

UN NUEVO MÓDULO DE LA CLASE 500 W OPTIMIZA AHORROS EN EL BOS PARA PLANTAS FOTOVOLTAICAS ULTRAGRANDES

EL PASADO 29 DE JUNIO LONGI PRESENTÓ SU NUEVO MÓDULO HI-MO5 PARA PLANTAS ULTRAGRANDES. EL HI-MO5 ESTÁ BASADO EN LAS CÉLULAS MONOCRISTALINAS M10 DOPADAS CON GALIO Y EMPLEA TECNOLOGÍA DE SOLDADURA INTELIGENTE. EL MÓDULO 72 C ALCANZA UNA POTENCIA DE 540 W, CON UNA EFICIENCIA SUPERIOR AL 21%. ESTÁ DEMOSTRADO QUE EL HI-MO5 ES EL MÓDULO CON EL MENOR LCOE PARA PLANTAS ULTRAGRANDES. CUANDO SE EMPLEA UN SISTEMA DE SEGUIMIENTO, EL HI-MO5 GENERA AHORROS EN EL COSTE DEL SEGUIDOR. ADEMÁS, CON INVERSORES *string*, EL HI-MO5 AUMENTA SIGNIFICATIVAMENTE EL RATIO DE CC A CA, DILUYENDO EL COSTE DE TODOS LOS EQUIPOS EN EL LADO DE CONTINUA Y OFRECIENDO MÁS VALOR A LOS INVERSORES. ESTE ARTÍCULO EXPLICA EL BUEN RENDIMIENTO DEL HI-MO5 DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL AHORRO DE COSTES DEL BOS Y LA LÓGICA SUBYACENTE.

Modelo de análisis científico del BOS

El cálculo se basa en la potencia de módulos bifaciales convencionales, comparando un módulo G1 de 410 W y un módulo G12 de 495 W con el Hi-MO 5. La Tabla 1 muestra que el Hi-MO 5 tiene ventajas obvias tanto en potencia como en eficiencia.

Tabla 1. | Table 1.

Tipo de módulo Module type	Potencia Power (W)	Eficiencia Efficiency (%)	Tamaño de célula Wafer size (mm)	Nº de células No. of wafers	Diseño del módulo Module design
Hi-MO 5	535	20.9	182	72	Medias células, 2 strings conectados en paralelo <i>Half-cut cells, 2-string parallel connection</i>
G1	410	20.0	158.75	72	Medias células, 2 strings conectados en paralelo <i>Half-cut cells, 2-string parallel connection</i>
G12	495	20.5	210	50	Células cortadas en tres, 2 strings conectados en paralelo <i>Triple-cut cells, 2-string parallel connection</i>

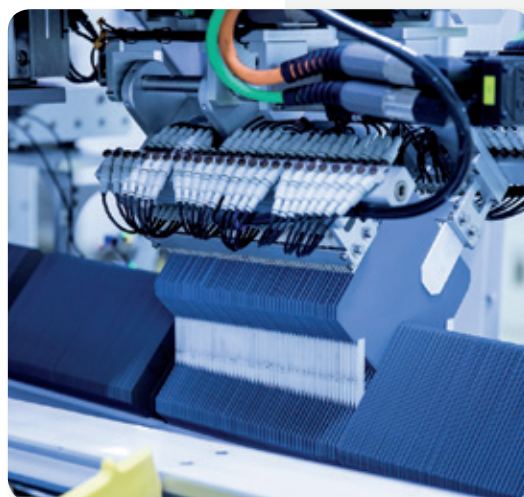
Las condiciones ambientales estándar se establecen como sigue: terreno plano, temperatura mínima -13 °C, temperatura máxima 40 °C, presión básica del viento 0,4 kN/m², presión básica de la nieve 0,5 kN/m², ángulo de inclinación de 20°.

En la selección del equipamiento se utiliza: un inversor central (1,500 V) de 3,125 MW, con un ratio CC a CA de 1,1 (la potencia de la matriz es de 3,44 MW), se elige una *combiner box* de 24 a 1, se utiliza un sistema de soporte fijo con montaje en vertical (no se utiliza el montaje de 4 filas en horizontal).

Profundizando en el factor clave: la potencia de cada cadena

En la etapa de desarrollo del Hi-MO 4, LONGI descubrió que la potencia de una cadena es el factor clave para determinar el BOS del sistema. Por tanto, con la premisa de la viabilidad del producto, la prioridad fue aumentar la corriente del módulo sin cambiar su tensión, evitando la influencia en el número de cadenas de módulos.

Con un sistema de 1,500 V y una temperatura extremadamente baja,



NEW 500 W RANGE MODULE SERIES OPTIMISES BOS SAVINGS FOR ULTRA-LARGE PV PLANTS

LAST 29 JUNE, LONGI LAUNCHED ITS NEW HI-MO 5 MODULE FOR ULTRA-LARGE POWER PLANTS. HI-MO 5 IS BASED ON M10 GALLIUM-DOPED MONOCRYSTALLINE WAFERS AND USES SMART SOLDERING TECHNOLOGY. THE 72C MODULE POWER REACHES 540 W, WITH AN EFFICIENCY OF MORE THAN 21%. THE HI-MO 5 HAS BEEN PROVEN TO BE THE PRODUCT WITH THE LOWEST LCOE FOR ULTRA-LARGE POWER PLANTS. WHEN USING A TRACKER SYSTEM, THE HI-MO 5 WILL SAVE MORE IN TRACKER COSTS. ADDITIONALLY, WHEN USING A STRING INVERTER, THE HI-MO 5 CAN SIGNIFICANTLY INCREASE THE DC TO AC RATIO, THUS DILUTING THE COST OF ALL THE EQUIPMENT ON THE AC SIDE AND BRINGING MORE VALUE TO INVESTORS. THIS ARTICLE EXPLAINS HOW HI-MO 5 PERFORMS SO WELL ON THE BOS COST SAVING SIDE AND ITS UNDERLYING LOGIC.

Scientific BOS analysis model

The calculation is based on the mainstream power of bifacial modules, with a 410 W G1 module and a 495 W G12 module compared with the Hi-MO 5. Table 1 shows that Hi-MO 5 offers obvious advantages in both power and efficiency.

The standard ambient conditions are set as follows: flat terrain, extreme low temperature of -13°C, high temperature of 40°C, basic wind pressure of 0.4 kN/m², basic snow pressure of 0.5 kN/m² with a tilt angle of 20°.

For the equipment selection, a 3,125 MW centralised inverter (1,500 V) is used, with the DC to AC ratio of about 1.1 (the array capacity is 3.44 MW); a 24:1 combiner box; a fixed bracket with portrait mounting type (to ensure fair calculations, a 4-row mounting in a horizontal configuration is not used).

Identifying a key factor: single string power

During the development stage of Hi-MO 4, LONGI realised that single string power is the key factor for determining system BOS. Thus, based on the premise of product feasibility, the priority was to increase the module current without changing its voltage, thereby avoiding any impact on the number of module strings. Based on a system voltage of 1,500 V and the extreme low temperature, the number of strings can be determined.

Tabla 2. | Table 2.

Tipo de módulo Module type	Hi-MO 5	G1	G12
Potencia del módulo Module power (W)	535	410	495
V_{oc} (V)	49.4	50.0	51.3
I_{sc} (A)	12.9	9.6	11.5
Número de strings No. of strings	28	28	27
Potencia por string Single string power (kW)	14.98	11.48	13.365
Mejora de potencia del Hi-MO 5 Power advantage of Hi-MO 5	Base Baseline	30.5%	12.1%

se puede determinar el número de cadenas. En comparación con el módulo G1, el Hi-MO 5 mantiene el mismo número de cadenas. Sin embargo, el número de cadenas individuales para un módulo G12 se reducirá en una unidad. Por lo tanto, la potencia por cadena del Hi-MO 5 será un 30,5% mayor que la del módulo G1 y un 12,1% mayor que para el módulo G12 (ver Tabla 2).

Ahorro de costes en soportes

Para soportes de dos filas en horizontal, uno puede soportar dos cadenas de módulos. Cuanto mayor es la potencia de la cadena, mayor es la potencia de los módulos en el soporte. El soporte puede soportar más módulos extendiendo el rail, en este caso el incremento en el consumo de acero es menor que el incremento de potencia de cada cadena, por tanto se puede reducir el coste por vatio del soporte.

De acuerdo con el peso del módulo y la presión de la nieve y el viento, se puede calcular el consumo de soportes. Para la misma matriz de 3,44 MW, el consumo total de acero para soportes del Hi-MO5 es un 9,9% inferior al del módulo G1 y un 2,5% inferior al del módulo G12, lo que conlleva un ahorro de costes similar en soportes: el coste de los soportes para el Hi-MO5 es 0,37 cent\$/W menor que para el módulo G1 y 0,08 cent\$/W menor respecto al G12 (ver Tabla 3).

Tabla 3. | Table 3.

Tipo de módulo Module type	Hi-MO 5	G1	G12
Disposición de módulos en soporte simple Arrangement of modules on a single bracket	2 x 28	2 x 28	2 x 27
Consumo de acero por soporte simple Single bracket steel consumption (t)	0.825	0.703	0.754
Número de soportes por matriz No. of brackets per array	115	150	129
Consumo total de acero Total steel consumption (t)	94,899	105,377	97,317
Porcentaje de ahorro en el consumo de acero Saving in steel consumption	Base Baseline	9.9%	2.5%
Coste del soporte Bracket cost (\$/W)	0.033	0.037	0.034
Ahorro de costes por soporte de Hi-MO 5 (cent\$/W) Hi-MO 5 bracket cost savings (US Cents/W)	Base Baseline	0.37	0.08

Tabla 4. | Table 4.

Tipo de módulo Module type	Hi-MO 5	G1	G12
Número de cimentaciones pilote No. of pile foundations	9	8	9
Espacio entre cimentaciones pilote (m) Space between pile foundations (m)	3.9	4.0	3.7
Número total de cimentaciones pilote de la matriz Total no. of array pile foundations	1,035	1,200	1,161
Coste de cimataciones pilote Cost of pile foundations (\$/W)	0.022	0.026	0.025
Porcentaje de ahorro por cimentación pilote del Hi-MO 5 Hi-MO 5 cost saving ratio per pile foundation	Base Baseline	13.8%	10.8%
Ahorro de costes por cimentación pilote del Hi-MO 5 Hi-MO 5 cost saving per pile foundation (\$ cents/W)	Base Baseline	0.35	0.27

Compared with a G1 module, Hi-MO 5 maintains the same number of strings. However, the number of single strings for a G12 module reduces by one. This means that the string power of Hi-MO 5 will be 30.5% higher than a G1 module and 12.1% higher than a G12 module (Table 2).

Savings on bracket costs

For two rows of brackets in a horizontal configuration, one bracket can support two strings of modules. The higher the single string power, the higher the module power on the bracket. The bracket can support a higher module power by extending the rail. In this case, the increased steel consumption is less than the increase of the single string power, thus the bracket cost per watt is reduced.

Depending on the module weight and the ambient snow and wind pressure, the bracket consumption can be calculated. For the same 3.44 MW array, the total steel consumption of the brackets for Hi-MO 5 is 9.9% lower than for a G1 module and 2.5% less compared to a G12 module. This also results in the same level of cost saving for the brackets themselves: the bracket cost for the Hi-MO 5 is 0.37 US cents/W less compared to the G1 module and 0.08 US cents/W less than the G12 (Table 3).

Savings on pile foundation costs

Depending on the mechanical load and ambient conditions, the steel consumption of the brackets and number of pile foundations required can be determined. In this design scenario, the number of pile foundations for an Hi-MO 5 is one more than that for a G12 however, as there are fewer brackets overall, the total number of array pile foundation is also reduced. The cost of Hi-MO 5 is 0.35 US cents/W lower compared to the G1 and 0.27 US cents/W less than the G12 (Table 4).

Savings on land costs

The PV array can be formed by arranging the brackets according to the array space available, thus calculating the area of the array. Firstly, the efficiency improvement of the Hi-MO 5 reduces the total surface area of the module and array gap. Secondly, an increase in single string power will reduce the number of brackets and the bracket gap area. Table 5 shows that the land cost of the Hi-MO 5 is 4.6% less than that of a G1 module and 2.1% less than that of a G12. The detailed cost savings will depend on the fees for land occupation, rent and usage. In this case, an annual rent of US\$35/m² is used for the calculation.

Savings on cable and combiner box costs

The combiner box is used to join 24 string modules together. By increasing the single string power, fewer combiner boxes are required. The PV cable is used to connect each string to the combiner box, with a DC cable for connecting the combiner box and inverter. Due to the decrease in module strings, combiner boxes and array area,

Ahorro de costes en cimentaciones pilote

De acuerdo con la carga mecánica y las condiciones ambientales, se puede determinar el consumo de acero en soportes y el número de cimentaciones pilote. En este escenario de diseño, el número de cimentaciones pilote para el Hi-MO5 es una más que para el G12, pero si se reduce el número total de soportes también se reducirá el de cimentaciones pilote. El coste del Hi-MO5 es 0,35 cent\$/W menos que el del módulo G1 y 0,27 cent\$/W menos que el del G12 (ver Tabla 4).

Ahorro de costes en terreno

La matriz fotovoltaica se puede formar disponiendo los soportes de acuerdo con el espacio disponible para la matriz, calculando así el área disponible para la matriz. Por un lado, la mejora de eficiencia del Hi-MO 5 reduce el área de cobertura total del módulo y la brecha de la matriz. Por otro, el aumento de la potencia de la cadena reducirá el número de soportes y el área de separación entre ellos. Se puede ver en la Tabla 5 que el coste del terreno para el Hi-MO 5 es un 4,6% inferior que el del módulo G1 y un 2,1% menor que el del G12. Los ahorros de costes detallados dependerán de las tarifas por ocupación, alquiler y uso de la tierra. En este caso, para el cálculo se utiliza una tarifa de alquiler anual de 35 dólares por m².

Ahorro en costos de cableado y combiner boxes

La *combiner box* se usa para unir 24 módulos, el aumento de la potencia de cada cadena reduce el número de *combiner boxes*. El cable se usa para conectar cada cadena a la *combiner box*, utilizándose un cable de continua para conectar la *combiner box* y el inversor. Debido a la disminución de las cadenas de módulos, de *combiner boxes* y el área de la matriz, el consumo de cable y los costes de instalación del Hi-MO 5 se reducirán significativamente. En este caso, el coste de un Hi-MO 5 es 0,476 cent\$/W menor que el del módulo G1 y 0,115 cent\$/W menos que el del G12 (ver Tabla 6).

Ahorro en costes de instalación manual

Con la misma capacidad de matriz, la cantidad de módulos y el peso de los soportes se reducirán al elegir el módulo Hi-MO 5. Basado en un coste de instalación de 2,1 \$/módulo y de 211,3 \$/t para la instalación de los soportes, el coste total de instalación del Hi-MO 5 es 0,186 cent\$/W menor que para el módulo G1 y 0,046 cent\$/W inferior que el coste del G12 (ver Tabla 7). Teniendo en cuenta todos estos factores (soportes, cimentaciones pilote, cables, *combiner boxes*, instalación y coste del terreno), el BOS de un Hi-MO 5 es 1,44 cent\$/W más barato que el de un módulo G1 y 0,535 cent\$/W menor que el de un G12.

Tabla 5. | Table 5.

Tipo de módulo Module type	Hi-MO 5	G1	G12
Longitud de la matriz Array length (m)	8,34	7,54	8,09
Área de la matriz Array area (m ²)	47,03	49,32	48,04
Porcentaje de ahorro de costes de terreno del Hi-MO 5 Hi-MO 5 cost saving ratio for land	Base Baseline	4,6%	2,1%
Coste del terreno (cálculo basado en 25 años, cuota de arrendamiento anual de 35 \$/m ²) Land cost (\$/W) (calculation based on 25 years, annual rent of US\$35/m ²)	0,012	0,0126	0,0123
Ahorro de costes en terreno del Hi-MO 5 Hi-MO 5 cost saving for land (\$ Cents/W)	Base Baseline	0,06	0,025

Tabla 6. | Table 6.

Tipo de módulo Module type	Hi-MO 5	G1	G12
Número de <i>combiner boxes</i> No. of <i>combiner boxes</i>	10	13	11
Coste de las <i>combiner boxes</i> <i>Combiner box cost</i> (\$/W)	0,0021	0,0027	0,0024
Cableado fotovoltaico PV cabling (m)	23,226	27,599	24,893
Coste del cableado fotovoltaico (incluyendo instalación) PV cabling cost (including installation) (\$/W)	0,0059	0,007	0,0063
Cables de CC DC cables (m)	1,480	2,118	1,574
Coste de los cables de CC (incluyendo instalación) DC cable cost (including installation) (\$/W)	0,007	0,01	0,0074
Coste de las <i>combiner boxes</i> y los cables Cost of <i>combiner boxes</i> and cables (\$/W)	0,015	0,020	0,016
Ahorro de costes en <i>combiner boxes</i> y cables del Hi-MO 5 Hi-MO 5 cost saving in <i>combiner boxes</i> and cables (\$ Cents/W)	Base Baseline	0,476	0,116
Porcentaje de ahorro de costes en <i>combiner boxes</i> y cables del Hi-MO 5 Hi-MO 5 cost saving for <i>combiner boxes</i> and cables	Base Baseline	24,2%	7,2%

cable consumption and installation costs for the Hi-MO 5 are significantly reduced. In this example, the cost of a Hi-MO 5 is 0.476 US cents/W less than the G1 and 0.115 US cents/W less than the G12 (Table 6).

Saving on manual installation costs

With the same array capacity, by choosing Hi-MO 5, the number of modules and bracket weight is reduced. Based on 2.1 US\$/unit for the module installation and 211.3 US\$/ton for the bracket installation, the total installation cost for the Hi-MO 5 is 0.186 US cents/W less compared to the G1 and 0.046 US cents/W less than the G12 (Table 7).

Taking all these factors into account (brackets, pile foundations, cabling, *combiner boxes*, installation and land cost), the BOS of an Hi-MO 5 is 1.44 US cents/W lower than that of a G1 module and 0.535 US cents/W lower compared to a G12.

Tabla 7. | Table 7.

Tipo de módulo Module type	Hi-MO 5	G1	G12
Número de módulos No. of modules	6,440	8,400	6,966
Instalación de los módulos (2,1 \$/pieza para la instalación de módulos) Module installation (\$/W) (2,1 \$/unit for module installation)	0,004	0,005	0,0043
Consumo de acero para soportes Steel consumption for brackets (t)	94,899	105,377	97,317
Instalación de soportes (211,3 \$/pieza por instalación de soportes) Bracket installation (\$/W) (211,3 \$/unit for bracket installation)	0,0058	0,0065	0,006
Coste total de instalación de módulos y soportes Total module and bracket installation cost (\$/W)	0,0097	0,0116	0,0102
Ahorro de costes de instalación del Hi-MO 5 Hi-MO 5 installation cost saving (\$ cents/W)	Base Baseline	0,186	0,0465
Porcentaje de ahorro de costes de instalación del Hi-MO 5 Hi-MO 5 installation cost saving ratio	Base Baseline	16,0%	4,5%