

3

UNIDAD



Diseño de instalaciones solares fotovoltaicas sin conexión a red

En esta unidad

APRENDERÁS A

- Interpretar y preparar la documentación técnica de una instalación.
- Elegir componentes en catálogos comerciales.
- Realizar esquemas de las instalaciones.
- Hacer el presupuesto para una instalación.

ESTUDIARÁS

- Los criterios de diseño de una instalación solar.
- Los parámetros que se deben tener en cuenta.
- La documentación que debe acompañar a toda instalación fotovoltaica.
- La simbología utilizada para las instalaciones solares fotovoltaicas.

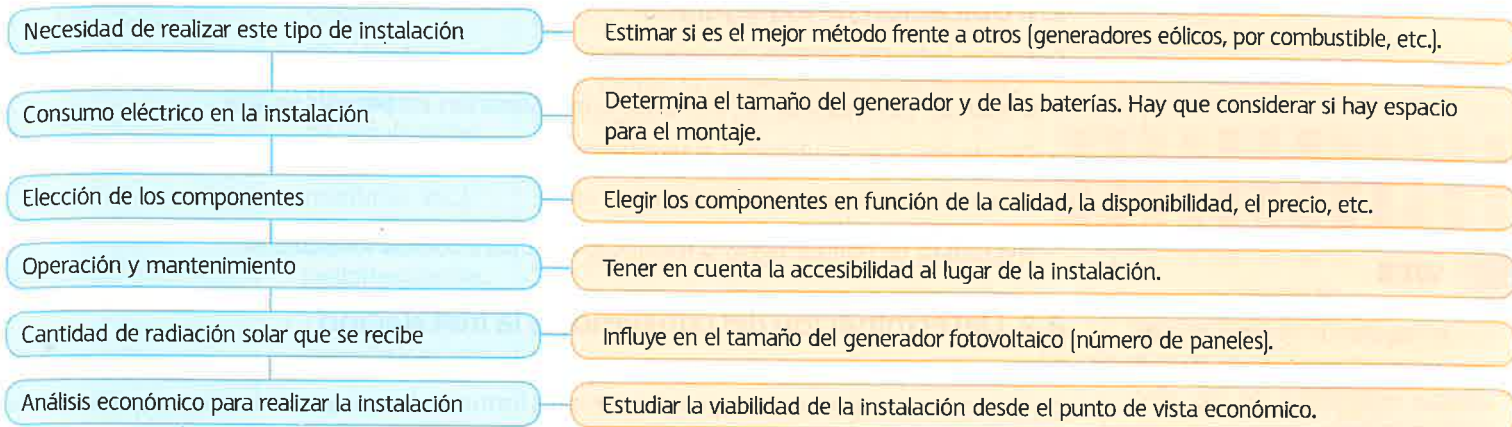
Y SERÁS CAPAZ DE

- Configurar instalaciones solares fotovoltaicas justificando la elección de los elementos que las conforman.

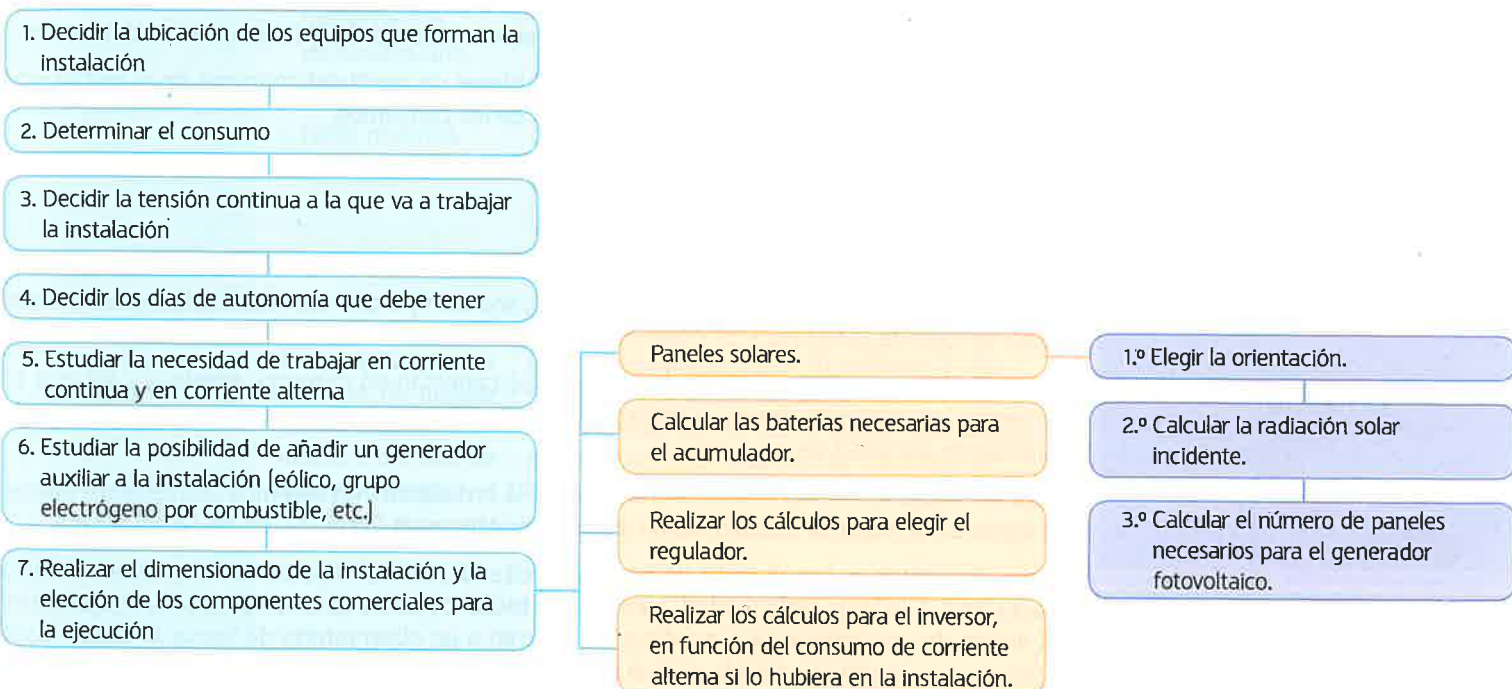


1. Consideraciones previas al diseño de una instalación

En esta unidad, vamos a ver el proceso general de diseño para cualquier tipo de instalación, un proceso en el que, además de calcular las características de un generador fotovoltaico y el tamaño de sus baterías, se deben tener en cuenta otras consideraciones:



Si una vez llevado a cabo todo el análisis de los puntos vistos en el esquema anterior se decide hacer la instalación, los pasos para la realización de esta serán los siguientes:



Una vez determinados los valores, es importante elegir, entre todas las posibilidades que se encuentran en el mercado, los componentes que mejor se adapten a la instalación. La elección de componentes siempre se realizará atendiendo a varios factores:

- **Criterios técnicos:** los componentes elegidos deben cumplir los valores que hemos calculado durante el diseño de la instalación.
- **Criterios económicos:** a igualdad de prestaciones técnicas, el precio será el segundo factor que puede hacer que nos decanemos por un determinado modelo.
- **Disponibilidad de los elementos** en la zona donde se va a realizar la instalación y, si no es así, establecer cómo se van a obtener.
- **Otros criterios:** garantías ofrecidas por los fabricantes, además de las estrictamente legales, o servicio posventa de los equipos (tiempo de sustitución en caso de avería de alguno de los componentes, etc.).

2. Realización de la instalación

A partir de aquí, iremos desarrollando punto por punto cada uno de los pasos que hemos comentado en el apartado 1.

2.1. Ubicación de los equipos

Debemos considerar dónde va a estar colocado cada uno de los elementos de la instalación:

- Dónde se van a colocar las estructuras que soportan los paneles solares.
- Dónde van a estar ubicados el regulador y el inversor de la instalación.
- En qué lugar se colocarán las baterías.
- Necesidad de realizar obras o modificaciones para colocar los equipos.

2.2. Determinación del consumo de la instalación

La aplicación para la que va destinada la instalación fotovoltaica va a determinar el perfil de consumo de esta (vatios hora por día). De esta forma, debemos establecer un esquema de la carga de consumo diaria, es decir, la simultaneidad de consumos que podemos tener durante las veinticuatro horas del día, para que al hacer el diseño de la instalación funcione de manera correcta.

Esta carga diaria la podemos reflejar en forma de gráfico, o bien establecer una tabla con las posibles horas de funcionamiento de cada uno de los aparatos al cabo del día, y la simultaneidad de estos.

Además de los consumos diarios, conviene establecer un perfil del consumo de la instalación por meses y, por tanto, de la distribución anual de los consumos.

También es útil analizar qué tipos de perfiles de consumo nos podemos encontrar de forma habitual según el tipo de instalación [Tabla 3.1].

A. Cálculo del consumo de la instalación

Para el correcto dimensionado de la instalación, sea del tipo que sea [Tabla 3.1], necesitaremos saber el total de vatios-hora de consumo que vamos a tener en esta.

Para ello debemos determinar los equipos que se conectan en corriente continua y los que se conectan en corriente alterna, y realizar el cálculo de los vatios consumidos por cada uno en función de las horas de conexión.

Para la realización de las tablas de consumo de la instalación, resulta muy conveniente utilizar programas de hojas de cálculo, como pueden ser Microsoft Excel, o Calc de OpenOffice.

Antes de continuar con el resto de los puntos citados, aplicaremos de forma práctica lo visto hasta aquí. A lo largo de la unidad, para ilustrar todos los pasos que vamos dando, realizaremos el diseño de una instalación para dotar de Internet a un observatorio de fauna. El primer caso práctico es el punto de partida para el diseño de dicha instalación.

Es importante destacar que el consumo total de la instalación será la suma de los dos tipos de consumo comentados, tanto de corriente continua como de corriente alterna. Esto es así porque estamos hablando en términos de energía consumida y, por tanto, no se hará ninguna distinción.



ACTIVIDADES

1. Uno de los factores que influyen en gran medida en el consumo total de energía en las viviendas es el consumo de los aparatos apagados pero que permanecen en *stand-by*.
 - a) Averigua, consultando datos de los fabricantes, cuál es el consumo de un televisor de 30 pulgadas cuando se encuentra en ese estado.
 - b) Accede a la web <https://goo.gl/NM8NRb> y calcula el gasto anual que generan los aparatos en *stand-by* de tu hogar.

@ WEB

En el siguiente enlace puedes consultar el etiquetado de eficiencia energética de los electrodomésticos:

<https://goo.gl/WWptvs>



Fig. 3.1. No todas las instalaciones tienen el mismo perfil de consumo. Por ejemplo, una farola solar tiene un consumo eminentemente nocturno, mientras que por el día recarga las baterías. En cambio, una instalación de bombeo para el riego con instalación solar fotovoltaica tiene un consumo eminentemente diurno y no requiere de un acumulador porque solamente funciona durante el día.

B. Tipos de instalaciones

Podemos considerar cuatro tipos básicos de instalación, con prestaciones, características y perfiles de consumo diversos, según se indica en la Tabla 3.1.





Tipo de instalación	Cobertura	Características	Perfil de consumos diarios
Con consumo constante a lo largo del día	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de alarma. Sistemas de señalización (ferroviaria, marítima, etc.). Repetidores de radiofrecuencia. Estaciones meteorológicas, etc. 	<p>En este tipo de instalaciones están conectados siempre todos los aparatos durante las 24 horas del día. Si representamos gráficamente esta situación, nos encontramos con una gráfica como la de la Figura 3.2.</p> <p>Se da la circunstancia, además, de que el consumo es constante a lo largo de todo el año, por lo que lo deberemos tener en cuenta a la hora de dimensionar la instalación fotovoltaica.</p>	<p>Perfil de consumos diarios</p>  <p>Fig. 3.2. Representación del consumo en instalaciones de consumo constante.</p>
De consumo mayoritariamente nocturno	<ul style="list-style-type: none"> Alumbrado público. Señalización de carreteras. Señalización de navegación aérea. Faros marinos. 	<p>El perfil de consumo diario sigue un gráfico como el que se muestra en la Figura 3.3.</p> <p>Si tenemos previsto que puede haber grandes variaciones de consumo en la instalación según la época del año, debemos hacer un estudio para averiguar cuál es el mes en el que se produce el mayor consumo, y, por tanto, tenerlo en cuenta a la hora de diseñar la instalación.</p> <p>El consumo dependerá de la duración de los días y, por tanto, será mayor cuantas menos horas de luz tengamos. En consecuencia, el mayor consumo se da en los meses de invierno.</p>	<p>Perfil de consumos diarios</p>  <p>Fig. 3.3. Consumo diario en una instalación nocturna.</p>
De consumo diurno	Un ejemplo típico de este tipo de instalación es el de las destinadas al bombeo de agua para riego.	Estas instalaciones tienen su actividad en los momentos centrales del día, es decir, en las horas en las que se recibe mayor cantidad de radiación solar. El gráfico de consumo diario que representa este tipo de instalaciones sería el reflejado en la Figura 3.4.	<p>Perfil de consumos diarios</p>  <p>Fig. 3.4. Gráfico de consumo de una instalación diurna.</p>
Resto de instalaciones	Una de las más importantes aplicaciones de las instalaciones fotovoltaicas autónomas es la de electrificación de viviendas aisladas.	<p>Es muy importante establecer un adecuado gráfico de consumo en estas instalaciones, estudiando cada caso en concreto con el fin de lograr el mejor diseño para la instalación. Un ejemplo de un gráfico de consumo de una instalación de este tipo podría ser el recogido en la Figura 3.5.</p> <p>Durante la noche solo existirá el consumo de aparatos que tengan que estar enchufados las 24 horas del día (por ejemplo, en <i>stand-by</i>), y existirán picos de consumo a lo largo del día en función de los diferentes aparatos, las horas de estancia en la vivienda, etc.</p>	<p>Perfil de consumos diarios</p>  <p>Fig. 3.5. Ejemplo de consumo de una instalación en una vivienda.</p>

Tabla 3.1. Tipos de instalaciones solares fotovoltaicas sin conexión a red.

CASO PRÁCTICO 1

Toma de datos para el dimensionado de una instalación

Deseamos realizar una instalación para dotar de Internet a un observatorio de fauna en el Parque Nacional de Cabañeros. El sistema elegido es una conexión a Internet a través de satélite, mediante un módem VSAT. Asimismo, en la caseta se ubicará una emisora de comunicaciones en la banda de VHF, para poder enlazar con la base situada en el centro de interpretación del parque.

La instalación se ubica cerca de la localidad de Retuerta del Bullaque (Ciudad Real), y la localización geográfica de esta es de $39^{\circ} 22'$ de latitud norte y $4^{\circ} 28'$ de longitud oeste.

El equipamiento del observatorio y que se debe considerar para el diseño del sistema de alimentación será el siguiente:

- Un módem VSAT Satlink 1000.
- Una emisora de VHF Teltronic MDT-400.
- Dos luminarias de corriente continua.
- Un ordenador personal.

Solución

Análisis previo de la instalación

1. **Ubicación de los equipos:** los paneles solares se van a ubicar en el suelo, y el resto de elementos, dentro de la caseta, en una habitación preparada especialmente para tal fin.
2. **Cálculo de los consumos** (datos obtenidos de las hojas de características de los equipos): la emisora y las luminarias van conectadas directamente a la corriente continua. El ordenador y el módem precisan de una alimentación de 230 V de corriente alterna.

Los consumos previstos son los de la siguiente tabla:

Elemento		Potencia	Consumo (Wh)		
			En reposo	En uso	Total estimado
Elementos de continua	Luminarias	15 mW cada una		$2 \cdot 15 \cdot 8 = 240$	240
	Emisora	500 mW en espera 5 W en transmisión	$20 \cdot 0,5 = 10 \text{ W}$	$4 \cdot 5 = 20$	30
Total					270
Elementos de alterna	Ordenador	80 W		$80 \cdot 6$	480
	Módem	8 W en reposo 30 W en transmisión	$18 \cdot 3 = 54$	$6 \cdot 30 = 180$	234
Total					634
Total considerando el rendimiento del inversor (90 %)					793,3
Total previsto					1063,3

3. **Decidir la tensión continua** a la que vamos a trabajar: por el valor de la energía consumida decidimos fijar la tensión nominal en 12 voltios.
4. **Días de autonomía de la instalación:** en este caso, por acuerdo entre el proyectista de la instalación y el dueño de esta, se ha pensado que sean cinco días.
5. **Generador auxiliar:** para el uso que se va a dar a la instalación, el cliente no ha solicitado añadir un generador auxiliar.
6. **Uso de elementos que consumen corriente alterna:** el consumo en corriente alterna siempre debe considerar el rendimiento del inversor (90%).

Aunque de forma general consideramos que el rendimiento del inversor es del 90%, siempre hay que asegurarse de dicho valor consultando la hoja de características del fabricante del equipo. Para realizar los cálculos es necesario utilizar el valor real del rendimiento del inversor.

CASO PRÁCTICO 1 (Continuación)

7. Dimensionado de la instalación: es importante empezar realizando el estudio de la radiación recibida. Debemos obtener, tal y como vimos en la Unidad 2, la cantidad de radiación recibida en el lugar donde va a estar colocada la instalación (según la latitud) y para el ángulo de inclinación óptimo. En este estudio ya hemos tenido en cuenta el cálculo de la radiación recibida sobre superficie inclinada con el ángulo óptimo. Como vamos a aplicar el método del mes peor, tomaremos el valor de la radiación de diciembre. Hay que partir de que estamos considerando que el uso de la instalación es el mismo a lo largo de todos los meses del año.

En una tabla se pueden reflejar los datos más significativos, que nos pueden ayudar a la hora de continuar realizando el diseño. Cada proyectista tendrá diseñada, seguramente, una herramienta de este tipo. Nosotros aquí vamos a proponer una posible solución, que nos facilitará todo el seguimiento de la instalación.

Datos previos para la instalación												
Latitud del lugar	39,22°											
Radiación recibida (con β óptimo) en Wh/m² día	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
	2 447	3 131	4 726	5 028	5 975	6 326	6 484	6 162	5 168	3 814	2 390	1 976
Energía consumida por los equipos	Corriente continua						Corriente alterna					
	270 Wh						793 Wh					
Consumo total	1063 Wh											
Tensión nominal de la instalación	12											
Días de autonomía	5											

No olvidemos que la instalación se ve sometida a unas pérdidas, por lo que debemos fijar un factor de seguridad que las contemple a la hora de realizar el diseño. En la Unidad 2 vimos cómo se utiliza este parámetro. Normalmente, es un valor elegido por el proyectista de la instalación. En nuestro ejemplo, se ha decidido utilizar un factor de seguridad de 1,3.

Las pérdidas siempre reducen la potencia (los vatios) que puede entregar la instalación, y en este caso el elemento fundamental será el generador fotovoltaico, y la cantidad de módulos que debemos colocar en él.

Consulta el Caso Práctico 1 de la Unidad 2 para ver cómo se realiza el cálculo de la radiación sobre superficie inclinada.

ACTIVIDADES

2. Una de las estaciones del SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica) del Segura tiene una instalación fotovoltaica para alimentar los equipos mediante los cuales se obtienen los valores de la presa que está controlando. Estos equipos son los siguientes:

- Sensores de toma de datos, los cuales mandan la información cada dos horas al sistema de registro, y que tienen un consumo total de 10 W en *stand-by*, y 20 W cuando transmiten la información.
- El ordenador central conectado durante las veinticuatro horas del día, y que se estima tiene un consumo de 80 W a la hora.
- El transmisor que alimenta la antena, que tiene un consumo en *stand-by* de 0,5 W, y en transmisión, de 10 W.

En verano, el transmisor manda la información cada seis horas, pero en primavera y otoño, la información es enviada cada dos horas.

Realiza un gráfico que muestre el consumo de la instalación en el mes de mayo y en el mes de agosto. El tiempo de transmisión es de 10 minutos.



Fig. 3.6. Caseta en La Venta del Castillo [cortesía de la Confederación Hidrológica del Segura].

2.3. Elección de la tensión de trabajo de la instalación

La elección de la tensión de trabajo es una decisión del proyectista de la instalación, y se determina en función del consumo de esta. Nos podemos encontrar con dos situaciones, según se refleja en la Tabla 3.2.

Tipo de instalación	Consumo	Tensión de trabajo
Pequeña	Menor de 3 kW	Puede utilizarse 12 V o 24 V
Grande	Mayor de 3 kW	Se utilizará 48 V o 120 V

Tabla 3.2. Elección de la tensión de trabajo en función de su consumo.

UN RETO

Busca el lugar de España donde sería necesario dotar de mayor cantidad de días de autonomía a una instalación solar fotovoltaica en función de las condiciones climáticas de dicho lugar.

2.4. Días de autonomía de la instalación

Los días de autonomía de la instalación se fijan en función de la climatología del lugar y del uso de la instalación —si es una instalación que no se puede quedar sin servicio (por ejemplo, un repetidor), deberá tener una autonomía mayor—. A pesar de ello, suele ser una decisión tomada entre el proyectista de la instalación y el cliente.

La determinación de los días de autonomía condiciona el tamaño del acumulador de la instalación, que debe ser mayor a medida que queremos más días. Ha de hacerse un estudio exhaustivo de la zona para prever condiciones adversas de la climatología que puedan influir en la producción de energía del generador fotovoltaico de la instalación, ya que determinará la cantidad de días mínimos que debemos considerar como autonomía.

Desde el punto de vista de la legislación, el pliego de condiciones técnicas (PCT) del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) fija un valor de autonomía de la instalación de tres días, como mínimo.

2.5. Decisión de trabajar en corriente continua, alterna o ambas

Esta decisión viene marcada por el tipo de equipos que se van a conectar a la instalación.

En instalaciones como la que venimos desarrollando a lo largo de la unidad, nos podemos encontrar con los dos tipos de consumo. A modo de ejemplo, vamos a dar diferentes posibilidades:

- Instalaciones en viviendas: depende del uso que se les vaya a dar.
 - Si se trata de viviendas habituales, lo normal es que la instalación trabaje en corriente alterna, por el uso de electrodomésticos.
 - En viviendas de uso ocasional (como, por ejemplo, pequeños refugios de montaña), la situación habitual es que solo tengan equipos de iluminación, y conectados a corriente continua.
- En instalaciones como las usadas en señalización de tráfico, solamente tendremos elementos de corriente continua, por lo que no será necesario el uso de inversores.
- En instalaciones del tipo de repetidores de comunicaciones, lo normal será encontrar instalaciones mixtas, con equipos conectados a corriente continua y equipos conectados a corriente alterna.
- Las instalaciones de bombeo suelen trabajar en corriente continua.
- Otros tipos de instalaciones (las que denominábamos en la Unidad 1 como divertimentos solares) trabajarán también en corriente continua.

En definitiva, siempre que los equipos de consumo puedan ser en corriente continua, se decidirá realizar la instalación solo en corriente continua. Si, por el contrario, alguno de los equipos que se va a conectar debe consumir en corriente alterna, la solución será instalar un inversor.



Fig. 3.7. Los juguetes que llevan paneles solares trabajarán siempre con corriente continua.

2.6. Colocación de un generador auxiliar

La utilización o no de un generador auxiliar siempre viene determinada por el uso de la instalación, y por la necesidad de que esta no deje de funcionar bajo ninguna circunstancia. Este hecho se puede dar en viviendas (en las que muchas veces será una petición del propietario) y en instalaciones en las que quedarse sin electricidad pueda suponer una situación grave.

Los generadores auxiliares más utilizados habitualmente son pequeños generadores eólicos, y sobre todo los denominados grupos electrógenos, que funcionan mediante combustible. Hay que asegurarse siempre de que dichos generadores se encuentren a punto para poder funcionar cuando sea necesario. Lo ideal es que entren a funcionar automáticamente ante un fallo de corte de corriente en la instalación.

Uno de los fallos más habituales que se suelen producir en estos generadores es la falta de combustible cuando tienen que ponerse en funcionamiento. Por eso, es muy importante revisar el depósito de vez en cuando para evitar situaciones como la descrita.

2.7. Dimensionado de la instalación

Vamos a ver en este punto los cálculos necesarios para determinar cada uno de los elementos de la instalación, y cómo debemos elegirlos.

A. Elección de los paneles solares

Los factores que debemos considerar son los siguientes:

- Potencia de pico que puede entregar el panel.
- Tensión en sus extremos mayor que la tensión nominal del sistema.
- En algunos casos, dependiendo del lugar donde se vaya a hacer la instalación, conviene ver las pérdidas por efecto de la temperatura. Normalmente no suele ser un valor demasiado importante, porque las temperaturas más altas se dan justamente en las épocas en que se recibe mayor cantidad de radiación.
- Dimensiones físicas del panel (tamaño, peso, etc.).
- Sistemas de sujeción a los soportes.
- Conectores eléctricos, etc.



Fig. 3.8. Los generadores auxiliares suelen ser grupos electrógenos de combustible (gasolina o diésel), como el mostrado en la figura. En la instalación fotovoltaica, entran a funcionar automáticamente cuando se supera el tiempo de autonomía.

@ WEB

En este mapa interactivo podrás hacer el cálculo de una instalación para una vivienda en función del municipio y del tipo de energía que elijas:

<https://goo.gl/cp699i>

CASO PRÁCTICO 2

Elección de los paneles solares

A partir de los datos del caso práctico 1, calcula y elige el número de paneles solares que necesitamos para la configuración del generador fotovoltaico. A modo de resumen, los datos que tenemos en la instalación son los siguientes:

- Factor de seguridad (F_{SG}) = 1,3 (elegido por el proyectista para compensar las pérdidas).
- Consumo diario medio previsto (L_{dm}) = 975 Wh/día.
- Irradiación recibida (mes de diciembre) = 1063 Wh/m².
- Número de días de autonomía de la batería = 5.
- Sistema a 12 V.

Solución

Antes de pasar a elegir los paneles, debemos determinar la potencia nominal del generador fotovoltaico. Este valor lo obtenemos a través de la siguiente fórmula:

$$P_{G, nom} = \frac{F_{SG} L_{dm}}{[G_{dm}(\beta) / I_{STC}]} = \frac{1,3 \cdot 1063}{1976 / 1000} = 701,47 \text{ Wp}$$

CASO PRÁCTICO 2 (Continuación)

Con el valor de la potencia nominal, recurrimos a un catálogo para elegir los paneles que queremos montar en la instalación. Para ello tenemos que considerar los parámetros que hemos comentado al principio del apartado. Este es un ejemplo de catálogo:

EX250P(B)-60 - Polycrystalline Policristalino					
TYPE TIPO		EX250P-60	EX255P-60	EX260P-60	EX265P-60
STC 1000 W/m² Module Temperature 25°C A.M. 1.5	Power Output	250	255	260	265
	Max. Power Tolerance Tolerancia potencia max.			+5 (%)	
	Module Efficiency Eficiencia Módulo	15.5 (%)	15.9 (%)	16.2 (%)	16.5 (%)
	Voltage Máximo voltage, VMP	30.2 (V)	30.4 (V)	30.7 (V)	30.9 (V)
	Current Tensión máxima actual, IMP	8.27 (A)	8.38 (A)	8.47 (A)	8.56 (A)
	Voltage Open Circuit Tensión en circuito abierto, VOC	37.3 (V)	38.0 (V)	38.2 (V)	38.4 (V)
NOCT 800 W/m² Environment Temperature 20°C A.M. 1.5	Short Circuit Current Corriente de cortocircuito, ISC	8.75 (A)	8.83 (A)	8.91 (A)	8.98 (A)
	Power Output	189.3	193.1	196.9	200.7
	Voltage Máximo voltage, VMP	27.5 (V)	27.8 (V)	28.0 (V)	28.2 (V)
	Current Strom, IMP	6.87 (A)	6.96 (A)	7.03 (A)	7.11 (A)
	Current Tensión máxima actual, IMP	34.3 (V)	34.5 (V)	34.7 (V)	34.9 (V)
	Short Circuit Current Corriente de cortocircuito, ISC	7.60 (A)	7.57 (A)	7.63 (A)	7.69 (A)

Elegimos este panel.

En el recuadro aparecen las características técnicas en cuanto a potencia de pico, tensión, etc.

Es importante leer detenidamente toda la información de las fichas técnicas de los elementos de la instalación.

(Cortesía de Exium Solution SA)

En la hoja del catálogo del fabricante, también obtenemos información sobre las dimensiones del panel (datos importantes a la hora de elegir los soportes para la instalación) y datos sobre las condiciones de trabajo.

MECHANICAL DATA DATOS MECÁNICOS	WORKING CONDITIONS CONDICIONES DE TRABAJO
Dimensions Dimensiones: 1640*992	Max. System Voltage Max. Voltaje Sistema: 1.000 V
Weight Peso (kg): 20	Series Fuse Rating Fusible en serie: 15 A
Cable Cable: TUV Certified 4mm²	Mechanical Load Carga mecánica: ≥5.400 Pa
Glass Cristal: High transmission glass 3.2mm	Operating Temperature Temp. funcionamiento: -40~+85
Junction Box Caja de conexiones: 6 Bypass-Diode	Application class Aplicación clase: A

Decidido el modelo que se va a utilizar, tenemos que calcular el número de paneles necesarios para conformar el generador fotovoltaico.

$$N_p = \frac{\text{Potencia de pico necesaria}}{\text{Potencia de pico del panel}} = \frac{701 \text{ W}}{250 \text{ W}} = 2,8 = 3 \text{ paneles}$$

Cuando nos sale un valor decimal en el número de paneles, siempre lo aproximamos al número entero que se encuentre por encima.

Como la instalación es a 12 V, solamente tendremos que colocar los tres paneles en paralelo para obtener la potencia necesaria. Siempre que haya que asociar paneles, es importante recordar que deben ser iguales en cuanto a las características eléctricas.

Cualquiera de los modelos que aparecen en la hoja hubiera sido perfectamente válido desde el punto de vista técnico, por lo que, si fuese necesario, a la hora de decidirse por uno de ellos podemos considerar otros factores (diferencias de precio, si hay diferencias en las dimensiones, etc.).

ACTIVIDADES

- En el caso práctico anterior hemos elegido un panel policristalino. Busca en un catálogo de fabricante un modelo de tipo monocristalino que se adecue a las características

expuestas y realiza los cálculos anteriores. Luego, realiza la comparativa con un módulo comercial cuyas células sean de silicio amorfo.

3. Elección de las baterías para el acumulador

En la hora de elegir las baterías, debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Tensión nominal de la instalación.
- Días de autonomía que va a tener la instalación (F_{SB}).
- Capacidad en amperios hora que debe tener el acumulador.
- Profundidad de descarga máxima (fijada por quien diseña la instalación).
- Energía diaria que consume la instalación (L_{dm}).



IMPORTANTE

Según el PCT del IDEA, para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico.



CASO PRÁCTICO 3

Cálculo del acumulador de la instalación

Siguiendo con la instalación que estamos diseñando desde el principio de la unidad, vamos a ver cómo se calculan y eligen las baterías necesarias para configurar el acumulador.

Recordamos los datos más importantes:

- Consumo diario medio previsto (L_{dm}) = 1063 Wh.
- Irradiación recibida (mes de diciembre) = 1976 Wh/m².
- Número de días de autonomía de la batería = 5.
- Sistema a 12 V.
- Profundidad de descarga máxima: 80%.

Solución

Lo primero que debemos hacer es determinar la capacidad de batería necesaria con las condiciones de la instalación. De esta forma:

$$C_{B, nom} = \frac{L_{dm} F_{SB}}{PD_{máx}} = \frac{1063 \cdot 5}{0,8} = 6643,75 \text{ Wp}$$

$$\text{como } P = VI \Rightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{6643,75}{12} = 553,64 \text{ Ah}$$

Modelo	Tensión (V)	Capacidad Nominal en C10 (A/h)	Capacidad Nominal en C120 (A/h)	Dimensiones (largo, ancho, alto)	Peso sin electrolito (Kg)	Peso con electrolito (Kg)
20PzS100	2	100	162	105x206x420	8.5	13.5
30PzS150	2	150	243	105x206x420	11	16
40PzS200	2	200	324	105x206x420	14	19
50PzS250	2	250	405	125x206x420	16.5	22
60PzS300	2	300	486	145x206x420	20.5	26.5
50PzS350	2	350	567	125x206x505	21	29
60PzS420	2	420	680	145x206x535	24.5	33.5
70PzS490	2	490	793	165x206x535	27.5	38
60PzS600	2	600	972	145x206x710	34	47
70PzS700	2	700	1134	193x215x710	42	60
80PzS800	2	800	1296	193x215x710	46.5	63.5
90PzS900	2	900	1458	235x215x710	50	74
100PzS1000	2	1000	1620	235x215x710	54.5	77
110PzS1100	2	1100	1782	277x215x710	61	88
120PzS1200	2	1200	1944	277x215x710	65	91

Elegimos este modelo para configurar el acumulador de la instalación. Habrá que colocar seis baterías en serie, puesto que cada una tiene como tensión nominal 2 V, para que nos den los 12 V [el número de amperios hora es mayor que el que hemos calculado].

[Soleme Soluciones Energéticas SL]

C. Elección del regulador

Para la elección del regulador, tenemos que calcular la corriente de carga necesaria a fin de que funcione correctamente.

Con tal objetivo, debemos tomar el valor de la corriente de cortocircuito (I_{sc}) del panel solar que hayamos elegido para la configuración del generador fotovoltaico.

El regulador es el encargado de fijar la tensión nominal de la instalación. Este será uno de los parámetros que se deben considerar a la hora de elegirlo.

CASO PRÁCTICO 4

Elección del regulador para la instalación

Elige un modelo de regulador comercial adecuado para la instalación que estamos diseñando a lo largo de la unidad.

Solución

Consultando las características del panel solar elegido en el caso práctico 2, vemos que el valor de I_{sc} es de 8,75 A. Para calcular la corriente de carga del regulador, aplicamos la siguiente fórmula:

$$I_{G,max} = N_p \cdot I_{sc} = 3 \cdot 8,75 = 26,25 \text{ A}$$



Modelo elegido en función del valor de la corriente calculado en la fórmula anterior. El modelo es Steca PR3030.

	PR 1010	PR 1515	PR 2020	PR 3030
Funcionamiento				
Tensión del sistema	12 V (24 V)			
Consumo propio	12.5 mA			
Datos de entrada CC				
Tensión de circuito abierto del módulo solar (con temperatura de servicio mínima)	< 47 V			
Corriente del módulo	10 A	15 A	20 A	30 A
Datos de salida CC				
Corriente de consumo	10 A	15 A	20 A	30 A
Tensión de reconexión (SOC / LVR)	> 50 % / 12,6 V (25,2 V)			
Protección contra descarga profunda < 30 % (SOC / LVD)	< 30 % / 11,1 V (22,2 V)			
Datos de la batería				
Tensión final de carga	13,9 V (27,8 V)			
Tensión de carga reforzada	14,4 V (28,8 V)			
Carga de compensación	14,7 V (29,4 V)			
Ajuste del tipo de batería	líquido (ajustable a través menú)			
Condiciones de uso				
Temperatura ambiente	-10 °C ... +50 °C			
Equipamiento y diseño				
Terminal (cable fino / único)	16 mm² / 25 mm² - AWG 6 / 4			
Grado de protección	IP 31			
Dimensiones (X x Y x Z)	187 x 96 x 44 mm			
Peso	350 g			

Nos tenemos que asegurar de que se cumple con los paneles que hemos elegido (el valor de tensión en circuito abierto de los paneles).

¡Cuidado con este dato! La instalación, en nuestro caso, va a estar en el campo. Hay que asegurarse de que en ningún momento se alcanzan estas temperaturas en el recinto donde va a estar colocado el regulador, ya que podría no funcionar correctamente.

[Cortesía de Steca Elektronik GmbH]

3. Elección del inversor

A la hora de elegir el inversor, en caso de que la instalación necesite corriente alterna, nos tenemos que fijar en el consumo que hemos previsto para esta parte de la instalación como parámetro fundamental. Se recomienda elegir un inversor que proporcione a la salida una onda sinusoidal como la que nos da la red eléctrica, aunque para algunas aplicaciones (luces incandescentes, pequeños motores, etc.) puede valernos un inversor de onda cuadrada.

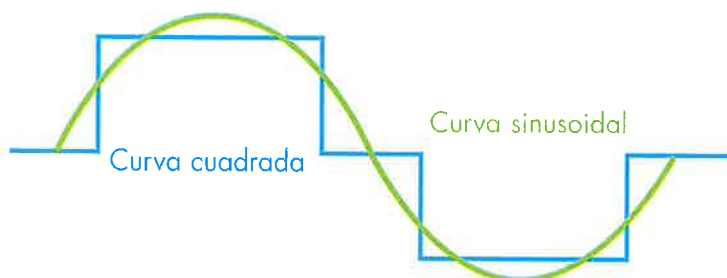


Fig. 3.9. Tipos de onda que suelen proporcionar los inversores. En el caso de la onda cuadrada, si conectamos, por ejemplo, un aparato de radio, se oiría un zumbido debido a la forma de la señal, por lo que no sería aconsejable su uso para esa aplicación.

Además de la forma de onda, otro parámetro que hay que tener en cuenta es el rendimiento, que, como hemos visto en el cálculo de los consumos, suele ser en torno al 90-95 %.

CASO PRÁCTICO 5

Elección del inversor para la instalación

Vamos a elegir un inversor para la instalación que venimos desarrollando a lo largo de los casos prácticos anteriores. Para ello, recordamos el consumo de los equipos en corriente alterna dentro de la instalación:

Elemento	Potencia	Consumo (Wh)		
		En reposo	En uso	Total estimado
Ordenador	80 W		80 · 6	480
Módem	8 W en reposo 30 W en transmisión	18 · 3 = 54	6 · 30 = 180	234
Total				634
Total considerando el rendimiento del inversor (90%)				793,3

Solución

Tenemos que elegir un equipo que nos proporcione una potencia mayor de 110 W (este es el valor de la potencia nominal). Por el tipo de equipos que se van a conectar en él, nos interesa que sea un inversor de onda sinusoidal, para no tener problemas. Si se ha previsto un aumento del consumo, conviene sobredimensionar el inversor.

Estos 110 W corresponden a la suma de las potencias nominales de cada uno de los componentes de la instalación: 80 W del ordenador y 30 W del módem. En este caso, elegimos el valor del módem en transmisión, al ser menor la potencia en reposo. Por tanto, si se cumple para el primer valor, también se cumplirá para el segundo.

Otro aspecto que se ha de considerar es si nos interesa elegir un inversor que incorpore también el regulador de la carga de las baterías. La decisión de elegir un equipo compacto o dos equipos por separado se tomará teniendo en cuenta los consumos de la instalación, el precio de ambas soluciones, etc.



UN RETO

Investiga si existe alguna aplicación para tu *smartphone* que te sirva para hacer los cálculos para el dimensionado de una instalación fotovoltaica autónoma.



VÍDEO

En el siguiente enlace puedes ver cómo se comprueba el tipo de onda que da un inversor mediante el uso de un osciloscopio y un polímetro:

<https://goo.gl/e6pVjn>

CASO PRÁCTICO 5. (Continuación)

De un catálogo de fabricante obtenemos el siguiente equipo:

Inversor Phoenix	12 Volt	C 12/1200	C 12/1600	C 12/2000	12/3000 (3)	12/5000 (3)
	24 Volt	C 24/1200	C 24/1600	C 24/2000	24/3000 (3)	24/5000 (3)
	48 Volt				48/3000 (3)	48/5000 (3)
Rango de tensión de entrada (V CC)		9,5 - 17,0 19,5 – 33,0	9,5 - 17,0 19,5 - 33,0	9,5 - 17,0 19,5 - 33,0	9,5 - 17,0 19,5 - 33,0 38,0 - 66,0	9,5 - 17,0 19,5 - 33,0 38,0 - 66,0
Potencia cont. de salida 25 °C (VA) (4)		1200 1200	1600 1600	2000 2000	3000 3000 3000	5000 5000 5000
Potencia cont. a 25 °C / 40 °C (W)		1000 / 900 1000 / 900	1300 / 1200 1300 / 1200	1600 / 1450 1600 / 1450	2500 / 2000 2500 / 2000 2500 / 2000	4000 / 3000 4000 / 3000 4000 / 3000
Pico de potencia (W)		2400 2400	3000 3000	4000 4000	6000 6000 6000	8000 9000 9000
Eficacia máx. 12 / 24 / 48 V (%)		92 / 94	92 / 94	92 / 94	92 / 94 / 95	92 / 94 / 95
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)		8 / 10	8 / 10	9 / 11	15 / 15 / 16	20 / 25 / 25
Consumo en vacío en modo AES		5 / 8	5 / 8	7 / 9	10 / 10 / 12	15 / 20 / 20
Consumo en vacío modo Search (W)		2 / 3	2 / 3	3 / 4	4 / 5 / 5	5 / 5 / 6
Relé programable				Sí		
Interfaz RS485				Sí		
Protección (2)				a - g		
Características comunes (1)		Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,2% (seleccionable por interruptor) Temperatura de funcionamiento: -20 a +50 °C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): Máx. 95%				
CARCASA						
Material y color		aluminio (azul RAL 5012)				
Conexiones de la batería		cables de batería de 1,5 metros		Pernos M8	2+2 Pernos M8	2+2 Pernos M8
Conexiones 230 V CA		Enchufe G-ST18i	Enchufe G-ST18i	Abrazadera-resorte	Bornes atornillados	Bornes atornillados
Tipo de protección		IP 21				
Peso (kg)		10	10	12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)		375x214x110	375x214x110	520x255x125	362x258x218	444 x 328 x 240
ACCESORIOS						
Panel remoto		Panel de control del inversor Phoenix(PIV)				
Interruptor on/off remoto		Conector bifásico				
NORMATIVAS						
Seguridad		EN 60335-1				
Emisiones / Inmunidad		EN 55014-1 / EN 55014-2				
Directiva de automoción		2004/104/EC	2004/104/EC		2004/104/EC	

[Cortesía de Victron Energy BV]

A partir de las características proporcionadas por el fabricante, se elige el inversor Phoenix 12/1 200. El inversor suele llevar indicadores mediante diodos LED del nivel de voltaje de la batería, nivel de la salida para la carga, estado de operación, etc.

También el fabricante da información sobre las protecciones incorporadas: sobrecalentamiento, cortocircuito, sobrecarga, etc.

Muchas características son comunes a todos los modelos, como, por ejemplo, la potencia de salida, las protecciones, etc. Debemos ser cuidadosos a la hora de elegir el modelo y ver cuál es el que se adapta a las necesidades de nuestra instalación.

Otras consideraciones que hay que tener en cuenta a la hora de la elección pueden ser las dimensiones físicas y el rango de temperaturas de funcionamiento.

ACTIVIDADES

- Investiga cuándo es apropiado utilizar un regulador de tipo MPPT (comentados en la unidad 1). Busca en Internet un modelo comercial y pon un ejemplo de utilización de este tipo de regulador.
- Hay determinadas instalaciones autónomas en las que es posible utilizar inversores que no sean de onda sinusoidal pura. Busca en qué casos concretos son utilizables y cuándo no pueden serlo.
- ¿Sería posible configurar con baterías de litio el acumulador visto en el caso práctico 3? Si la respuesta es afirmativa, busca una posible configuración para él.
- En el enlace <https://goo.gl/hjVRJy> se muestran las características de un regulador solar. Explica sus aspectos más importantes, busca su ficha técnica y señala un posible uso de este en función de sus parámetros.

4. Documentación de la instalación

Una vez que hemos visto los criterios para el dimensionado de la instalación, y cómo se realiza la elección de los materiales a partir de los valores teóricos calculados, mediante la consulta de la documentación de los fabricantes, vamos a analizar cuál es la documentación que debe acompañar a cualquier proyecto de instalación fotovoltaica, con el fin de poder manejarla adecuadamente.

La documentación de cualquier instalación fotovoltaica deberá constar de una memoria, en la que se detalle todo el proceso de cálculo de los parámetros necesarios, la elección de los materiales, etc. Además, llevará los planos y esquemas eléctricos necesarios para poder realizar el montaje de la instalación, y el presupuesto de esta. También es conveniente que se refleje la garantía de la instalación y sus coberturas.

La referencia de toda la documentación que es necesario presentar para la instalación fotovoltaica es el pliego de condiciones técnicas PCT del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). La última revisión de este pliego de condiciones para instalaciones autónomas es de febrero de 2009. En él se fijan las condiciones y requisitos que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas autónomas. Se trata de unificar criterios con el fin de que todas las instalaciones se desarrollen bajo el mismo patrón.

A partir de ahora, vamos a hacer alusión a todo aquello que se aconseja en dicho documento.

4.1. Elementos que debe incluir la memoria de la instalación

La memoria descriptiva de la instalación debe incluir los cálculos necesarios para el diseño de esta, así como los materiales elegidos para la ejecución física de la instalación (y la justificación de dicha elección). EL PCT, en su anexo II, indica que la memoria técnica debe contener los elementos que se exponen a continuación.

A. Tabla con la estimación de los consumos diarios

Como hemos visto al principio de la unidad, es conveniente realizar una tabla para comprobar fácilmente los consumos de la instalación, tanto de continua como de alterna.

Elemento	Consumo unitario	Total estimado (Wh)
Luminarias	15 W cada una	240
Emisora	500 mW en espera 5 W en transmisión	30
Total en continua		270
Ordenador	80 W	480
Módem	8 W en reposo 30 W en transmisión	234
Total en alterna		705
		considerando rendimiento del inversor
Total previsto (alterna + continua)		975 Wh

Tabla 3.3. Tabla como la recomendada en el PCT para estimar los consumos diarios de la instalación fotovoltaica desarrollada en los casos prácticos.

Es de vital importancia establecer correctamente estos consumos, puesto que condiciona todo el diseño posterior de la instalación. En el apartado 2 hemos explicado con detenimiento cómo se estiman los consumos en función del tipo de instalación que vayamos a realizar.

! IMPORTANTE

La finalidad del pliego de condiciones técnicas del IDAE es «establecer las condiciones técnicas que deben tomarse en consideración en la convocatoria de ayudas para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica, en el ámbito del Plan de Fomento de las Energías Renovables correspondiente al periodo 2005-2010».

El pliego no ha sufrido ninguna actualización desde el año 2009.



ACTIVIDADES

- Investiga si en tu comunidad autónoma existe algún tipo de ayuda para la realización de una instalación fotovoltaica y explica en qué consiste.



WEB

En el siguiente enlace puedes informarte sobre la documentación necesaria para la legalización de instalaciones para autoconsumo:

<https://goo.gl/BHwMvF>

B. Dimensionado del generador

El PCT recomienda utilizar una tabla como la siguiente:

Parámetro	Unidades	Valor	Comentario
Localidad		Retuerta del Bullaque	
Latitud	39° 22'		
Tipo de instalación			Consumo constante a lo largo del año
Periodo de diseño		Diciembre	Mes peor
Ángulo óptimo (β)	49°		
Radiación recibida con el ángulo óptimo	kW·h/m ² ·día	1976	Diciembre
Factor de seguridad		1,3	

Tabla 3.4. Ejemplo extraído del PCT donde se muestran los valores de una instalación concreta.

C. Tabla del dimensionado final del sistema

Los datos necesarios para el dimensionado de todos los elementos de la instalación se pueden recoger en la tabla que vamos a ver a continuación.

Esta tabla resume los valores que vamos obteniendo en los cálculos, y que deben quedar reflejados en el documento memoria que se le entrega al propietario de la instalación.

Parámetro	Unidades	Valor	Comentario
$P_{G,nom}$	W	714	Potencia pico del generador
$C_{B,nom}$	Ah	554	Capacidad nominal del acumulador
$PD_{máx}$		80 %	Profundidad de descarga máxima
Rendimiento del inversor		90 %	
V_{on}	V	12	Tensión nominal de la instalación
L_{dm}	W	975	Consumo diario
Factor de seguridad		1,3	
Días de autonomía		5	

Tabla 3.5. Tabla obtenida del PCT con los valores de los elementos de la instalación.

La elección de los elementos con los que se va a realizar la instalación está condicionada a todos estos valores que acabamos de detallar.

La información que debe contener la memoria es la que acabamos de indicar, pero no tiene por qué seguir este formato, siempre que se incluyan todos los valores aquí pedidos.



RECUERDA

Aunque no es de obligado cumplimiento, es conveniente que la documentación técnica de la instalación se ajuste a lo pedido por el Pliego de Condiciones Técnicas del IDEA, ya que este se usa como referencia a la hora de tramitar subvenciones, etc.



ACTIVIDADES

- Busca en Internet una memoria o proyecto de una instalación fotovoltaica aislada, y analiza los datos dados en ella, comprobando si se ajusta a lo comentado en los puntos anteriores o si existen diferencias. Haz un resumen de los datos obtenidos.

4.2. Planos y esquemas eléctricos de la instalación

Además de los elementos nombrados en el punto anterior, la memoria de la instalación debe contener los planos y esquemas necesarios que faciliten su montaje.

Dependiendo de sus dimensiones, será conveniente añadir también un plano de situación del emplazamiento de la instalación, con leyendas, etc., que pueda ilustrar de la mejor manera posible su realización. A continuación, analizaremos algunos de los tipos de planos y esquemas que podemos manejar en la documentación.

A. Diagrama de bloques

Es una representación de los elementos que incluye la instalación mediante «cajas» que representan a cada uno de ellos. Nos da idea de forma rápida de si hay que poner acumuladores o no, si lleva inversor o no, etc.

Un ejemplo de un diagrama de bloques de una instalación autónoma es el recogido en la Figura 3.10.

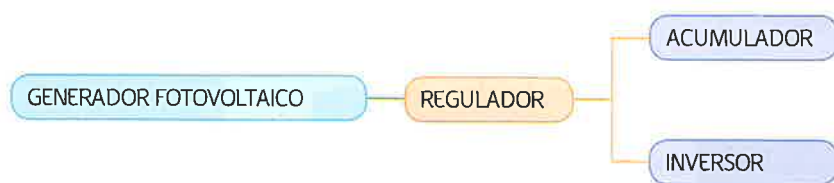


Fig. 3.10. Representación por bloques de una instalación fotovoltaica.

Este tipo de representación no suele ser el habitual; normalmente se dan esquemas de bloques como el que vemos en la Figura 3.11.



UN RETO

¿Eres capaz de averiguar cuál es la instalación autónoma más grande que hay en España y para qué se utiliza?



Fig. 3.11. Otra representación de una instalación autónoma por bloques.

Ninguno de los diagramas de bloques informa sobre el conexionado de la instalación. Para ello es necesario utilizar los esquemas eléctricos.

@ WEB

La mayoría de los instaladores y diseñadores de instalaciones eléctricas utilizan software específico para realizar sus esquemas. Existen soluciones gratuitas y programas de pago para estos fines. Habrá que elegir el que más se adecue a las necesidades de nuestros proyectos.

Puedes consultar algunos de ellos en estos enlaces:

- SmartDraw:
<https://goo.gl/nEdfJN>
- ProfiCad:
<https://goo.gl/qid6sf>
- Edraw Max Pro:
<https://goo.gl/BLn3rL>

B. Esquema unifilar de la instalación

Se realiza utilizando la simbología normalizada para los esquemas eléctricos o, en su defecto, se coloca una leyenda sobre el esquema para indicar qué representa cada uno de los símbolos.

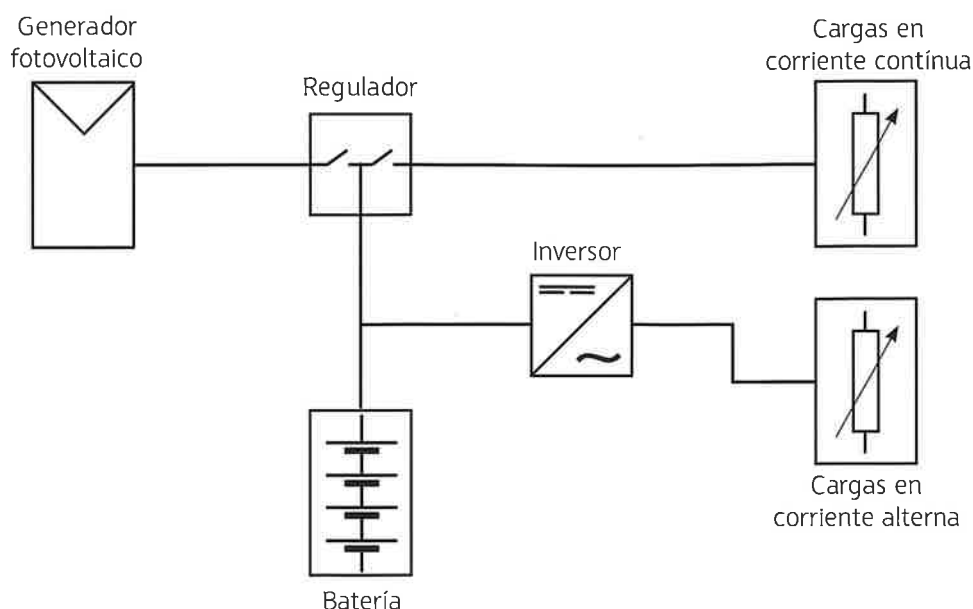


Fig. 3.12. Ejemplo de un esquema unifilar de una instalación con consumos en continua y en alterna. Puede detallarse mucho más, incluyendo los elementos de protección, etc.

C. Esquema eléctrico de la instalación

Este esquema muestra con detalle cómo se conectan los diferentes elementos de la instalación:

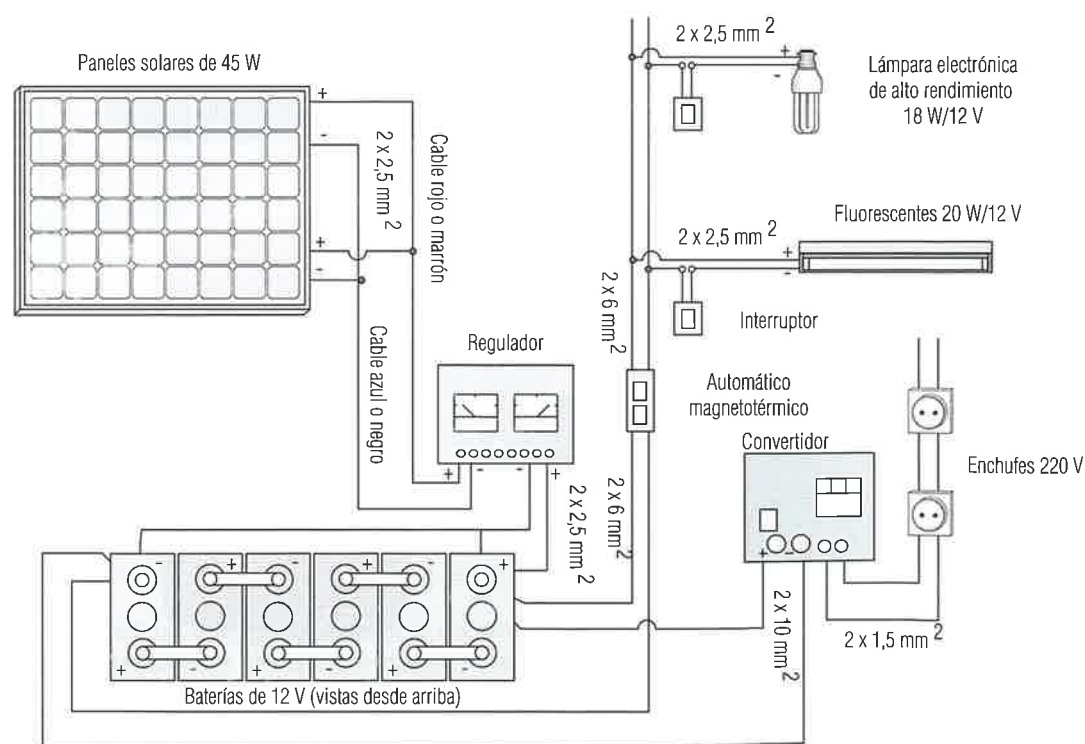


Fig. 3.13. Esquema eléctrico de la instalación.

En el esquema eléctrico se detallan las conexiones de todos los elementos, así como las secciones de los cables, el color que deben llevar, etc. Cuanto más completos sean este tipo de esquemas, más le facilitaremos la labor a la persona que va a realizar el montaje de la instalación.

! IMPORTANTE

En los esquemas que llevamos mostrados no aparece la toma de tierra, ni el cable amarillo-verde que sirve para su conexión. Solamente se refleja el cableado de los equipos exclusivos de la instalación fotovoltaica propiamente dicha, ya que la toma de tierra requiere de una instalación específica que no forma parte de la instalación fotovoltaica.

D. Otros tipos de planos

En algunas ocasiones, como en instalaciones en viviendas, será conveniente contar con un plano en el que se detalle dónde están alojadas otras instalaciones, para no tener problemas a la hora de realizar la nuestra.

También puede ser útil un croquis de la instalación, a ser posible en tres dimensiones, puesto que nos puede ayudar a visualizar cómo se va a realizar el montaje físico.

EJEMPLO 1

Esquemas de la instalación

Entre los posibles esquemas que podemos presentar para realizar la instalación, uno de los que nos aporta una idea muy precisa de los elementos que podemos incluir es el de bloques. Para la instalación que venimos desarrollando a lo largo de la unidad, un ejemplo de un esquema de este tipo sería el siguiente:



4.3. Presupuesto de la instalación

Además de los documentos comentados anteriormente, en la documentación de la instalación debe figurar también el presupuesto detallado. Los puntos que debe incluir el presupuesto de la instalación son los siguientes:

- Precio unitario de cada uno de los elementos de que consta la instalación.
- Precio del material para el cableado: conductores, conectores, cajas de conexión en función de cómo se va a realizar dicho cableado, etc. Para este punto es importante realizar un buen cálculo de los metros de cable que se van a necesitar (sobre todo en instalaciones de grandes dimensiones).
- Mano de obra, especificando el coste de todo el personal que interviene en la instalación. Otra opción es dar el precio de los elementos de la instalación (paneles, etc.) con el montaje de estos incluido. Si es este el caso, debe especificarse en el presupuesto.
- Precio de las protecciones eléctricas para la instalación eléctrica (magnetotérmicos, interruptores diferenciales, etc.).
- Precio de los soportes y estructuras para el generador fotovoltaico, así como el coste del material fungible que pueda ser necesario en la instalación (tornillería, bridas, etc.). Otros costes asociados, como pueden ser los derivados de la realización de obra civil, etc.

- Precio de los sistemas de seguridad e higiene laboral que se vayan a utilizar en la instalación.
- Precio de la realización de la memoria técnica, y de la tramitación de posibles subvenciones.
- Impuestos que se deban pagar (porcentaje correspondiente de IVA).
- Si la instalación se ofrece con contrato de mantenimiento, coste de este en función de la duración.

No siempre figurarán en el presupuesto todos estos puntos, puesto que dependerá de la envergadura de la instalación que tengamos que realizar (no es lo mismo una instalación para una señal de tráfico que para una vivienda, por ejemplo).

Para la realización de los presupuestos es conveniente contar con algún software que nos ayude a realizarlos de una manera eficiente. Existen programas específicos para ello, pero podemos configurar nosotros una hoja de cálculo (tipo Excel, Open Calc, etc.) que se adecúe a nuestras necesidades y que podamos personalizar para cada caso concreto.



EJEMPLO 2

Presupuesto de la instalación del observatorio de fauna de Cabañeros

En función del diseño de la instalación que hemos venido desarrollando a lo largo del tema, y de los componentes elegidos, vamos a elaborar el presupuesto de esta.

Este es solo un ejemplo de cómo se podría realizar. También se podrían detallar otros aspectos, como la mano de obra (si se incluyen o no las posibles obras de albañilería, etc.).

Elemento	Cantidad	Precio unidad (€)	Total
Panel solar EX 255	3	248	744
Inversor Phoenix 12/24/180	1	482,79	482,79
Regulador Steca Solaris	1	248	248
Batería OPZs 600	12	2 288,65 (6 unidades)	4 577,3
Soportes: generador fotovoltaico, bancada para el acumulador	1	1 500	1 500
Cableado de la instalación (incluidas las conexiones de los paneles solares y la acometida de corriente alterna)	1	500	500
Material fungible (tornillería, bridas, sujeciones, etc.)	1	250	250
Mano de obra			500
Documentación y tramitación de subvenciones, en su caso			200
Total sin IVA			9 002,09
IVA (21% sobre el coste total)			1 890,6
Total			10 862,69



ACTIVIDADES

- investiga en Internet cuál es el precio de la mano de obra que se paga (coste por hora) por hacer las instalaciones de las que venimos hablando en la unidad.
- Enumera los distintos planos, esquemas, etc., que debe llevar una instalación solar dedicada a la depuración de una piscina. Bázate en un kit comercial para conocer los componentes que lleva.
- Busca algún ejemplo de software libre que nos pueda servir para la realización de presupuestos como el mostrado en el caso práctico, y comenta brevemente cómo funciona.
- Realiza el presupuesto de una instalación formada por dos paneles fotovoltaicos de 50 W, un regulador, una batería de electrolito de gel y un inversor de 100 W. Para ello, busca los componentes necesarios en una tienda *online*.

5. Nuevos usos de instalaciones aisladas

Durante los últimos años, se ha producido un abaratamiento importante de los equipos necesarios para realizar una instalación fotovoltaica. Esto ha hecho que muchas personas, que no se habían planteado el uso de este tipo de energía, hayan accedido a instalaciones que se han venido a sumar a otras más extendidas, como, por ejemplo, la señalización de tráfico, el alumbrado público, etc.

El menor coste de los paneles solares y la realización de instalaciones sin acumulación han hecho surgir diferentes aplicaciones, como las que comentamos a continuación:

- **Bombeo solar sin acumuladores:** la energía solar se aprovecha durante las horas de luz para el llenado de depósitos de agua, que se usará después para el riego de huertas, etc.
- **Depuración del agua de piscinas durante el día:** como en el caso anterior, se realizan instalaciones para depuración de agua de piscinas sin acumuladores, lo que permite abaratar en gran medida la factura en aquellas viviendas que cuentan con dichos elementos.
- **Otras aplicaciones de tipo agrícola:** pastores eléctricos, comederos automatizados, etc.
- **Instalaciones en autocaravanas, embarcaciones, etc.,** con paneles flexibles, con o sin acumuladores.

Con el fin de llegar a la mayor cantidad de público posible, la mayoría de las empresas que se dedican a la venta de materiales para la realización de instalaciones venden kits de montaje que atienden a las necesidades del usuario. En ellos vienen todos los materiales necesarios para realizar la instalación, de tal forma que cualquier persona con unos mínimos conocimientos pueda llevarla a cabo de una manera sencilla, sin necesidad de recurrir a expertos, simplemente atendiendo a las instrucciones de montaje

VÍDEO

En el siguiente enlace puedes comprobar el montaje del kit utilizado en el caso práctico de este apartado:

<https://goo.gl/p6YZpg>



CASO PRÁCTICO 6

Presupuesto de la instalación del observatorio de fauna de Cabañeros

Una vivienda situada en una finca de la Sierra Norte de Guadalajara posee un huerto que ocupa una extensión de 200 x 300 m. Se da la circunstancia de que, por la abundancia de jabalíes en los bosques cercanos, los propietarios encuentran con gran frecuencia el huerto dañado. Propón una solución, que sea factible, para que los jabalíes no entren en el huerto, utilizando un pastor eléctrico.

Solución:

Como no disponemos de alimentación eléctrica en el lugar donde vamos a colocar el pastor eléctrico, vamos a buscar un kit que tenga todos los elementos para la instalación.

Atendiendo a las dimensiones de la parcela, necesitamos que cubra un perímetro de 1000 m, y que funcione también por la noche, por lo que será necesario que tenga batería incorporada.

Buscando por Internet, hemos encontrado un modelo que se adapta a nuestras necesidades, un pastor eléctrico que proporcione una elevada potencia para ahuyentar a animales de gran tamaño. Las especificaciones técnicas de este aparato confirman que sirve para este fin.

Puedes consultar la página en el siguiente enlace: <https://goo.gl/kvz3MA>.



Fig. 3.14. Kit preparado para únicamente conectar la línea que servirá de cercado a la parcela (cortesía de Zar Solares SL).



ACTIVIDADES

14. Busca un kit para bombeo solar y elabora un documento en el que analices sus características.
15. Busca tres ejemplos de diferentes usos de instalaciones fotovoltaicas de pequeña potencia y describe brevemente su funcionamiento.
16. Investiga en internet los elementos que requieren las instalaciones fotovoltaicas de las señales de tráfico luminosas que hay instaladas en algunas carreteras (potencia del panel solar, tipo de batería, etc.).

PRÁCTICA FINAL Estudio de tres instalaciones fotovoltaicas

A continuación te proponemos tres instalaciones fotovoltaicas aisladas:

• Instalación n.º 1: Vivienda unifamiliar

Se trata de realizar una instalación para una vivienda de uso habitual, en la que se encuentran los electrodomésticos más habituales (lavadora, lavavajillas, frigorífico, aire acondicionado, etc.) y el alumbrado de toda la vivienda.



• Instalación n.º 2: Albergue de montaña

El albergue consta de 15 habitaciones, en las cuales se instalará una luminaria de led con un consumo estimado de 40 W, una cocina con un congelador y dos neveras, y un comedor donde hay dos televisores de 40 pulgadas, además de la correspondiente iluminación.



• Instalación n.º 3: Nave agrícola

La instalación se va a utilizar para iluminar una nave destinada a la agricultura, con una superficie de 300 m² y una altura de 5 m. Además, se quiere emplear también para dar servicio a una pequeña estación meteorológica.



Elige la localidad en la que se va a realizar la instalación de entre las siguientes propuestas:

Vivienda unifamiliar

Merida
El Ejido
Salamanca

Albergue de montaña

Cercedilla
Jaca
Potes

Nave agrícola

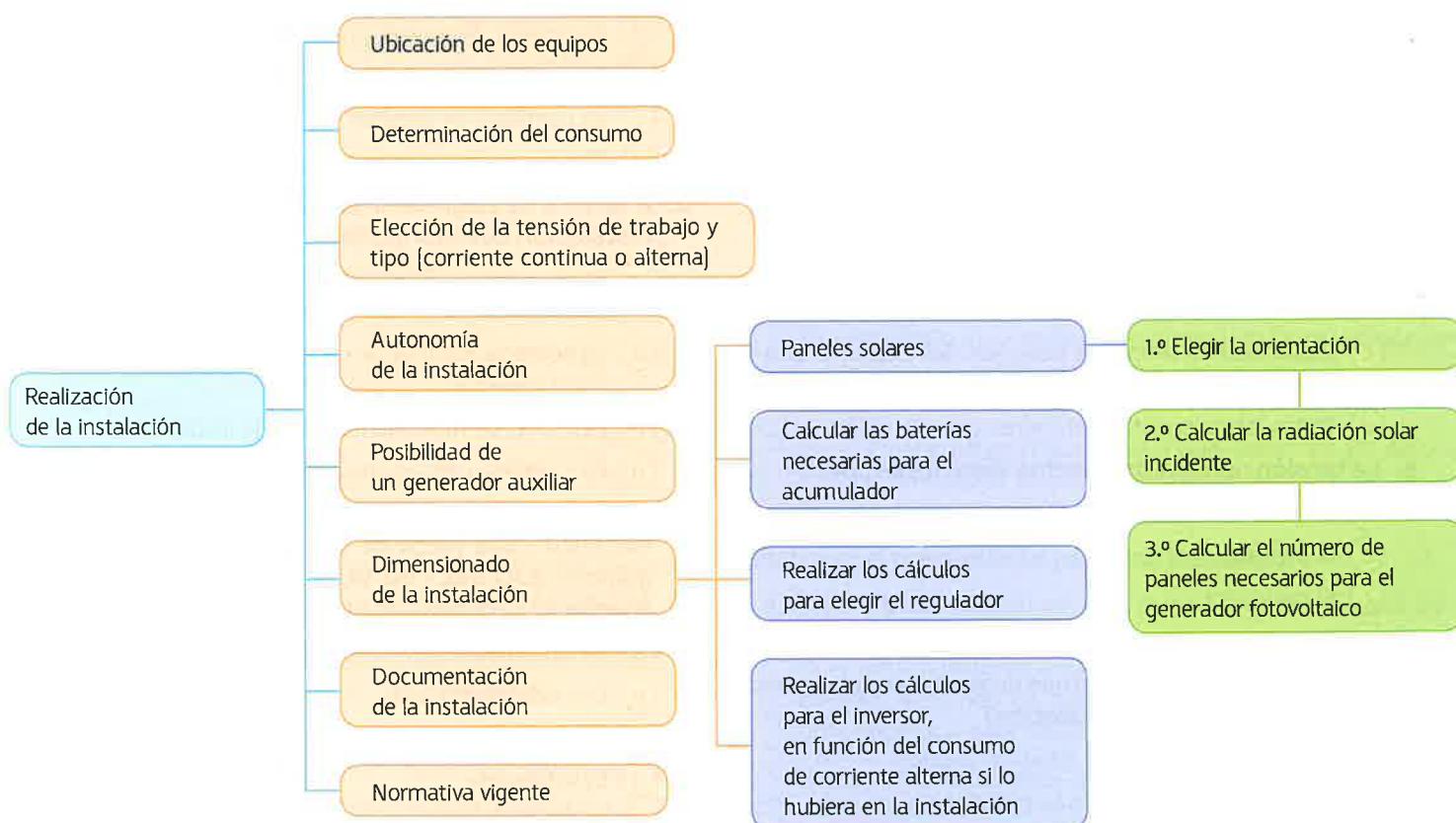
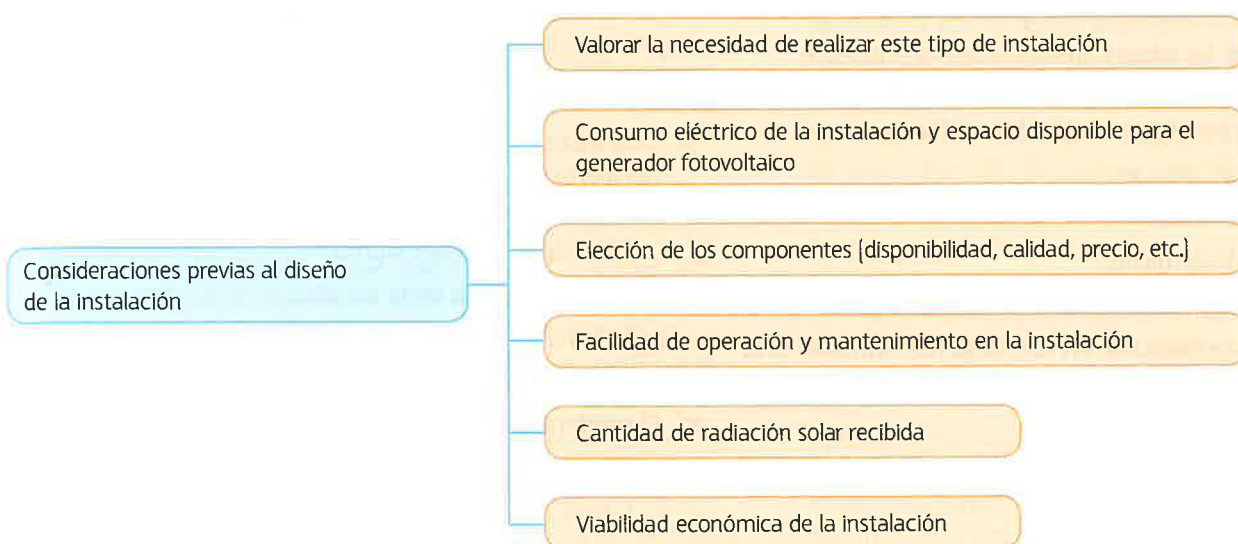
Madrigal de la vera
Trillo
Daimiel

Pasos que se deben seguir:

1. Ubicación de los elementos de la instalación: indicar dónde se van a ubicar todos los elementos de la instalación.
2. Estimación del consumo de la instalación.
 - Elaboración de un gráfico en el que se refleje el consumo de la instalación.
3. Tensión nominal del sistema: elegir la más adecuada en función de la instalación.
4. Días de autonomía de la instalación: decidir cuántos días se van a poner.
5. La instalación trabajará en corriente alterna.
6. Decidir si se instala o no generador auxiliar.
7. Dimensionado de la instalación en función de los datos dados, y elección de los elementos a partir de catálogos de fabricantes.
8. Realización de la memoria técnica de la instalación: los elementos que deben incluirse son los que se recomiendan en el PCT del IDAE, y que hemos desarrollado a lo largo de la unidad.
9. Presupuesto detallado de la instalación, teniendo en cuenta también la mano de obra.
 - Debe hacerse también la previsión del coste de la elaboración de la memoria técnica.
 - Para hacer el presupuesto, se puede utilizar una hoja de cálculo.
10. Estudiar la posibilidad de obtener una subvención para la instalación. Para ello, se consultará la normativa, tanto de ámbito nacional como autonómico, así como la página web del IDAE, y se detallará lo siguiente:
 - Trámites que se deben seguir para solicitar la subvención.
 - Plazo para poder presentar la solicitud.
 - Documentación que se debe adjuntar a la solicitud: plano de la instalación, memoria técnica, etc.
 - Cuantía máxima de la ayuda.
 - Compatibilidad entre ayudas estatales y autonómicas, si las hubiere.
11. Realizar una previsión de cómo se podría ampliar la instalación en caso de que cambiasen las condiciones de consumo. Explicar cómo se llevarían a cabo las modificaciones en caso de que se produjera tal circunstancia.

Al final, se añadirán como anexo las características de los catálogos de fabricante de los elementos seleccionados para la instalación.

SÍNTESIS



TEST DE REPASO

1. Para el correcto dimensionado de una instalación, necesitamos saber...
 - (a) El total de vatios hora de consumo que va a tener.
 - (b) No hace falta saber nada.
 - (c) Ninguna de las respuestas anteriores es correcta.
2. Algunos esquemas que podemos usar en la documentación de una instalación solar fotovoltaica son...
 - (a) Diagrama de bloques.
 - (b) Diagrama unifilar.
 - (c) Esquema desarrollado.
 - (d) Todas las respuestas anteriores son correctas.
3. En una vivienda habitual, en la que se ha montado una instalación fotovoltaica, la instalación dará salida para los equipos de consumo...
 - (a) En corriente continua de 24 V.
 - (b) En corriente alterna.
 - (c) En corriente trifásica.
 - (d) En corriente continua de 120 V.
4. El consumo total de una instalación autónoma que lleva en su equipamiento un inversor depende de...
 - (a) Los aparatos de corriente continua solamente.
 - (b) Los aparatos de corriente alterna.
 - (c) Los aparatos de corriente continua y corriente alterna.
 - (d) Es indiferente.
5. A la hora de elegir las baterías, debemos tener en cuenta los siguientes puntos:
 - (a) Tensión nominal de la instalación.
 - (b) Días de autonomía que va a tener la instalación.
 - (c) Capacidad en amperios hora que debe tener el acumulador.
 - (d) Todas las respuestas anteriores son correctas.
6. La tensión nominal del sistema viene fijada por...
 - (a) El generador fotovoltaico.
 - (b) El inversor.
 - (c) El regulador.
 - (d) El consumo de la instalación.
7. ¿Cuáles son los elementos que debe contener la memoria descriptiva de una instalación?
 - (a) Cálculos para el diseño de la instalación.
 - (b) Materiales elegidos para la ejecución.
 - (c) Dimensionado del generador.
 - (d) Todas las respuestas anteriores son correctas.
8. El pliego de condiciones técnicas del IDAE...
 - (a) Es de obligado cumplimiento en las instalaciones fotovoltaicas.
 - (b) No es obligatorio cumplirlo, pero sí aconsejable.
 - (c) Se utiliza para calcular el presupuesto de la instalación.
 - (d) No existe este documento.
9. Una instalación solar fotovoltaica destinada al funcionamiento de un sistema de bombeo para riego tendrá un consumo...
 - (a) Mayoritariamente diurno.
 - (b) Constante a lo largo del día.
 - (c) Mayoritariamente nocturno.
 - (d) De tipo doméstico.
10. El rendimiento de un inversor suele ser del...
 - (a) 40%.
 - (b) 75%.
 - (c) 90%.
 - (d) 150%.
11. El tamaño del generador fotovoltaico y las baterías en una instalación autónoma viene determinado por...
 - (a) El espacio disponible en el lugar de la instalación.
 - (b) El consumo de la instalación.
 - (c) La cantidad de paneles solares que tenga.
 - (d) El presupuesto disponible.
12. A la hora de elegir un inversor fotovoltaico para una instalación autónoma, debemos tener en cuenta...
 - (a) La energía consumida de cada uno de los aparatos que se van a conectar.
 - (b) La potencia nominal de cada uno de los aparatos que se van a conectar.
 - (c) Las horas de funcionamiento de la instalación.
 - (d) La capacidad del acumulador de la instalación.
13. Una instalación fotovoltaica requiere de un motor eléctrico cuya placa de características indica lo siguiente: 230 Vac - 50 W. ¿Cuál será el inversor más adecuado para colocar en dicha instalación?
 - (a) De onda cuadrada.
 - (b) De onda modificada.
 - (c) De onda senoidal pura.
 - (d) Es indiferente.

COMPRUEBA TU APRENDIZAJE

Interpretar y elaborar la documentación técnica de una instalación

1. Busca en Internet un ejemplo de dimensionado de una instalación. A partir de este ejemplo, y teniendo en cuenta lo que debe reflejar la memoria técnica de una instalación, elabora un documento que contemple todos los aspectos, tal y como se comenta en el pliego de condiciones técnicas del IDEA.

Elegir componentes en catálogos comerciales

2. Se desea electrificar con energía solar fotovoltaica una pequeña casa de campo, en la que solamente se va a permanecer durante unas horas el fin de semana, y en la que únicamente se necesitan tres o cuatro lámparas de led, y poder cargar el móvil y un ordenador que se usará como máximo cuatro horas al día.

Busca un kit de un catálogo comercial que se adecue a este tipo de instalación, y estudia diferentes opciones intentando encontrar la más barata posible. Pon por escrito tus resultados y compáralos con los obtenidos por el resto de la clase.

3. En una vivienda rural, situada en Aranda de Duero, tenemos instalados los siguientes equipos, cuyo consumo se da a continuación:

Aparato	Potencia	Número de equipos	Horas de uso
Luces de los dormitorios	20 W	10	8
Luces del comedor	50 W	4	6
Nevera	1830 W/24 h	1	24
Electrodomésticos varios	300 W		1
Lavadora	500 W	1	6 h por semana
Televisión	60 W	1	6

Elige un kit autoinstalable, que cumpla las condiciones necesarias para que la instalación funcione correctamente. Se desea que tenga cinco días de autonomía y que se pueda contar con un generador auxiliar en caso de que falle la instalación fotovoltaica. Realiza los cálculos necesarios que justifiquen la elección del kit que propongamos.

4. En el enlace <https://goo.gl/VHys7T> tienes un kit para montar en una autocaravana. Analiza las características de este y, en función de los valores dados, contesta a las siguientes cuestiones:

- Posible utilización del kit.
- Días de autonomía de la instalación propuesta.

5. El dueño de una huerta quiere montar un sistema de riego a través de una instalación fotovoltaica. Para ello, quiere almacenar el agua en un estanque, y no desea tener que utilizar baterías, ya que la idea es llenar el estanque durante el día y por la noche realizar el riego por gravedad. Se estima que necesitará un caudal de al menos 600 l/h para llenar el estanque adecuadamente.

En función de estos datos, busca en Internet algún tipo de kit autoinstalable que pueda usarse en la instalación propuesta sin ningún tipo de problema. Justifica la elección.

6. Se desea realizar una instalación solar fotovoltaica para la depuración de agua de una piscina de una vivienda unifamiliar. Para ello queremos partir de un kit que tenga los elementos necesarios para su realización.

Las dimensiones de la piscina son de 10 x 5 x 2 m.

Consulta una página web donde se puedan comprar estos kits de instalación y elige dos modelos que ofrezcan distintas soluciones y que sean adecuados para la labor que deben realizar en función de las características de la piscina.

Los propietarios de la piscina no quieren tener baterías en la instalación.

Realizar esquemas de las instalaciones

7. Sobre la instalación de la actividad 2, haz los esquemas siguientes:

- Diagrama de bloques donde se puedan apreciar los elementos que se van a conectar.
- Esquema unifilar de la instalación.
- Esquema desarrollado, teniendo en cuenta los elementos que has seleccionado.

8. Elige en Internet un kit para bombeo solar, de una potencia de unos 2000 W, y realiza el esquema de la instalación en función de los componentes que vengan en dicho kit y las indicaciones que te dé el fabricante para su montaje.

En el enlace <https://goo.gl/xGTGua> tienes un kit de una instalación aislada. Realiza el esquema de la instalación en función de los elementos proporcionados en él.

Elaborar el presupuesto para una instalación

9. Diseña la instalación de la actividad 3 para realizarla con componentes individuales, en lugar de elegir un kit, y elabora el presupuesto de esta en función de los componentes elegidos, teniendo en cuenta también la posible mano de obra necesaria para llevar a cabo la instalación.

Realiza el presupuesto utilizando algún software gratuito que se utilice para tal fin. Para ello, busca alguna aplicación en Internet o configura una hoja de cálculo en la que introduces los parámetros y realice todos los cálculos de manera automática.