

COMIENZA LA OPERACIÓN COMERCIAL DE KHI SOLAR ONE, PRIMERA PLANTA SOLAR DE TORRE EN ÁFRICA

EL PASADO 5 DE FEBRERO ABENGOA, DABA COMIENZO A LA OPERACIÓN COMERCIAL DE KHI SOLAR ONE, LA PRIMERA PLANTA TERMOSOLAR DE TECNOLOGÍA DE TORRE EN OPERACIÓN EN ÁFRICA, ADEMÁS KHI SOLAR ONE (50 MW) ES LA TERCERA PLANTA COMERCIAL DE TECNOLOGÍA DE TORRE DE ABENGOA, Y LA PRIMERA FUERA DE ESPAÑA. LA PLANTA DE TORRE DE VAPOR SOBRECALENTADO OCUPA UN UN ÁREA DE 600 HECTÁREAS, CERCA DE UPINGTON, EN LA PROVINCIA DE NORTHERN CAPE. ESTE PROYECTO ES PARTE DEL PLAN DEL GOBIERNO DE SUDÁFRICA PARA CUMPLIR EL OBJETIVO DE OBTENER HASTA 17.800 MW DE ENERGÍAS RENOVABLES PARA 2030 Y REDUCIR SU DEPENDENCIA DEL PETRÓLEO Y DEL GAS NATURAL.

Este proyecto, una iniciativa público-privada, fue adjudicado por el Departamento de Energía de Sudáfrica y suministrará electricidad limpia y fiable a Eskom, la compañía eléctrica de Sudáfrica, en virtud de un acuerdo de compra de energía con una duración de 20 años. Abengoa, que ha construido la planta y se encarga de su operación y mantenimiento, posee el 51% del proyecto, Industrial Development Corporation (IDC), una de las instituciones de desarrollo financiero más grande de Sudáfrica, es propietaria de un 29% del proyecto y Khi Community Trust controla el 20% restante.

Khi Solar One es una planta de tecnología termosolar de torre de vapor sobrecalentado, la primera con estas características, con una capacidad instalada de 50 MW, lo que permite abastecer de energía limpia aproximadamente a 45.000 hogares sudafricanos. La planta cuenta con un sistema de almacenamiento que permite producir a la máxima potencia durante aproximadamente dos horas sin sol, lo que supone un aporte de estabilidad clave a la producción eléctrica en la región.

Khi Solar One tiene un campo solar de 576.800 m² formado por más de 4.000 heliostatos, con un área de apertura de 140 m², e incorpora mejoras significativas como el hecho de emplear un ciclo de vapor sobrecalentado, con el que la planta puede alcanzar una temperatura de funcionamiento máxima de 530 °C. Esta temperatura permite un incremento de la eficiencia en el ciclo de vapor, como ejemplo, el ciclo de Khi Solar One alcanza una eficiencia de ciclo un 30% superior a PS20.

En esta tecnología de generación directa de vapor, el vapor es sobrecalentado a alta presión (120 barA, 530 °C) y se puede utilizar directamente en las turbinas de alto rendimiento. El receptor solar térmico, fabricado por CMI, también produce vapor saturado. Alma-

KHI SOLAR ONE, THE FIRST SOLAR TOWER PLANT IN AFRICA, STARTS COMMERCIAL OPERATION

ON 5 FEBRUARY, ABENGOA BEGAN THE COMMERCIAL OPERATION OF KHI SOLAR ONE, THE FIRST SOLAR THERMAL TOWER TECHNOLOGY PLANT IN OPERATION IN AFRICA. KHI SOLAR ONE (50 MW) IS FURTHERMORE ABENGOA'S THIRD COMMERCIAL SOLAR TOWER AND ITS FIRST OUTSIDE SPAIN. THE TOWER IS LOCATED ON A 600 HECTARE SITE CLOSE TO UPINGTON, IN THE NORTHERN CAPE PROVINCE. THIS PROJECT WILL CONTRIBUTE TO SOUTH AFRICA'S GOALS OF INTRODUCING UP TO 17,800 MW OF RENEWABLE ENERGY BY 2030 AND REDUCING ITS DEPENDENCE ON OIL AND NATURAL GAS.

This project is a public-private partnership awarded by the Department of Energy of South Africa and will supply clean and reliable electricity to Eskom, South Africa's power utility, under a 20-year power purchase agreement. Abengoa, which has built and now operates and maintains the plant, owns 51% of the project; the Industrial Development Corporation (IDC), one of South Africa's largest development finance institutions, holds 29%; and Khi Community Trust controls the remaining 20%.

Khi Solar One is a solar thermal super-heated tower technology plant, the first of its kind, with an installed capacity of 50 MW, capable of supplying 45,000 South African households with clean energy. The plant incorporates a storage system that enables production at maximum capacity for two hours without sun, thus bringing stability to electric production in the region.

Khi Solar One has a 576,800 m² solar field made up of more than 4,000 heliostats, with an aperture area of 140 m². It incorporates significant improvements such as the use of a superheated steam cycle that allows the plant to reach a maximum operating temperature of 530°C. This temperature is able to increase efficiency in the steam cycle, for example, the Khi Solar One cycle achieves a 30% higher cycle efficiency than PS20.

In this direct steam generation technology, the steam is superheated to high pressure (120 bars, 530°C) and can be used directly in high performance turbines. The solar thermal receiver manufactured by CMI also produces saturated steam. Stored at 130 bars in accumulators located in the plant, this saturated steam can be conditioned on demand at a lower pressure in order to produce electricity, even at night.

Khi Solar One is frugal when it comes to water use, thanks to a unique dry cooling system installed by SPX Corporation. According to its developer, the system is the world's first large-scale natural draft condenser, using towers to distribute air across fin blades in order to dissipate heat, instead of employing fans as is usually the case in air-cooled condensers. As this type of cooling tower operates without fans, the substantial amount of electric power otherwise required for large cooling tower systems is not needed. Natural draft condensers also offer a higher efficiency





cenado a 130 bar en los acumuladores situados en la planta, este vapor saturado puede estar acondicionado a demanda a una presión inferior, con el fin de producir electricidad, incluso por la noche.

Khi Solar One es austera en lo que al uso de agua se refiere, gracias a un innovador sistema de refrigeración seca instalado por SPX Corporation. El sistema, que de acuerdo con la empresa que lo ha desarrollado, es el primer proyecto de un condensador natural a gran escala del mundo, emplea torres para distribuir el aire a través de láminas estabilizadoras a fin de disipar el calor, en vez de emplear ventiladores como ocurre normalmente en los condensadores enfriados por aire.

Como este tipo de torre de enfriamiento funciona sin ventiladores, no es necesaria la cantidad significativa de energía eléctrica que hace falta en grandes sistemas de torre de enfriamiento. El proyecto de condensadores naturales también ofrece una eficiencia superior y menos costes iniciales en comparación con otras tecnologías naturales en seco que emplean enfriamiento indirecto. Abengoa calcula que la tecnología permite a Khi Solar One emplear un 80% menos de agua que una planta termosolar con enfriamiento húmedo.

Este proyecto ofrece numerosos beneficios medioambientales y socioeconómicos. Su operación previene la emisión de 183.000 t/año de CO₂, ofreciendo la energía necesaria para abastecer la creciente demanda eléctrica sudafricana de una forma sostenible. Asimismo, la planta ha fomentado el desarrollo socioeconómico local con la participación de un alto número de empresas locales, creando más de 600 puestos de trabajo durante su construcción, y 35 más durante la operación y mantenimiento de la planta. De igual forma, la inclusión de miembros de la comunidad local en el accionariado del proyecto, mediante Khi Community Trust, garantiza la continuidad en el tiempo de la generación de un impacto positivo.

También en Sudáfrica, Abengoa, IDC y KaXu Community Trust han completado el primer año de operación de la planta cilindroparabólica de 100 MW KaXu Solar One, la primera planta termosolar del país. Junto a esta planta, Abengoa, IDC, PIC y KaXu Community Trust desarrollan actualmente otra planta de colectores cilindro-parabólicos de 100 MW, Xina Solar One, en este caso con un sistema de almacenamiento que permite operar la planta durante cinco horas.

Del vapor a las sales fundidas en la tecnología termosolar

Las torres termosolares PS10 y PS20, situadas en Sanlúcar La Mayor (Sevilla, España), fueron las primeras plantas de este tipo en opera-

and lower initial costs compared to other dry natural draft technologies that utilise indirect cooling. Abengoa calculates the technology will allow Khi Solar One to use 80% less water than a wet-cooled CSP plant.

This project offers a myriad of socioeconomic and environmental benefits. Its operation prevents the emission of 183,000 tons of CO₂ annually, supplying enough energy to meet the growing demand for electricity in South Africa in a sustainable manner. Additionally, the plant fosters socioeconomic development locally through the participation of a high number of local companies, creating an average of 600 jobs during construction, and approximately 35 permanent, full-time jobs during plant operation. Likewise, the inclusion of local community members in the shareholding structure of the project via the Khi Community Trust, serves as guarantee for the long-term continuity of its positive impact.

In South Africa, Abengoa, IDC and Kaxu Community Trust have also completed the first year of operation of the parabolic trough plant Kaxu Solar One, the first solar thermal plant in the country. Along with Kaxu Solar One, Abengoa, IDC, KaXu Community Trust and PIC are currently developing another 100 MW parabolic trough plant, Xina Solar One, which incorporates a five-hour storage system.

From steam to molten salts in solar thermal tower technology

The PS10 and PS20 solar tower plants, located in Sanlúcar La Mayor (Seville, Spain) were the first of their kind in commercial operation in the world. They are still young facilities with an operation record of less than 10 years but tower technology has evolved quickly since then. A brief overview of the past, present and future evolution of this technology leads to the following classification:

*First generation:
Saturated steam towers*

PS10 and PS20 started commercial operation in 2007 and 2009, respectively, not only becoming the first in the world but also the starting point for the operation of this technology. These first generation STE towers use saturated steam technology. In this technology, water is pumped from the base of the tower to the upper part, where it is converted

ción comercial del mundo. Aunque se trata de instalaciones jóvenes, con menos de diez años de vida, la tecnología de torre ha evolucionado a pasos agigantados desde entonces. Si hacemos un breve repaso a la trayectoria pasada, presente y futura de esta tecnología, encontramos una clara evolución que permite hacer la siguiente clasificación:

Primera generación: torres de vapor saturado

PS10 y PS20 comenzaron su operación comercial en 2007 y 2009, respectivamente, convirtiéndose no solo en las primeras del mundo, sino también en el pistoletazo de salida de la operación de esta tecnología. Las denominadas torres de primera generación emplean tecnología de vapor saturado, es decir, un grupo de bombeo impulsa agua desde la base de la torre hasta la parte superior de la misma, donde es convertido en vapor saturado gracias al aporte térmico en los tubos del receptor. Este vapor alcanza una temperatura de 250 °C y 40 bares de presión, que a su retorno de la torre alimenta una turbina para generar electricidad. El tamaño de estas primeras torres es de 115 y 165 m en PS10 y PS20 respectivamente, con un campo solar de 625 y 1.255 heliostatos.

Segunda generación: torres de vapor sobrecalentado

En la tecnología de vapor sobrecalentado, se utiliza un segundo receptor cuya función es la de tomar el vapor saturado producido por el primero para calentarlo aún más y alcanzar mayores temperaturas. El vapor vivo, como se llama al vapor que alimenta a la turbina, alcanza 530 °C de temperatura y 120 bares de presión, lo que supone un incremento en la eficiencia del ciclo de potencia.

Actualmente, Abengoa opera en Sudáfrica la primera torre comercial del mundo con esta tecnología, Khi Solar One. En dicha planta, existen dos receptores (este y oeste) que generan vapor saturado (evaporadores), mientras que el receptor sur sobrecalienta (sobrecalentador) éste hasta las condiciones necesarias para alimentar a la turbina. Por otra parte, Khi Solar One cuenta con un sistema de almacenamiento de vapor saturado procedente de los evaporadores. Dicho sistema de almacenamiento está formado por 19 tanques capaces de alimentar la turbina y producir electricidad en ausencia de sol.

Tercera generación: torres de sales fundidas

Estas torres usan un novedoso receptor que, en lugar de calentar agua directamente, utiliza un fluido caloportador con unas determinadas propiedades, las sales fundidas. Éstas se almacenan en tanques para estar disponibles en los momentos de demanda de energía eléctrica. El calor de las sales es el que genera el vapor necesario para mover la turbina, a 565 °C de temperatura y 130 bares de presión. El almacenamiento térmico de estas planta aporta una alta gestionabilidad, gran ventaja frente a otras plantas de energía de origen renovable.

Este es el caso de Atacama 1, la primera torre de Latinoamérica, que Abengoa está construyendo en Chile y que tendrá 17,5 horas de almacenamiento.

En tan solo ocho años, Abengoa ha sido capaz de multiplicar por diez la capacidad de sus torres, desde los 11 MW de PS10 hasta los 110 MW de Atacama-1. Actualmente, Abengoa desarrolla proyectos pilotos con diferentes tipos de receptores y con diferentes fluidos como puede ser el CO₂.



into saturated steam thanks to the heat concentrated in the receiver. This steam can reach 250°C and 40 bars of pressure. On its way back from the tower, it is used to drive a turbine, generating electricity. These first two towers were 115m (PS10) and 165m (PS20) tall, with a solar field formed by 625 and 1,255 heliostats, respectively.

Second generation: super-heated steam towers

Super-heated steam technology

uses a second receiver, whose main function is to re-heat the steam produced by the first receiver, thus reaching higher temperatures. The live steam, which feeds the turbine, can reach a temperature of 530°C and 120 bars of pressure, increasing the efficiency of the power cycle.

In South Africa Abengoa is currently operating the first commercial tower in the world featuring this technology, Khi Solar One. This plant has two receivers (east and west) that generate saturated steam (evaporators), while the southern receiver re-heats (re-heater) the steam to reach the necessary conditions to drive the turbine. Khi Solar One also features a 19 tank thermal storage system that can store the saturated steam generated in the evaporators, feeding the turbine and generating electricity even when there is no sun.

Third generation: molten salts towers

Instead of heating water, these towers use a pioneering receiver that uses a heat transfer fluid with defined properties: molten salts. Hot salts are stored in tanks so that they are available when there is demand for electricity. The heat contained in the salts is used to generate the steam required to drive the turbine, at a temperature of 565°C and a pressure of 130 bars. Thermal storage provides these plants with a high level of dispatchability, a competitive advantage compared to other plants that use renewable sources.

One such example is Atacama 1, the first tower plant in Latin America that Abengoa is constructing in Chile with a storage system of up to 17,5 hours.

In just eight years, Abengoa has been able to multiply the output of its tower plants ten-fold, from the 11 MW produced by PS10 to the 110 MW Atacama 1. Abengoa is currently developing pilot projects with different types of receivers and new fluids such as CO₂.