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- 5.2.3 Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.
 - 5.2.3.1 Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
 - 5.2.3.2 Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
 - 5.2.3.3 Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
 - 5.2.3.4 Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- 5.2.4 Será deseable una alta eficiencia de las células.
- 5.2.5 La estructura del generador se conectará a tierra.

- 5.2.6 Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- 5.2.7 Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

5.3 Estructura soporte

- 5.3.1 Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- 5.3.2 La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- 5.3.3 El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- 5.3.4 Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- 5.3.5 El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- 5.3.6 La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- 5.3.7 La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- 5.3.8 Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- 5.3.9 En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias vigentes en materia de edificación.
- 5.3.10 Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.
- 5.3.11 La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

- 5.3.12 Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán las normas UNE-EN 10219-1 y UNE-EN 10219-2 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- 5.3.13 Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-EN ISO 14713 (partes 1, 2 y 3) y UNE-EN ISO 10684 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles en la norma UNE-EN ISO 1461.
- 5.3.14 En el caso de utilizarse seguidores solares, estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

5.4 Inversores

- 5.4.1 Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.
- 5.4.2 Las características básicas de los inversores serán las siguientes:
- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
 - Autoconmutados.
 - Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
 - No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
 - UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
 - IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.
- 5.4.3 Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:
- Cortocircuitos en alterna.
 - Tensión de red fuera de rango.
 - Frecuencia de red fuera de rango.
 - Sobretensiones, mediante varistores o similares.
 - Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

- 5.4.4 Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
- 5.4.5 Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:
- Encendido y apagado general del inversor.
 - Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.
- 5.4.6 Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:
- 5.4.6.1 El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superiores a las CEM. Además soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- 5.4.6.2 El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente. El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- 5.4.6.3 El autoconsumo de los equipos (pérdidas en “vacío”) en “stand-by” o modo nocturno deberá ser inferior al 2 % de su potencia nominal de salida.
- 5.4.6.4 El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- 5.4.6.5 A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.
- 5.4.7 Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.
- 5.4.8 Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.
- 5.4.9 Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

5.5 Cableado

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

5.5.4 Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

5.6 Conexión a red

5.6.1 Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.7 Medidas

5.7.1 Todas las instalaciones cumplirán con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

5.8 Protecciones

5.8.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.8.2 En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

5.9.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.9.2 Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

5.9.3 Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

5.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

5.10.1 Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 13) sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.11 Medidas de seguridad

5.11.1 Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no

perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

5.11.2 La central fotovoltaica debe evitar el funcionamiento no intencionado en isla con parte de la red de distribución, en el caso de desconexión de la red general. La protección anti-isla deberá detectar la desconexión de red en un tiempo acorde con los criterios de protección de la red de distribución a la que se conecta, o en el tiempo máximo fijado por la normativa o especificaciones técnicas correspondientes. El sistema utilizado debe funcionar correctamente en paralelo con otras centrales eléctricas con la misma o distinta tecnología, y alimentando las cargas habituales en la red, tales como motores.

5.11.3 Todas las centrales fotovoltaicas con una potencia mayor de 1 MW estarán dotadas de un sistema de teledesconexión y un sistema de teled medida.

La función del sistema de teledesconexión es actuar sobre el elemento de conexión de la central eléctrica con la red de distribución para permitir la desconexión remota de la planta en los casos en que los requisitos de seguridad así lo recomienden. Los sistemas de teledesconexión y teled medida serán compatibles con la red de distribución a la que se conecta la central fotovoltaica, pudiendo utilizarse en baja tensión los sistemas de telegestión incluidos en los equipos de medida previstos por la legislación vigente.

5.11.4 Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

6 Recepción y pruebas

6.1 El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

6.2 Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

6.3 Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

6.3.1 Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

6.3.2 Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

6.3.3 Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.

6.3.4 Determinación de la potencia instalada, de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo I.

- 6.4 Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:
- 6.4.1 Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- 6.4.2 Retirada de obra de todo el material sobrante.
- 6.4.3 Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- 6.5 Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.
- 6.6 Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.
- 6.7 No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su 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.

7 Cálculo de la producción anual esperada

- 7.1 En la Memoria se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.
- 7.2 Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:
- 7.2.1 $G_{dm}(0)$.
- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m²·día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:
- Agencia Estatal de Meteorología.
 - Organismo autonómico oficial.
 - Otras fuentes de datos de reconocida solvencia, o las expresamente señaladas por el IDAE.
- 7.2.2 $G_{dm}(\alpha, \beta)$.
- Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m²·día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El parámetro α representa el azimut y β la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

7.2.3 Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR.

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.
- Otros.

7.2.4 La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

Donde:

P_{mp} = Potencia pico del generador

$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

7.3 Los datos se presentarán en una tabla con los valores medios mensuales y el promedio anual, de acuerdo con el siguiente ejemplo:

Tabla II. Generador $P_{mp} = 1 \text{ kWp}$, orientado al Sur ($\alpha = 0^\circ$) e inclinado 35° ($\beta = 35^\circ$).

Mes	$G_{dm}(0)$ [kWh/(m ² ·día)]	$G_{dm}(\alpha=0^\circ, \beta=35^\circ)$ [kWh/(m ² ·día)]	PR	E_p (kWh/día)
Enero	1,92	3,12	0,851	2,65
Febrero	2,52	3,56	0,844	3,00
Marzo	4,22	5,27	0,801	4,26
Abril	5,39	5,68	0,802	4,55
Mayo	6,16	5,63	0,796	4,48
Junio	7,12	6,21	0,768	4,76
Julio	7,48	6,67	0,753	5,03
Agosto	6,60	6,51	0,757	4,93
Septiembre	5,28	6,10	0,769	4,69
Octubre	3,51	4,73	0,807	3,82
Noviembre	2,09	3,16	0,837	2,64
Diciembre	1,67	2,78	0,850	2,36
<i>Promedio</i>	4,51	4,96	0,803	3,94

8 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

8.1 Generalidades

- 8.1.1 Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos tres años.
- 8.1.2 El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la misma, con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

8.2 Programa de mantenimiento

- 8.2.1 El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.
- 8.2.2 Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:
 - Mantenimiento preventivo.
 - Mantenimiento correctivo.
- 8.2.3 Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.
- 8.2.4 Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
 - La visita a la instalación en los plazos indicados en el punto 8.3.5.2 y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
 - El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
 - Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.
- 8.2.5 El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- 8.2.6 El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia de hasta 100 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:
 - Comprobación de las protecciones eléctricas.
 - Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.

- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
 - Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- 8.2.7 Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.
- 8.2.8 Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

8.3 Garantías

8.3.1 Ámbito general de la garantía

- 8.3.1.1 Sin perjuicio de cualquier 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.
- 8.3.1.2 La garantía se 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 certificación de la instalación.

8.3.2 Plazos

- 8.3.2.1 El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 10 años.
- 8.3.2.2 Si hubiera de interrumpirse la explotación del suministro debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que el suministrador haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

8.3.3 Condiciones económicas

- 8.3.3.1 La garantía comprende la reparación o reposición, en su caso, de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía.
- 8.3.3.2 Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- 8.3.3.3 Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

8.3.3.4 Si en un plazo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

8.3.4 Anulación de la garantía

8.3.4.1 La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, salvo lo indicado en el punto 8.3.3.4.

8.3.5 Lugar y tiempo de la prestación

8.3.5.1 Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará fehacientemente al fabricante.

8.3.5.2 El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas.

8.3.5.3 Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

8.3.5.4 El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

ANEXO I

MEDIDA DE LA POTENCIA INSTALADA DE UNA CENTRAL FOTOVOLTAICA CONECTADA A LA RED ELÉCTRICA

Medida de la potencia instalada de una central fotovoltaica conectada a la red eléctrica

1 Introducción

- 1.1 Definimos la potencia instalada en corriente alterna (CA) de una central fotovoltaica (FV) conectada a la red, como la potencia de corriente alterna a la entrada de la red eléctrica para un campo fotovoltaico con todos sus módulos en un mismo plano y que opera, sin sombras, a las condiciones estándar de medida (CEM).
- 1.2 La potencia instalada en CA de una central fotovoltaica puede obtenerse utilizando instrumentos de medida y procedimientos adecuados de corrección de unas condiciones de operación bajo unos determinados valores de irradiancia solar y temperatura a otras condiciones de operación diferentes. Cuando esto no es posible, puede estimarse la potencia instalada utilizando datos de catálogo y de la instalación, y realizando algunas medidas sencillas con una célula solar calibrada, un termómetro, un voltímetro y una pinza amperimétrica. Si tampoco se dispone de esta instrumentación, puede usarse el propio contador de energía. En este mismo orden, el error de la estimación de la potencia instalada será cada vez mayor.

2 Procedimiento de medida

- 2.1 Se describe a continuación el equipo mínimo necesario para calcular la potencia instalada:
 - 1 célula solar calibrada de tecnología equivalente.
 - 1 termómetro de temperatura ambiente.
 - 1 multímetro de corriente continua (CC) y corriente alterna (CA).
 - 1 pinza amperimétrica de CC y CA.
- 2.2 El propio inversor actuará de carga del campo fotovoltaico en el punto de máxima potencia.
- 2.3 Las medidas se realizarán en un día despejado, en un margen de ± 2 horas alrededor del mediodía solar.
- 2.4 Se realizará la medida con el inversor encendido para que el punto de operación sea el punto de máxima potencia.
- 2.5 Se medirá con la pinza amperimétrica la intensidad de CC de entrada al inversor y con un multímetro la tensión de CC en el mismo punto. Su producto es $P_{cc, inv}$.
- 2.6 El valor así obtenido se corrige con la temperatura y la irradiancia usando las ecuaciones (2) y (3).
- 2.7 La temperatura ambiente se mide con un termómetro situado a la sombra, en una zona próxima a los módulos FV. La irradiancia se mide con la célula (CTE) situada junto a los módulos y en su mismo plano.

2.8 Finalmente, se corrige esta potencia con las pérdidas.

2.9 Ecuaciones:

$$P_{cc, inv} = P_{cc, fov} (1 - L_{cab}) \quad (1)$$

$$P_{cc, fov} = P_o R_{to, var} [1 - g(T_c - 25)] E / 1000 \quad (2)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) E / 800 \quad (3)$$

$P_{cc, fov}$	Potencia de CC inmediatamente a la salida de los paneles FV, en W.
L_{cab}	Pérdidas de potencia en los cableados de CC entre los paneles FV y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelo si hay, etc.
E	Irradiancia solar, en W/m^2 , medida con la CTE calibrada.
g	Coefficiente de temperatura de la potencia, en $1/^\circ C$.
T_c	Temperatura de las células solares, en $^\circ C$.
T_{amb}	Temperatura ambiente en la sombra, en $^\circ C$, medida con el termómetro.
$TONC$	Temperatura de operación nominal del módulo.
P_o	Potencia nominal del generador en CEM, en W.
$R_{to, var}$	Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.
L_{tem}	Pérdidas medias anuales por temperatura. En la ecuación (2) puede sustituirse el término $[1 - g(T_c - 25)]$ por $(1 - L_{tem})$.

$$R_{to, var} = (1 - L_{pol})(1 - L_{dis})(1 - L_{ref}) \quad (4)$$

L_{pol}	Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.
L_{dis}	Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.
L_{ref}	Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término L_{ref} es cero.

2.10 Se indican a continuación los valores de los distintos coeficientes:

2.10.1 Todos los valores indicados pueden obtenerse de las medidas directas. Si no es posible realizar medidas, pueden obtenerse, parte de ellos, de los catálogos de características técnicas de los fabricantes.

2.10.2 Cuando no se dispone de otra información más precisa pueden usarse los valores indicados en la tabla III.

Tabla III

Parámetro	Valor estimado, media anual	Valor estimado, día despejado (*)	Ver observación
L_{cab}	0,02	0,02	(1)
g (1/°C)	–	0,0035 (**)	–
TONC (°C)	–	45	–
L_{tem}	0,08	–	(2)
L_{pol}	0,03	–	(3)
L_{dis}	0,02	0,02	–
L_{ref}	0,03	0,01	(4)

(*) Al mediodía solar ± 2 h de un día despejado. (**) Válido para silicio cristalino.

Observaciones:

- (1) Las pérdidas principales de cableado pueden calcularse conociendo la sección de los cables y su longitud, por la ecuación:

$$L_{cab} = RI^2 \quad (5)$$

$$R = 0,000002 L/S \quad (6)$$

R es el valor de la resistencia eléctrica de todos los cables, en ohmios.

L es la longitud de todos los cables (sumando la ida y el retorno), en cm.

S es la sección de cada cable, en cm^2 .

Normalmente, las pérdidas en conmutadores, fusibles y diodos son muy pequeñas y no es necesario considerarlas. Las caídas en el cableado pueden ser muy importantes cuando son largos y se opera a baja tensión en CC. Las pérdidas por cableado en % suelen ser inferiores en plantas de gran potencia que en plantas de pequeña potencia. En nuestro caso, de acuerdo con las especificaciones, el valor máximo admisible para la parte CC es 1,5 %, siendo recomendable no superar el 0,5 %.

- (2) Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25 °C de las CEM, del tipo de célula y encapsulado y del viento. Si los módulos están convenientemente aireados por detrás, esta diferencia es del orden de 30 °C sobre la temperatura ambiente, para una irradiancia de 1000 W/m². Para el caso de integración de edificios donde los módulos no están separados de las paredes o tejados, esta diferencia se podrá incrementar entre 5 °C y 15 °C.
- (3) Las pérdidas por polvo en un día determinado pueden ser del 0 % al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 8 % cuando los módulos se "ven muy sucios". Estas pérdidas dependen de la inclinación de los módulos, cercanías a carreteras, etc. Una causa importante de pérdidas ocurre cuando los módulos FV que tienen marco tienen células solares muy próximas al marco situado en la parte inferior del módulo. Otras veces son las estructuras soporte que sobresalen de los módulos y actúan como retenes del polvo.
- (4) Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo FV al mediodía solar (± 2 h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo FV. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 2 % y 6 %.

3 Ejemplo

Tabla IV

Parámetro	Unidades	Valor	Comentario
T_{ONC}	°C	45	Obtenido del catálogo
E	W/m ²	850	Irradiancia medida con la CTE calibrada
T_{amb}	°C	22	Temperatura ambiente en sombra
T_c	°C	47	Temperatura de las células $T_c = T_{amb} + (T_{ONC} - 20)E/800$
$P_{cc, inv}$ (850 W/m ² , 47 °C)	W	1200	Medida con pinza amperimétrica y voltímetro a la entrada del inversor
$1 - g(T_c - 25)$		0,923	$1 - 0,0035 \times (47 - 25)$
$1 - L_{cab}$		0,98	Valor tabla
$1 - L_{pol}$		0,97	Valor tabla
$1 - L_{dis}$		0,98	Valor tabla
$1 - L_{ref}$		0,97	Valor tabla
$R_{to, var}$		0,922	$0,97 \times 0,98 \times 0,97$
$P_{cc, fov}$	W	1224,5	$P_{cc, fov} = P_{cc, inv} / (1 - L_{cab})$
P_o	W	1693	$P_o = \frac{P_{cc, fov} \times 1000}{R_{to, var} [1 - g(T_c - 25)] E}$

Potencia total estimada del campo fotovoltaico en CEM = 1693 W.

Si, además, se admite una desviación del fabricante (por ejemplo, 5 %), se incluirá en la estimación como una pérdida.

Finalmente, y después de sumar todas las pérdidas incluyendo la desviación de la potencia de los módulos respecto de su valor nominal, se comparará la potencia así estimada con la potencia declarada del campo fotovoltaico.

ANEXO II

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DEL GENERADOR DISTINTA DE LA ÓPTIMA

Cálculo de las pérdidas por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima

1 Introducción

1.1 El objeto de este anexo es determinar los límites en la orientación e inclinación de los módulos de acuerdo a las pérdidas máximas permisibles por este concepto en el PCT.

1.2 Las pérdidas por este concepto se calcularán en función de:

- Ángulo de inclinación β , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (figura 1). Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° para verticales.
- Ángulo de azimut α , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (figura 2). Su valor es 0° para módulos orientados al Sur, -90° para módulos orientados al Este y $+90^\circ$ para módulos orientados al Oeste.

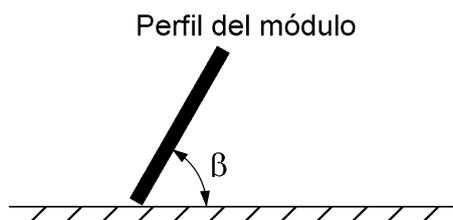


Fig. 1

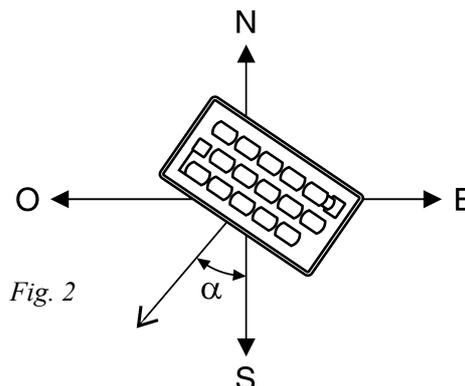


Fig. 2

2 Procedimiento

2.1 Habiendo determinado el ángulo de azimut del generador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT. Para ello se utilizará la figura 3, válida para una latitud, ϕ , de 41° , de la siguiente forma:

- Conocido el azimut, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación en el caso de $\phi = 41^\circ$. Para el caso general, las pérdidas máximas por este concepto son del 10%; para superposición, del 20%, y para integración arquitectónica del 40%. Los puntos de intersección del límite de pérdidas con la recta de azimut nos proporcionan los valores de inclinación máxima y mínima.
- Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se intersectan, se obtienen los valores para latitud $\phi = 41^\circ$ y se corrigen de acuerdo al apartado 2.2.

- 2.2 Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar en cuestión y la de 41°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{Inclinación } (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}).$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{Inclinación } (\phi = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud}), \text{ siendo } 0^\circ \text{ su valor mínimo.}$$

- 2.3 En casos cerca del límite, y como instrumento de verificación, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] \quad \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$\text{Pérdidas (\%)} = 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \phi + 10)^2] \quad \text{para } \beta \leq 15^\circ$$

[Nota: α , β , ϕ se expresan en grados, siendo ϕ la latitud del lugar].

3 Ejemplo de cálculo

Supongamos que se trata de evaluar si las pérdidas por orientación e inclinación del generador están dentro de los límites permitidos para una instalación fotovoltaica en un tejado orientado 15° hacia el Oeste (azimut = +15°) y con una inclinación de 40° respecto a la horizontal, para una localidad situada en el Archipiélago Canario cuya latitud es de 29°.

- 3.1 Conocido el azimut, cuyo valor es +15°, determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación para el caso de $\phi = 41^\circ$. Los puntos de intersección del límite de pérdidas del 10% (borde exterior de la región 90%-95%), máximo para el caso general, con la recta de azimut 15° nos proporcionan los valores (ver figura 4):

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ$$

- 3.2 Corregimos para la latitud del lugar:

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = 48^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 7^\circ - (41^\circ - 29^\circ) = -5^\circ, \text{ que está fuera de rango y se toma, por lo tanto, inclinación mínima} = 0^\circ.$$

- 3.3 Por tanto, esta instalación, de inclinación 40°, cumple los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

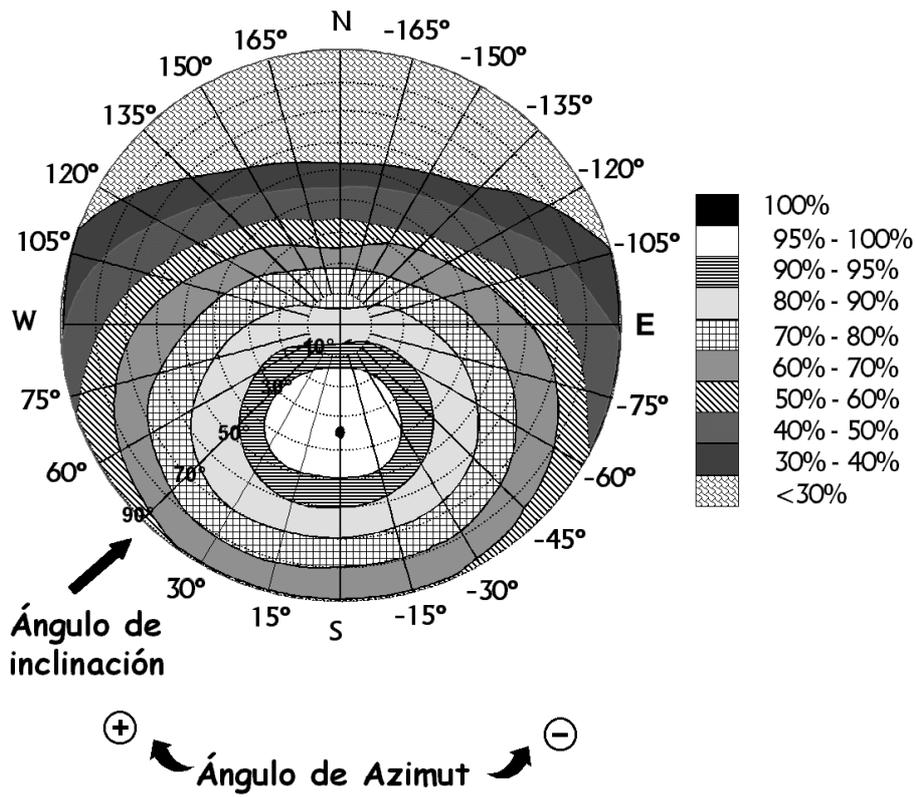


Fig. 3

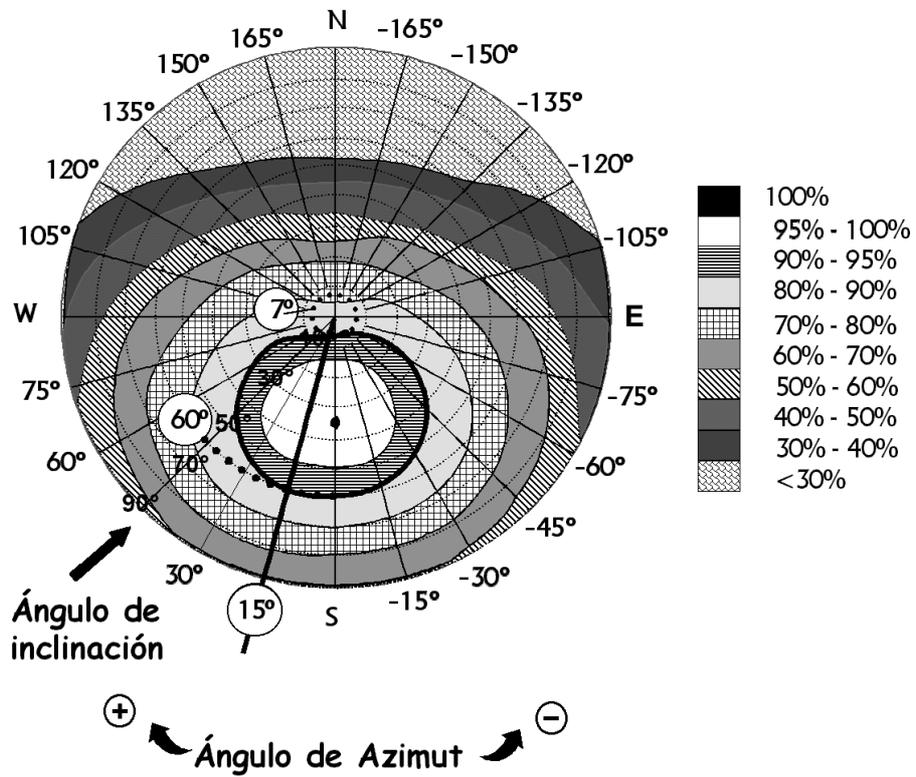


Fig. 4. Resolución del ejemplo.

ANEXO III

CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR POR SOMBRAS

Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras

1 Objeto

El presente anexo describe un método de cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes. Tales pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar global que incidiría sobre la mencionada superficie de no existir sombra alguna.

2 Descripción del método

El procedimiento consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del Sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

2.1 Obtención del perfil de obstáculos

Localización de los principales obstáculos que afectan a la superficie, en términos de sus coordenadas de posición azimut (ángulo de desviación con respecto a la dirección Sur) y elevación (ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal). Para ello puede utilizarse un teodolito.

2.2 Representación del perfil de obstáculos

Representación del perfil de obstáculos en el diagrama de la figura 5, en el que se muestra la banda de trayectorias del Sol a lo largo de todo el año, válido para localidades de la Península Ibérica y Baleares (para las Islas Canarias el diagrama debe desplazarse 12° en sentido vertical ascendente). Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares (negativas antes del mediodía solar y positivas después de éste) e identificadas por una letra y un número (A1, A2,..., D14).

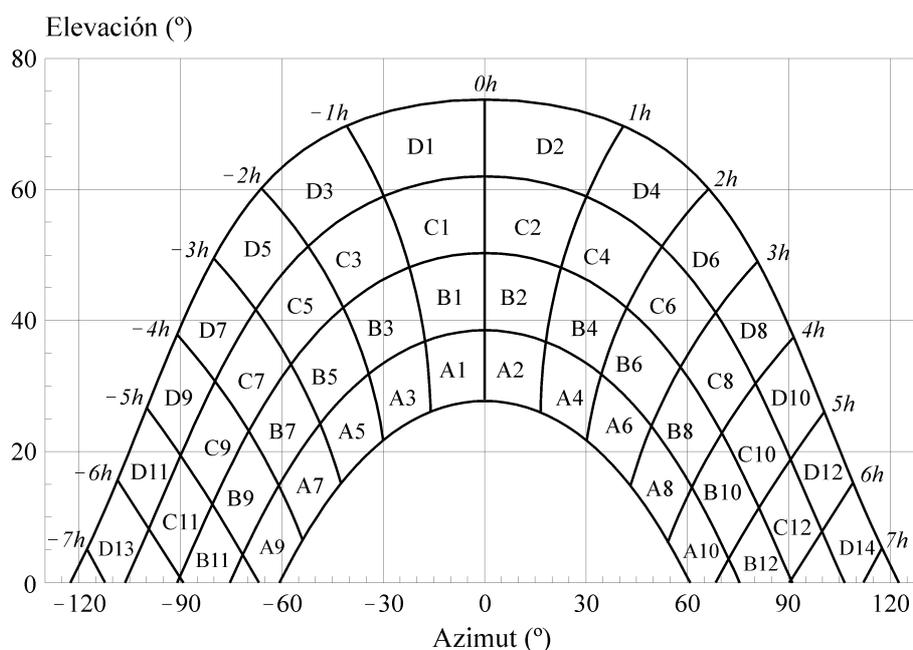


Fig. 5. Diagrama de trayectorias del Sol. [Nota: los grados de ambas escalas son sexagesimales].

2.3 Selección de la tabla de referencia para los cálculos

Cada una de las porciones de la figura 5 representa el recorrido del Sol en un cierto período de tiempo (una hora a lo largo de varios días) y tiene, por tanto, una determinada contribución a la irradiación solar global anual que incide sobre la superficie de estudio. Así, el hecho de que un obstáculo cubra una de las porciones supone una cierta pérdida de irradiación, en particular aquella que resulte interceptada por el obstáculo. Deberá escogerse como referencia para el cálculo la tabla más adecuada de entre las que se incluyen en la sección 3 de este anexo.

2.4 Cálculo final

La comparación del perfil de obstáculos con el diagrama de trayectorias del Sol permite calcular las pérdidas por sombreado de la irradiación solar global que incide sobre la superficie, a lo largo de todo el año. Para ello se han de sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representado. En el caso de ocultación parcial se utilizará el factor de llenado (fracción oculta respecto del total de la porción) más próximo a los valores: 0,25, 0,50, 0,75 ó 1.

La sección 4 muestra un ejemplo concreto de utilización del método descrito.

3 Tablas de referencia

Las tablas incluidas en esta sección se refieren a distintas superficies caracterizadas por sus ángulos de inclinación y orientación (β y α , respectivamente). Deberá escogerse aquella que resulte más parecida a la superficie de estudio. Los números que figuran en cada casilla se corresponden con el porcentaje de irradiación solar global anual que se perdería si la porción correspondiente (véase la figura 5) resultase interceptada por un obstáculo.

Tabla V-1

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Tabla V-2

$\beta = 0^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,18
11	0,00	0,01	0,18	1,05
9	0,05	0,32	0,70	2,23
7	0,52	0,77	1,32	3,56
5	1,11	1,26	1,85	4,66
3	1,75	1,60	2,20	5,44
1	2,10	1,81	2,40	5,78
2	2,11	1,80	2,30	5,73
4	1,75	1,61	2,00	5,19
6	1,09	1,26	1,65	4,37
8	0,51	0,82	1,11	3,28
10	0,05	0,33	0,57	1,98
12	0,00	0,02	0,15	0,96
14	0,00	0,00	0,00	0,17

Tabla V-3

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,15
11	0,00	0,01	0,02	0,15
9	0,23	0,50	0,37	0,10
7	1,66	1,06	0,93	0,78
5	2,76	1,62	1,43	1,68
3	3,83	2,00	1,77	2,36
1	4,36	2,23	1,98	2,69
2	4,40	2,23	1,91	2,66
4	3,82	2,01	1,62	2,26
6	2,68	1,62	1,30	1,58
8	1,62	1,09	0,79	0,74
10	0,19	0,49	0,32	0,10
12	0,00	0,02	0,02	0,13
14	0,00	0,00	0,00	0,13

Tabla V-4

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,10
11	0,00	0,00	0,03	0,06
9	0,02	0,10	0,19	0,56
7	0,54	0,55	0,78	1,80
5	1,32	1,12	1,40	3,06
3	2,24	1,60	1,92	4,14
1	2,89	1,98	2,31	4,87
2	3,16	2,15	2,40	5,20
4	2,93	2,08	2,23	5,02
6	2,14	1,82	2,00	4,46
8	1,33	1,36	1,48	3,54
10	0,18	0,71	0,88	2,26
12	0,00	0,06	0,32	1,17
14	0,00	0,00	0,00	0,22

Tabla V-5

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 30^\circ$	A	B	C	D
13	0,10	0,00	0,00	0,33
11	0,06	0,01	0,15	0,51
9	0,56	0,06	0,14	0,43
7	1,80	0,04	0,07	0,31
5	3,06	0,55	0,22	0,11
3	4,14	1,16	0,87	0,67
1	4,87	1,73	1,49	1,86
2	5,20	2,15	1,88	2,79
4	5,02	2,34	2,02	3,29
6	4,46	2,28	2,05	3,36
8	3,54	1,92	1,71	2,98
10	2,26	1,19	1,19	2,12
12	1,17	0,12	0,53	1,22
14	0,22	0,00	0,00	0,24

Tabla V-6

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,14
11	0,00	0,00	0,08	0,16
9	0,02	0,04	0,04	0,02
7	0,02	0,13	0,31	1,02
5	0,64	0,68	0,97	2,39
3	1,55	1,24	1,59	3,70
1	2,35	1,74	2,12	4,73
2	2,85	2,05	2,38	5,40
4	2,86	2,14	2,37	5,53
6	2,24	2,00	2,27	5,25
8	1,51	1,61	1,81	4,49
10	0,23	0,94	1,20	3,18
12	0,00	0,09	0,52	1,96
14	0,00	0,00	0,00	0,55

Tabla V-7

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = 60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,43
11	0,00	0,01	0,27	0,78
9	0,09	0,21	0,33	0,76
7	0,21	0,18	0,27	0,70
5	0,10	0,11	0,21	0,52
3	0,45	0,03	0,05	0,25
1	1,73	0,80	0,62	0,55
2	2,91	1,56	1,42	2,26
4	3,59	2,13	1,97	3,60
6	3,35	2,43	2,37	4,45
8	2,67	2,35	2,28	4,65
10	0,47	1,64	1,82	3,95
12	0,00	0,19	0,97	2,93
14	0,00	0,00	0,00	1,00

Tabla V-8

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,22
11	0,00	0,03	0,37	1,26
9	0,21	0,70	1,05	2,50
7	1,34	1,28	1,73	3,79
5	2,17	1,79	2,21	4,70
3	2,90	2,05	2,43	5,20
1	3,12	2,13	2,47	5,20
2	2,88	1,96	2,19	4,77
4	2,22	1,60	1,73	3,91
6	1,27	1,11	1,25	2,84
8	0,52	0,57	0,65	1,64
10	0,02	0,10	0,15	0,50
12	0,00	0,00	0,03	0,05
14	0,00	0,00	0,00	0,08

Tabla V-9

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -30^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,24
11	0,00	0,05	0,60	1,28
9	0,43	1,17	1,38	2,30
7	2,42	1,82	1,98	3,15
5	3,43	2,24	2,24	3,51
3	4,12	2,29	2,18	3,38
1	4,05	2,11	1,93	2,77
2	3,45	1,71	1,41	1,81
4	2,43	1,14	0,79	0,64
6	1,24	0,54	0,20	0,11
8	0,40	0,03	0,06	0,31
10	0,01	0,06	0,12	0,39
12	0,00	0,01	0,13	0,45
14	0,00	0,00	0,00	0,27

Tabla V-10

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,56
11	0,00	0,04	0,60	2,09
9	0,27	0,91	1,42	3,49
7	1,51	1,51	2,10	4,76
5	2,25	1,95	2,48	5,48
3	2,80	2,08	2,56	5,68
1	2,78	2,01	2,43	5,34
2	2,32	1,70	2,00	4,59
4	1,52	1,22	1,42	3,46
6	0,62	0,67	0,85	2,20
8	0,02	0,14	0,26	0,92
10	0,02	0,04	0,03	0,02
12	0,00	0,01	0,07	0,14
14	0,00	0,00	0,00	0,12

Tabla V-11

$\beta = 90^\circ$ $\alpha = -60^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	1,01
11	0,00	0,08	1,10	3,08
9	0,55	1,60	2,11	4,28
7	2,66	2,19	2,61	4,89
5	3,36	2,37	2,56	4,61
3	3,49	2,06	2,10	3,67
1	2,81	1,52	1,44	2,22
2	1,69	0,78	0,58	0,53
4	0,44	0,03	0,05	0,24
6	0,10	0,13	0,19	0,48
8	0,22	0,18	0,26	0,69
10	0,08	0,21	0,28	0,68
12	0,00	0,02	0,24	0,67
14	0,00	0,00	0,00	0,36

4 Ejemplo

Superficie de estudio ubicada en Madrid, inclinada 30° y orientada 10° al Sudeste. En la figura 6 se muestra el perfil de obstáculos.

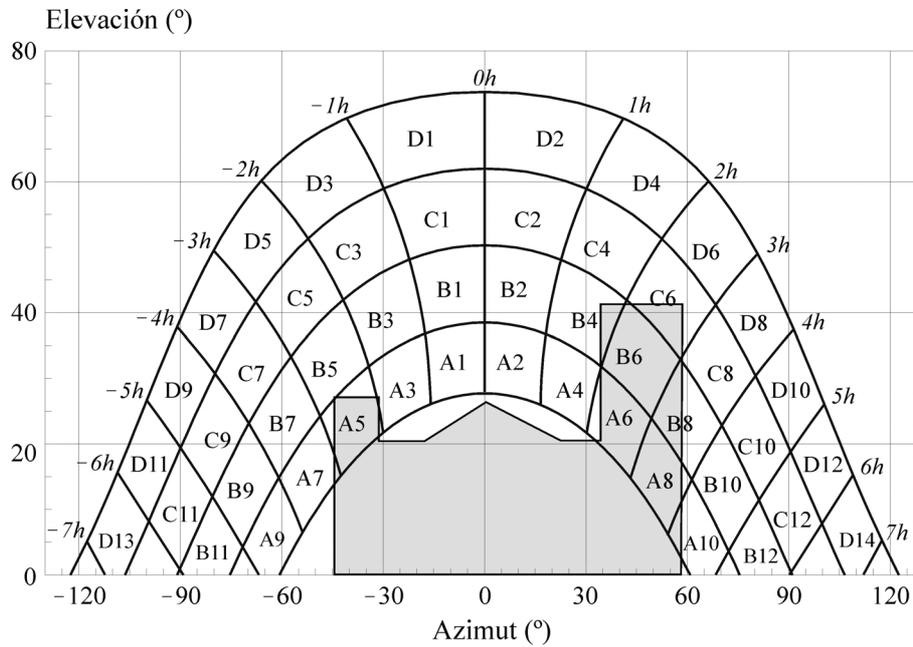


Fig. 6

Tabla VI. Tabla de referencia.

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Cálculos:

$$\begin{aligned} & \text{Pérdidas por sombreado (\% de irradiación global incidente anual)} = \\ & = 0,25 \times B4 + 0,5 \times A5 + 0,75 \times A6 + B6 + 0,25 \times C6 + A8 + 0,5 \times B8 + 0,25 \times A10 = \\ & = 0,25 \times 1,89 + 0,5 \times 1,84 + 0,75 \times 1,79 + 1,51 + 0,25 \times 1,65 + 0,98 + 0,5 \times 0,99 + 0,25 \times 0,11 = \\ & = 6,16\% \approx 6\% \end{aligned}$$

5 Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia d , medida sobre la horizontal, entre filas de módulos o entre una fila y un obstáculo de altura h que pueda proyectar sombras, se recomienda que sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

En cualquier caso, d ha de ser como mínimo igual a $h \cdot k$, siendo k un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$.

En la tabla VII pueden verse algunos valores significativos del factor k , en función de la latitud del lugar.

Tabla VII

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Asimismo, la separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a $h \cdot k$, siendo en este caso h la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior, efectuándose todas las medidas con relación al plano que contiene las bases de los módulos.

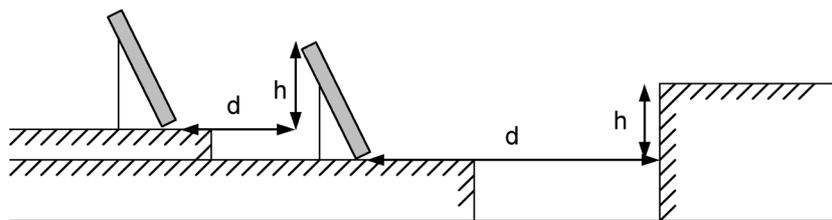


Fig. 7

Si los módulos se instalan sobre cubiertas inclinadas, en el caso de que el azimut de estos, el de la cubierta, o el de ambos, difieran del valor cero apreciablemente, el cálculo de la distancia entre filas deberá efectuarse mediante la ayuda de un programa de sombreado para casos generales suficientemente fiable, a fin de que se cumplan las condiciones requeridas.

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
C/ Madera, 8
E - 28004 - MADRID
www.idae.es

