

Anejo N° 21

Puesta en Marcha

PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES MEDIANTE PANELES
FOTOVOLTAICOS EN LA COMUNIDAD DE REGANTES LAS COLLERAS (ALBACETE)

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.	1
2	REVISIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA.	1
2.1	Comprobación de los cuadros eléctricos.	3
2.2	Configuración de sensores, reguladores y equipos de control.	3
2.3	Comprobación del Sistema de Generación FV y Sistema Anti-vertido.	4
2.3.1	<i>Prueba sin tensión.</i>	4
2.3.2	<i>Energización.</i>	4
2.3.3	<i>Pruebas con tensión.</i>	5
2.3.4	<i>Comprobación del sistema anti-vertido.</i>	6
2.4	Comprobación sistema de videovigilancia.	7
3	PUESTA EN MARCHA.	7
3.1	Trabajos de puesta en marcha.	7
3.2	Hoja de inspección final y recepción de la instalación.	8

1 INTRODUCCIÓN.

Una vez ejecutadas las actuaciones de modernización y previa entrega de las instalaciones, es necesario realizar una comprobación de las instalaciones, certificando que cumplen todas sus funciones. Para garantizar la calidad de los trabajos realizados se debe seguir un procedimiento sistemático, documentando los puntos revisados para mejorar la trazabilidad y detección de posibles errores.

Para la puesta en servicio será requisito imprescindible, disponer de la siguiente documentación:

- Esquemas eléctricos desarrollados y planos de la instalación actualizados.
- Manuales de instalación y puesta en marcha, hojas de especificaciones técnicas, protocolos de ensayo, certificados de los equipos e instrumentación instalada, así como cualquier otra documentación relevante, requerida por la dirección facultativa.
- Proyecto redactado y firmado por un técnico titulado competente, quien será directamente responsable de que el mismo se adapte a las disposiciones reglamentarias. Su contenido estará desarrollado según lo establecido en la ITC-BT-04.

2 REVISIONES PREVIAS A LA PUESTA EN MARCHA.

Para realizar maniobras de preparación, es necesario conocer la arquitectura de la instalación.

La instalación fotovoltaica contempla los módulos fotovoltaicos, soportados sobre una estructura metálica anclada al suelo y conectados en serie de 16 módulos para formar un string. Cada string se conecta a un inversor siguiendo la arquitectura de la instalación. El inversor integra las protecciones necesarias para el circuito de corriente continua.

El lado de corriente alterna del inversor se dirige a un cuadro de protección contra cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Posteriormente, la instalación se enlaza con un cuadro existente de la estación de bombeo.

Antes de iniciar cualquier procedimiento en las instalaciones, se debe realizar una inspección visual general de la misma, testificando una correcta limpieza, iluminación, condiciones ambientales, y presencia de las protecciones necesarias. Se tomarán las medidas correctivas necesarias.

Preinstalación de los cuadros: Previamente a su implantación en obra, los cuadros de potencia y control serán sometidos a unas pruebas FAT (Factory Acceptance Test) conforme UNE-EN 61439-1. Para cada cuadro debe generarse un certificado que incluya:

- Inspección del cableado y funcionamiento eléctrico, comprobación del montaje conforme al esquema unifilar, embarrados, etc.

- Ensayos dieléctricos de los circuitos principales.
- Verificación de las medidas de protección y continuidad eléctrica de los circuitos de protección.

Posteriormente, una vez montados los armarios en campo, y realizadas las interconexiones entre armarios, y entre armarios y elementos de campo, la empresa instaladora realizará las pruebas previas de interconexión:

- a) Medida de continuidad de los conductores de protección.
- b) Medida de la resistencia de puesta a tierra.
- c) Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.
- d) Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección.
- e) Medida de la rigidez dieléctrica.
- f) Medida de las corrientes de fuga.
- g) Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales.
- h) Medida de la impedancia de bucle.
- i) Comprobación de la secuencia de fases.

Esta empresa instaladora emitirá el correspondiente Certificado de Instalación Eléctrica, también denominado "Boletín", según el modelo establecido por la administración, que deberá ser entregado al órgano competente de la comunidad autónoma, para recibir las autorizaciones de uso pertinentes y su inscripción en el correspondiente registro.

Durante esta fase de pruebas y configuración previas, se irían completando aquellos apartados que le fuesen de aplicación, en las hojas de inspección final, según ISO9001:2015.

A continuación, se establece un orden, de carácter opcional, para llevar a cabo la comprobación-verificación de los diferentes sistemas de la instalación:

- 1) Comprobación en cuadros eléctricos.
- 2) Configuración de sensores, reguladores y equipos de control.
- 3) Comprobación del Sistema de Generación FV y Sistema Anti-vertido.
- 4) Comprobación sistema de videovigilancia.

2.1 Comprobación de los cuadros eléctricos.

Se verificará la adecuación de cada envolvente, ratificando la concordancia entre el listado de materiales y los prescritos, ausencia de golpes y/o abolladuras, estado de justas y uniones, identificaciones de los armarios y de elementos interiores (protecciones, actuadores, conductores), correcta ejecución de componentes según recomendaciones de los fabricantes...

Posteriormente, se verificará que todas las protecciones eléctricas se encuentran desactivadas y que de todo selector existente se encuentra cada uno de ellos en la posición 0, por lo que un suministro inesperado desde la red eléctrica no activará ningún servicio de la instalación.

A continuación, un trabajador cualificado, perteneciente a la empresa adjudicataria de la obra, irá secuencialmente midiendo la tensión de la red eléctrica existente entre los bornes de la entrada del correspondiente cuadro, e irá poniendo en servicio los diferentes circuitos existentes, verificando que existe la tensión eléctrica correspondiente en cada uno de ellos.

Se prestará atención a la correcta energización de los circuitos de mando, confirmando con mediciones y activación de pilotos luminosos esta situación, así como el alumbrado en todos los cuadros eléctricos. Igualmente, se ratificará el adecuado funcionamiento de termostatos y accionamiento de resistencias de caldeo y ventiladores de los cuadros.

Este procedimiento se realizará desde el origen del suministro eléctrico, hasta los diferentes cuadros eléctricos que alimenten todas las cargas eléctricas presentes, de forma discreta.

Se prestará atención a la comprobación en el CGP de existencia de tensión eléctrica. Para ello será necesario medir la tensión eléctrica existente entre los bornes, aguas arriba de los porta-fusibles por un trabajador cualificado. Una vez verificada la existencia de tensión, se insertarán los correspondientes fusibles de protección.

Así, se ratificará según las líneas descritas anteriormente, la adecuada puesta en servicio de todas las envolventes existentes.

2.2 Configuración de sensores, reguladores y equipos de control.

Estos elementos serán preferentemente configurados, fuera de obra.

En particular, los PLC necesitan de una configuración y/o una transferencia de programas de control. Deben probarse una a una todas las entradas y las salidas asociadas, haciendo uso de puentes, instrumentos de test y programas de diagnóstico de PLC. Se desarrollarán hojas de inspección final exclusivas para reflejar el estado de cada una de las entradas y salidas del PLC. Todos los parámetros de proceso críticos del automatismo deberán ser introducidos en esta fase de pruebas previas y configuración.

2.3 Comprobación del Sistema de Generación FV y Sistema Anti-vertido.

El protocolo básico de comprobación para la instalación fotovoltaica, se basa en una serie de pasos, en los que se revisan los diferentes componentes y se configuran los elementos “inteligentes”. Para garantizar un correcto funcionamiento de la instalación de energía solar fotovoltaica, con el fin de descartar posibles imprevistos, se describirán a continuación los mencionados pasos.

Previo a la puesta en marcha de la instalación, es necesario realizar una serie de verificaciones previas por parte de la empresa instaladora autorizada. Aunque en puntos anteriores se han descrito parte de dichas comprobaciones, en este punto se reproducirán nuevamente con objeto de compilar las mismas, para este tipo discreto de instalaciones. Dichas pruebas las distinguiremos en dos grupos, pruebas sin tensión y pruebas con tensión. Entre ambas pruebas, se realizará la energización de la instalación.

2.3.1 Prueba sin tensión.

- Se procederá a una inspección visual de paneles y de las estructuras instaladas, revisando conexiones atornilladas, proceso de hincado y sujeciones de los paneles, se ratificará la correcta fijación de los conductores evitando estrangulamientos, y el uso de terminales y prensaestopas adecuados. Se verificará el adecuado emplazamiento de los inversores (resguardo de incidencias climatológicas, ventilación...), revisándose la documentación generada en el control de calidad que afecte a este tipo de instalaciones.
- Tal y como se ha indicado en puntos anteriores, procederemos según reglamentación vigente a la comprobación de la continuidad del cableado presente, medida de la resistencia de aislamiento de los mismos, pruebas de envolventes conforme UNE-EN 61439-1, así como de la existencia de certificaciones de los equipos presentes.
- Posteriormente, realizaremos la medición de la tensión de circuito abierto y de corriente de cortocircuito de cada string, comparándolos con los valores indicados en la ficha técnica de los paneles, y atendiendo al número de paneles configurados en serie. Las pruebas deben ser realizadas en un día de cielo abierto, en una hora central y se recomendaría compararlas con las condiciones NOCT, al ser probablemente más cercanas a la situación real.

2.3.2 Energización.

Una vez ratificado que todas las pruebas anteriores han sido satisfactorias, estamos en condiciones de energizar la instalación. En este punto, se conectarán los inversores presentes a la red de baja tensión, desconectado la parte de continua, y asegurando que los inversores registran adecuadamente la tensión (400/230 Vca) y frecuencia de la red (50 Hz), a la que nos conectaremos. Todas las actividades aquí descritas, serán realizadas por un trabajador cualificado, perteneciente a la empresa adjudicataria de la obra. Procederemos según los siguientes puntos:

- Comprobar que la instalación en continua está desconectada, es decir, que los seccionadores

del lado de corriente continua y en su caso, que todas las bases fusibles de los cuadros de CC, estén abiertas.

- Comprobar que la instalación en alterna está desconectada. Es decir, que los interruptores magnetotérmicos de corriente alterna, seccionadores..., estén abiertos o desconectados.
- Tras ratificar que las condiciones de suministro en el cuadro general de baja tensión donde se conecta la instalación fotovoltaica, son las adecuadas, es decir, en bornas del interruptor general de la instalación fotovoltaica, se procederá a conectar o cerrar dicho interruptor.
- Posteriormente, según las comprobaciones de los cuadros eléctricos descritos anteriormente, se irá midiendo que la tensión en bornes de entrada de cada cuadro es adecuada, y se irán procediendo a cerrar secuencialmente los circuitos, incluyendo finalmente el aparallaje de los inversores.
- En este momento, cada inversor ya es capaz de medir las condiciones de tensión y frecuencia de la red y se configurará el inversor para el código de red correspondiente, de acuerdo con los parámetros del RD 1699/2011 o Reglamento (UE) 2016/631, según el caso, siguiendo las indicaciones del fabricante.

2.3.3 Pruebas con tensión.

Una vez ratificado que todas las pruebas anteriores han sido satisfactorias, estamos en condiciones de procederemos con la siguiente fase. Será requisito imprescindible aseverar durante estas pruebas que la potencia nominal disponible de la instalación (inversores/strings conectados) es inferior a los consumos presentes, para evitar el vertido a red, al tratarse de instalaciones de autoconsumo sin excedentes y encontrarse el dispositivo anti-vertido sin configurar. Procederemos según los siguientes puntos:

- Comprobación del correcto funcionamiento de las protecciones y apartamiento de maniobra de corriente alterna (interruptores automáticos, relés diferenciales, seccionadores con y sin corte en carga), tanto las reglamentarias como las recomendadas por los fabricantes de los distintos equipos, y su conexión definitiva.
- Comprobación del correcto funcionamiento de la apartamiento de maniobra de corriente continua, tanto las reglamentarias como las recomendadas por los fabricantes de los distintos equipos, incluyendo seccionadores del inversor, y en su caso, conexión de las bases fusibles de CC.
- Con todos los elementos de protección y maniobra de la instalación conectados, verificar que cada uno de los inversores es capaz de sincronizar correctamente con la red. Esta operación, se realizará inversor por inversor.
- Posteriormente realizaremos nuevamente la medición de la tensión de circuito abierto y de corriente de cortocircuito de cada string, comparándolos con los valores indicados en la ficha técnica de los paneles, y atendiendo al número de paneles configurados en serie. Las pruebas deben ser realizadas en un día de cielo abierto, en una hora central y se recomendaría compararlos con las condiciones NOCT, al ser probablemente más cercanas a la situación real.

2.3.4 Comprobación del sistema anti-vertido.

Una vez ratificado que todas las pruebas anteriores han sido satisfactorias, procederemos con la configuración del sistema anti-vertido de cada instalación.

En este caso, es imprescindible seguir escrupulosamente las indicaciones del fabricante de los equipos. En cualquier caso, se indican aquí una serie de comprobaciones necesarias previas a su puesta en funcionamiento. Según el modelo de inversor finalmente instalado, puede ser necesario conectar parte de la instalación de corriente en continua, para lo cual se conectará el número mínimo de series de módulos, pero en la medida de lo posible, se limitará a trabajar con tensión en la parte de AC, sin producir energía, es decir, desconectando la parte de continua (seccionadores/fusibles abiertos). Procederemos según los siguientes puntos:

- Comprobar que el sistema anti-vertido está correctamente alimentado y encendido, según recomendaciones del fabricante.
- Comprobar que los inversores están encendidos y sin producir, se configurarán según indicaciones del fabricante en modo de limitación de potencia activa.
- Se ratificará que el contador de energía instalado en el punto de referencia del suministro existente está correctamente instalado, comprobando los valores de tensión y corriente, especialmente la secuencia de fases, el sentido de la corriente y relación de transformación de los transformadores de intensidad.
- Comprobar las comunicaciones del sistema anti-vertido con todos los inversores de la instalación y el contador de energía instalado en el punto de referencia del suministro existente.
- Procederemos a conectar la parte de corriente continua de la instalación, conectando seccionadores de corte en carga de cada inversor, y en su caso, de los fusibles existentes, pasando ya a producir energía. El sistema anti-vertido se podría configurar un valor mínimo de consumo desde red, como margen de seguridad adicional de que la instalación fotovoltaica no va a verter energía hacia la red.
- Comprobar mediante el sistema anti-vertido que se visualizan valores correctos de consumo y de producción de energía, para ello emplear la instrumentación adecuada (multímetros/pinzas amperimétricas).
- Comprobar que el sistema anti-vertido actúa correctamente, limitando la producción de la instalación fotovoltaica, cuando la potencia de salida del generador fotovoltaico es superior al consumo existente. Si es necesario, procuraremos reducir el consumo de la instalación para verificar esta situación cuando la producción solar sea superior.

2.4 Comprobación sistema de videovigilancia.

Se verificará que todos los instrumentos se han instalado correctamente, y según plano de ejecución, para obtener de él la funcionalidad deseada. Se seguirán las prescripciones de instalación del fabricante con el objetivo de asegurar el buen funcionamiento y la estabilidad de las señales.

- Comunicaciones. Se comprobará la configuración de equipos, módem, la no existencia de perturbaciones atmosféricas o electromagnéticas por otros equipos.
- Alimentación. Se comprobará el estado de las baterías, apertura de circuito de alimentación por protecciones (p.e. fusible), conexiones de terminales, conductores en mal estado (cortocircuitos o roturas), fallos en fuente de alimentación.
- Cámaras térmicas y focos infrarrojos.- Comprobación del firmware y configuración generales y de estanqueidad en caja de protección. Realizar las operaciones de visualización de imágenes y/o de actuación de infrarrojos.
- Centro de Control: comprobación de grabación de datos y transmisión de datos y alarmas.
- Desde el Centro de Control se realizará la comprobación de la instrumentación antes definida. Para ello, se realizará la comprobación visual de coincidencia de valores en campo con la imagen del Centro de control.

3 PUESTA EN MARCHA.

3.1 Trabajos de puesta en marcha.

El personal mínimo que se entiende necesario para la puesta en marcha de las instalaciones será el siguiente:

- Dirección de obra.
- Contratas y subcontratas de obra.
- Fabricantes/suministradores de los equipos principales.
- Responsable de seguridad.

Se podrá establecer un coordinador de la puesta en marcha, que será el responsable de todas las actuaciones y confeccionará la documentación e informes correspondientes a la puesta en marcha de las instalaciones.

Partiremos de los elementos eléctricos conexiónados y probados, y de la presencia de agua en todas las instalaciones hidráulicas involucradas. En esta fase será necesario proceder según todas aquellas actividades que descritas en los puntos anteriores que no hubiesen sido factibles de acometer por la ausencia de estos componentes.

Se introducirán las consignas de funcionamiento que se entiendan como definitivas de las instalaciones y se registrará el funcionamiento en conjunto de todos los equipos involucrados. Se procurará ir dejando

fuera de servicio alguno de los equipos para corroborar la respuesta del resto de componentes y se analizará la generación alarmas, su reconocimiento, almacenamiento.

3.2 Hoja de inspección final y recepción de la instalación.

Atendiendo a la norma de calidad ISO 9001:2015, se irán realizando inspecciones en curso durante las fases de montaje y programación, así como una inspección final de la instalación, para dejar registro documental del correcto funcionamiento de la misma. La empresa instaladora u otro agente según requerimientos del pliego de prescripciones o dirección facultativa, presentará para aprobación de la dirección de obra, esta documentación en que deberán presentarse registros que aseveren las actuaciones de revisión, verificación y validación llevadas a cabo.

Aunque no existe una única Hoja de Inspección Final de las instalaciones, en función del tipo de elemento y del grado de rigor de la inspección, esta documentación hará constar por cada elemento de control, equipo o grupo de equipos (proceso), de unas casillas de verificación donde se plasmará el estado de inspección (Conforme o No conforme), en función de unos determinados criterios de aceptación que deberán estar adjuntos al documento en cuestión.

Tras las revisiones, verificaciones y validaciones realizadas durante la puesta en marcha, en las que se contemplaría la generación y actualización de toda la documentación que hubiese sufrido modificación como consecuencia de las actividades desarrolladas, el explotador puede hacer uso de la instalación.