

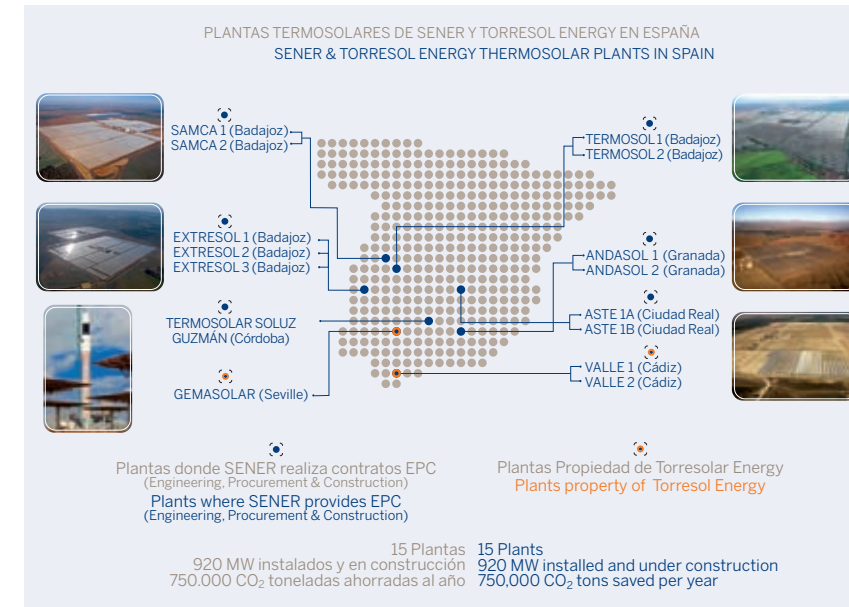
SENER, pionero en energía termosolar

SENER, pionner in solar thermal power

SENER es líder en energía termosolar, con plantas en operación y en construcción, así como con destacadas iniciativas dentro y fuera de España. SENER es promotora, inversora, constructora, especialista en proyectos llave en mano, y experta en desarrollos tecnológicos. En este sentido, SENER lleva a cabo sus propias soluciones innovadoras, adaptadas a las necesidades de cada cliente, como por ejemplo el sistema de colectores SENERtrough, el programa informático Sensol, que permite el dimensionamiento y optimización de plantas, heliostatos, accionamientos de heliostatos o la tecnología de almacenamiento en sales fundidas, entre otras tecnologías propias de vanguardia.

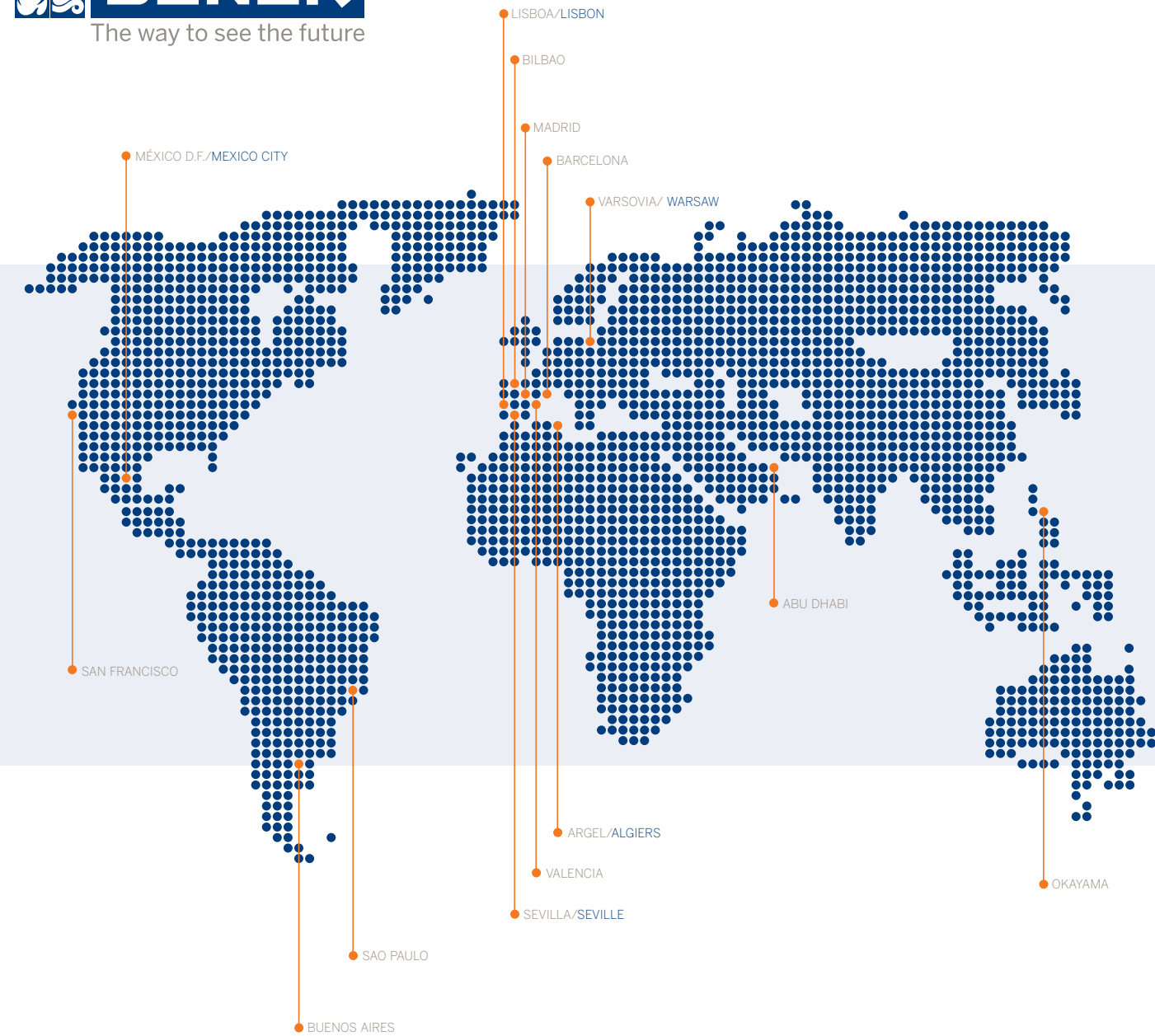
La capacidad de anticipación de SENER en este campo, así como su ambicioso programa de desarrollos tecnológicos desde siempre han estado dirigidos a solucionar los problemas de las plantas de energía termosolar a gran escala en dos sectores: los sistemas basados en espejos parabólicos (colectores cilíndrico-parabólicos) y en espejos planos (sistemas de torre central y heliostatos).

SENER is a world leader in solar thermal power that counts already either on plants that are currently operational or under construction, as well as remarkable initiatives in Spain and internationally. SENER is a development, investment company, expert in construction, being a specialist in turnkey projects, and expert in technological developments. In this sense, SENER develops its own innovating tailor-made solutions, such as the SENERtrough collector system, the Sensol computer program, which allows for the dimensioning and optimisation of



the plants, heliostats, heliostat axis drive mechanisms or the molten salt storage technology, amongst other pioneering technologies.

SENER's capacity for anticipation in this field, as well as its ambitious technological development programs have always been directed at solving the problems to be expected in this type of plants in large scale and aimed at covering real needs in two different technologies: parabolic mirrors (trough technology) or flat mirrors (central receiver tower and heliostat technology).



Energía Solar por Concentración

Concentrating Solar Power

Acerca de SENER

About SENER

SENER es un grupo de ingeniería y tecnología fundado en Bilbao en 1956. Con una facturación en torno a los 1.000 millones de euros y unos 5.000 profesionales, la compañía es reconocida por su innovación, compromiso con la calidad e independencia, así como por los proyectos de sus tres Áreas de negocio.

El Área de Ingeniería ofrece los servicios tecnológicos, de diseño y de construcción en los sectores de Aeroespacial, Civil y Arquitectura, Energía y Procesos y Naval. Cuenta con oficinas en Abu Dabi, Argel, Barcelona, Bilbao, Buenos Aires, Lisboa, Madrid, México DF, Okayama, San Francisco, Sao Paulo, Sevilla, Valencia y Varsovia, para así proporcionar las soluciones tecnológicas más eficientes en todo el mundo.

El Área de Energía y Medio Ambiente desarrolla nuevos procesos en el tratamiento de residuos, así como en la generación y uso eficientes de energía. Asimismo, en los últimos años, esta división ha centrado sus esfuerzos en las iniciativas de Energía Solar por Concentración.

Por último, el Área Aeroespacial dedicada principalmente a las turbinas de gas para propulsión aeronáutica.



Oficinas de SENER en Masdar City en Abu Dabi (Emiratos Árabes Unidos)
SENER offices in Masdar City in Abu Dhabi (United Arab Emirates)

SENER is an engineering and technology group founded in Bilbao (Spain) in 1956. With sales around €1,000 M and a workforce exceeding 5,000 professionals, the company is renowned for its innovations, commitment to quality and independence, as well as for the projects in its three major business Areas.

The Engineering Area develops technology, design and construction services for the sectors of Aerospace, Civil and Architecture, Power and Process and Marine. With offices in Abu Dhabi, Algiers, Barcelona, Bilbao, Buenos Aires, Lisbon, Madrid, Mexico City, Okayama, San Francisco, Sao Paulo, Seville, Valencia and Warsaw, SENER covers a wide range of engineering needs worldwide.

The Environmental and Power Area develops new processes for the treatment of wastes and the efficient generation and use of energy. Besides, over the last years, the main focus of this Division has been the Concentrating Solar Power (CSP) initiatives.

Finally, the Aerospace Area is mainly centred on gas turbines for aeronautical propulsion.

SENER, líder en innovaciones termosolares eficientes en coste

La tecnología de torre central, heliostatos y almacenamiento de sales fundidas

GEMASOLAR, perteneciente a Torresol Energy (participada al 60% por SENER y al 40% por Masdar), es pionera en el mundo en la aplicación comercial de la tecnología de torre central con receptor de sales fundidas.

Entre las ventajas de esta tecnología, tenemos que:

- El depósito de sales fundidas permite una autonomía de generación eléctrica de hasta 15 horas sin aporte solar.
- Un aumento notable de la eficiencia energética, al asegurar la producción eléctrica durante unas 6.600 horas al año, unas 2,5-3 veces más que otras energías renovables como la eólica o la fotovoltaica.
- Una vez operativa, la planta GEMASOLAR será capaz de generar electricidad equivalente al consumo de 25.000 hogares y de proporcionar un ahorro de emisiones de CO₂ de 30.000 toneladas al año.



Heliostatos en la planta Gemasolar
Heliostats at Gemasolar Plant

Isla de potencia de la planta Gemasolar
Gemasolar plant power block

La tecnología de receptor central de GEMASOLAR ha sido diseñada y construida por SENER en Almería con la colaboración del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

La planta de GEMASOLAR, de 19 MW, es la apuesta tecnológica más avanzada de Torresol Energy en energía solar. SENER y Torresol Energy son de las primeras compañías en el mundo en aplicar el sistema de almacenamiento de sales fundidas en plantas comerciales.

La tecnología de colectores cilíndrico-parabólicos de SENER

El sistema de colectores cilíndrico parabólicos SENERtrough, patentado por SENER, ha demostrado unas características mecánicas mucho mejores que las de otros modelos existentes.

Las principales aportaciones diferenciales de SENER en el sector cilíndrico-parabólico se refieren a:

- La incorporación de almacenamiento térmico mediante sales fundidas que permite generar energía durante cierto tiempo sin irradiación solar.
- La optimización del ciclo térmico de generación energética que consigue mejorar la eficiencia energética.
- La mejora en el diseño de los nuevos colectores, con un peso de acero y un número de horas de montaje sensiblemente inferiores a otros colectores similares. Hecho importante si tenemos en cuenta que una planta solar estándar de 50 MW con almacenamiento supone 90 km de colectores cilíndrico-parabólicos y unas 11.000 toneladas de peso.
- En resumen, innovaciones que aumentan la rentabilidad de las inversiones.



Colectores SENERtrough / SENERtrough collectors

Además, SENER promueve, invierte y construye otras plantas de 50 MW, como Valle 1 y Valle 2 propiedad de Torresol Energy, a las que se incorporan los últimos desarrollos tecnológicos aportados por SENER.

SENER tiene asimismo la capacidad de llevar a cabo contratos EPC o llave en mano, lo que implica una responsabilidad total sobre el proyecto.

SENER se encarga del desarrollo de toda la ingeniería necesaria de la planta, la compra de los equipos y materiales y la construcción del proyecto, conforme a un presupuesto fijo, y se responsabiliza, además, de que esté en funcionamiento en el tiempo previamente estipulado y de que la producción de energía eléctrica sea la establecida contractualmente.

SENER, leader in cost efficient solar thermal power innovation solutions

Central Tower Receiver, Heliostats and Molten Salts Storage Technology

GEMASOLAR, owned by Torresol Energy (60% subsidiary of SENER and 40% of Masdar), is a global pioneer in the commercial application of central tower technology with molten salts receiver.

The main advantages of this storage system are:

- The molten salts storage allows for an independent electricity generation without sun irradiation up to 15 hours.
- The outstanding improvement of the energy efficiency, since it ensures electricity production during 6,600 hours a year, 2.5 to 3 times more than other renewable energies such as wind or photovoltaic energy.
- Once operational, the GEMASOLAR plant will be capable of generating electricity equivalent to the consumption of 25,000 households and saving 30,000 tons/year of CO₂ emissions.

The GEMASOLAR receiver technology has been designed and built by SENER in Almería, in the south of Spain with the collaboration of CIEMAT (the Public Research Centre for Energy and Environment).



Sistema de almacenamiento de sales fundidas en la planta Gemasolar
Molten salts storage system at the Gemasolar Plant

GEMASOLAR, a 19 MW plant, is the Torresol Energy most advanced technological venture in solar energy. SENER and Torresol Energy are among the first companies in the world to apply this molten salts storage system in commercial plants.

SENERtrough Technology

The patented SENERtrough concept has shown much better mechanical characteristics than other existing designs.

The main technological contributions of SENER to the trough system are:

- The introduction of a molten salts heat storage system that allows to continue the power generation for a certain time when the sun does not shine.
- An optimized thermal cycle that improves the energy efficiency.
- An improved design for the trough, with substantially lower steel weight and assembly time than other similar collectors. This is an important fact since a typical 50 MW plant, with molten salts storage, incorporates 90 km of parabolic troughs with about 11,000 tons of steel.
- In brief, innovations which increase the economic competitiveness of the plant.

The SENER innovative solutions have been proved in the Andasol I and II solar plants, in Granada (Spain). The plants generate 50 MW each and, based in the innovative molten salts thermal storage system, are able to produce energy with an annual capacity factor above 40%, far beyond any existing solar plant.



Plantas Valle 1 y Valle 2 / Valle 1 and Valle 2 Plants

In addition, SENER is also the promoter, investor and constructor of other 50 MW plants, such as Valle 1 and Valle 2 owned by Torresol Energy, which will include all SENER's latest technology developments.

SENER's capabilities include "turnkey" EPC contracts, with full responsibility for all the necessary material, such as purchasing, construction and start-up, complying with the scheduled timeframe, meeting the electricity production guarantees and respecting the contractual fixed price.