

# La serie REC Alpha: La vía revolucionaria hacia nuevos niveles de potencia y un nuevo legado de energía sostenible

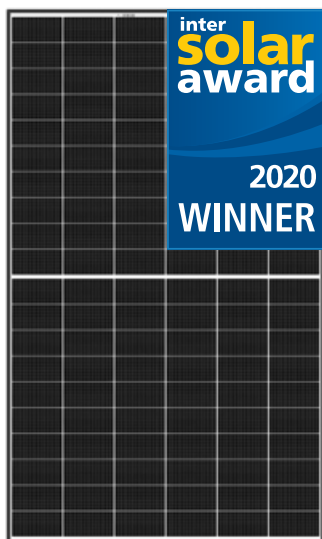
El lanzamiento de la serie REC Alpha en mayo de 2019 revolucionó la industria de la fabricación de paneles solares con el panel de 60 células más potente del mundo. Con un 20 % más de potencia en la misma superficie de instalación, la serie REC Alpha crea una gran ventaja de potencia sobre los niveles de potencia ofrecidos comercialmente por sus competidores directos, pero la potencia es solo una de sus importantes ventajas; ofrece otras muchas:

## ¿Qué es la serie REC Alpha?

Fruto de una alianza de desarrollo entre REC y el fabricante suizo de equipos de producción Meyer Burger, la serie REC Alpha saca partido de la experiencia de REC en las células monocristalinas de tipo n y la tecnología de medio corte, además del profundo conocimiento del proceso de Meyer Burger en la tecnología de células de heterounión (HJT). Las dos empresas son socios de trabajo desde hace muchos años, pero Alpha constituye la primera vez que un proyecto de desarrollo cosecha unos resultados tan revolucionarios.

La serie REC Alpha (fig. 1) utiliza células de heterounión y una tecnología avanzada de conexión de células de baja temperatura basada en el innovador diseño de panel Twin de REC, que corta las células en rectángulos de tamaños iguales gracias a la tecnología de medio corte de REC, para conectarlos a continuación en paralelo.

Fig. 1: La serie REC Alpha con células HJT y tecnología avanzada de conexión de células

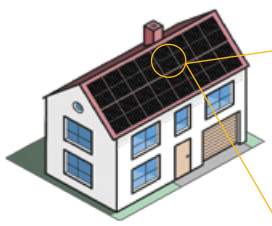


## ¿Qué diferencia a la serie REC Alpha?

Sobre la base de la exclusiva tecnología de célula de REC y su innovador diseño de papel, el estado de liderazgo del Alpha ha sido reconocido ya con la concesión de una patente de diseño. Se trata del primer panel solar de la historia que combina las ventajas de las altamente eficientes células de heterounión y la avanzada tecnología de conexión de células sin soldaduras, las ventajas de potencia de las células de medio corte y el diseño de panel Twin y sus ventajas de rendimiento. En conjunto, significa que REC es capaz de suministrar la mayor densidad de potencia del mundo en un panel de 60 células, con una potencia un 20 % mayor que las de un panel convencional –hasta 217 W/m<sup>2</sup>–, una consideración clave cuando se dispone de un espacio limitado, como es el caso de las cubiertas residenciales y las cubiertas comerciales reducidas.

Fig. 2: Potencia del REC Alpha en comparación con los paneles de 60 células convencionales en una cubierta residencial:

	Policristalino tipo p	Monocristalino tipo p	Serie REC Alpha
	16x290 Wp	16x310 Wp	16x380 Wp
	4,6 kW	4,9 kW	6,1 kW
	-28 % menos de potencia que la serie REC Alpha	-22 % menos de potencia que la serie REC Alpha	Al menos 20 % más de potencia en la misma área



## ¿En qué consiste la tecnología de heterounión?

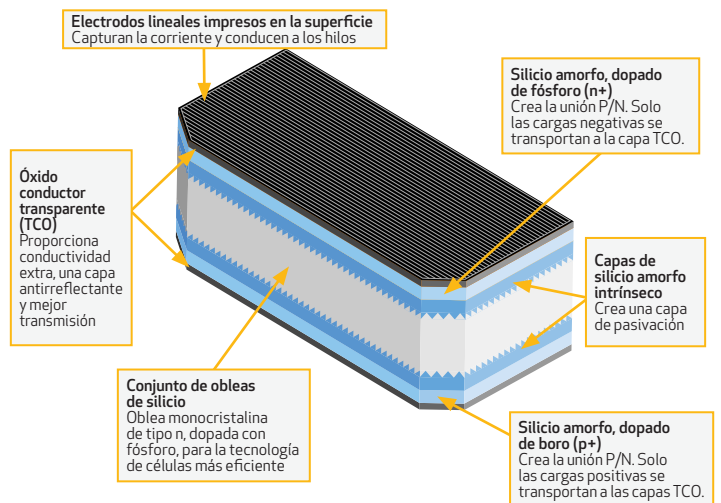
La tecnología de célula de heterounión combina las ventajas de las células de silicio cristalino y la tecnología de película delgada en una sola estructura de célula. Significa que ahora tenemos a nuestro alcance niveles de eficiencia de más del 25 %.

Mientras que una célula solar cristalina convencional utiliza un único material, el silicio, en una célula HJT, se forma una unión entre dos materiales diferentes: el silicio cristalino y el amorfo, motivo por el cual esta unión se conoce como heterounión. Esta tecnología proporciona numerosos beneficios de rendimiento en comparación con las células convencionales.

## ¿Qué ventajas presenta la tecnología HJT?

La estructura de una célula HJT desempeña un papel importante en el aumento de la potencia y la eficiencia de los paneles. El uso de dos materiales diferentes crea huecos de banda enormes que dan lugar a la mejor tecnología de pasivación existente. Las capas de silicio amorfo hacen que las capas de contacto sean «selectivas de portadores», lo que permite que únicamente un tipo de portadores pase y llegue a los contactos –ya sea electrones (carga negativa) o huecos (carga positiva)–, lo que asegura una reducción considerable de la recombinación para una mayor eficiencia de las células y una mayor potencia.

Fig. 3: Diagrama de la estructura de la célula REC Alpha:



Gracias a la estructura simétrica de la célula HJT, es de hecho una célula bifacial y ofrece la bifacialidad más elevada de todos los tipos de estructura de célula. Otras estructuras presentan una bifacialidad más reducida debido a la absorción en una de las capas o debido a las pérdidas de resistencia. La estructura bifacial significa que la tecnología de célula HJT es ideal para aplicaciones de paneles bifaciales; además, incluso en los paneles monofaciales, el aspecto bifacial se puede aprovechar para aumentar el rendimiento energético mediante la captura de luz en la parte posterior de la célula.

## Producción de baja temperatura

Las células solares convencionales utilizan un proceso denominado «difusión» para crear capas delgadas dopadas en la oblea para formar la unión p-n. Aunque este proceso se utiliza ampliamente y está bien contrastado, requiere altas temperaturas con el consiguiente consumo de energía, además de exigir un proceso químico adicional en húmedo para limpiar la oblea. En una célula HJT de REC, se depositan capas de silicio amorfo intrínseco y dopado sobre el sustrato de silicio cristalino a bajas temperaturas, y no se requiere ningún paso de proceso posterior, lo que reduce el impacto del proceso de fabricación en la célula y aumenta la calidad de la construcción.

## Sin LID

La degradación inducida por la luz (o LID, por sus siglas en inglés) es un fenómeno que se observa en numerosas tecnologías de células cristalinas: supone la pérdida irrecuperable de la capacidad de potencia de un panel solar durante su fase inicial de exposición a la luz solar. Se debe a la combinación del boro y el oxígeno en la célula. Gracias al uso de células monocristalinas de tipo n como base, la serie REC Alpha evita esta situación manteniendo separados estos elementos en la célula, sin darles oportunidad alguna de combinarse. Supone que el REC Alpha no presenta ningún signo de pérdida permanente de potencia inmediatamente después de la instalación y que el cliente disfruta de los niveles de energía que ha adquirido.

## Alta resistencia a las microfisuras gracias a HJT

Los paneles tienen que soportar muchas condiciones climáticas diferentes durante su vida útil. Las cargas pesadas en la parte delantera por nieve, el estrés dinámico causado por el viento y las variaciones diarias de temperatura someten al panel a una presión considerable. En tales condiciones, las frágiles células de los paneles convencionales pueden terminar padeciendo microfisuras capaces de reducir el rendimiento global. Ensayos independientes realizados por la Universidad de Florida Central (UCF) han demostrado que la reducción del estrés térmico y mecánico en la célula durante la producción aumenta la calidad de la construcción y proporciona una alta resistencia a estos defectos.<sup>1</sup>

## Sin contacto directo con la metalización

En las células convencionales, la metalización de la célula está en contacto directo con el silicio. Este contacto entre metal y silicio actúa como trampa de recombinación para los electrones y huecos generados por la luz, lo que reduce la eficiencia de la célula solar. Por contra, la célula HJT emplea una capa de óxido conductor transparente (TCO, por sus siglas en inglés) depositada sobre el silicio amorfo dopado, lo que impide el contacto directo entre los contactos y el silicio y se traduce en una reducción de las pérdidas óhmicas que se observan en las células convencionales.

Dado que las capas de TCO son conductoras, existe una menor necesidad de aplicar las cantidades considerables de pasta de plata de las células convencionales, lo que deja libre una mayor superficie de la célula HJT para aumentar la captación de luz.

## Líder en coeficiente de temperatura

Gracias al uso de las células HJT, los parámetros térmicos del REC Alpha mejoran considerablemente. La serie REC Alpha es líder del mercado en el coeficiente de temperatura –un valor que indica la pérdida porcentual de potencia por cada aumento de temperatura de 1 °C por encima de los 25 °C– y ofrece un rendimiento de alta eficiencia continuado incluso a temperaturas de funcionamiento mayores.

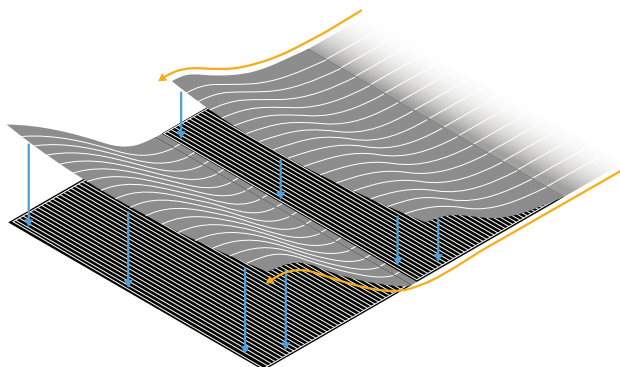
Fig. 4: Parámetros térmicos de los paneles convencionales comparados con los paneles REC Alpha

Parámetros térmicos de los paneles:	Convencional	Alpha
Coefficiente de temperatura para $P_{MPP}$ :	-0,37 %/°C	-0,26 %/°C
Coefficiente de temperatura $V_{oc}$ :	-0,31 %/°C	-0,24 %/°C
Coefficiente de temperatura $I_{sc}$ :	0,05 %/°C	0,04 %/°C

## ¿En qué consiste la tecnología avanzada de conexión de células de REC?

La serie REC Alpha utiliza una combinación de lámina e hilos desarrollada especialmente para crear los contactos entre la célula y la metalización. Se trata de un proceso mucho menos invasivo que la soldadura a alta temperatura empleada en las células convencionales, y protege la integridad de las células HJT para ofrecer una calidad superior a la vez que reduce en un 81 % el contenido total de plomo del panel.

Fig. 5: Conexión avanzada de baja temperatura para unir dos células de medio corte



Para crear la unión entre los hilos y la célula, los hilos se colocan primero en la lámina, antes de colocar la lámina en la célula (fig. 5). La lámina actúa como capa protectora extra contra las fugas y el estrés mecánico. A continuación, se calienta levemente la lámina para garantizar que se mantenga en posición durante las fases de fabricación posteriores. Cuando el panel llega a la laminación, la capa exterior de los alambres se derrite para formar una unión totalmente madura con la célula. El resultado es una mejor estética, ya que los hilos tienen una anchura de apenas 1/4 de la anchura de las cintas empleadas en las conexiones de las células convencionales.

## ¿Qué ventajas aporta la tecnología avanzada de conexión a baja temperatura de REC Alpha?

Una de las ventajas clave de la tecnología avanzada de conexión de células de la serie REC Alpha estriba en que el número de pasos del proceso de fabricación es mucho menor que el requerido para fabricar las células convencionales. Además, las células del Alpha requieren temperaturas relativamente bajas, de apenas ~200 °C, en comparación con las células convencionales, que requieren incluso 800 °C o más.

## Mayor calidad de construcción

En un panel convencional, es necesario soldar las cintas a las barras colectoras de las células a temperaturas muy elevadas, lo que crea un estrés térmico considerable entre los distintos materiales. La tecnología avanzada de conexión de células no requiere soldadura, por lo que no es necesario calentar las células hasta estos niveles elevados. La eliminación de la soldadura de las células da lugar a una célula con un número mucho menor de puntos débiles, lo que reduce considerablemente la probabilidad de aparición de puntos calientes y otros defectos; las menores temperaturas empleadas reducen tremendamente el riesgo de daños causados por la diferencia entre los coeficientes térmicos de los materiales, por ejemplo, entre la mezcla de soldadura de estaño/plomo y el silicio. Al no calentar la célula de esta forma invasiva, existe una probabilidad mucho menor de que se produzcan en la estructura de la célula los defectos que, de lo contrario, crearían resistencia interna y reducirían la potencia.

En términos prácticos, una célula convencional basada en la tecnología de medio corte con 5 cintas y solo 5 puntos de soldadura por cinta presenta 50 puntos de soldadura por célula y 6.000 puntos de soldadura por célula en total, lo que hace que las células sean más proclives a las microfisuras por la exposición regular al calor y la presión. Por contra, con las conexiones avanzadas de la célula REC Alpha, los hilos se aplican directamente a la superficie de la célula, por lo que no es necesario imprimir barras conductoras en la célula y se reduce la superficie ocupada de la célula. También elimina por completo el proceso de soldadura de las células: la célula tiene cero (0) puntos de soldadura, y el número total de puntos de soldadura del panel es de apenas 320.

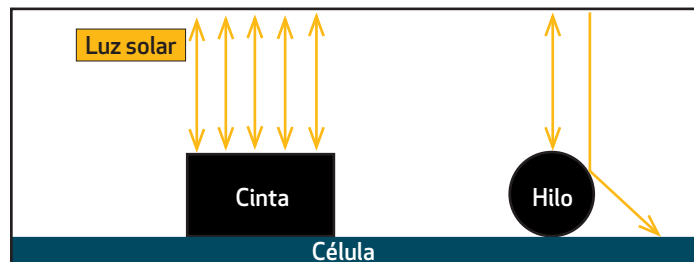
## Flujo de corriente mejorado y pérdida de potencia reducida

La tecnología avanzada de conexión a baja temperatura de REC también persigue la reducción de las pérdidas óhmicas (de resistencia) en el panel. Una menor pérdida significa una mayor potencia y mayores rendimientos energéticos. Los ensayos han demostrado que un aumento del número de hilos a 16 (a partir de cinco barras colectoras) proporciona el mejor equilibrio entre reducción de la resistencia interna y cobertura de la célula a la hora de conseguir la máxima potencia. El resultado es que el REC Alpha tiene más de 800 puntos de conexión de célula a hilo en cada célula, es decir, casi 100.000 conexiones en un panel completo. Con ello se reduce la distancia que debe recorrer la corriente y se aumenta enormemente el flujo de corriente (menos «congestión») para una pérdida de potencia reducida.

## Mayor eficiencia gracias a hilos redondos

Otra ventaja de usar hilos en lugar de las barras conductoras convencionales es que su forma redonda aumenta la reflexión de la luz solar hacia la célula (fig. 6). El resultado es que la célula es capaz de producir más energía, lo que aumenta su eficiencia.

Fig. 6: Ilustración de la mayor reflexión de la luz solar de los hilos redondos en comparación con las cintas



## ¿Cómo garantiza REC la calidad de las conexiones de las células?

El panel de la serie REC Alpha es fruto de un trabajo de desarrollo de más de dos años durante los cuales se han considerado exhaustivamente todos los aspectos del diseño y la variabilidad de la producción, así como su impacto en la fiabilidad del panel. Asimismo, los paneles de la serie REC Alpha son objeto de certificaciones externas, por ejemplo, IEC 61215/61730 y UL 61730, que contemplan ensayos acelerados en condiciones de humedad-congelación, ciclo

<sup>1</sup> Eric Schneller y otros, PV Magazine Webinar, 09.2019, Fewer microcracks thanks to HIT technology?, [www.pv-magazine.com/webinars/fewer-microcracks-thanks-to-hit-technology](http://www.pv-magazine.com/webinars/fewer-microcracks-thanks-to-hit-technology)

térmico y calor húmedo. No obstante, antes de la certificación, REC somete a sus paneles a rigurosa calificación interna hasta tres veces más exigente que los criterios de ensayo IEC, lo que garantiza que los paneles satisfacen nuestros estrictos estándares de calidad y ofrecen una vida útil larga y productiva.

### ¿Cómo mejora el REC Alpha la huella de carbono?

La reducción de la huella de carbono es, con frecuencia, un factor clave a la hora de invertir en energía solar. El uso de la tecnología avanzada de interconexión a baja temperatura para crear una conexión de células sin soldadura consume menos energía en su producción, además de ofrecer a los clientes una mayor densidad de potencia, es decir, más potencia con los paneles instalados en un espacio limitado. Significa que son capaces de generar aún más energía limpia desde el mismo momento de su instalación para reducir aún más su propia huella de carbono.

REC demuestra su compromiso con la sostenibilidad con la serie REC Alpha, que, gracias a la enorme reducción del contenido de plomo en el panel, también es sinónimo de una energía solar respetuosa con el medio ambiente. Gracias a que las conexiones avanzadas de las células del Alpha están 100 % libres de soldadura, el contenido de plomo del panel se reduce en un 81 % en comparación con los paneles estándar. El resultado es que el plomo apenas constituye ahora un 0,02 % del peso total, en comparación con el 0,13 % de los paneles convencionales. El Alpha es así mucho menos dañino para el medio ambiente, y más fácil de eliminar al final de su vida útil.



### ¿Qué ventajas aporta el nuevo diseño de marco de REC?

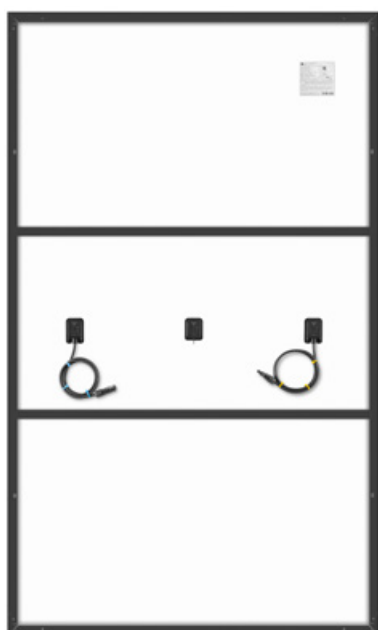
La serie REC Alpha ha superado ensayos de resistencia para cargas de nieve de 7.000 Pa y cargas de viento de hasta 4.000 Pa y presenta nuestro innovador diseño de marco 2S. Se trata de un marco de 30 mm con barras de soporte en la parte posterior para garantizar la estabilidad y durabilidad. El refuerzo proporcionado por las barras de soporte impide que la capa de cristal se doble cuando soporta cargas pesadas, lo que protege las células de cualquier flexión extrema. Gracias al menor riesgo de daños en la célula y de rotura del cristal o del propio marco, los paneles conservan su capacidad de suministrar una potencia elevada durante un período más prolongado, lo que aporta a los clientes un mayor rendimiento energético total a largo plazo.

### ¿Qué ventajas ofrece la caja de conexiones dividida?

La división de la caja de conexiones en partes más pequeñas reduce la necesidad de metalización, lo que reduce la resistencia del panel (fig. 7). También permite dividir el panel en dos «secciones gemelas de células» con 60 células de medio corte conectadas en paralelo que forman el icónico diseño de panel Twin de REC.

Con las tres cajas más pequeñas, se reduce la acumulación de calor en las células detrás de la caja de conexiones entre 15 y 20 °C en comparación con un panel estándar. Por tanto, las células son más frías, lo que reduce la resistencia y aumenta la eficiencia de absorción, la fiabilidad y la producción global.

Fig. 7: Vista posterior del panel REC Alpha con las barras de apoyo y la caja de conexiones dividida

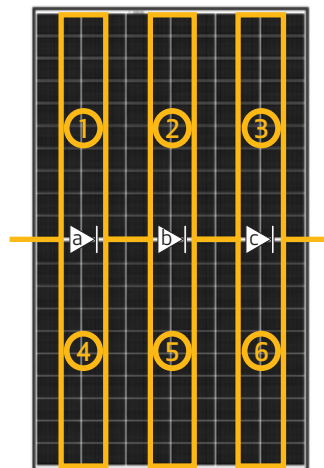


### Diseño Twin de REC en el Alpha

Cada mitad del panel consta de 60 células cortadas en mitades de igual tamaño para crear el icónico diseño de célula de medio corte de REC. Las células se conectan en serie formando tres filas de 20 células. Las dos mitades del panel se conectan a continuación en paralelo para crear un panel de seis filas con 120 células de medio corte.

Con esta disposición, el panel puede seguir produciendo energía, incluso cuando una parte está en sombra, es decir, que en lugar de que la sombra provoque la activación de un diodo de derivación y se omita una fila de células a lo largo de todo el panel con la consiguiente pérdida de capacidad, solo se omite la mitad del panel, lo que permite que al menos el 50 % siga contribuyendo a la producción global de energía.

Fig. 8: Panel de la serie REC Alpha con seis filas internas de células



Al cortar las células en dos partes iguales, se reduce a la mitad la corriente de cada célula. La pérdida de potencia de una célula es proporcional al cuadrado de la corriente ( $P_{\text{perd}} = R \times I^2$ , donde R es la resistencia e I es la corriente); en consecuencia, la pérdida de potencia de la serie REC Alpha se reduce en un factor de cuatro en comparación con las células de tamaño completo.

### Conclusión:

La serie REC Alpha lleva la potencia, eficiencia y fiabilidad de los paneles a niveles aún mayores. La combinación de silicio cristalino con silicio amorfo en una célula HJT le aporta excelentes propiedades de pasivación gracias a la diferencia en los huecos de banda. Además, la tecnología avanzada de conexión de células a baja temperatura ayuda a conseguir una eficiencia aún mayor gracias al mayor número de puntos de contacto, lo que incrementa el flujo de corriente y reduce las pérdidas óhmicas. Además, las conexiones de célula sin soldaduras se traducen en una menor cantidad de plomo en el panel, lo que reduce el impacto ambiental. El resultado es un panel que presenta una densidad de potencia muy superior en comparación con un panel convencional y convierte a la serie REC Alpha en un producto insuperable para los espacios limitados.

Sin embargo, el nivel de potencia inicial de un panel solar no es la única característica esencial: también es vital el rendimiento durante toda la vida útil. Aquí es donde destaca la serie REC Alpha. Con la eliminación de la soldadura de las células, existen menos puntos débiles causados por el estrés térmico, por lo que presentan un riesgo menor de microfisuras, puntos calientes y otros defectos. Por otro lado, su diseño de marco ultrarresistente le proporciona una mayor robustez y refuerza su protección en periodos prolongados.

Con nueva tecnología que le permite aumentar la generación de energía y garantiza décadas de producción, la serie REC Alpha está respaldada por una garantía líder del sector. Se garantiza una degradación máxima del 2 % el primer año y una degradación del 0,25 % en los años 2-25, lo que supone que se garantiza una capacidad final del 92 % tras 25 años y hace de este panel solar el ideal para una generación elevada de energía durante toda su vida en servicio.