



# Universidad Modelo

Escuela de ingeniería

Ingeniería en energía y petróleo

Propuesta de Proyecto a Desarrollar

Metodología para el soporte técnico y atención a usuario de  
instalaciones fotovoltaicas de la empresa Habitec

Proyectos VIII

8vo semestre

Dra. Patricia Yolanda Contreras Pool

Integrantes:

- Leonardo Suárez García

Fecha: 02/Junio/2024

## **Tabla de contenidos**

<b>Resumen.....</b>	<b>2</b>
<b>Palabras clave.....</b>	<b>2</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>11</b>
<b>Objetivos de la investigación.....</b>	<b>13</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>13</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>25</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>36</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>37</b>

## **Resumen**

Se elaborará la metodología para el soporte técnico y atención a usuario de instalaciones fotovoltaicas de la empresa Habitec en la ciudad de Mérida, Yucatán. Se explicará cada uno de los procesos que se deben realizar para la solución correcta de una solicitud de soporte técnico, los parámetros a evaluar, etc ; así mismo se expondrán casos de estudio de la empresa donde mediante esta metodología se haya logrado la resolución de una solicitud.

## **Palabras clave**

Instalaciones fotovoltaicas, metodología, soporte técnico, CFE

## **Introducción**

En el estado de Yucatán, en la ciudad de Mérida, está establecida la empresa Habitec Eco Energy, una empresa dedicada a ser un integradora de proyectos fotovoltaicos a nivel residencial, comercial e industrial, con más de 10 años de experiencia en el mercado, con una clientela de más de 1,000 usuarios (considerando cada proyecto como usuario); durante los últimos 10 meses he tenido la gran fortuna de formar parte de la empresa como asistente de soporte técnico, en este puesto me encargaba de realizar monitoreos constantes a los equipos mediante las plataformas de monitoreo de cada empresa, revisando la energía producida, para con esos datos poder elaborar reportes para los usuarios, en donde mes con mes o según fuese su periodo de pago de acuerdo a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se les informa de la cantidad de energía producida por su sistema, la ganancia económica que esta representa, una comparativa entre el monto con paneles solares y el monto si no se contaba con el sistema, de manera que el cliente pueda tener una referencia visual del rendimiento que significa la inversión que es adquirir un sistema de estos, es por eso que una de las actividades más importantes de la empresa es la recepción y resolución de problemas técnicos que puedan existir en las instalaciones fotovoltaicas, donde fungo como nexo entre la empresa y los clientes, igualmente me desempeño en la albor de asistir en el campo para realizar encendidos de sistemas, revisión de los inversores, reconexión a red de internet, diagnostico y resolución *in situ*, pruebas de conexiones de corriente alterna,

corriente directa, cambio de tarjetas de comunicación, montaje y desmontaje de equipos; también me desempeño en la elaboración de pólizas de mantenimiento que al ser adquiridas por el cliente es que se realiza el monitoreo constante y se envía el informe del rendimiento, trato directo con los clientes y solución de dudas respecto a sus sistemas.

En este documento explicare cada uno de los procesos que hay en la metodología que se elaboró para el soporte técnico y atención a usuario de instalaciones fotovoltaicas de la empresa, desde la recepción de la solicitud, hasta el seguimiento que existe después de haber realizado el servicio, indagando en los procesos que también existen en campo, como identificarlos y las soluciones que existen para estos, así como cada uno de los parámetros que también deben ser evaluados desde las plataformas de monitoreo digital y que puede significar cada valor.

## Antecedentes

La empresa Habitec Eco Energy es una empresa integradora de proyectos fotovoltaicos a nivel residencial, industrial y comercial, cuenta con más de 1000 sistemas instalados, al igual que clientes de gran impacto comercial en el estado, como Grupo Logra, SIMCA, CONSUR, PROSPER Grupo Constructor, Akrópolis Paseo Comercial, entre otros. Cuenta con más de 10 años de experiencia donde se han dedicado a instalar a nivel regional, con sistemas en Campeche, Yucatán, Q.Roo. Actualmente se encuentra en una transición a nivel nacional, donde planea expandirse hasta San Luis Potosí, Tamaulipas, y más.(Habitec, 2024)

El monitoreo de los sistemas es un proceso que debe ser realizado para estar al pendiente de los sistemas, ya que en este nos permite revisar parámetros como la cantidad de energía producida, separada por hora, día, mes y años, dependiendo de las características los inversores y sus componentes se pueden llegar a monitorear parámetros como las líneas de cada inversor, los *strings* que son los el conjunto de paneles solares conectados en serie. Cada inversor tiene un número establecido de *strings* que puede soportar (AutoSolar, 2024). Estas conexiones van resguardadas dentro de una caja sellada, llamada *caja estanca*, que soporta condiciones de alta exposición solar, humedad, frío y evita que se filtre el agua, protegiendo las protecciones.

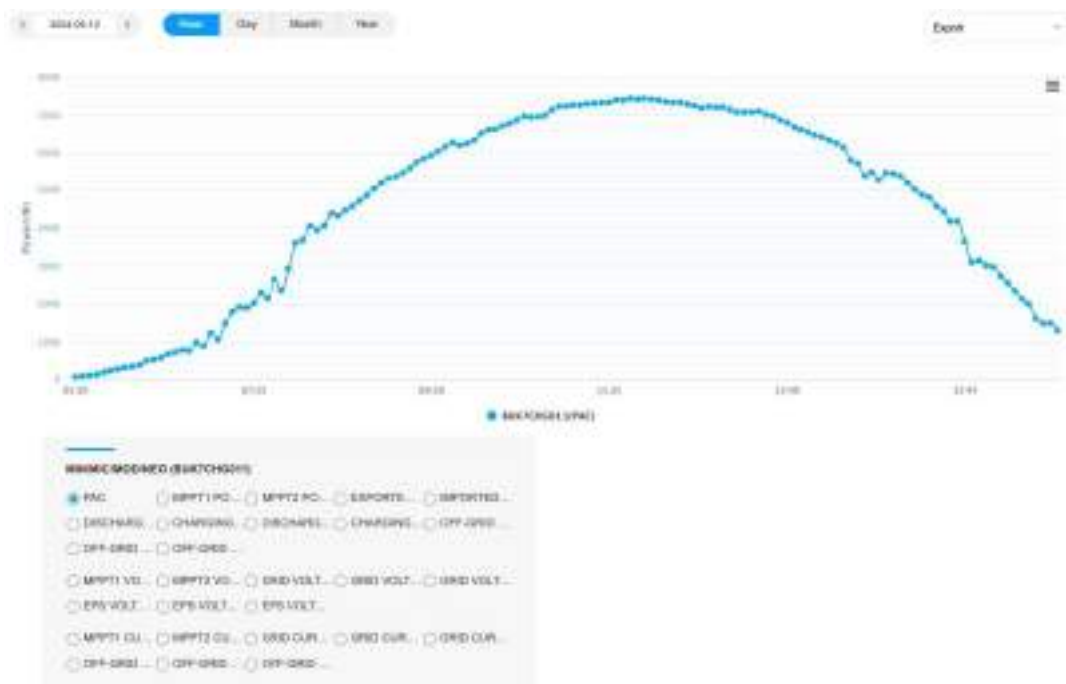


Figura 1. Parámetros de monitoreo

Los parámetros que podemos monitorear desde las plataformas normalmente son: la salida de corriente alterna (AC Output) como la energía, la corriente y el voltaje; la entrada de corriente directa (DC Input) y se monitorean sus valores de potencia, energía y voltaje; también se puede monitorear el canal de entrada de la corriente directa (DC Input Channel) y se verifican parámetros de potencia, energía, corriente y voltaje. Cada uno de ellos nos proveen información única que nos permite identificar el estado del inversor y es muy importante tener bien identificados los valores nominales de estos parámetros y en caso de que se encuentre fuera del valor de referencia, poder determinar el motivo.



Figura 2. Parámetros de monitoreo AC/DC

La manera en la que se realizan las estimaciones de producción va en relación con los siguientes factores: la cantidad de módulos instalados, la potencia de los paneles, la potencia del inversor, el tipo de inversor, la temporada del año, las condiciones climáticas, la temperatura y las horas sol totales que hay en la zona.

## Cantidad de módulos

Dependiendo de la cantidad de módulos que se instalen y la manera en que se conecten es muy importante para saber la generación total del sistema. Para saber cuántos módulos podemos poner por *string* es necesario tener presente la ficha técnica del inversor, dependiendo de la manera en que se conectan los paneles solares, sus parámetros pueden variar y tal vez no sean compatibles con el inversor o incluso puedan dañarlo. Por ejemplo, los paneles solares se pueden conectar en serie si buscamos aumentar el voltaje del sistema, o en paralelo una vez alcanzada la tensión de trabajo si lo que queremos es aumentar el amperaje para tener más potencia. (Cómo Conectar Paneles Solares En Paralelo O En Serie - Atersa Shop, 2023). Siempre debe revisarse la ficha técnica del inversor antes de decidir la manera en que deben ir conectados los módulos y cuantas *strings* se pueden conectar.

## Potencia de los paneles

La potencia de los paneles depende de la superficie del módulo, mientras más grande sea el módulo mayor energía será captada y transformada. Cuando la luz solar incide sobre las células solares, los electrones en el material semiconductor se mueven, generando una corriente eléctrica. La cantidad de electricidad que puede generar un panel solar se mide en kilowatts hora (kWh). La potencia de un panel solar se calcula multiplicando la tensión del panel en voltios, por la corriente del panel en amperios. (Gesol, 2023) También depende de si el módulo es monocristalino o policristalino, ambos paneles tienen la misma función, sin embargo el monocristalino tiende a ser más eficiente pues está hecho de un solo tipo de silicio de alta pureza con una red cristalina continua y sin límite de granos, a diferencia de los policristalinos que se componen de pequeños cristales de silicio y estas tienen un grano visible, similar a las escamas.

## Potencia del inversor:

Dependiendo de la potencia del inversor se determina la cantidad de energía que puede convertir en una unidad de tiempo, la potencia de los inversores suele medirse en kilowatts (kW). Por ejemplo, en caso de tener una instalación de 8 paneles de una potencia de 550W

podemos determinar que tendríamos un total de 4,400W o 4.4kW, para poder aprovechar la energía que genera nuestro sistema necesitamos un equipo con una capacidad determinada multiplicando la energía nominal generada, en este caso 4.4kW, por 1.2 que es una constante de sobredimensionamiento que se debe utilizar para que en caso de que se genere aún más energía de la nominal, no haya ningún problema con el inversor. (Techno Sun, 2021)

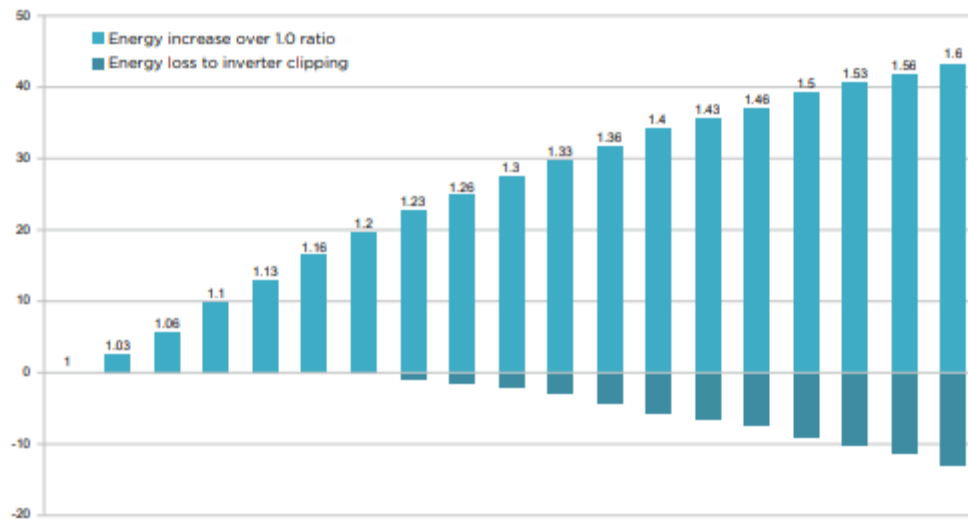


Figura 3. Gráfica de Techno Sun “Simulación de producción de energía con sobredimensionamiento del módulo FV”

## Tipo de inversor

Existen 3 tipos diferentes de inversores y cada uno cuenta con características diferentes, haciendo que pueda adecuarse a todo tipo de instalación según sea su necesidad. Están los *inversores centrales* o *de cadena* son la opción más común de inversores actualmente. Se pueden recomendar cuando la instalación solar cuenta con un techo que no está sombreado en ningún momento durante el día y no cuenta con múltiples direcciones. En caso de que exista algún problema con uno de los paneles, todo el sistema se ve afectado causando una disminución en la generación del sistema, por esta razón, si sus paneles solares están instalados en diferentes direcciones, un inversor de cadena puede no ser una buena opción. Es un sistema con alta eficiencia en conversión (DC/AC). Pero no está preparado para trabajar con paneles sombreados ni de diferentes capacidades o posicionamiento. En este tipo de inversores solo se puede monitorear cuánto produjo el sistema en total y no cada celda solar individual. Luego están los *microinversores* que tienden a ser más costosos que



los inversores de cadena pero tienen una mayor eficiencia de funcionamiento, además se puede monitorear la generación solar de cada módulo, permitiendo identificar más fácilmente fallas o averías en caso de existir un problema, a diferencia de los inversores centrales, los *microinversores* no tienen la capacidad de conectar tantos módulos, normalmente pueden soportar entre 1 a 4 módulos. Es por eso que este tipo de inversores suele utilizarse mayormente en instalaciones residenciales ya que también tiene la ventaja de que cada módulo, al estar conectado de manera independiente al *microinversor*, en caso de estar sombreado, no afectaría la generación de manera general, únicamente ese módulo que se encuentra sombreado debido a que la conversión de electricidad DC-AC tiene lugar en cada panel, no hay pérdida de energía cuando la producción de un panel disminuye. Sin embargo su eficiencia en conversión de (DC/AC) no es la mejor ya que al ser aparatos más pequeños generan más calor los que significa pérdida de eficiencia. (Tipos De Inversores Solares, Dexen, 2017). Por último están los *optimizadores de energía*, que comparte ciertas características tanto de los inversores de cadena como los microinversores, la función de estos equipos es minimizar el impacto de las sombras, y que el sistema pueda seguir funcionando con la máxima eficiencia, los optimizadores se tienen que instalar uno por cada placa solar, ya que funcionan de forma independiente para mejorar la potencia de cada uno de los paneles al igual que los microinversores, sin embargo estos van conectados a un inversor central. (Techno Solar, 2024)

### Temporada del año

Conforme van pasando los meses del año, la cantidad de energía solar que podemos aprovechar va fluctuando debido a varios factores, uno de ellos es el *albedo*, el *albedo* es la capacidad de reflexión o fracción de la radiación reflejada por la superficie de la tierra o cualquier otra superficie. La generación solar no depende del calor, depende de las horas sol totales que haya en dicha fecha. El albedo es variable de un lugar a otro y de un instante a otro, depende de la cobertura nubosa, naturaleza de la superficie, inclinación de los rayos solares, partículas en el aire, etc.

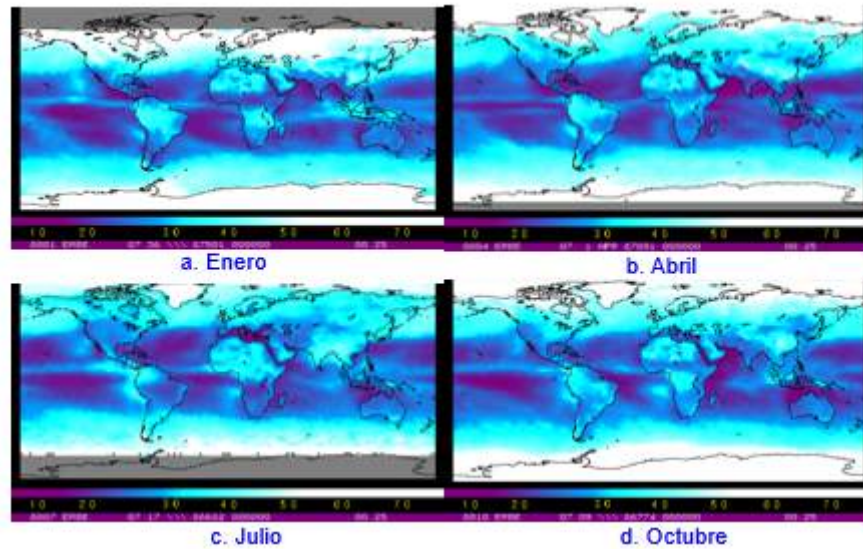


Figura 4. Albedo planetario medio mensual obtenido a partir del Experimento del Balance de Radiación de la Tierra (ERBE), elaborado por la NASA.

La cantidad de luz solar que llega a la Tierra varía a lo largo del año debido a la inclinación del eje terrestre. (Cantabria Labs España, 2021). En general, los meses de verano reciben más luz solar directa que los meses de invierno, lo que se traduce en una mayor generación de energía solar durante ese período. (About White, 2024).

#### Temperatura:

A medida que aumenta la temperatura, la eficiencia de los paneles solares disminuye. Esto significa que generan menos electricidad por cada unidad de luz solar que reciben. La cantidad de disminución de la eficiencia varía según el tipo de panel solar, pero generalmente es de alrededor de 0.5% por cada grado Celsius por encima de 25 °C. (Ramirez, 2023). Según la mayoría de los fabricantes a 40 °C el rendimiento del panel solar suele estar por el 80%. Si la temperatura del inversor aumenta demasiado, puede reducir su potencia de salida o incluso apagarse por completo para protegerse contra daños.

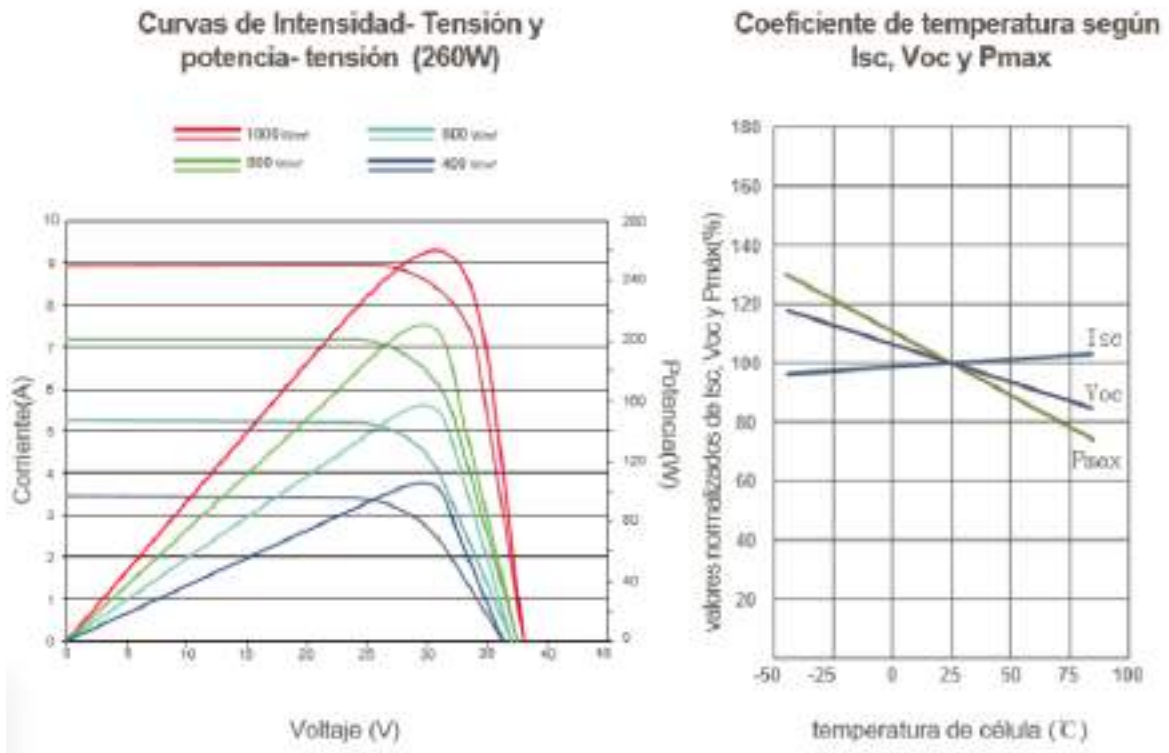


Figura 5. Rendimiento eléctrico y dependencia de la temperatura obtenido de Cambio Energético

Para calcular la pérdida de producción de un panel solar debida al calor, se debe emplear la siguiente fórmula:  $At^{\circ} = 0.034 \times I - 4$  (  $I$  = la potencia en  $W/m^2$  que produce el sol)

A esto se le debe sumar la temperatura ambiente, para así poder obtener la temperatura que alcanzaría la célula fotovoltaica. Después, dependiendo de las características del módulo se debe multiplicar por el factor de pérdida de potencia respectiva del equipo, finalmente debemos multiplicar ese resultado a la potencia del módulo para saber la cantidad de energía que se va a perder. (Energético, 2023).

Horas sol totales:

Algunos de los factores que afectan las horas sol totales son la latitud, cuanto más al sur se encuentre una región, más horas de sol recibe, la altitud ya que las regiones más altas reciben más radiación solar directa que las regiones más bajas, la nubosidad y la topografía.

Mes	Horas de luz solar
Enero	7.9
Febrero	8.3
Marzo	8.4
Abril	8.2
Mayo	8.5
Junio	8.2
Julio	8.5
Agosto	8.4
Septiembre	8.2
Octubre	8.5
Noviembre	8.2
Diciembre	7.9

Tabla 1. Horas sol por mes

Es importante saber que la cantidad de horas de luz solar no refleja la cantidad de horas aprovechables de luz solar al día, esto quiere decir que durante las horas que haya luz solar, únicamente durante ciertos momentos del día esta energía se puede aprovechar en un sistema fotovoltaico.

### **Justificación**

Establecer una metodología para la resolución de casos en el departamento de atención al usuario y soporte técnico es vital, ya que nos permite tener un control adecuado de los pasos necesarios para solventar los problemas que se presentan en los sistemas, haciendo que los clientes se sientan más tranquilos y poder facilitar a los demás departamentos el trabajo pertinente de cada caso.

Si bien la empresa no tiene una metodología para la resolución de estos casos, se elaboró una metodología que se emplea al momento de recibir el ticket del caso, si no se tuviese un buen control de estos mismos, podría resultar en la resolución tardía de los casos, causando

pérdidas económicas a la empresa y a los clientes, resultando en una potencial demanda o incluso en una mala relación con los clientes. Para esto se debe tener una metodología que cumpla con ciertas características, como que se clara, concisa y fácil de entender para que las personas que se incorporen a la empresa tengan un entendimiento claro de cuáles son los procesos que se deben llevar a cabo para poder solucionar los problemas de la manera más rápida y eficiente. Debe de adaptarse a los posibles casos que puedan ocurrir, debe ser flexible y adaptable a diferentes tipos de problemas, desde consultas sencillas hasta fallas complejas, debe promover la colaboración entre los miembros del equipo de soporte, aprovechando las habilidades y conocimientos de cada uno para resolver los casos de manera más efectiva y sobre todo debe estar orientada para tener una mejora constante, que se pueda tener una buena retroalimentación del caso para ver las áreas de oportunidad y de mejora del departamento.

Tener una metodología adecuada tiene varios beneficios además de los ya mencionados, estos pueden ser una reducción en costos al tener una referencia de lo que podría estar ocurriendo, esto es algo que ya sucede y se utiliza para una rápida respuesta, hay ciertos indicadores que se pueden verificar mediante el monitoreo con anticipación a la visita presencial para saber qué es lo que está ocurriendo. Esto nos permite tener más información antes de realizar la visita para poder saber que tipo de herramientas podríamos necesitar, si es un caso que podemos solucionar en sitio o es necesario que se realice un trabajo correctivo más grande, si el inversor ya no tiene arreglo y hay que realizar las pruebas necesarias para mandar la evidencia a los proveedores para validar la garantía, entre muchas otras cosas.

Uno de los objetivos más importantes de la empresa es que se obtenga la satisfacción del cliente mediante una respuesta rápida, objetiva y eficaz por parte del departamento, sin una metodología adecuada esto no podría suceder, es por ello que es de gran importancia tener bien establecidos los procesos para garantizar el buen desempeño del departamento, resultando en una ganancia de reputación y sobre todo económica para la empresa, ya que el departamento de soporte técnico y atención al usuario es de lo que más ingresos representan a la empresa, desde ampliaciones del sistema en la postventa, hasta los casos de trabajos correctivos a sistemas ya instalados.

## Objetivos de la investigación

Objetivo general:

Elaboración de la metodología para el soporte técnico y atención de usuario de instalaciones fotovoltaicas en la empresa Habitec Eco Energy.

Objetivos específicos:

1. Investigar y documentar la definición de conceptos relacionados al monitoreo y casos realizados de este tipo
2. Elaborar la metodología
3. Aplicar la metodología en instalaciones reales

## Metodología

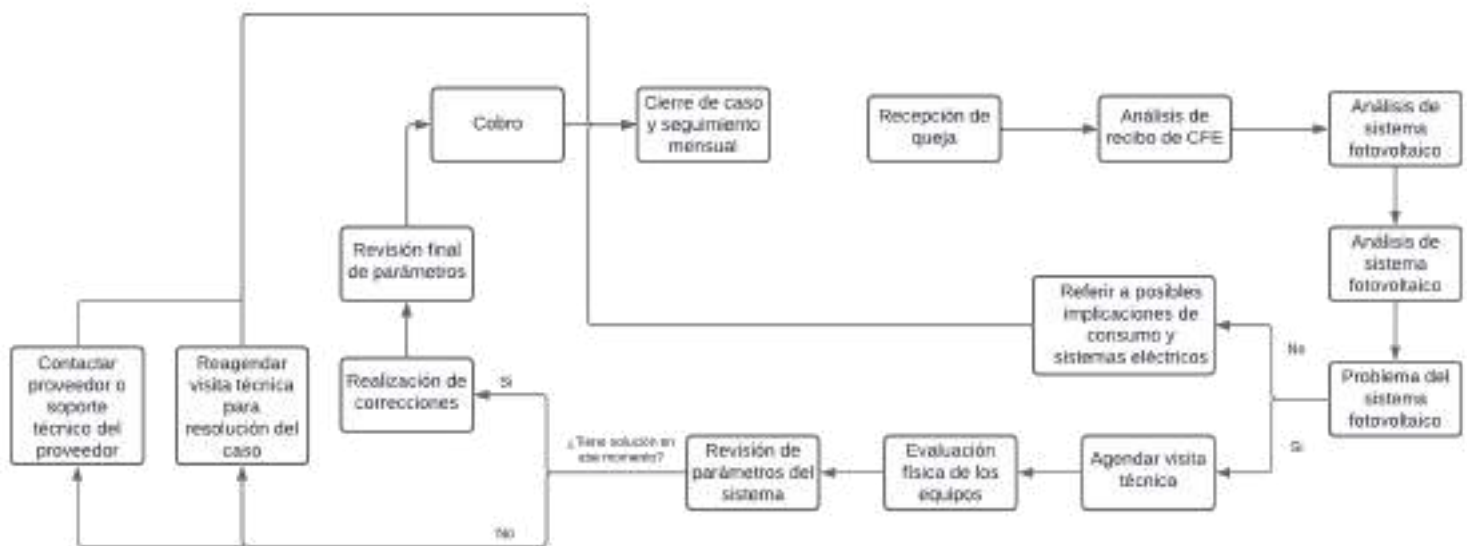


Tabla 2. Metodología

- Recepción de queja

Cuando los clientes se llegan a comunicar con nosotros por algún tema referente a dudas, preguntas, problemas o simplemente pidiendo información, las vías de comunicación que se manejan en la empresa es por medio de las redes sociales, por el correo de la empresa, el número del departamento de soporte técnico, yendo directamente a las oficinas incluso. Sin embargo lo más normal es que envíen un mensaje al número designado al departamento de soporte, donde se realiza una serie de preguntas que nos ayudan a entender cual es la situación que se presenta. Se suele solicitar información como evidencia fotográfica del inversor, el último recibo de CFE, si han tenido un consumo elevado en los últimos meses, la introducción de nuevos aparatos eléctricos en la instalación, desde cuando sucede este problema, si han tenido problemas con la red eléctrica (apagones, bajas de voltaje), entre otras cosas dependiendo de la situación, es muy importante estar bien capacitado en cuanto al funcionamiento de los sistemas para desde este momento evaluar las posibles causas de los problemas, muchas veces en este mismo proceso se resuelven las dudas o quejas de los clientes, pero en caso de que no se da paso al siguiente proceso que sería una evaluación del recibo de CFE y del sistema fotovoltaico. Esto también nos permite identificar el sistema para ver los equipos con los que cuentan y corroborar la información en la base de datos, para tener más claro que podría ser el causante del problema.

- Análisis de recibo de CFE

Al momento de analizar el recibo de CFE podemos ver datos importantes de la instalación, como su tarifa, la energía consumida, la energía inyectada, la bolsa energética (en caso de contar con una). Aquí podemos darnos una idea del origen del problema, normalmente los dos parámetros más importantes son la energía consumida ya la inyectada, en caso de tener un consumo elevado lo podemos observar aquí, normalmente esto suele ser normal, el consumo elevado por sí solo no es algo alarmante pues debido a las condiciones climatológicas las personas tienden a usar mucho sistemas de enfriamiento como aires acondicionados, estos equipos tienden a constituir gran parte del consumo de una instalación. Sin embargo, si las personas comentan que no han estado en su casa, que la instalación donde sucede el problema es una casa donde no suele estar habitada por largos periodos es importante averiguar el origen de estos consumos, ya que puede significar un problema en la instalación eléctrica como una fuga de energía, daños en algún equipo que esté causando el consumo excesivo, posibles problemas con el medidor de CFE, entre más.





Figura 6. Recibo de CFE

Por ejemplo en este recibo podemos ver que su consumo si bien entra dentro del rango de consumo elevado, si tomamos de referencia el tamaño de la casa de donde se tomaron estos datos no representa un consumo exagerado, sin embargo el problema aquí reside en la energía inyectada, que como podemos observar es 0. Esto es algo anormal pues siempre debe de haber una cantidad mínima de energía entregada al medidor de CFE por elevado que sea el consumo. El análisis de esto nos da una pauta para saber qué es lo que está ocurriendo, en este caso se puede concluir que es un problema con el inversor, ya sea que está apagado, que no está recibiendo energía de los módulos o que hay un problema con las conexiones al medidor de CFE.

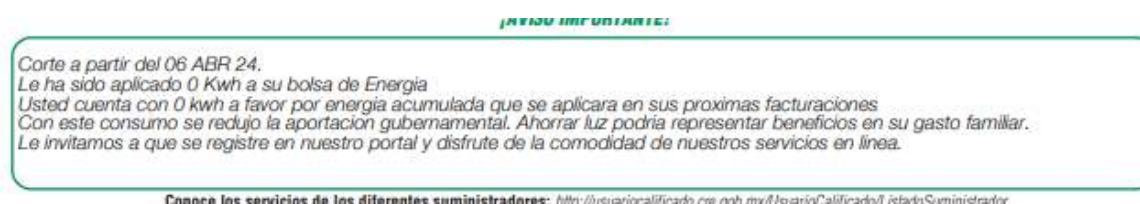


Figura 7. Recibo de CFE Bolsa Energética

Al momento de realizar el análisis es importante verificar el estado de la bolsa de energía, pues esto puede causar un error al momento de analizar el recibo, la bolsa de energía funciona de manera que la energía que no se esté consumiendo o supere la cantidad de



energía consumida en la instalación se abona a la cuenta de CFE, para que en caso de ser necesario se pueda abonar de este mismo crédito para futuras facturaciones, disminuyendo el costo total de la energía, pero ¿por qué puede ser un problema? La respuesta es que debido a que muchas veces el recibo llega con un costo bajo, no se verifica la cantidad de energía entregada e inyectada, por lo que se puede pasar por alto problemas en la inyección del sistema. Por ejemplo en este mismo caso, si se hubiese tenido un crédito en la bolsa energética, es probable que el cliente no hubiese notado que había un problema, lo que habría demorado aún más su resolución e incluso se vería aún más afectado conforme pasara el tiempo y fuera cambiando la tarifa.

- **Análisis del estado del sistema**

Para verificar que es lo que sucede con los sistemas, lo primero que se debe realizar es un análisis de las alarmas del sistema, las plataformas de monitoreo hoy en día nos ofrecen muchas facilidades para el análisis rápido del sistema, dependiendo de la marca de los equipos y de las características del mismo se pueden observar distintas causas. Las alarmas que se encuentran comúnmente son las fallas en la comunicación, estas son causadas por problemas con la red de internet, que si bien no representan un problema para la generación de la energía pueden causar que no se detecten problemas subyacentes. Por ello es importante notificar al cliente cuando hay problemas en las conexiones de red, para poder agendar una visita de reconexión y evaluar el motivo por el cual existe este problema. También nos indica cuando el problema no viene del inversor sino de la red eléctrica, en la ciudad de Mérida y en la región en general hay muchos problemas con las variaciones de voltaje debido a la deficiencia energética del país y la alta demanda que se tiene, es por ello que muchos inversores que no cuentan con un sistema diseñado para soportar estas variaciones no pueden operar de manera correcta, sin embargo en estos casos lo que se puede hacer es implementar un equipo que ayude a regular el voltaje de la instalación o buscar un inversor que esté tropicalizado, esto significa que cuente con las características que le permitan soportar dichas variaciones sin afectar su funcionamiento. Aquí también se verifican los parámetros que nos proporciona el inversor respecto al sistema, como voltajes de las series, el amperaje, la potencia y la energía. Cada uno de ellos nos da indicios diferentes de que puede estar sucediendo con el sistema en caso de que no haya alarmas, pero notemos anomalías en el rendimiento del sistema.



Figura 8. Monitoreo de voltajes de red

Por ejemplo en este caso, podemos ver que los valores del voltaje de las series de los paneles están bien, están funcionando correctamente, el problema está en el voltaje de la tensión de la red, esto significa que la red de CFE no está suministrando energía, esto ha estado sucediendo mucho en las últimas semanas del mes de Mayo del 2024, vemos constantes caídas en las tensiones de las redes eléctricas, por lo que esto ya no es un tema referente del funcionamiento de los paneles sino de la infraestructura eléctrica de la zona.

- Problema del sistema fotovoltaico

Una vez se realiza la evaluación del motivo por el cual esta fallando el sistema se debe determinar si es una causa subyacente de CFE o del inversor, después de eso se debe seguir una serie de pasos específicos para cada uno, esto para evitar que los clientes queden con más dudas, que vuelva a ocurrir un problema y darle seguimiento al sistema para verificar que no hay ningún problema.

- Causas comunes de aumentos de consumo y errores en sistemas eléctricos

Muchas veces las quejas o preguntas que tienen los clientes vienen de los altos costos en la energía eléctrica por un elevado consumo, como se mencionó anteriormente se debe realizar una análisis cuidadoso del recibo de CFE para ver el consumo, también se puede tomar de referencia años pasados en el mismo periodo, para hacer una comparativa entre el consumo actual y el anterior. Muchas veces los clientes tienen la noción de no haber modificado su consumo, sin embargo no suele ser así. Por ejemplo, hubo un caso donde antes de adquirir su sistema de paneles pagaban alrededor de \$5,000 pesos al bimestre. Después de adquirir su sistema paneles empezaron a pagar menos, sin embargo al año,

volvieron a recibir un recibo del mismo monto, el cliente aseguraba que era un problema con el sistema, que no estaba funcionando el inversor o que la generación no era la correcta. Pero al realizar el análisis del recibo se pudo notar que el año anterior su consumo fue de alrededor de 1600 kWh, sin embargo este año su consumo fue de casi 2800 kWh. A pesar de tener una diferencia de 1200 kWh, el monto total de pago no era tan diferente, si no se contara con un sistema de paneles el recibo habría sido de casi \$11,000 pesos. El cliente negaba haber cambiado sus hábitos de consumo, sin embargo cuando se le hizo una entrevista para hablar con él al respecto, nos informó que había adquirido un aire acondicionado adicional y que había adquirido un automóvil eléctrico. Si no se hubiese realizado el análisis del recibo en referencia a años anteriores el cliente no habría visto que realmente si cambiaron sus hábitos de consumo, además de un aumento en la tarifas eléctricas.

- Agendar visita técnica

Una vez se encuentra que la causa del problema no parece ser de CFE, se agenda una visita técnica donde un equipo de ingenieros van al sitio de la instalación para realizar una inspección más detallada del sistema. Es importante que se haga una evaluación previa correctamente para saber que tipo de herramientas es necesario llevar, si hace falta recoger equipo del taller para poder realizar el trabajo y estar bien informados de las pruebas o ajustes que se deben realizar para corregir el problema.

- Evaluación física de los equipos

Para la evaluación física de los equipos lo que se tiene que revisar en primera instancia es que el inversor se encuentre encendido, analizar si podemos encontrar algo fuera de lo normal en la información que proporciona el equipo en sitio (en caso de que no cuente con monitoreo online). Se debe revisar que las series estén bien conectadas, que el estado de los cables sea el adecuado, que las tuberías de canalización no se encuentren oxidadas, los sistemas de ventilación del inversor estén limpios, el estado físico de los módulos ya que pueden tener algún tipo de golpe o pueden estar sucios, revisar las áreas sombreadas que puedan afectar a la generación del sistema, y demás aspectos físicos de la instalación. También debemos analizar los tableros para revisar si hay algún problema con las pastillas, que no estén bien dimensionadas para los equipos o que haya una sobrecarga.



Figura 9. Estado físico de una instalación fotovoltaica en Progreso, Yucatán

En este caso al momento de realizar la evaluación física (ver Figura 9) nos dimos cuenta que uno de los paneles se había dañado debido a que la integridad de la estructura estaba comprometida, aparentemente ante un fuerte viento y el desgaste de la estructura debido a que estaba en la playa causaron que el panel saliera despedido y se rompiera, dañando paneles cercanos y las conexiones de la instalación. El cliente no sabía que había ocurrido pues esta casa es únicamente vacacional, por lo que no tenía conocimiento de lo que había sucedido con el sistema hasta que se acudió al sitio y se pudo acceder al techo.

- Revisión de los parámetros del sistema en sitio

Es muy importante realizar las mediciones de los equipos en sitio, pues nos proporciona información en tiempo real de lo que está sucediendo con el sistema. Se deben medir los voltajes de las series, para revisar que esté llegando la energía al inversor, de debe revisar la entrada de AC y DC. La entrada de AC es la que llega del medidor de CFE para energizar el inversor, por lo que se debe tener cuidado al momento de revisar dichos parámetros ya que a veces las pruebas se deben realizar con los equipos funcionando para verificar que la energía pase de manera correcta y llega al inversor con los parámetros de funcionamiento pertinentes. También hacer esto nos proporciona información vital, que

nos permitirá saber si se puede realizar la corrección en sitio o es un tema de garantía o un trabajo que requiere una mayor planeación.



Figura 10. Evidencia de revisión de parámetros residencial Ana Maria Peniche

En este caso al momento de realizar la revisión de los parámetros (ver figura 10), notamos que todas las series estaban generando lo que deberían no había ningún problema en cuanto a la conexiones de AC tampoco, la energía estaba llegando al inversor. Sin embargo, el inversor no lograba encender y arrojaba un código de error, que según la plataforma de la marca del inversor indica que era un problema del hardware, por lo que había que realizarse una serie de pruebas para poder enviarlas como evidencia a los proveedores del equipo para que se diese un reemplazo y pudiese volver a instalarse el inversor, ya que este venía dañado de fábrica y la instalación tenía una par de días de haberse encendido.

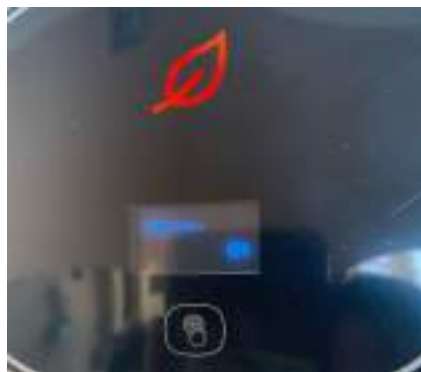


Figura 11. Error Code 426 Growatt

## Error Code - 426-428 - Possible Hardware Defect

Thomas Garcia

Modified on: Mon, 11 Mar, 2019 at 11:52 AM

Description - Possible Hardware Effect

Behavior - The inverter will automatically attempt to connect again and, if possible, resume feeding energy into the grid.

Troubleshooting - Update inverter firmware

Figura 12. Significado del código de error según soporte técnico de Growatt

- Realización de correcciones

Después de revisar los parámetros y revisar qué es lo que está sucediendo con la instalación se deben realizar las acciones correctivas del sistema, según lo encontrado pueden ser varias cosas las que se tenga que realizar, por ello es muy importante realizar bien el análisis de parámetros en sitio y corroborar los datos con lo que arroja la plataforma de monitoreo. Las acciones correctivas más comunes suelen ser el cambio de la entradas de las conexiones de los MPPTs (Maximum Power Point Tracking) llamadas MC4, estas conexiones deben de ser realizadas de manera adecuada para que haya una superficie de contacto entre la conexión y el cable, normalmente esto se realiza utilizando una herramienta llamada “ponchadora”. Esto se debe realizar de manera correcta para asegurar que en caso de haber algún tipo de movimiento o tirón del panel no se muevan las conexiones causando algún tipo de corto que pueda provocar una pérdida en el rendimiento o incluso un incendio. Estas conexiones normalmente se desgastan con el tiempo, por lo que es adecuado revisarlas anualmente para ver que no se hayan daño o alterado en caso de haber realizado algún trabajo en el área de los paneles, pues muchas veces sucede que mueven las cajas de las aires acondicionados y pisan, jalan o rompen alguna de las conexiones.





Figura 12. Conexión MC4 después de 1 año



Figura 13. Conexión terminales microinversores

- Revisión final de parámetros

Una vez realizadas las correcciones se debe verificar que los parámetros ya cumplan con los estándares de funcionamiento, se deben realizar las mismas pruebas de voltaje de cada serie, revisar los valores de las conexiones de AC y DC y verificar que el inversor ya se encuentre funcionando con normalidad. En caso de que no se haya solucionado el problema se debe reagendar otra visita para darle seguimiento, para esto una vez se tiene toda la información recopilada de lo encontrado, se elabora un reporte de la visita de revisión y se comparte con el equipo de ingeniería, donde se platica y se planea que es lo

que debería realizarse. Una vez se tiene una solución o hipótesis de lo que puede estar sucediendo es necesario volver a contactar al cliente para darle otra fecha en que se vaya al sitio a realizar más pruebas y el correctivo, o si es necesario realizar las pruebas para poder enviar la evidencia y registrarlo como caso de garantía y obtener ayuda directamente del proveedor o de la marca del sistema.

- Reagendar visita técnica para resolución del caso

Una vez se tiene el plan de acción sobre lo que se tiene que hacer, dependiendo del tamaño del trabajo y de los materiales requeridos, se pueden optar por dos opciones. La primera es que el departamento de ingeniería junto con el de soporte técnico asistan al sitio y se realice el trabajo correctivo o la otra opción es realizar el trabajo mediante los subcontratos con los que cuenta la empresa. Esto varía dependiendo del costo del trabajo, la duración, la carga de trabajo de otros proyectos que igual se encuentren en proceso, la fecha en que se realizó la instalación y quién realizó la instalación. En ambos casos se sigue un procedimiento de tomar evidencias antes y después del trabajo, para llevar un seguimiento adecuado de qué fue lo que se realizó, el costo real del trabajo en comparación con el estimado, y salvaguardar la integridad moral de la empresa en caso de que el cliente tenga alguna queja, haciendo alusión a posibles fraudes. Por ejemplo, que después de realizar el trabajo el cliente informe que hay un problema con el sistema de iluminación, con las bombas, etc. Esto ya ha ocurrido y la manera en que se maneja es informarle al cliente de lo realizado en el trabajo junto a toda la evidencia que no hay motivos por los que sucedan estas cosas, esto ya puede ser relacionado a otro tipo de problemas eléctricos que no van de la mano a los sistemas fotovoltaicos, pero aún así suelen existir este tipo de reclamos; también algún tipo de daño de la estructura de la casa, etc.

- Contactar con proveedores para realizar el reclamo de garantía o adquisición de equipo nuevo

En caso de que el problema no sea de la instalación eléctrica o de las conexiones, se debe contactar a los proveedores del inversor, para seguir el procedimiento del reclamo de garantías. Cada empresa cuenta con cláusulas diferentes respecto a estas políticas, algunas piden evidencia fotográfica de lo ocurrido, algunas envían técnicos especializados para el monitoreo de los equipos o modificar parámetros que solo los proveedores pueden acceder. Es muy importante realizar estas pruebas correctamente y con el procedimiento adecuado



ya que muchas veces esta misma evidencia se le entrega al cliente para que pueda realizar un reclamo a su aseguradora, pues en la mayoría de los casos los seguros pueden cubrir este tipo de equipos cuando el problema es un fallo por causas naturales, variaciones de voltaje, entre otras cosas.

- Cobro

Una vez se realiza el trabajo, el cliente debe pagar el trabajo correctivo (si es el caso) a menos de que cuente con la póliza de mantenimiento que incluye la revisión inicial (las revisiones o trabajos posteriores no vienen incluidas dentro de la póliza) el método de pago puede ser realizado en efectivo, mediante transferencia o por cheque. Una vez se realiza el pago se emiten los reportes y evidencias para los reclamos de las pólizas y poder proceder con los reclamos en caso de ser necesario.

- Cierre de caso y seguimiento mensual

Una vez terminado el trabajo, se debe realizar una seguimiento mensual del sistema de por lo menos 6 meses para verificar que todo esté funcionando con normalidad y poder brindarle al cliente la tranquilidad de que su inversión valió la pena.

## Resultados

Mediante el uso de la metodología que se ideó, se han resuelto decenas de casos en la empresa de Habitec, sin embargo expondré algunos de los casos más interesantes que se hayan resuelto utilizando esta metodología y el proceso que se tuvo durante todo el proceso.

### Caso de estudio #1

El día Martes 27 de Marzo del 2024 se recibió un mensaje por vía WhatsApp por parte del directivo de la empresa, se nos informó que un cliente había recibido un recibo de CFE por más de \$9,000 pesos. El gerente del área dio la tarea de investigar qué estaba sucediendo con este sistema y que realizará la evaluación pertinente. Lo primero que se hizo fue identificar las características del sistema, el tipo de inversor que tenía, con cuantos paneles contaba, ver los diagramas de distribución de los sistemas para identificar a cuántos paneles tenía conectados en cada serie para tener una idea de los parámetros que debía arrojar la medición.

Después de eso se realizó una revisión del recibo de CFE, donde se pudo notar que su inyección se encontraba en ceros, como ya mencioné esto no es algo normal, pues siempre debe haber aunque sea una cantidad mínima de inyección y más considerando las características del sistema que era de 28 paneles de 455W y además cuenta con generador de gasolina.



Figura 14. Recibo CFE

Una vez se hizo el análisis, se monitoreo el sistema de manera remota y fue donde pudimos notar que se encontraba desconectado de la red lo que nos dificulta tener una idea de que fue lo que pudo haber ocurrido. Sin embargo, se agendó una visita técnica con el cliente para el mismo día para verificar qué era lo que había sucedido. Al llegar al sitio y realizar una evaluación del inversor nos dimos cuenta que no se encontraba alarmado pero si estaba desconectado, sin embargo no recibía energía el ITM (interruptor termomagnético) del sistema por lo que el inversor estaba sin funcionar.



Figura 15. Inversor SMA sin energía eléctrica

En ese momento no se pudo idear qué fue lo que estaba sucediendo, se realizaron las pruebas del funcionamiento del equipo y se tomó evidencia fotográfica de las mediciones y de los componentes.



Figura 16 y 17. Contactor del inversor y tablero de transferencia

La imagen de la derecha es un tablero de transferencia, la principal función es hacer un switcheo cuando se va la luz para que entre la planta de emergencia a alimentar las cargas de la casa. En la parte de arriba, en las borneras está interconectado CFE y abajo están las cargas con los cables de alimentación que vienen directo del generador de gasolina.

La imagen de la izquierda es el contactor al que va conectado el inversor, en este caso el contactor no funcionaba como debía ya que no permitía que la energía pasara, el contactor es como un interruptor, solo que no se abre o cierra manualmente como un interruptor normal, eso se hace al aplicar un voltaje en ese contactor y por dentro tiene unas bobinas que cuando le llega voltaje pues estas bobinas crean un campo magnético que por dentro mueve unos contactos que abren o cierran el interruptor para permitir o cerrar el flujo de corriente. También se detectó que el problema residía en el relé, que este tenía un fallo interno.

Una vez se tuvo esto identificado, se regresó a la oficina para hablar con el equipo de ingeniería y ver cuál sería la mejor opción para resolver este caso, en el cual se decidió que la mejor opción era simplemente cambiar los componentes que se había detectado con fallas, por lo que al día siguiente se regresó al sitio a realizar las acciones correctivas.

Esta es una foto de como estaba el sistema antes de realizar los cambios:



Figura 18 y 19. Contactor y relé antes del correctivo

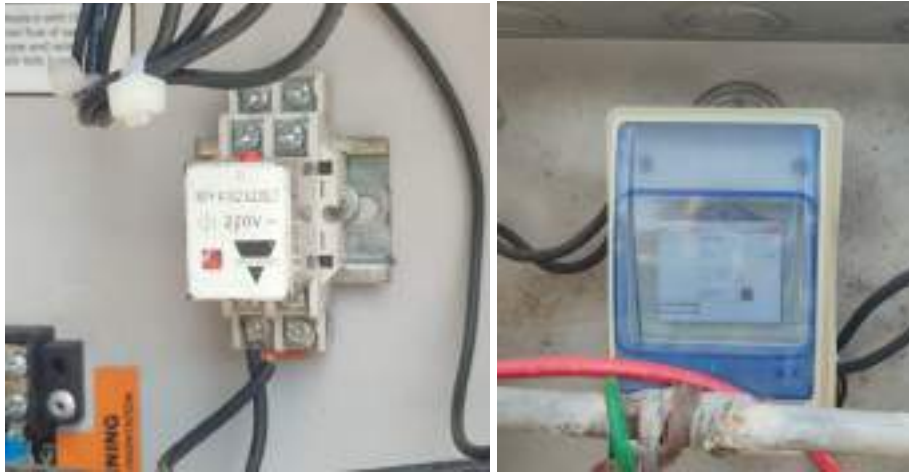


Figura 20 y 21. Relé y contactor después del correctivo

Después de realizar estos correctivos el inversor se pudo conectar a la red sin problema y se dejó el equipo funcionando, por lo que se dió por terminado el caso y había que esperar hasta el próximo recibo de CFE para corroborar que ya no ocurriera lo mismo y que no hubiese ningún problema.



Figura 22. Inversor SMA funcionando de manera óptima

Este fué el último recibo que llegó de CFE de la misma instalación, como podemos ver en la figura 23, el costo se redujo a \$2,596 a diferencia de los \$9,000 pesos que se pagaron anteriormente. No solo eso, hubo incluso un consumo mayor que el periodo anterior, sin embargo aquí la diferencia es que ya se registra la inyección del sistema.



Figura 23. Recibo CFE después del correctivo

## Caso de estudio #2

El día 29 de Febrero del 2024 mientras se monitorear la plataforma de monitoreo se visualizó que una de las instalaciones que se acababan de encender se encontraba apagada, por lo que al entrar a la plataforma de monitoreo nos arrojaba que el inversor estaba presentando un error en las conexiones de uno de los strings y había ocurrido un corto circuito, por lo que se dedujo que era un problema con alguno de los fusibles del sistema, se contactó al cliente y se le informó que nos gustaría realizar una visita para revisar qué es lo que estaba ocurriendo. En este caso no se hizo la revisión del recibo pues no tenía caso, ya que apenas tenía un par de días que se había encendido el sistema.

Al llegar al sitio y revisar el sistema pudimos notar que efectivamente había algo mal con el sistema, pues al abrir unos de los portafusibles hizo corto y salió un chispazo. Se desenergizó el sistema y cuidadosamente se fue revisando componente por componente



que no se encontrara en mal estado y se fueron haciendo pruebas del funcionamiento de cada uno de los *strings*.



Figura 24. Revisión de parámetros de sistema alarmado

Afortunadamente no se encontró ningún error en las conexiones, los valores que arrojaba el multímetro eran los estimados a las prospecciones que se habían realizado. Aun así el problema persistía, el inversor no lograba conectarse de ninguna manera y se fue revisando string por string sin lograr ningún avance. Fue hasta que notamos que el inversor arrojaba que se detectaban 3 series conectadas, en el MPPT 1, 3 Y 4. Sin embargo el MPPT 4 no se estaba utilizando, sino el MPPT 2, y este arrojaba que tenía un valor de 2V a 0A, lo cual no podía ser, ya que ya se habían realizado las pruebas de los strings y se confirmó que sí estaba energizado y no debía de haber problema.



Figura 25. Distribución MPPT inversor Growatt trifásico



Figura 26 Y 27. Detección de conexión en MPPT 4 y valores normales de MPPT 2



Figura 28, 29, 30 y 31. Valores de cada string mostrados en el inversor

Una vez se tomó la evidencia fotográfica nos retiramos el sitio y se compartió esta información con el departamento de ingeniería, y en una plática sobre lo que podría estar sucediendo se llegó a la conclusión de que el inversor venía dañado de fábrica, por lo que nos pusimos en contacto con los proveedores. Ellos nos dieron una serie de instrucciones



que debíamos realizar para poder enviarles la evidencia y que pudiese hacerse validar la garantía, por lo que se pactó una fecha con el cliente para darle seguimiento y poder realizar las pruebas necesarias.



Figura 32. Pruebas de evidencia para validación de garantía

Las pruebas que se nos pidieron fue medir los parámetros de las conexiones de AC, de DC, los valores arrojados en cada string y un video donde se pueda observar que se están realizando las pruebas sin ningún tipo de corte o edición. Una vez se obtuvo esto, se enviaron las evidencias y asistió uno de los proveedores al sitio para retirar el equipo y poner uno nuevo. Una vez encendido el sistema se pudo corroborar que ya se encontraba funcionando de manera normal sin ningún tipo de problema.



Figura 33. Plataforma de monitoreo Growatt

### Caso de estudio #3

El Viernes 24 de Mayo del 2024 se recibió una llamada en la que se informaba que había un cliente que tenía una queja respecto a su recibo de CFE, el cliente decía que estaba seguro que había un problema con su instalación y que le gustaría que se fuese a revisar lo que estaba sucediendo. Al momento de analizar el recibo de CFE no notamos se encontró nada fuera de lo normal, contaba con un consumo elevado pero nada fuera de lo normal, también tenía inyección en su recibo, lo que significaba que al menos existía una generación de su sistema. Desafortunadamente por el equipo que tiene no se puede realizar el monitoreo de manera remota, por lo que se pactó con el cliente de ir a realizar una revisión el día Viernes 31 de Mayo del 2024.



Figura 34. Recibo CFE

El día que se asistió a sitio lo primero que revisamos fue el inversor, debido al equipo con el que contaba el señor, que es un equipo que ya tiene varios años instalado, se pensó que podría ser la causa del problema, han habido muchos casos de este tipo de equipos fallando y terminando su vida útil antes de los 10 años, la marca KACO ya no se encuentra en México por lo que arreglar estos equipos puede ser tardado y complicado. Sin embargo este no fue el caso, pues al llegar al sitio nos dimos cuenta de que el equipo se encontraba

funcionando de manera correcta y sin ningún tipo de alarma. Se realizaron la mediciones de las líneas y de los strings y todo funcionaba de manera correcta y dentro de los parámetros establecidos.



Figura 35. Pantalla de monitoreo KACO Blueplanet

Puesto que no se encontró nada fuera de lo normal dentro de los parámetros se realizó una inspección física de los módulos, sin embargo estos se encontraban en buen estado, pues se había realizado un mantenimiento al sistema no hacía tanto. En este tipo de casos lo que puede estar sucediendo es un aumento en el consumo de la energía, en la últimas semanas la ciudad de Mérida ha experimentado altas temperaturas, lo que ha causado un aumento en el consumo de energía eléctrica, sin embargo a pesar de que se tenga prendido el aire acondicionado durante el mismo periodo de tiempo, debido a que la temperatura está tan elevada, los compresores de los aires se mantienen trabajando más tiempo, pues se les dificulta llegar a la temperatura que el usuario selecciona, que suele ser entre los 18°C y los 20°C, este es un tema que por sí solo puede representar un aumento del consumo, ya que un buen hábito de consumo sería tener el aire entre 24°C a 26°C para lograr que se llegue a la temperatura solicitada y el compresor no se sobreexija.

En este tipo de casos una de las habilidades más importantes es la comunicación, ya que se le debe explicar al cliente que no hay ningún problema con la instalación, sino con sus hábitos de consumo. Esto puede hacer que el cliente se sienta insatisfecho como lo fue en

este caso, sin embargo se le explica el funcionamiento de los inversores, de que manera podría disminuir un poco el consumo y sobre todo que esté tranquilo de que el sistema no está fallando. Posterior a esto se le dará un seguimiento para su próximo recibo y observar si ha habido algún cambio en el mismo, esto nos permitirá identificar si hay algún problema con la instalación y es necesaria una evaluación con un eléctrico o si todo está marchando como debe ser.

## **Conclusión**

La metodología elaborada en este documento sea está utilizando en los últimos meses en la empresa Habitec Habitec, es una metodología que se ha demostrado eficaz al momento de la resolución de casos pues no solamente ese fácil entendimiento sino que es muy versátil al momento de encontrarnos con los distintos casos que hay en el día día en la empresa. La metodología nos ha permitido explicar a los clientes de manera concisa y sencilla el proceso por el cual va a hacer la resolución de sus problemas, permitiendo vías de fácil acceso a la comunicación con la empresa una controlada y organizada administración de las fechas y horarios de las visitas, proporcionarle la información adecuada a los técnicos e ingenieros que se presenten en el campo informándoles de cuáles son los procedimientos a realizar, las características de los sistemas y darle un seguimiento adecuado a los casos que lo requieran.

Algunos aspectos que podrían mejorarse sería la cantidad de personal disponible para las visitas, ya que muchas veces por cuestión de tiempo y disponibilidad del personal se aplazan mucho las visitas causando inconformidad de los clientes o molestias debido a que a su percepción no se les da un seguimiento correcto. Otro aspecto que igual se podría mejorar sería que haya una persona siempre encargada de monitorear la base de datos para que en el momento en el que los técnicos o ingeniero se encuentren en el campo y necesiten algún tipo de información referente a ubicaciones, características de los equipos, contraseñas de las cuentas de monitoreo y datos similares, pues muchas veces por la misma falta de personal el departamento suele quedar vacío durante el día lo qué causa una acumulación de mensajes y cuestiones que podrían llegar a ser urgentes. Afortunadamente se tiene el equipo de ingeniería que es el que apoya muchas veces cuando se tiene que asistir a los sitios para realizar las inspecciones y correcciones pero esto causa que igual se genere un retraso en los proyectos del departamento de ingeniería.

En conclusión es una metodología eficiente y efectiva que ha funcionado para mejorar los procesos de la empresa, que aún tiene mucho margen para mejorar pero de momento le permite a la empresa tener un buen control de los clientes y de los potenciales riesgos que implicaría no tener un buen control de la metodología.

## **Bibliografía**

¿Qué es un string en una instalación? (2024). AutoSolar.  
<https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/que-es-un-string>

Precio de Paneles Solares en Mérida | Habitec Energía Solar. (n.d.).  
<https://www.habitec.mx/>

Monitoreo de producción solar. (2023). Sunwise.  
<https://blog.sunwise.io/ventajas-monitoreo-solar/>

Cómo conectar paneles solares en paralelo o en serie - Atersa Shop. (2023, January 4).  
<https://atersa.shop/como-conectar-paneles-solares-en-paralelo-o-en-serie/#:~:text=%C2%BFEs%20mejor%20conectar%20paneles%20solares%20en%20serie%20o%20paralelo%3F&text=Dependiendo%20de%20nuestro%20objetivo%2C%20los,amperaje%20para%20tener%20m%C3%A1s%20potencia.>

Tipos de Inversores Solares. (2017, July 13). Dexen Energy.  
<https://www.dexen.mx/inversores/inversores-solares/#:~:text=Existen%20tres%20tipos%20de%20Inversores,Inversores%20y%20Optimizadores%20de%20potencia.>

Solar, E. (2024, January 18). Optimizadores de potencia para placas solares. Expertos En Energía Solar Fotovoltaica Y Paneles Solares | EFC SOLAR.  
<https://www.efcsolar.com/energia-solar-fotovoltaica/optimizadores-de-potencia-para-placas-solares/#:~:text=Los%20optimizadores%20de%20potencia%20emplean,energ%C3%ADa%20de%20todo%20el%20sistema.>

Gesol. (2023, December 22). ¿Cómo se calcula la potencia de los paneles solares? | Geesol. Instalaciones Fotovoltaicas.  
<https://www.geesol.com/de-que-depende-la-potencia-de-los-paneles-solares/#:~:text=Factores%20que%20influyen%20en%20la%20potencia%20de%20los%20paneles%20solares&text=En%20general%2C%20cuanto%20mayor%20es,que%20puede%20generar%20m%C3%A1s%20electricidad.>

Sun, T. (2021, March 12). El sobredimensionamiento apropiado del módulo FV puede aumentar en la producción de energía. Techno Sun - Distribuidor Mayorista.

<https://www.technosun.com/es/blog/sobredimensionamiento-modulo-fv-aumenta-produccion-energia/>

LA RADIACIÓN SOLAR y SU PASO POR LA ATMÓSFERA - IDEAM. (n.d.).  
<http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/la-radiacion-solar-y-su-paso-por-la-atmosfera>

Hablemos de la inclinación de la Tierra | Cantabria Labs España. (2021, October 25).  
Cantabria Labs España.  
<https://www.cantabrialabs.es/blog/hablemos-de-la-inclinacion-de-la-tierra/>

Mario. (2024, January 22). Cambios de luz en cada estación. Aboutwhite.  
<https://www.aboutwhite.es/2015/02/15/cambios-de-luz-en-cada-estacion/>

Ramirez, N. (2023, May 28). Cómo el clima afecta la producción de energía solar y qué puedes hacer al respecto. Supermalla S.A.S.  
<https://supermalla.com/energias-alternativas/energia-solar/como-el-clima-afecta-la-produccion-de-energia-solar-y-que-puedes-hacer-al-respecto/>

Energetico, C. (2023, June 28). ¿COMO AFECTA LA TEMPERATURA EN EL RENDIMIENTO DE UNA PLACA SOLAR? Tu Blog De Autoconsumo Fotovoltaico Y Energía Renovable.  
<https://www.cambioenergetico.com/blog/influye-la-temperatura-rendimiento-placa-solar/>

# **Metodología para el soporte técnico y atención a usuario de instalaciones fotovoltaicas de la empresa Habitec**

Ingeniería en energía y petróleo

Leonardo Suárez García



**UNIVERSIDAD  
MODELO**





# Introducción

- Habitec Eco Energy: Integrador de proyectos fotovoltaicos con más de 10 años de experiencia.
- Compromiso con la calidad y la satisfacción del cliente.
- Metodología para la resolución de casos de soporte técnico y atención a usuarios.

# Antecedentes

- Grupo Logra, SIMCA, CONSUR, PROSPER Grupo Constructor, Akrópolis Paseo Comercial
- Cantidad de módulos instalados, potencia de los paneles, potencia del inversor, tipo de inversor, temporada del año, condiciones climáticas, temperatura y horas sol totales en la zona.
- Parámetros de monitoreo:
  - Voltajes, amperajes, potencias y generación solar

# Justificación

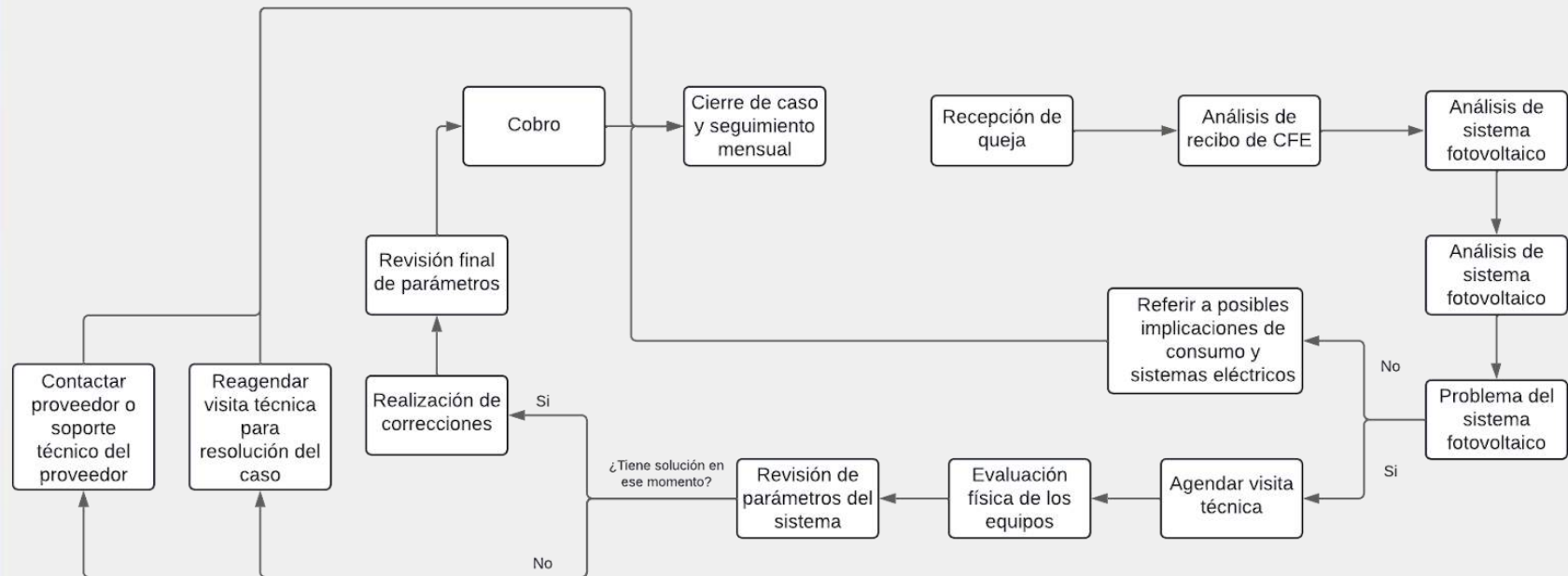
- Una metodología es crucial para optimizar los procesos, reducir costos, mejorar la satisfacción del cliente y aumentar la rentabilidad de la empresa. Debe ser clara, concisa, adaptable y orientada a la mejora continua, permitiendo una atención rápida, efectiva y colaborativa ante cualquier tipo de problema.



# Objetivos

- Objetivo general:
  - Elaboración de la metodología para el soporte técnico y atención de usuario de instalaciones fotovoltaicas en la empresa Habitec Eco Energy.
- Objetivos específicos:
  - Investigar y documentar la definición de conceptos relacionados al monitoreo y casos realizados de este tipo
  - Elaborar la metodología
  - Aplicar la metodología en instalaciones reales

# Metodología



# Resultados

- Caso de estudio #1



## Parámetros anormales:

-Energía inyectada

-Alto recibo de luz residencial



# Evidencia del sistema

- Contactores y relé dañados





- Antes de realizar los cambios



- Después de realizar los cambios



- 2 meses después



**Comisión Federal de Electricidad®**

**CFE Suministrador de Servicios Básicos**  
 Río Rodano No. 14, colonia Cuauhtémoc,  
 Alcaldía Cuauhtémoc, Código Postal 06500,  
 Ciudad de México. RFC: CSS160330CP7

---

**CAMPESTRE**      **FC.P.97120**  
**MERIDA, YUC.**

**NO. DE SERVICIO:** [REDACTED]

**RMU:** 97120 18-11-20 XAXX-010101 010 CFE

**LÍMITE DE PAGO:** 06 JUN 24

**CORTE A PARTIR:** 07 JUN 24

**TARIFA:** 1D **NO. MEDIDOR:** [REDACTED]

**MULTIPLICADOR:** 1

**PERIODO FACTURADO:** 20 MAR 24-21 MAY 24

**TOTAL A PAGAR:**  
**\$2,596**  
 (DOS MIL QUINIENTOS NOVENTA Y SEIS PESOS M.N.)

**¿QUIERES RECIBIR TU RECIBO DIGITAL?**

**En 3 Pasos:**

1. Escanea el QR.
2. Actualiza tus datos.
3. Listo.



Concepto	Lectura actual		Lectura anterior		Total periodo	Precio (MXN)	Subtotal (MXN)
	Medido <input checked="" type="checkbox"/>	Estimado <input type="checkbox"/>	Medido <input checked="" type="checkbox"/>	Estimado <input type="checkbox"/>			
<b>Energía (kWh)</b>	75,129		72,161		2,968		
	49,450		47,900		1,550		
Basico					350	0.918	321.30
Intermedio1					450	1.063	478.35
Intermedio2					400	1.370	548.00
Excedente					218	3.659	797.68
<b>Subtotal</b>							<b>2,145.31</b>



Este gráfico refleja tu nivel de consumo. A menor uso, mayor apoyo.

# Caso de estudio #2



## Error Code - 426-428 - Possible Hardware Defect

Thomas Garcia

Modified on: Nov 11, 2018 at 10:30 AM

Description - Possible Hardware Effect:

Behavior - The inverter will automatically attempt to connect again and, if possible, resume feeding energy into the grid.

Troubleshooting - Update Inverter Firmware.

- Distribución MPPT





- Toma de evidencias de parámetros: conexiones de AC, de DC, los valores arrojados en cada string y un video donde se pueda observar que se están realizando las pruebas sin ningún tipo de corte o edición.



- Después de instalar nuevamente el inversor





# Caso de estudio #3



- Marca descontinuada en el mercado
- Sin problemas aparentes
- Alto consumo energético





UNIVERSIDAD  
MODELO

Gracias por su atención