

noticias



Energía solar por concentración OBJETIVO CUMPLIDO

Avance de las obras en la planta termosolar Gemasolar.



NAVAL

FORAN V70

Nueva generación de sistemas de CAD/CAM/CAE

TRIBUNA

Hashim Al Hashimi

Director de Transporte Terrestre del Departamento de Transporte (DoT) de Abu Dabi

TECNOLOGÍA

Sistemas ópticos

Alta precisión al servicio de la exploración planetaria



“Veo que las distancias se acortan”

La manera de ver el futuro puede ser trazando nuevos caminos. Caminos como la innovación, la apertura al mercado internacional o la integración con el medio ambiente, que son los que acostumbramos a transitar en el área de ingeniería civil y arquitectura de SENER. Infraestructuras ferroviarias, alta velocidad, metros y tranvías, carreteras y autopistas, aeropuertos, puertos, trabajos marítimos, hidráulica, medio ambiente, arquitectura y urbanismo. Desde estas áreas proyectamos las obras que contribuyen al bienestar de la sociedad.

La manera de ver el futuro. SENER Civil y Arquitectura



SENER

www.sener.es

COLABORAN EN ESTE NÚMERO:

Alvaro Amezaga
 Álvaro Relaño
 Augusto Siches
 Carlos Miravet
 César Quevedo
 Cristina Ginés
 Guillem Rafales
 Javier Llabrés
 Javier Navarro
 Jerónimo Angulo
 Jesús Cadenas
 Joaquín Botella
 Jordi Duatis
 José Antonio Galletero
 José Carlos Rodríguez
 José Manuel Cubela
 Luis Gabellieri
 María Fernanda Abad
 Miguel Méndez
 Néstor Matabuena
 Nuria Casals
 Óscar Julià
 Pablo Gaya
 Paul O'Grady
 Ricardo Casal
 Salvador Llorente
 Sergio Relloso
 Soledad Garrido
 Verónica Alonso y
 Yolanda Gutiérrez.

EDITA:

Comunicación de SENER.

REDACCIÓN:

Oihana Casas, Pilar García, Rosana Madroñal y Cristina Vidal.

DOCUMENTACIÓN

GRÁFICA:

Oihana Casas, Pilar García, Lourdes Olabarria y Dorleta Uraga.

DISEÑO Y

MAQUETACIÓN:

KAIKO Taller de diseño gráfico.

Depósito legal: BI-1804-00
 Imprenta Berekintza



En portada: avance de las obras en la planta termosolar Gemasolar, en septiembre 2010.

04 Reportaje

Energía solar por concentración, objetivo cumplido de SENER.

08 Entrevista

Miguel Domingo, director de Negocio Solar de SENER.

10 Tribuna

Hashim Al Hashimi, director de Transporte Terrestre de Abu Dabi.

11 Al día

Espacio
 Aeronáutica y Vehículos
 Defensa y Seguridad
 Nuevos Mercados
 Civil
 Arquitectura
 Energía y Procesos
 Naval
 Grupo

30 Corporativa

34 Tecnología

Sistemas ópticos: alta precisión al servicio de la exploración planetaria.

38 Breves



ARQUITECTURA:
 Aeropuerto del Café.

EN LA VANGUARDIA DE LA INNOVACIÓN

La energía solar por concentración, objetivo cumplido de SENER

SENER Grupo de Ingeniería se ha convertido en la empresa líder tanto por el **desarrollo de soluciones innovadoras** como por **número de proyectos en curso**.

En esta página: sistema de colectores SENERtrough, más ligero y sencillo de montar, desarrollado por SENER. **En la página siguiente:** obras de construcción de la planta Gemasolar, la primera planta del mundo con tecnología de torre y sales fundidas.

Los proyectos de ingeniería en energía solar por concentración (CSP), llevados a cabo con éxito por SENER Ingeniería y Sistemas, suman un total de 15 y supondrán cerca de 1 GWe de potencia instalada una vez haya finalizado su construcción. Entre ellos se encuentran las tres innovadoras centrales de Torresol Energy, una empresa constituida por SENER, en *joint venture* con Masdar, para promover grandes plantas CSP en todo el mundo, y con la que SENER puede explotar su propia tecnología.

Desde que arrancara su primer gran proyecto comercial, Andasol-1, a finales del año 2005, las principales innovaciones de SENER, que han hecho de sus

plantas las más eficientes, no sólo le han valido una importante cartera de contratos, sino que están siendo adoptadas por las principales empresas competidoras. Por ejemplo, el sistema de almacenamiento térmico en sales fundidas, que SENER instala en todas las plantas que desarrolla, sean de tecnología cilindro – parabólica o de tecnología de torre, ha revolucionado el mercado de la CSP y grandes empresas de la competencia empiezan a investigar para adoptar sistemas similares. El sistema de almacenamiento térmico permite a las plantas con tecnología de SENER seguir produciendo energía por la noche o con tiempo nublado, por lo que convierten una fuente renovable como la energía solar en energía gestionable, capaz de suministrar en función de la demanda, a diferencia de otras como la eólica, sin posibilidad de almacenamiento.

Recientemente, SENER se ha adjudicado el contrato para desarrollar la ingeniería y construcción del campo solar de tres nuevas plantas de CSP. Se trata de los proyectos ASTE 1 A y ASTE 1 B, ubicados en Ciudad Real, y Termosolar Soluz Guzmán, en Córdoba. Las tres plantas, con tecnología de colectores cilindro – parabólicos y una potencia de 50 MW cada una, podrían estar en marcha a finales de 2012. Con estos tres nuevos contratos, SENER cuenta con 15 plantas termosolares por toda la geografía española, cinco de ellas ya en operación, que supondrán cerca de 1 GWe de potencia instalada una vez haya finalizado su construcción, lo que la convierte en líder por número de proyectos. Dos de ellos, Andasol-1 y Gemasolar, han supuesto verdaderos hitos tecnológicos en el sector CSP.





En esta página: sistema de almacenamiento térmico optimizado en la Isla de Potencia de la planta La Florida, propiedad del grupo SAMCA, con tres intercambiadores sales-aceite.

En la página siguiente, arriba: heliostatos en la planta Gemasolar, propiedad de Torresol Energy, que está finalizando su construcción en Sevilla. **Abajo:** vista general de las plantas Valle 1 y Valle 2, también promovidas por Torresol Energy y construidas por SENER, al igual que Gemasolar, como contrato 'llave en mano'.

Una historia de I+D

Pocas empresas tienen en su haber una historia tan larga en investigación y desarrollo en tecnología CSP. SENER, una empresa de tecnología punta que hace de la innovación su seña de identidad y que tiene entre sus grandes alicientes afrontar nuevos retos tecnológicos, se vio pronto atraída por las posibilidades de desarrollo que ofrecía una nueva forma de energía, la energía solar por concentración, capaz de generar electricidad de alta potencia y, por tanto, de convertirse en una alternativa a las grandes centrales eléctricas tradicionales. Ya por los años 80 la empresa había empezado a desarrollar tecnología solar, como los primeros heliostatos, pero fue en 2001 cuando se involucró en el primer proyecto de planta CSP, Solar Tres, una planta experimental de diseño de torre central con heliostatos, junto con las empresas Ghersa, Boeing y Nexant; con el tiempo, SENER pasó a liderar el proyecto. Solar Tres permitió a la empresa estudiar con detenimiento las posibilidades reales que ofrecía el sector de la energía solar y llevar a cabo una inversión en I+D que daría lugar a los primeros desarrollos tecnológicos a gran escala en CSP.

En 2005, SENER ya había madurado suficientemente su investigación en ingeniería termosolar como para afrontar su primer proyecto comercial, la planta Andasol-1. Propiedad de ACS, desarrollada en UTE con Cobra. SENER llevó a cabo su ingeniería, construcción, puesta en marcha y seguimiento de la operación comercial. Se trataba de una planta con tecnología cilindro - parabólica, una tecnología que ya funcionaba con eficacia en plantas de EE UU y que tenía una buena aceptación en el mercado termosolar. SENER añadiría a esta planta un sistema de almacenamiento térmico en sales fundidas, que le permitiría extender su periodo de operación hasta 8 horas sin radiación solar. Conectada a la red a finales de 2008, supuso un hito mundial al ser la primera planta comercial con capacidad de almacenamiento. La satisfactoria experiencia de Andasol-1 dio a SENER la oportunidad de abordar otros proyectos similares, alcanzando los 15 en apenas seis años.

Gemasolar es también un hito mundial, pues se trata de la primera planta comercial con tecnología de torre central y campo de heliostatos que incorpora un sistema de almacenamiento térmico. Con una turbina de menos de 20 MW, su producción será similar a la de una planta de tecnología cilindro - parabólica de 50 MW sin almacenamiento térmico. En cifras

generales, Gemasolar suministrará energía limpia y segura a 25.000 hogares y reducirá en más de 30.000 toneladas al año las emisiones de CO₂. Los estudios de SENER confirman que esta tecnología será la más rentable, al presentar un diseño simplificado y ser al mismo tiempo capaz de generar electricidad con mayor eficiencia y con una capacidad de almacenamiento térmico superior al de la tecnología cilindro - parabólica. La inversión de SENER en esta planta, en la que también ostenta un 60% de la propiedad a través de Torresol Energy, ha sido notable. Pero, sin duda, dará sus frutos a medio plazo: cuando entre en operación, en 2011, Gemasolar será un referente mundial y un punto de partida dentro de la estrategia de reducción de costes en el sector de la energía termosolar; la operación comercial de esta planta demostrará la eficiencia de la tecnología de torre con receptor de sales fundidas y abrirá camino a otras plantas similares en el mundo, lo que permitirá una industrialización como la que ya existe en tecnología cilindro - parabólica.

El talento de un equipo experimentado

Este esfuerzo innovador es una de las claves de la posición de liderazgo de SENER, que se resumen en su competitividad. SENER ha desarrollado plantas pioneras desde los años 80, lo que le ha dado una ventaja tecnológica notable respecto a sus competidores. Además, esa capacidad de antelación le ha permitido formar expertos en el campo de la CSP: ingenieros de diferentes disciplinas que han vivido proyectos solares desde su concepción inicial hasta su puesta en marcha, encargados también de su seguimiento en operación, y que hoy en día continúan



NUEVAS RESPONSABILIDADES, NUEVOS MERCADOS.

Los avances de SENER no pasan desapercibidos a los clientes, que en estos seis años de proyectos han ido confiando cada vez más tareas a su equipo de ingeniería. Hoy en día, la empresa está presente en todas las fases de un proyecto, desde su diseño inicial a su puesta en marcha y mantenimiento. También ha crecido su expansión internacional, gracias al buen resultado

de sus proyectos en España. Así, en EE UU, donde cuenta con una oficina dedicada, principalmente, a la promoción de proyectos solares, está trabajando en dos proyectos CSP, y en Abu Dabi tiene en marcha el diseño de dos plantas de torre central con sistema de almacenamiento. Además, ha empezado a estudiar distintos proyectos CSP en países como la India, Sudáfrica, Australia, México... Porque desde sus inicios la voluntad de

SENER en el campo de la energía solar por concentración es liderar proyectos en todo el mundo: si bien SENER Ingeniería y Sistemas busca oportunidades más allá del mercado nacional, Torresol Energy lleva esta voluntad en su mismo espíritu fundacional y tiene como misión promover grandes plantas solares en todo el mundo, especialmente en el llamado 'cinturón solar': sur de Europa, norte de África, Oriente Medio y el suroeste de EE UU.



trabajando en SENER. Este equipo altamente cualificado es clave a la hora de identificar mejoras en los desarrollos de CSP, que la empresa ha ido aplicando en cada proyecto, en una progresión continua. Sus desarrollos alcanzan así programas informáticos para gestionar y operar las plantas solares, como su software SENSOL, que ha ido implementando nuevas aplicaciones en sucesivas versiones; su diseño de colectores, el sistema SENERtrough, que permite un notable ahorro de costes en montaje y mantenimiento; su sistema de almacenamiento de sales, que busca continuamente formas de aumentar su eficiencia – por ejemplo, SENER lleva a cabo en estos momentos la construcción de un prototipo que permite eliminar del circuito uno de los tanques, para dar paso a un sistema mono-tanque, que supondría un importante ahorro de costes –; y otras mejoras en la implantación de la isla de potencia, en el mantenimiento y la operación... el avance de los ingenieros es constante. En la tecnología de torre, aún con el primer proyecto comercial en construcción, SENER piensa ya en una segunda generación, dotada de un campo solar en una nueva composición y capaz de llevar a cabo una gestión de la planta más eficiente.

Con la vista puesta en el futuro, la empresa sigue destinando una importante partida, en horas de trabajo, a investigación y desarrollo. En este sentido, SENER aprovecha su carácter multidisciplinar, como empresa presente en los sectores de ingeniería Aeroespacial, de Energía y Procesos, de ingeniería Civil y Arquitectura y de ingeniería Naval, que le permite contar con expertos en todas las disciplinas y aplicar innovaciones de todos estos campos a la tecnología solar. Por su parte, la empresa Torresol Energy va a poner en marcha centros de investigación en cada una de sus plantas, que permitan ensayar prototipos a pie de planta. Además, es habitual la colaboración de ingenieros de SENER con centros tecnológicos como la Plataforma Solar de Almería, del CIEMAT (Ministerio de Industria), universidades, centros tecnológicos como la Corporación Tecnológica de Andalucía, el Centro Tecnológico Andaluz de Energías Renovables o instituciones como el Ente Vasco de la Energía (EVE), a través de proyectos innovadores.

El objetivo prioritario de todos los esfuerzos de

El esfuerzo innovador es una de las claves de la **posición de liderazgo de SENER**, que tiene ya 15 proyectos CSP en desarrollo



desarrollo e investigación tanto de SENER Ingeniería y Sistemas como de Torresol Energy es reducir significativamente los costes de generación de este tipo de electricidad, con el fin de convertirla en una alternativa a las energías tradicionales, económicamente competitiva y sostenible.

Ambas empresas responden así a la misma idea del grupo matriz, SENER Grupo de Ingeniería: aportar las soluciones tecnológicas más avanzadas en aquellos campos donde hay posibilidad de desarrollar innovaciones y donde el talento de SENER, que es la suma del talento de sus profesionales, puede contribuir a mejorar el conjunto de la sociedad. ■■

“En SENER hay una seguridad técnica que nos diferencia de la competencia”

Miguel Domingo

Director de Negocio Solar de SENER

Pregunta: ¿Cómo se embarca SENER en el mercado de la energía solar por concentración?

Miguel Domingo: SENER está presente en el mercado solar desde los 80, pero es sin duda el proyecto Andasol-I, a finales de 2005, el que le lleva a implicarse en un proyecto importante, a escala comercial, y pone en marcha un equipo de trabajo muy fuerte en energía termosolar. Con Andasol-I despegaba realmente la actividad termosolar de SENER. Sin embargo, el proyecto fundamental es Gemasolar, donde además el riesgo que asume SENER es mucho mayor, pues, a diferencia de Andasol-I, que es un proyecto desarrollado con Cobra en un porcentaje de 20 / 80 y en el que no tenemos parte en la propiedad, en Gemasolar ostentamos el 60% de la propiedad y lideramos el EPC.

P.: SENER desarrolla tanto tecnología de colectores cilindro – parabólicos como tecnología de torre central y campo de heliostatos, ¿se decantan por una de las dos?

M.D.: Son tecnologías complementarias. La tecnología de torre con receptor de sales fundidas tiene muchas ventajas con respecto a la cilindro - parabólica, pero no existen aún plantas comerciales funcionando. Cuando arrancó el primer proyecto comercial de SENER, Andasol-I, de tecnología cilindro – parabólica, ya existían en América plantas similares que llevaban 20 años en funcionamiento, mientras que en tecnología de torre sólo existían prototipos, plantas experimentales como Solar Two. Por este motivo, encontrar financiación para plantas de torre era mucho más difícil que para plantas de colectores. El hecho de que SENER esté haciendo tantas plantas de colectores es sobre todo un asunto de oportunidad, pues, al estar más madura, era el tipo de tecnología que demandaba el mercado y el que podía ser financiado con más facilidad por los bancos. Pero realmente la tecnología de torre central es más sencilla: tiene menos fluidos de trabajo, el campo solar es más simple y puede adaptarse mejor a la orografía del terreno, al estar compuesto por heliostatos independientes... Simplemente no ha tenido aún la oportunidad de implementarse masivamente.

Nosotros pensamos - y hemos llevado a cabo muchos análisis que así lo prueban - que la tecnología de torre con sales fundidas es superior a la cilindro – parabólica en bastantes casos. Lo que tenemos que

conseguir es que toda esa estandarización que ha habido en tecnología cilindro – parabólica se produzca también en tecnología de torre. Por eso la operación comercial de Gemasolar, en 2011, será un punto y aparte, porque con un proyecto aprendes mucho, industrializas mucho, y luego todo ese aprendizaje lo puedes aplicar en futuras plantas de tecnología de torre. Además, en las plantas cilindro - parabólicas, parte de la tecnología provenía de otras empresas (israelíes, alemanas...) y, sin embargo, en la planta de torre hemos podido controlar todos los costes del proyecto desarrollando nuestra propia tecnología. Esa es una diferencia importante.

P.: La principal diferencia tecnológica de las plantas solares que desarrolla SENER está en el sistema de almacenamiento, ¿por qué es tan importante?

M.D.: Las plantas con capacidad de almacenamiento pueden seguir operando cuando aparecen nubes y prolongar las horas del día en las que están produciendo electricidad, pues pueden hacerlo cuando no hay sol. Y lo que hay que tener en cuenta en una planta es la producción, la energía que al final puedes vender y cómo te adaptas a la curva de demanda. Gracias a su capacidad de almacenamiento, aunque tengamos una potencia menor de 20 MW, como por ejemplo es el caso de Gemasolar, producimos tanto como una planta cilindro - parabólica de 50 MW sin capacidad de almacenamiento y además damos mucha tranquilidad a Red Eléctrica.

Creo que en el futuro vamos a tener competencia en las tecnologías que nosotros ya hemos desarrollado y que con el tiempo se está demostrando que son las que demanda el mercado: la tecnología de colectores cilindro – parabólicos con sistema de almacenamiento, que ya es una realidad, y donde en SENER nos hemos diferenciado claramente de la competencia al poner en marcha el primer proyecto comercial, Andasol-I, y luego implementar esta tecnología en muchos más; y la tecnología de torre central con almacenamiento, que es la que va a despuntar a corto plazo. El sistema de almacenamiento da a la planta una flexibilidad de operación muy importante y precisamente por eso la competencia está adoptando esta tecnología. Y en SENER estamos ya investigando en mejoras que abaraten los costes de este sistema, vamos



“Tenemos un amplio equipo en tecnología solar con una experiencia excepcional, formado gracias a su participación en proyectos de envergadura, como Andasol-1, e involucrado en todas las etapas del proyecto”

innovando en cada proyecto con nuevas ideas, que sean siempre aplicables a un proyecto comercial.

P.: ¿Diría que SENER es hoy en día líder en tecnología solar?

M.D.: Estamos muy bien posicionados debido a todo ese avance tecnológico. Esta posición tiene mucho que ver con cómo es la gente de SENER, con cómo es la empresa. Por un lado, los retos tecnológicos nos gustan y sabemos cómo afrontarlos, gracias a que tenemos personas muy preparadas, que tienen una visión global de la planta y pueden integrar todos los conocimientos y, además, contamos con especialistas en cada una de las disciplinas, capaces de implementar innovaciones tecnológicas en cada proyecto. Y también hay una cultura compartida, debido al carácter multidisciplinar que distingue a SENER entre otras empresas de ingeniería. Por ejemplo, el conocimiento que dan los proyectos del sector aeroespacial en mecanismos y estructuras ha servido para desarrollar nuevos productos en el campo solar. Y son enfoques innovadores que se pueden aplicar sin miedo, gracias a que en SENER hay una seguridad técnica y una claridad de ideas que sí que nos diferencia de la competencia.

P.: En este sentido, ¿SENER cuenta con su propio equipo de tecnólogos en el campo de la energía termosolar?

M.D.: Sí, por supuesto. Además, el sector solar atrae talento, pues tiene muchas características capaces de motivar a personas con gusto por la ingeniería: son proyectos grandes, que abarcan diferentes tecnologías, con un alto componente de innovación y que se ejecutan de principio a fin, desde el diseño a la puesta en marcha... Tenemos, hoy en día, un amplio equipo en tecnología solar con una

experiencia excepcional, cuyas personas se han formado gracias a su participación en proyectos de envergadura, como Andasol-1, y han estado involucradas en todas las etapas de un proyecto, desde el diseño preliminar hasta su puesta en marcha y seguimiento. Además, como en SENER se cuida a las personas, esos profesionales experimentados siguen trabajando con mucha ilusión en la empresa. Podemos afirmar que tenemos un equipo magnífico de profesionales en tecnología solar. Y en eso, en las personas, sí que somos líderes. Esto da mucha tranquilidad a los clientes. Por supuesto, tienes que ser competitivo para ganar un contrato, pero nosotros combinamos un buen precio con equipos de trabajo que dan la máxima confianza, y eso es lo que nos ha llevado a participar en tantos proyectos, cinco de ellos ya en operación, funcionando a pleno rendimiento. En estas plantas hacemos un seguimiento, que forma parte de nuestra garantía para con el cliente y que es también una oportunidad excepcional para detectar mejoras que se introducirán en proyectos futuros.

P.: Además de los 15 proyectos en España, ¿en qué otros lugares se han concretado proyectos?

M.D.: En EE UU ofrecemos servicios de ingeniería, construcción, puesta en marcha y mantenimiento, y tenemos ya dos proyectos en marcha con un equipo importante trabajando allí. Las empresas españolas tienen mucho prestigio en renovables en EE UU, como en todo el mundo, y es uno de los mercados objetivo de SENER; hay además en este país una voluntad social y política de desarrollo de energías renovables. Pero EE UU es muy grande y complejo y tenemos que acertar con los primeros proyectos que hagamos. También en Norteamérica, en México, estamos ofertando la hibridación solar del Ciclo Combinado que estamos construyendo en Agua Prieta. En Abu Dabi ayudamos con nuestra ingeniería a Torresol Energy para desarrollar sus proyectos. Además, estamos presentes con nuestra tecnología en las propuestas de plantas para la Nehru Solar Mission en la India, así como involucrados en los proyectos emergentes en Australia, Sudáfrica y la zona MENA (Oriente Medio y África del Norte). Pero son proyectos que tienen un periodo de maduración largo; hay que tener en cuenta que los primeros trabajos en un país siempre cuestan un poco más, pues hay que adaptarse a la propia idiosincrasia del lugar, articular las ayudas institucionales... Pero esperamos consolidarnos en todos estos mercados. ■■

Hashim Al Hashimi, director de Transporte Terrestre de Abu Dabi

Interconectado Abu Dabi

El **Plan General del Transporte Terrestre (STMP)** impulsado por el Gobierno espera desarrollar un sistema de transporte de primera categoría para Abu Dabi.

DOT

EL DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE TRABAJA PARA CONVERTIR EN REALIDAD LA VISIÓN DE SU ALTEZA SHEIKH KHALIFA BIN ZAYED AL NAHYAN, PRESIDENTE DE EMIRATOS ÁRABES UNIDOS Y GOBERNADOR DE ABU DABI: CREAR UNA RED DE TRANSPORTE ALTAMENTE SOFISTICADA CAPAZ DE MOVER PERSONAS Y MATERIALES CON EFICIENCIA A TRAVÉS DEL EMIRATO, DE MODO QUE CONTRIBUYA A MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA DE RESIDENTES, TRABAJADORES Y VISITANTES



En febrero de 2008, el Gobierno de Abu Dabi encargó el Plan General de Transporte Terrestre (STMP) con el fin de desarrollar la planificación para la implantación de un sistema de transporte de primera categoría acorde con los objetivos del 'Plan Abu Dabi 2030'. El STMP responde a las necesidades de transporte regional del Emirato, al tiempo que presta especial atención a los requisitos específicos de la capital. Finalizado a principios de 2009, el STMP detalla seis modos principales de transporte de pasajeros: metro, compuesto por 130 km de vía doble, con estaciones situadas cada 3 ó 5 km; tren regional de alta velocidad que conecte Abu Dabi, Dubai y Al Ain; metro ligero (LRT)/tranvía, compuesto por cerca de 340 km de vía doble, que prestará servicio en áreas densamente pobladas; carreteras, dotadas con la tecnología más avanzada e indicaciones en ruta; autobuses, con una mayor frecuencia de paso y un servicio de calidad; y ferry y taxi acuático, como complemento de la red de transporte terrestre.

Los estudios de viabilidad del metro, LRT/tranvía y el ferrocarril regional ya han comenzado. Además, se ha empezado a trabajar en el plan general para peatones, el plan general de carriles para bicicletas y el plan general de autobuses. Estos planes también formarán parte del programa para la mejora de la red de transportes.

A principios de 2010, el Departamento de Transporte seleccionó a ADAPT (*joint venture* formada por Parsons Brinckerhoff International, AECOM y DB International) para iniciar el Estudio del Metro de Abu Dabi. El objetivo de este estudio es desarrollar una definición del proyecto que tenga aceptación

entre las más altas esferas del Gobierno. Por medio de este estudio, el DoT reevaluará las recomendaciones y conclusiones contenidas en el STMP, con el fin de confirmar si el metro es necesario para solucionar los problemas de transporte de Abu Dabi. El estudio se encuentra en la fase de 'Análisis de alternativas', en la que se analizan diversas opciones de transporte alternativas – incluyendo autobuses, autobuses rápidos (BRT), metro ligero y metro convencional – que puedan satisfacer la demanda de transporte. El resultado de dicho análisis determinará si el metro propuesto es una solución efectiva y rentable; en caso afirmativo, también determinará la orientación y tecnología más eficaces para el sistema.

Junto con esta iniciativa, en mayo de 2010, el DoT seleccionó a la *joint venture* SENER-TYPSA para desarrollar el estudio de LRT/tranvía en Abu Dabi. Los objetivos de este estudio consisten en diseñar y desarrollar un sistema de transporte sostenible de calidad que responda a la creciente demanda de movilidad de los ciudadanos de todas las áreas metropolitanas de Abu Dabi, mejore su calidad de vida y maximice los beneficios sociales. Debido a que la red de LRT/tranvía será una red en superficie, su integración urbana ayudará a reestructurar la ciudad y a recuperar, para residentes y visitantes, algunas calles importantes que actualmente son utilizadas, sobre todo, por vehículos particulares.

El diseño de la red de LRT/tranvía deberá incluir las últimas tecnologías, de probada eficiencia, y estar adaptada a las características específicas de la región, como las altas temperaturas existentes durante todo el año, que pueden superar los 45°C durante el verano, y la presencia de arena y polvo debido a la proximidad del desierto. Para satisfacer estos requisitos, todos los equipos e instalaciones del LRT/tranvía estarán especificados y preparados para ofrecer el máximo rendimiento en condiciones extremas. Además, con el fin de garantizar la comodidad de los viajeros en todo momento durante el trayecto, está previsto que todos los vehículos LRT/tranvía y edículos cerrados en las estaciones cuenten con aire acondicionado. El estudio también identificará un primer Tramo de Operación Mínimo (MOS), de unos 30 km, situado al norte de la ciudad, una zona con una elevada densidad de población, donde se diseñará y construirá la primera línea de LRT/tranvía. Es esencial que la red de LRT/tranvía abarque tanto el área metropolitana de Abu Dabi como todas las nuevas zonas urbanizadas del centro. Algunas de ellas son áreas prioritarias, como la Isla Al Sowwah (el nuevo centro financiero), la Isla Al Reem, la Isla Saadiyat o Isla de los Museos (será una zona cultural de renombre mundial), Capital District (donde estarán ubicados los principales ministerios y organismos gubernamentales), etc. Con este fin, el DoT está coordinando con diversos accionistas y promotores la identificación de los corredores y estaciones más adecuados para la red de LRT/tranvía. ■■



Aldía:

Espacio ■

PROYECTO MELISSA
TELESCOPIO ESPACIAL PLANCK

Aeronáutica y Vehículos ■

PROYECTOS PARA EL A350 XWB

Defensa y Seguridad ■

REACTOR-ABSORBEDOR DE CO₂ CON AGUA DE MAR

Nuevos Mercados ■

TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

Civil ■

ESTUDIO DEL METRO LIGERO DE ABU DABI

CONTRATOS EN MÉXICO

METRO DE BARCELONA

AVE MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

NUEVO COMPLEJO DE LA ESTACIÓN DE ATOCHA

ALTA VELOCIDAD HUELVA - FARO

Arquitectura ■

AEROPUERTO DEL CAFÉ

Energía y Procesos ■

PROYECTO BIMEP

CENTRAL TERMOELÉCTRICA POZA RICA

INSTALACIONES PARA BP OIL EN EL PUERTO DE CASTELLÓN

CENTRAL DE CICLO COMBINADO AGUA PRIETA II

YACIMIENTOS DE AGUADA TOLEDO Y SIERRA BARROSA

CENTRAL DE CICLO COMBINADO TERMOZULIA II

TERMINAL DE REGASIFICACIÓN DE ESCOBAR

Naval ■

FORAN V70

GABARRA DE SERVICIOS PARA CONSULMAR

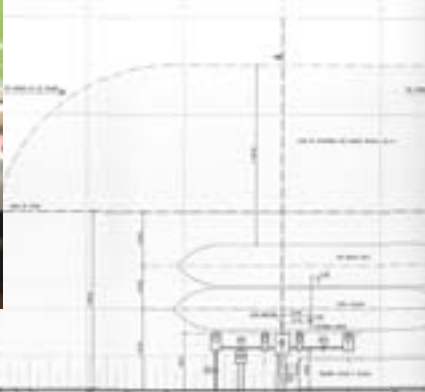
FORAN PARA HARVIN ENGINEERING UNIVERSITY

BUQUE ACERGY HAVILA

INGENIERÍA PARA UNV

Grupo ■

ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE



PROYECTO MELISSA

Sistema de soporte a la vida para viajes espaciales de larga duración

NTE-SENER participa en el proyecto MELISSA (*Micro-Ecological Life Support System*), cuyo objetivo a largo plazo es desarrollar un sistema de soporte a la vida para viajes espaciales de larga duración y bases planetarias. Se trata de un sistema de recuperación de aire, agua y alimentos a partir de los residuos generados por la tripulación mediante procesos biológicos que llevan a cabo bacterias, algas y

plantas superiores. Con la vista puesta en el 2025-2030, MELISSA está coordinado por la Agencia Espacial Europea (ESA) y cuenta con la participación de distintas universidades, centros tecnológicos y empresas de Europa y Canadá.

Actualmente existe una planta piloto instalada en la Universidad Autónoma de Barcelona. La planta se compone de cuatro bioreactores, un compartimento de plantas superiores y un compartimento consumidor: los tres primeros bioreactores son los encargados del reciclaje, mientras que el cuarto y el compartimento de plantas son los productores del agua, el aire y los alimentos. El compartimento consumidor está poblado por ratones de laboratorio en el número necesario para simular el consumo de oxígeno de un humano. El proyecto ya ha generado diversas tecnologías de aplicación común relacionadas con el filtrado y reciclaje de aguas residuales.

NTE-SENER participa en el proyecto MELISSA desde 1996. La empresa ha estado



© CHRISTIAN RIBAS

implicada en la selección de la sede de la planta piloto y ha proporcionado asesoramiento técnico y de ingeniería para el desarrollo de dicha planta. También ha realizado estudios para diseñar una posible implementación del sistema con tecnología espacial. La adaptación de este proyecto a tecnología espacial es un gran reto, dada la dimensión del sistema, la disparidad de tecnologías y disciplinas involucradas y la dificultad inherente del sistema de control. ■■

En las dos imágenes: dos vistas de la planta piloto instalada en la Universidad Autónoma de Barcelona.



© CHRISTIAN RIBAS

TELESCOPIO ESPACIAL

Planck envía su primera imagen del Universo

El telescopio espacial Planck, en el que SENER ha tenido una participación fundamental, ha enviado a la Tierra su primera fotografía completa del Universo. Desde las regiones más cercanas de la Vía Láctea hasta los límites del espacio y del tiempo, la primera imagen del cielo completo obtenida por Planck constituye un extraordinario tesoro, repleto de datos inéditos para los astrónomos. “Con estos resultados no estamos dando una respuesta, sino abriendo la puerta a través de la que los científicos podrán buscar los eslabones perdidos que permitirán comprender cómo se formó el Universo y cómo ha evolucionado desde entonces”, afirma el director de Ciencia y de Exploración Robótica de la Agencia Europea del Espacio (ESA), David Southwood. Por su parte, el director del Departamento

de Espacio de SENER, Diego Rodríguez, comentaba que “es un orgullo, para SENER y para el equipo que ha trabajado durante más de siete años en este proyecto, certificar que hemos conseguido excelentes resultados en uno de los sistemas de Guiado y Control más complejos nunca volados en una misión de la Agencia Espacial Europea, el primero que una empresa española realiza para la ESA”.

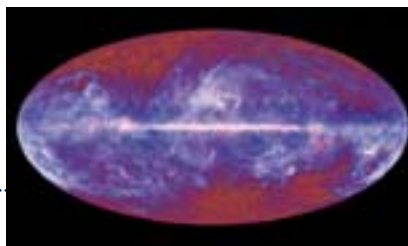
Planck, lanzado junto con el telescopio Herschel el pasado año, tiene como misión estudiar el origen del Universo a partir de

la radiación residual de la primera radiación que existió en el Universo tras el Big Bang, que permanece aún viajando en el espacio, conocida como Radiación Cósmica de Fondo (Cosmic Microwave Background, CMB, en sus siglas en inglés). Con Planck, los astrónomos esperan investigar y ratificar las teorías del nacimiento y evolución del Universo, remontándose unos 14 mil millones de años, hasta el principio del tiempo y el espacio tal y como lo conocemos actualmente. ■■

Abajo: primera imagen del Universo enviada por Planck.

SISTEMA COMPLETO DE CONTROL DE ACTITUD Y ÓRBITA. Dentro del consorcio de empresas que participan en esta misión, SENER es responsable del sistema completo de Control de Actitud y Órbita (AOCS/GNC) del satélite Planck y de parte de los elementos comunes en el sistema AOCS/GNC de Herschel y de Planck. Este sistema se encarga de llevar a los satélites a las posiciones deseadas

(control orbital), mantenerlos con los perfiles de apuntamiento y estabilización adecuados (control de actitud) y realizar las maniobras orbitales y reapuntamientos deseados, además de corregir cualquier desviación que se produzca. El apuntamiento del satélite y del telescopio, así como su barrido, están medidos, determinados y controlados por el sistema del que SENER es responsable y que incluye equipos sensores, ordenador, lógica de decisiones, software y equipos actuadores para su control. “Es también uno de los sistemas más críticos para el funcionamiento del vehículo y la misión científica más importante de la ESA hasta la fecha”, afirma Diego Rodríguez.



© ESA

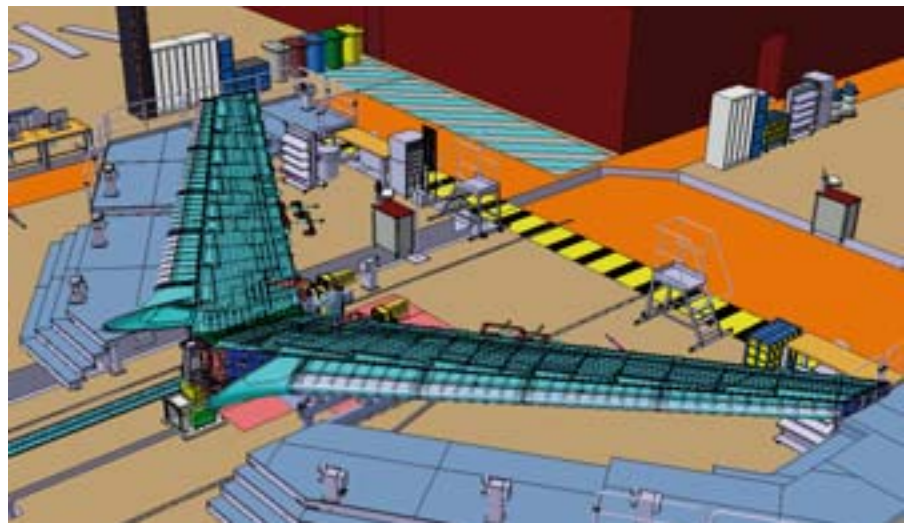
AIRBUS A350 XWB

Estaciones de montaje 70 y 71 del HTP

En marzo de 2010 la empresa alemana Thyssenkrupp Systems Engineering adjudicó a SENER el proyecto de desarrollo, suministro llave en mano y puesta en marcha de una parte de la línea de montaje del estabilizador horizontal del avión Airbus A350 XWB (*Extra Wide Body*), concretamente las estaciones 70 y 71.

El montaje final del estabilizador horizontal (o HTP, en sus siglas en inglés) del avión Airbus A350 XWB se realiza en la planta de Airbus en Getafe (Madrid). Las operaciones de montaje consisten en el ensamblaje (*marry-up*) del HTP y su equipado (instalación de *fittings*, sistemas eléctricos e hidráulicos).

UN CONTRATO RELEVANTE. En este proyecto revisten especial importancia los aspectos ergonómicos y de seguridad, así como la precisión de posicionamiento que debe ofrecer la instalación, pues se trata de una estructura de grandes dimensiones sobre la que se realizan diversas operaciones manuales. Además, se trata



de un contrato importante para SENER al dar continuidad a la línea de negocio del utillaje aeronáutico, que comenzó con el proyecto Wing Stringer Line A350 XWB. Por otra parte, al ser un trabajo contratado directamente por Thyssen Alemania, puede abrir las puertas para futuras colaboraciones a nivel internacional.

de un contrato importante para SENER al dar continuidad a la línea de negocio del utillaje aeronáutico, que comenzó con el proyecto Wing Stringer Line A350 XWB. Por otra parte, al ser un trabajo contratado directamente por Thyssen Alemania, puede abrir las puertas para futuras colaboraciones a nivel internacional.

71, así como de útiles de taladrado. La integración se va a hacer en el Centro de Integración y Ensayos de SENER en San Agustín de Guadalix. En dichas estaciones se ensamblan diversos componentes delanteros y traseros del avión (*front fittings* y *rear fittings*) que han de servir para unir el HTP al empenaje o cola del A350. SENER es también responsable de los útiles para las operaciones de taladrado del HTP para el montaje de la punta del ala (*tip*) y componentes traseros (*rear fittings*). Actualmente, SENER lleva a cabo la fase de fabricación, tras haber completado la fase de ingeniería. Está previsto que se produzca la aceptación de Airbus el próximo mes de febrero y que el proyecto quede terminado para julio de 2011. ■■

Sobre estas líneas: infografía de parte de la línea de montaje del HTP diseñada por SENER.

OTRO PROYECTO PARA EL A350 XWB

Célula de producción y posicionamiento de larguerillos

SENER participa en el proyecto de la célula de producción de larguerillos de AIRBUS, contratado a ARITEX con el objeto de automatizar la producción de larguerillos para los revestimientos superior e inferior de las alas del avión A-350 XWB. En concreto, SENER es responsable de uno de los tres sistemas de trabajo, el 'Work System A' (WSA), en el que se generan los laminados de fibra de carbono y se cortan a las dimensiones requeridas para cada larguerillo para su posterior utilización y conformado.

El alcance del proyecto consiste en diseñar, construir, montar y realizar las pruebas y puesta en marcha del WSA,

en células instaladas respectivamente en Illescas (Toledo), donde se produce el revestimiento inferior, y en Stade (Alemania), donde se produce el revestimiento superior.

La línea de producción debe tener inicialmente una cadencia de producción de tres aviones al mes, para posteriormente llegar a una cadencia de entre siete y 13 aviones al mes. AIRBUS ha planificado la construcción de las versiones 800, 900 y 1000 del avión A350 XWB, por lo que las tres versiones deben poder fabricarse de manera flexible en la línea requerida.

Recientemente este sistema de trabajo ha sufrido una modificación a petición del cliente, pues Airbus ha decidido utilizar nuevas máquinas de deposición de fibra, llamadas FLU, diseñadas por la empresa MTorres. Estas máquinas, incorporadas en el nuevo sistema WSA FLU, permiten laminar las piezas para los larguerillos individualmente con un aprovechamiento del material mucho más alto.

Tras realizar las correspondientes adaptaciones del nuevo sistema WSA FLU, SENER está en fase de finalización y puesta en mar-



cha de las instalaciones en Stade e Illescas para el hito de producción R3, así como en fase de fabricación del R7. Se espera terminar el proyecto completo para julio de 2012. ■■

Arriba: línea de montaje en la planta de Stade, en Alemania.



UNA PLANTA PILOTO BIEN EQUIPADA.

La planta piloto consta de los siguientes sistemas: bombeo y filtrado de agua de mar; control de la presión y caudal de agua de mar; almacenamiento, acondicionamiento y dosificación de gases (CO₂ y O₂); reactor-absorbedor; detectores de pH, toma-muestras y sistemas para evaluar el grado de disolución obtenido. Según los datos recabados por estos equipos hasta la fecha, los resultados son satisfactorios, pero todavía hay algunos parámetros que estudiar para obtener la configuración óptima de operación.

REACTOR-ABSORBEDOR DE CO₂ CON AGUA DE MAR

Pruebas de la planta piloto

SENER está llevando a cabo las pruebas de una planta piloto de diseño propio para evaluar la disolución de CO₂ y O₂ en agua de mar. Estas pruebas se están realizando en un puerto español y se engloban dentro de un acuerdo de colaboración con HDW, uno de los principales fabricantes de submarinos no nucleares del mundo.

El diseño de la planta parte de una investigación interna para desarrollar un sistema que sea capaz de disolver en agua de mar los gases generados en un reformador de metanol, planta química utilizada por algunos submarinos anaeróbicos para producir la energía necesaria para la propulsión del submarino. Dichos submarinos pertenecen al grupo de los submarinos AIP ('Air Independent Propulsion' o 'Propulsión independiente del aire') y su gran ventaja es que no necesitan subir a superficie o desplegar el *snorkel* para obtener el aire necesario para generar energía en motores diesel.

El objetivo principal del reformador de metanol es la producción de H₂, utilizado posteriormente en una pila de combustible para generar energía eléctrica. El reformador de metanol genera otros

gases que no se pueden utilizar para la producción de energía y de los que hay que deshacerse. Dichos gases son principalmente CO₂ y una pequeña parte de O₂.

El problema que hay que resolver es conseguir la disolución de los gases en agua de mar de manera silenciosa y sin generar burbujas, para evitar que el submarino pueda ser detectado.

En la planta piloto se están evaluando diferentes configuraciones para cubrir las condiciones reales de distintos mares y océanos y así encontrar las condiciones óptimas de operación.

Los resultados que se van a analizar son el contenido de los gases disueltos, el grado de disolución alcanzado después del proceso, el tamaño de las burbujas de gas no disueltas y también el ruido producido por los equipos de disolución. ■■

Arriba, en ambas imágenes: la planta piloto diseñada por SENER. **Abajo:** preparación de las pruebas de la planta piloto.





ALTA CONCENTRACIÓN FOTOVOLTAICA

Diseño y suministro de seguidores solares para **certificar** módulos de alta concentración

SENER, a través de la Unidad Estratégica de Negocio Aeroespacial (UENA), dentro de su línea de negocio de seguidores solares de dos ejes de alta precisión, ha desarrollado un nuevo producto para alta concentración fotovoltaica.

El nuevo seguidor permite la realización de las pruebas de cualificación del diseño y aproba-

ción de los módulos fotovoltaicos de concentración (CPV, en sus siglas en inglés), de acuerdo con las especificaciones de la exigente normativa internacional IEC 62108:07 '*Concentrator photovoltaic (CPV) modules and assemblies- Design qualification and type approval*'.

El seguidor tiene características particulares para esta aplicación. Entre ellas desta-

ca su elevada precisión y fiabilidad, lo que permite la no interferencia de las propiedades del seguidor en las medidas realizadas a los módulos. Asimismo, el seguidor tiene un diseño estructural innovador, que permite instalar y medir simultáneamente módulos de distintos fabricantes de CPV. Esto es relevante, ya que no existe homogeneidad en el diseño de módulos CPV, lo que implica que cada módulo tiene características de peso y tamaño diferentes y el seguidor ha de ser capaz de incorporar los distintos modelos simultáneamente.

CENER (Centro Nacional de Energías Renovables) es el primer laboratorio en España y el segundo en el mundo en acreditarse para poder certificar los módulos de alta concentración bajo la mencionada normativa y emplea para ello el seguidor de SENER. Otros centros como el ISFOC (Instituto de Fotovoltaica de Concentración) y el INTA (Instituto Nacional de Técnicas Aeroespaciales) están en proceso de consecución de la acreditación y también han seleccionado el seguidor de SENER para este fin. Este seguidor se suma al catálogo de productos que SENER ofrece en seguimiento solar de alta precisión, que abarca desde la concentración termosolar (heliostatos, discos Stirling) a la fotovoltaica (CPV y PV). En ambos campos, SENER cubre tamaños que van desde 20 m² hasta 120 m² y suministra desde el mecanismo hasta el seguidor completo. ■

En la imagen: seguidor solar de SENER instalado en el ISFOC.

PLANTA FOTOVOLTAICA LASESA

SENER completa el suministro de **720 actuadores** para seguimiento solar en dos ejes

El pasado mes de mayo entró en funcionamiento la planta fotovoltaica LASESA de 9MW instalada en la localidad de Sariñena, Huesca. Se trata de una de las mayores instalaciones de España y consta de 720 seguidores de dos ejes diseñados por SENER. Este seguidor basa su diseño en el actuador de dos ejes MASS diseñado, patentado y fabricado por la misma empresa.

El seguidor solar instalado es de tipo monoposte, de 112 m², con capacidad para



80 paneles estándar y producción unitaria de 14 kW, y se caracteriza por su gran capacidad de carga, fiabilidad y rigidez tanto mecánica como estructural.

La configuración del seguidor solar es el resultado de maximizar la superficie útil, al

mismo tiempo que garantiza su fiabilidad y optimiza el coste, lo que permite la rentabilidad de la inversión en seguimiento de dos ejes a lo largo de los 25 años de vida útil de la planta. ■

Sobre estas líneas: seguidores solares en la planta fotovoltaica LASESA.

ABU DABI: UNA CIUDAD PARA EL FUTURO

Estudio del metro ligero de Abu Dabi

Abu Dabi continúa su crecimiento de acuerdo con su plan 'ABU DHABI 2030', que espera convertir a esta ciudad de Emiratos Árabes Unidos, en un referente mundial en desarrollo y sostenibilidad.

Entre sus ambiciosos proyectos se encuentra un sistema de infraestructuras capaz de dotar a sus habitantes de una red de transporte colectivo eficaz, seguro y ecológico. En este marco se encuadra el estudio del sistema de metro ligero que está desarrollando SENER, junto con otra ingeniería española, TYPSA, para el Departamento de Transporte del Emirato de Abu Dabi (DoT).

El estudio del metro ligero supone sentar las



bases para un sistema de transporte de primer nivel con tecnología de última generación para esta ciudad, que pueda convertirse en un ejemplo para el resto de capitales de la zona del Golfo.

Son varios los objetivos marcados para este proyecto desde el punto de vista de SENER. En primer lugar, un desarrollo de las directrices del Plan Abu Dabi 2030 y del Máster Plan de transportes, y, en segundo lugar, la implementación de un sistema moderno, de primer nivel, eficaz, sostenible, y heredero y continuador de la cultura y tradiciones árabes; se trataría, en definitiva, de contribuir a la

mejora de Abu Dabi en todos los niveles, sin limitarse exclusivamente a su movilidad.

SENER, que abrió en 2008 su oficina en Abu Dabi por las grandes posibilidades que ofrecía Emiratos Árabes Unidos en el campo de la ingeniería civil y en el campo de la energía, así como en los campos de ingeniería naval y aeroespacial, está en estos momentos involucrada en varios procesos para diferentes proyectos de transporte urbano, ferrocarriles y aeropuertos, de cara a tener una presencia cada vez más estable tanto en el país como en toda el área del Golfo.

Este proyecto en concreto ha supuesto para SENER, y en particular para la Unidad de Negocio Civil y Arquitectura, un paso muy importante para su consolidación en esta importante área geográfica, que representará para la empresa un mercado esencial en los próximos años y para el que SENER ha hecho, desde la creación de Torresol Energy, junto a Masdar, una apuesta a largo plazo. ■■

En la imagen: vista general de Abu Dabi, una ciudad en pleno desarrollo.

CINCO FASES EN EL PROYECTO

SENER trabaja actualmente en la primera fase de este proyecto y es responsable de la dirección del mismo. Esta primera fase comprende el estudio de las alternativas de la red de metro ligero en la ciudad y el diseño conceptual de la alternativa que se elija finalmente, y cuenta con un plazo de ejecución de 12 meses. La siguiente fase consistirá en el Diseño Preliminar de la primera parte de la red, que se

localizará en la zona más céntrica de la isla, prestando servicio a algunos de los más importantes desarrollos urbanísticos en ejecución en la actualidad (Saadiyat Island, conocido como la 'Isla de los Museos', o Al Sowwah, el nuevo centro financiero de la ciudad). La fase 3 conllevará el desarrollo de la macro licitación que se lanzará para llevar a cabo la implantación del sistema y las fases 4 y 5 serán para la supervisión de la obra y la explotación.

CONTRATOS EN MÉXICO

Sistemas de transporte inteligente para gestionar la red de carreteras

México, un país con más de 100 millones de habitantes, tiene una Red Nacional de Carreteras de 357.000 km, de los cuales 120 km pertenecen a las redes de carretera principales, que a su vez se dividen en la red estatal y la red federal.

El parque de vehículos de México se acerca a los 30 millones de coches y las grandes ciudades tienen conurbaciones densamente pobladas: México DF cuenta con 16 millones de habitantes, Guadalajara con 4,1 millones, Monterrey tiene 3,7 millones, y otras 14 ó 16 ciudades con tamaños medios registran entre 1 y 2 millones de habitantes.

Esta red de carreteras se encuentra cerca de la saturación en casi todos estos puntos. Por

este motivo la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de la Dirección General de Desarrollo Carretero, ha promovido en autopistas la utilización de sistemas de transporte inteligente (*Intelligent Transport Systems*, ITS) que permitan gestionar la demanda y controlar el estado de la red de carreteras.

SENER, a través de su División en México, ha resultado ganador en dos de las cuatro licitaciones internacionales promovidas por la SCT, en concreto del plan de modernización de sistemas de pago electrónico en autopistas de cuota, llamado 'Telepeaje', y del proyecto de normalización de dispositivos y protocolos de sistemas ITS. Al hacerse con dos de los

cuatro concursos convocados, SENER se ha posicionado en México como líder en ingenierías de sistemas de tráfico.

A estos dos contratos hay que sumar otros trabajos de ingeniería del transporte en México que SENER se ha adjudicado en este mismo año 2010. Por un lado, Autovía Necaxa-Tehuacán (AUNETI), empresa concesionaria de una autopista entre Nuevo Necaxa y Tehuacán, ha confiado a SENER la redacción de los proyectos básicos de sistemas ITS y peaje, así como el proyecto constructivo de edificios de peaje y la asistencia a la obra en los apartados de instalaciones ITS, seguridad en túneles, sistemas de peaje y centro de control de dicha vía. Se trata de una autopista de 88 km divididos en dos tramos con seis túneles, sistemas ITS y peaje.

Por último, SENER se ha adjudicado un nuevo contrato de la SCT para llevar a cabo la redacción del proyecto de sistemas ITS en la autopista Salamanca-León, lo que reafirma su posición de empresa líder en México en ingeniería de sistemas de tráfico inteligente. ■■



METRO DE BARCELONA

Primeras conclusiones en la integración de la Línea 9

El primer tramo de la línea 9 del metro de Barcelona, compuesto por 11 estaciones, se ha puesto recientemente en servicio comercial. La línea 9 es la obra de mayor inversión en la historia de la Generalitat de Catalunya, con un presupuesto aproximado de 6.800 millones de euros, y en ella SENER ha tenido una participación relevante.

La complejidad técnica y de coordinación que representa este proyecto ha hecho que GISA haya contratado una Asistencia Técnica de Integración (ATI) a una UTE participada mayoritariamente por SENER para que lleve a cabo la gestión global del proyecto y asegure la correcta puesta en

marcha de los subsistemas hasta el inicio de la explotación comercial de cada tramo. Este trabajo comprende la coordinación transversal entre todas las empresas y Direcciones de Obra, lo que facilita que los subsistemas interactúen entre ellos con el fin de alcanzar la máxima disponibilidad y estabilidad del sistema global en explotación comercial.

Entre las actividades clave que se han llevado a cabo bajo el paraguas de la integración pueden destacarse el aseguramiento funcional, la resolución de interfaces, la gestión documental, el dossier de seguridad y la coordinación de pruebas.

Aunque las labores de integración siguen su curso, la puesta en marcha del primer tramo de la línea 9 ha permitido a SENER realizar una primera evaluación del trabajo llevado a cabo durante la integración técnica. Dicho trabajo ha hecho posible mantener una consistencia global con el concepto general del proyecto a lo largo de su ejecución, así como disponer de una documentación única con la que realizar informes periódicos coherentes. Igualmente, la labor de integración posibilita

© GISA



la incorporación gradual de nuevos contratistas a lo largo de la vida de la obra.

En este sentido, la integración se está convirtiendo en un requisito indispensable en proyectos importantes de transporte urbano alrededor del mundo, dado que no es eficiente tratar de explotar un sistema compuesto por subsistemas no relacionados adecuadamente entre sí. Las primeras conclusiones de SENER indican que el trabajo de integración en la línea 9 se está desarrollando exitosamente. ■■

En la imagen: línea 9 del metro de Barcelona.



AVE MADRID-ZARAGOZA-BARCELONA-FRONTERA FRANCESA

Asistencia de oficina técnica para la dirección de las obras en La Sagrera

ADIF ha adjudicado a SENER, en UTE con las empresas GPO e INOCSA, el contrato de servicios de asistencia de oficina técnica para la dirección de las obras de dos proyectos de construcción en la estación de La Sagrera. Esta estación forma parte de la línea de alta velocidad Madrid-Zaragoza-Barcelona-frontera francesa.

La nueva línea de alta velocidad que unirá Madrid con la frontera francesa exige, a su paso por Barcelona, estaciones e infraestruc-

turas para el acceso de la línea, el mantenimiento y la explotación de la misma. Entre ellas destaca la estación de La Sagrera, que se convertirá en la estación central de Barcelona, en sustitución de la actual estación de Sants. Con una previsión de 100 millones de pasajeros anuales, la estación intermodal de La Sagrera es uno de los proyectos más importantes del área metropolitana de Barcelona de los últimos años. Relacionará los siguientes sistemas de transporte: trenes de

alta velocidad, de largo recorrido y regionales; líneas de cercanías; líneas regulares y discrecionales de autobuses; y líneas 4 y 9 de la red metropolitana de Barcelona.

Los trabajos contratados a SENER, dentro de la UTE, comprenden la asistencia en dos proyectos distintos, el proyecto de estructura de la estación y el proyecto de accesos ferroviarios. Dentro de este contrato, la UTE deberá llevar a cabo la adaptación de la estructura de la estación de La Sagrera, de los accesos a la estación, de las instalaciones de la estación y túneles de las líneas de convencional, de la arquitectura de la estación y urbanización, y de la reposición del parque y Ronda de Sant Martí, a fin de que sean compatibles entre ellos. El plazo de ejecución de estos trabajos es de 56 meses. ■■

En las imágenes: tres vistas del estado actual de las vías, con varios desvíos provisionales.

ESTACIONES FERROVIARIAS

Nuevo complejo de la estación de Atocha y actuaciones derivadas en la estación de Chamartín

SENER se ha hecho con el contrato para realizar los trabajos de apoyo al Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) de los proyectos definidos en el Estudio Informativo del nuevo complejo ferroviario de la estación de Atocha, así como de las actuaciones necesarias en la estación de Chamartín.

En virtud de este contrato, adjudicado en el pasado mes de junio de 2010, la

empresa de ingeniería ha provisto a ADIF de un equipo de técnicos propios capaces de realizar la coordinación y seguimiento de los cinco proyectos básicos y los cinco proyectos de construcción definidos en dicho estudio. Asimismo, la empresa ha ofrecido un equipo de asesores temáticos especializados, capaces de aportar un asesoramiento cualificado durante la fase de redacción de los proyectos y en la etapa de revisión de los mismos.

El equipo de asesores generales está compuesto por expertos en las disciplinas de Cartografía y Topografía; Geología y Geotecnia; Arquitectura ferroviaria; Medio Ambiente; Túneles y Obras Subterráneas; Trazado; Hidrología y Drenaje; Estructuras y Obras de Fábrica; Expropiaciones; Reposición de viales, servicios y servidumbres afectadas; Planeamiento urbanístico; y Pliegos y Presupuestos. El equipo de asesores temáticos cuenta con especialistas en Geotecnia y Obras de tierra; Túneles y Obras subterráneas; Hidrología y Drenaje; Estructuras y Obras de Fábrica; y Sistemas de Acondicionamiento e Instalaciones. A



© ADIF

ellos se suman varios asesores temáticos expertos en Funcionalidad y Explotación ferroviarias; Planeamiento urbanístico; e Instalaciones ferroviarias.

Dentro del contrato, SENNER realizará también trabajos relacionados con aspectos concretos de información y divulgación. Por último, está prevista la necesidad de realizar estudios, análisis o anteproyectos específicos para la coordinación de las obras de mantenimiento de la explotación ferroviaria en las estaciones de Atocha y Chamartín.

La duración estimada de este contrato es de 36 meses desde la fecha de adjudicación. ■■

En la imagen: estación de Atocha.

ALTA VELOCIDAD HUELVA-FARO

Estudio de mercado y viabilidad de la conexión ferroviaria

SENER, en UTE con la empresa portuguesa Consultores em Transportes, Inovação e Sistemas, S.A. (TIS), va a realizar para la Agrupación Europea de Interés Económico Alta Velocidad España Portugal (A.E.I.E. AVEP), el 'Estudio de mercado y viabilidad técnica, ambiental, socioeconómica y financiera de la conexión ferroviaria de alta velocidad

Huelva-Faro'. El objetivo principal del estudio es doble: por un lado, hay que realizar un análisis detallado de los flujos de viajeros y mercancías, mediante un modelo de cuatro etapas que represente lo más fielmente posible la situación de la movilidad actual. De esta manera, se podrá estimar la demanda futura al poner en servicio el corredor, un dato que

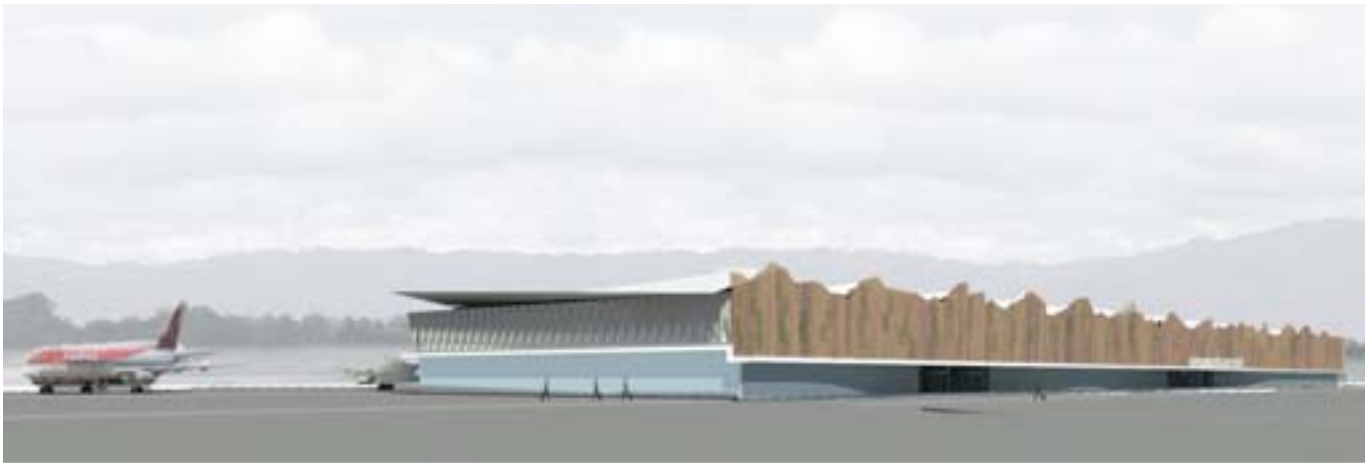
constituirá la base para el cálculo de la rentabilidad de la inversión mediante el análisis económico y financiero; por otro lado, hay que realizar un estudio (conocido en España como estudio previo y en Portugal como estudio de viabilidad técnica) que defina los trazados alternativos y, posteriormente, el trazado seleccionado de la línea ferroviaria de alta velocidad que permitirá la unión de los corredores internos de los dos países.

La metodología de trabajo se desarrollará en dos etapas: la primera fase consiste en la definición y comparación de corredores alternativos de trazado, a escala 1:50.000, y toma en consideración los aspectos funcionales, los costes de inversión y de explotación, los impactos territoriales y ambientales, los condicionantes urbanísticos relevantes, los tiempos de recorrido y el análisis preliminar de captación de demanda y de los ingresos estimados en la conexión ferroviaria Huelva-Faro; la segunda fase del estudio posibilitará la selección final y el desarrollo del trazado, a escala 1:25.000, más adecuado para la conexión de alta velocidad entre los dos países desde el punto de vista funcional, económico, ambiental y territorial. Los estudios de demanda y rentabilidad socioeconómica y financiera serán realizados en paralelo a ambas fases. El plazo para elaborar este trabajo es de 24 meses. ■■

En la imagen: estación de Faro.



© JORGE LOPES



INFRAESTRUCTURAS EN COLOMBIA

Aeropuerto del Café

Desde abril de este año, SENER está desarrollando los diseños de las edificaciones, las infraestructuras y el equipamiento del nuevo Aeropuerto del Café, ubicado en el término municipal de Palestina, en Colombia. El contrato, firmado entre SENER y la Asociación Aeropuerto del Café en abril, se enmarca dentro de las ayudas al desarrollo que ofrece el Gobierno de España a Colombia. Los trabajos de diseño que está realizando SENER son financiados con cargo a un crédito de Financiación de Estudios de Viabilidad (FEV), mientras que su ejecución posterior será financiada con cargo a un crédito de Fondo de Ayuda al Desarrollo (FAD).

El Aeropuerto del Café está situado en el corazón del eje cafetero de Colombia, en lo alto de un cerro, en torno a los 1.550 m de altitud, dentro del término municipal de Palestina, en el departamento de Caldas. Las ciudades más próximas al aeropuerto son Manizales, con 370.000 habitantes, y Pereira, con 457.000 habitantes.

Este nuevo aeropuerto pretende ser el referente para la región cafetera, y sustituir en el inicio de sus operaciones al Aeropuerto de La Nubia, situado en las proximidades de Manizales.

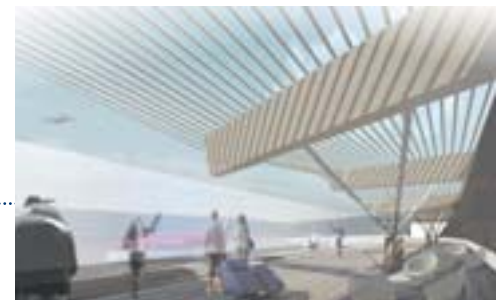
La construcción del Aeropuerto del Café se encuentra aún en la fase de movimiento de tierras, la cual presenta una complejidad considerable, pues alcanza un volumen de aproximadamente cinco millones de metros cúbicos con alturas de contención de tierras que llegan a 45 m en desmorte y a 75 m en terraplén.

Una vez concluida su construcción, el Aeropuerto del Café contará con una pista de 2.100 m de longitud, plataformas de estacionamiento de aeronaves comerciales y de aviación general, y sendas áreas terminales. Podrá admitir aeronaves del tipo Airbus A319. En un futuro, la pista

podrá ser ampliada hasta alcanzar una longitud de 3.300 m.

A fecha de hoy, SENER ha realizado y entregado el diseño de la configuración del aeropuerto (Plano Director), un elemento clave para definir su ordenación. También ha realizado los estudios de demanda y de las rutas clave para la operación prevista del aeropuerto, así como los prediseños de los tres edificios. ■

Arriba: futura terminal del Aeropuerto del Café, en una vista exterior y otra interior. **Abajo:** detalle del diseño de las cubiertas de la terminal.



EL TRABAJO DE SENER. En este aeropuerto, el trabajo contratado incluye, como actividades principales: el diseño del pavimento, el balizamiento y la señalización de la pista; el diseño de la urbanización y las infraestructuras; el diseño del edificio terminal de pasajeros, que podrá recibir hasta 500.000 pasajeros al año; el diseño de la torre de control; el diseño del edificio del

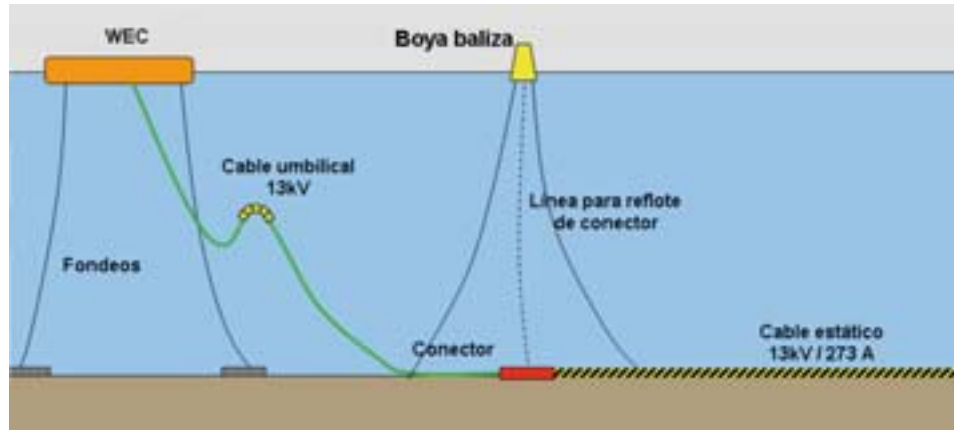
servicio de salvamento y extinción de incendios; el diseño del equipamiento de navegación; y el diseño del equipamiento del edificio terminal de pasajeros. El plazo previsto para la realización de los trabajos es de diez meses.

PROYECTO BIMEP

Plataforma para el ensayo y demostración de captadores de olas

En su afán por impulsar el tejido industrial vasco en el nuevo campo de las energías marinas, el Ente Vasco de la Energía (EVE) comenzó en 2007 la realización de un diseño conceptual de una infraestructura de ensayo y demostración de convertidores de las olas en mar abierto denominada BIMEP (*Biscay Marine Energy Platform*). Con la construcción de esta infraestructura, el EVE pretende crear un tejido industrial local entorno a este nuevo campo de las renovables que es la energía marina, y en concreto la energía undimotriz (aquella producida por el movimiento de las olas), así como atraer empresas tecnológicas e inversoras para fomentar posibles relaciones con las compañías locales y convertir Euskadi en un referente mundial en este sector.

Dicha instalación se ubicará frente a las costas de Armintza-Lemoiz, a unos 15 km de Bilbao, y tendrá una capacidad total de 20 MW distribuida en cuatro amarres o puntos de conexión *offshore* de 5 MW cada uno. Contará además con una subestación

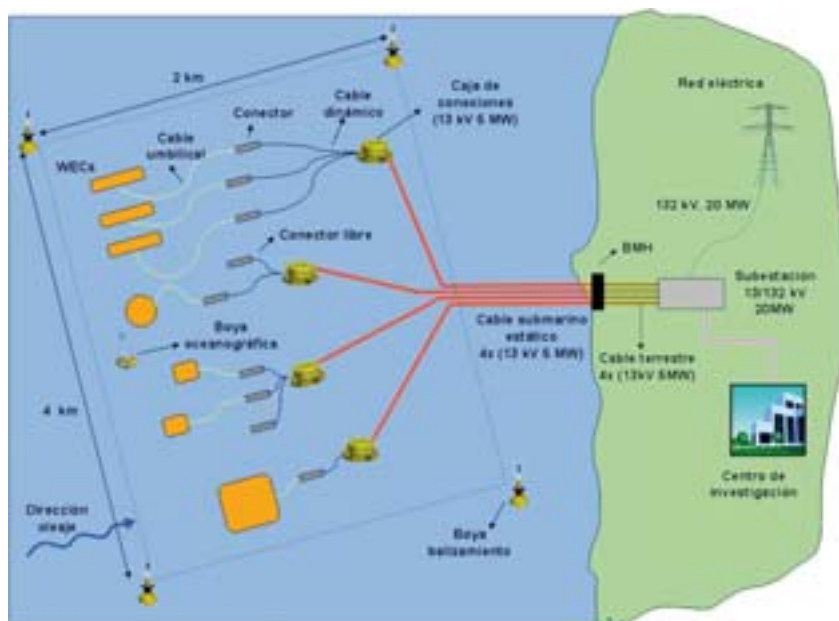


eléctrica en tierra a la que se conectará cada amarre/convertidor a través de una línea submarina trifásica en serie con una línea terrestre trifásica, ambas de 13,2 KV. Una vez en tierra, se aprovechará la infraestructura eléctrica existente, construida para la evacuación de la energía que se planeó producir en la Central Nuclear de Lemoiz. El proyecto se completa con la instalación de balizas para la señalización y seguridad tanto de la plataforma como de los barcos que circulen por sus inmediaciones.

El proyecto está dividido en cuatro paquetes de trabajo: líneas eléctricas, sistemas de conexión, subestación y balizamiento. Los servicios contratados a SENER contemplan las siguientes tareas: redacción o supervisión de pliegos técnicos y administrativos para los cuatro concursos públicos; evaluación de ofertas y propuesta de selección del adjudicatario

CONCURSO DE ADJUDICACIÓN

Con su clara vocación de innovación, y con el objetivo de introducirse en este nuevo negocio, SENER se presentó a finales de verano de 2009, junto con la empresa gallega ACSM, al concurso convocado por el EVE para adjudicar, mediante procedimiento abierto, el contrato de servicios de Ingeniería de la Propiedad de la infraestructura BIMEP. Unas semanas después la empresa resultó ser adjudicataria de este contrato, por delante de otras importantes ingenierías vascas.



de los cuatro concursos públicos; supervisión de los suministros para certificar que son conformes a las especificaciones de cada uno de los elementos de la infraestructura; supervisión del desarrollo de los trabajos de cada uno de los cuatro contratos principales; gestión del proyecto y coordinación de los adjudicatarios a la hora de realizar e instalar los distintos elementos de la infraestructura.

SENER comenzó a finales de 2009 a trabajar en los paquetes de las instalaciones eléctricas y sistemas de conexión, y actualmente está trabajando en los pliegos de la subestación eléctrica y ha comenzado a desarrollar el proyecto de balizamiento de la infraestructura. La finalización de todos los trabajos está prevista en el verano de 2011.

El BIMEP se convertirá en la instalación para ensayo y demostración de convertidores de olas más importante a nivel mundial, junto con el EMEC (*European Marine Energy Centre*) situado en Escocia, y SENER aportará, como en todos sus proyectos, la calidad y excelencia que le ha caracterizado a lo largo de los más de cincuenta años de vida de la empresa. ■■

En ambas imágenes: infografías que explican el funcionamiento del proyecto BIMEP.



INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE

Modernización de la central termoeléctrica Poza Rica

El pasado mes de mayo, SENER se adjudicó el contrato para el desarrollo de la ingeniería para la repotenciación de la central termoeléctrica Poza Rica, ubicada en el kilómetro 194 de la carretera federal México - Tuxpan del municipio de Tihuat-

lán, en Poza Rica (estado de Veracruz, México). El contrato incluye la realización de la ingeniería básica y de detalle en los siguientes trabajos: el desmontaje, traslado, instalación y prueba de una unidad turbogeneradora de gas Siemens W501F,

junto con sus equipos y sistemas auxiliares incluidos la estación de medición, regulación y control; el suministro, transporte, instalación y prueba de un generador de vapor por recuperación de calor junto con sus equipos auxiliares; el reemplazo, adecuación, modificación o modernización de los turbogeneradores de vapor, condensadores, sistema de control distribuido y subestación eléctrica; y, por último, la interconexión, integración, prueba y puesta en servicio de todos los equipos y sistemas para que, en su conjunto, constituyan un ciclo combinado de 225 MW. El plazo de ejecución de estos trabajos prevé que estén finalizados en julio de 2011. ■■

En las imágenes, arriba: sala de máquinas de la central de Poza Rica. Abajo: vista exterior de los equipos de la central.



PUERTO DE CASTELLÓN

Nuevas instalaciones para BP Oil

BP Oil Refinería de Castellón, S.A. ha adjudicado a SENER la ejecución del proyecto de nuevas instalaciones en el puerto de Castellón, que incluye la construcción de amarres para buques y de las instalaciones necesarias para carga y descarga de productos para su refinería próxima al puerto, así como de las instalaciones dentro de la refinería, con la adición de equipamiento necesario, y de la interconexión entre el puerto y la refinería.

El proyecto está dividido en dos fases y los trabajos contratados a SENER, inicialmente, corresponden a la primera fase, que consiste en el desarrollo de la ingeniería necesaria para evaluar el coste de inversión.

Una vez finalizado el trabajo, previsiblemente en el último trimestre de 2012, BP OIL habrá experimentado una sustancial mejora en las operaciones de la refinería de

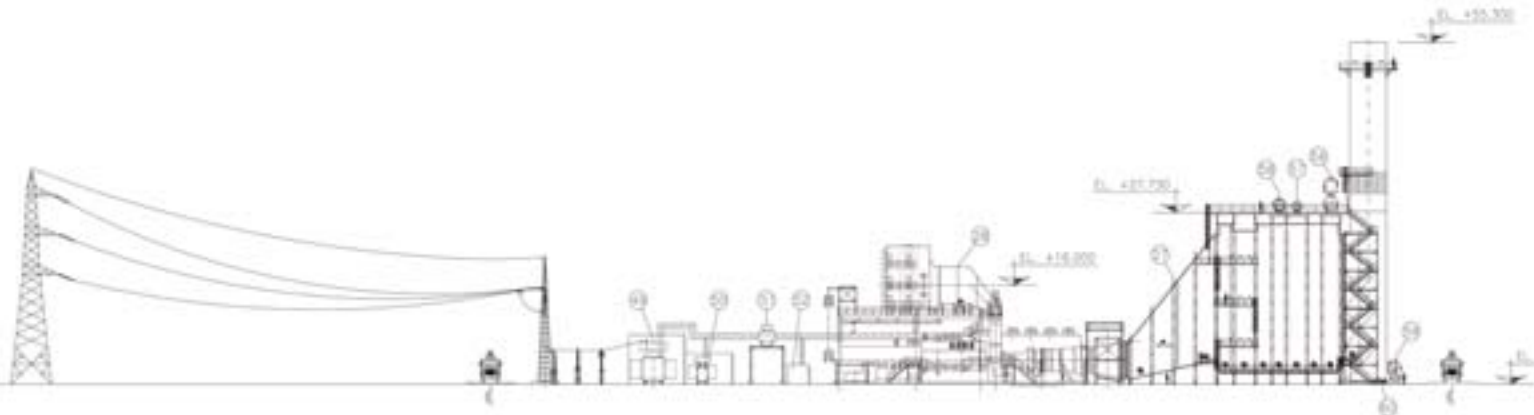
carga y descarga de buques, pues las nuevas instalaciones permitirán realizar estas operaciones a resguardo dentro del puerto en días de condiciones del mar adversas, con lo que se evitarán los tiempos de espera.

SENER cuenta con una amplia experiencia tanto en instalaciones de refinería como de obra marina, lo que le ha valido la confianza de BP Oil en este proyecto. Además, se trata del segundo trabajo que la empresa de ingeniería realiza para este cliente en su refi-

nería de Castellón, tras el proyecto de Nueva Cogeneración. En este trabajo, SENER llevó a cabo los servicios de ingeniería, aprovisionamiento, supervisión de la construcción y ayuda a la puesta en marcha de la planta, en funcionamiento desde mayo de 2009, con una potencia instalada de 25 MWe y una producción de vapor de 50 t/h. ■■

Bajo estas líneas: vista general de las instalaciones de BP Oil en el puerto de Castellón.





CONTRATO EN MÉXICO

Central de ciclo combinado Agua Prieta II en Sonora

SENER, en consorcio con la empresa ELECNOR, se ha adjudicado el contrato para llevar a cabo el diseño, procura, construcción y puesta en marcha de la central de ciclo combinado Agua Prieta II en Sonora, México, para Comisión Federal de Electricidad (CFE).

La central tendrá una capacidad instalada de generación de unos 400 MW y contará con dos turbinas de gas y una turbina de vapor suministradas por CFE, dos

calderas de recuperación con postcombustión, un aerocondensador y un acueducto para el suministro de agua. Asimismo, el consorcio se encargará de interconectar a la central un campo solar adyacente, de 12 MWe de potencia, para formar un ciclo combinado híbrido. Con esta solución se aprovecha la energía aportada por el campo solar para generar parte del vapor que finalmente será introducido en la turbina de vapor. De este modo, se

consigue un ahorro de combustible, con el consiguiente beneficio económico.

Dentro del consorcio, SENER tiene una participación del 50% y llevará el liderazgo del proyecto, además de desarrollar la ingeniería completa de la planta.

La dirección de los trabajos se hará bajo una estructura de *joint venture*, en la que tanto SENER como ELECNOR aportarán personal propio para la conformación del equipo que llevará a cabo el proyecto.

El plazo de ejecución de la obra es de 31 meses y se espera que la aceptación provisional de la central se produzca en abril de 2013. ■■

Sobre estas líneas: alzado de la planta de Agua Prieta II.

INGENIERÍA BÁSICA

Instalaciones de superficie de los yacimientos de Aguada Toledo y Sierra Barrosa

El pasado mes de mayo, YPF adjudicó a SENER el contrato para la prestación de servicios de ingeniería de procesos y especialidades para los yacimientos de Aguada Toledo y Sierra Barrosa. Estos yacimientos se encuentran en la provincia del Neuquén, en Argentina, unos 1.200 km al suroeste de la ciudad de Buenos Aires.

En virtud de este contrato, SENER llevará a cabo la ingeniería correspondiente a las instalaciones de superficie asociadas a ambos yacimientos, así como los conductos de interconexión entre las mismas, troncales y satélites de agua de inyección, instalaciones eléctricas y sistemas de control y seguridad.

La adjudicación de este contrato conlleva un reconocimiento por parte de YPF de las capacidades de SENER en la ejecución de proyectos de ingeniería básica y de procesos en temas relativos a *up-stream*, es decir, en el desarrollo de los trabajos de ingeniería necesarios para la exploración, producción y entrega de una

terminal de exportación de petróleo crudo. Por otra parte, este contrato refuerza la presencia de SENER en ese sector de mercado, en la actualidad con fuerte demanda por parte de las compañías petroleras. ■■

En la imagen: vista aérea de los trabajos en las instalaciones de superficie.





INGENIERÍA DE CIERRE

Central de ciclo combinado Termozulia II

SENER ha resultado adjudicatario por parte de ENELVEN (C. A. Energía Eléctrica de Venezuela) de los trabajos de ingeniería de cierre de la central de ciclo combinado de Termozulia II, así como la ingeniería de propiedad de la compra y construcción y el comisionado del cierre del ciclo.

Se trata de una planta de 500 MW de potencia ubicada en Maracaibo (Venezuela), para la que en su momento SENER realizó, junto con III, trabajos de ingeniería básica y de ingeniería de detalle del ciclo abierto.

Las tareas contratadas en la actualidad, que serán realizadas conjuntamente con Inelectra Venezuela, incluyen la revisión de la ingeniería de detalle, ya desarrollada por el anterior contratista,



y la realización de la ingeniería básica de cierre del ciclo y la ingeniería de detalle que falta, con las especificaciones de compra correspondientes. Asimismo, SENER tiene a cargo la Gerencia del Proyecto, la Gerencia de Ingeniería, la Oficina Técnica de Obra, y el comisionado y puesta en marcha del proyecto.

En la adjudicación de este trabajo ha pesado mucho el buen concepto que ENELVEN se ha formado de SENER, gracias a las aportaciones que ha hecho la empresa durante el inicio de sus trabajos de ingeniería en la central de Termozulia III. ■■

Sobre estas líneas: vista aérea de la central de Termozulia II.

PROYECTO DE GNL EN ARGENTINA

Terminal de regasificación de Escobar en Buenos Aires

Argentina está buscando fuentes alternativas de generación de energía en el país. En este contexto, se ha experimentado en los últimos tiempos un notable crecimiento de la demanda de gas natural. Por este motivo, ENARSA (Energía Argentina S.A.) e YPF S.A. han encarado, de forma conjunta, la ejecución y explotación de una nueva terminal marítima de regasificación de Gas Natural Licuado (GNL). Estará ubicada en las proximidades del anillo de distribución de gas de Buenos Aires, concretamente en la localidad de Escobar, unos 60 km al norte de la ciudad de Buenos Aires, a la orilla del

Río Paraná de las Palmas. ENARSA e YPF esperan que esta nueva central de regasificación contribuya a amortiguar las oscilaciones estacionales de demanda de gas natural, junto con otros proyectos que ambas empresas están desarrollando en Argentina.

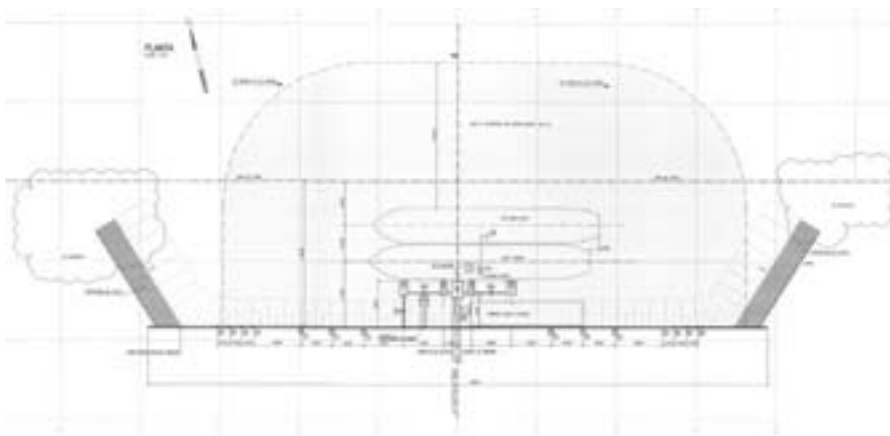
Este proyecto supone el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones necesarias para la realización de operaciones buque a buque (*Ship To Ship*, STS), que cumplan con las normativas internacionales, nacionales y de seguridad de la navegación y medio ambiente aplicables en la materia. La nueva terminal debe

permitir la operación y el mantenimiento de los servicios de recepción, almacenamiento y regasificación simultánea de GNL a orillas del río Paraná a través de un buque con capacidad de hasta 10 millones de m³/día, así como la instalación, operación y mantenimiento de un gasoducto de vinculación entre el muelle que se va a construir y el punto de entrega del gas al gasoducto troncal. Cabe aclarar que, en una primera etapa, el proceso de regasificación se hace en el mismo buque y se prevé en una segunda etapa la construcción en tierra de la planta de regasificación.

En ese contexto, ENARSA e YPF convocaron a un grupo de empresas especializadas en los aspectos técnicos del diseño y construcción de terminales de recepción y regasificación de GNL, todas ellas con experiencia probada en la construcción de este tipo de proyectos y en las operaciones STS con GNL, para participar en un proceso licitatorio. El concurso pretendía encontrar una empresa consultora de ingeniería que pudiera cumplir las funciones de Ingeniería Independiente (*Technical Advisor*) e Ingeniería de la Propiedad.

Finalmente, en junio, SENER resultó adjudicatario del dicho proceso licitatorio. Actualmente se encuentra en pleno desarrollo de las tareas encomendadas, que culminarán con la puesta en marcha de la nueva terminal, prevista antes del próximo invierno austral. ■■

En la imagen: esquema de la terminal.



NUEVA VERSIÓN DE FORAN

FORAN V70, nueva generación de sistemas de CAD/CAM/CAE

FORAN V70, lanzada por SENER en noviembre, representa una nueva generación de sistemas de CAD/CAM/CAE para el diseño y producción de buques y *offshore*. Con herramientas innovadoras y desarrollos y mejoras en todas sus áreas, FORAN V70 es la solución que permite alcanzar el gran desafío de reducir tiempos y costes en un entorno complejo y global.

FORAN está liderando el mercado gracias a su acertada estrategia de desarrollo, en la que no sólo considera las necesidades y peticiones de los clientes sino que, además, persigue la innovación y el progreso continuo. Así, FORAN V70 ofrece grandes cambios pero también pequeñas mejoras que incrementan la funcionalidad de versiones anteriores.

HERRAMIENTAS COMUNES

FORAN V70 soporta caracteres Unicode, lo que posibilita una localización real del Sistema. Esta nueva funcionalidad permite la introducción de texto y la generación de información para producción en lenguas que no utilizan caracteres latinos, como por ejemplo los idiomas chino, ruso, coreano, etc. Además, los diálogos y menús de FORAN pueden ser traducidos bajo demanda.

FVIEWER es un nuevo módulo de realidad virtual que reemplaza al VISUAL3D. Esta aplicación, totalmente novedosa, aprovecha todas las capacidades de las tarjetas gráficas más avanzadas y permite la gestión de gran cantidad de información.

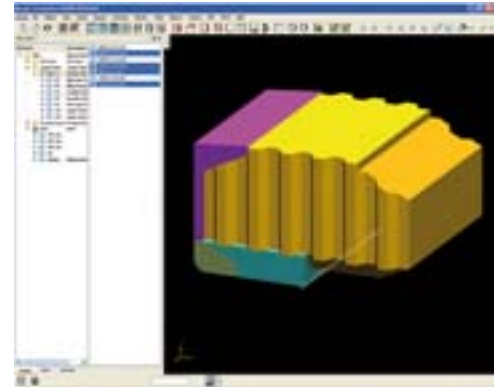
DIBUJO

SENER ha desarrollado un nuevo entorno en 2D, basado en la aplicación QCAD, que además es totalmente compatible con Autocad, y será utilizado tanto en el módulo para la definición de estándares y normas de estructura (FNORM) como en el nuevo módulo para la disposición general (FGA), así como en el módulo para la definición de diagramas eléctricos y de instrumentación.

Además, importantes desarrollos han sido llevados a cabo en los planos de productos intermedios, planos simbólicos y planos de vistas del modelo en 3D, en los que se ha reducido el tiempo necesario para su generación y el maquillado manual de los mismos.

PROYECTO

Uno de los desarrollos más relevantes llevados a cabo en la nueva versión de FORAN V70 ha sido el módulo FGA para



la definición de espacios y disposición general del buque, en entornos 2D y 3D, con toda la información almacenada en la base de datos de FORAN. La aplicación permite generar los planos de disposición general de forma muy eficiente.

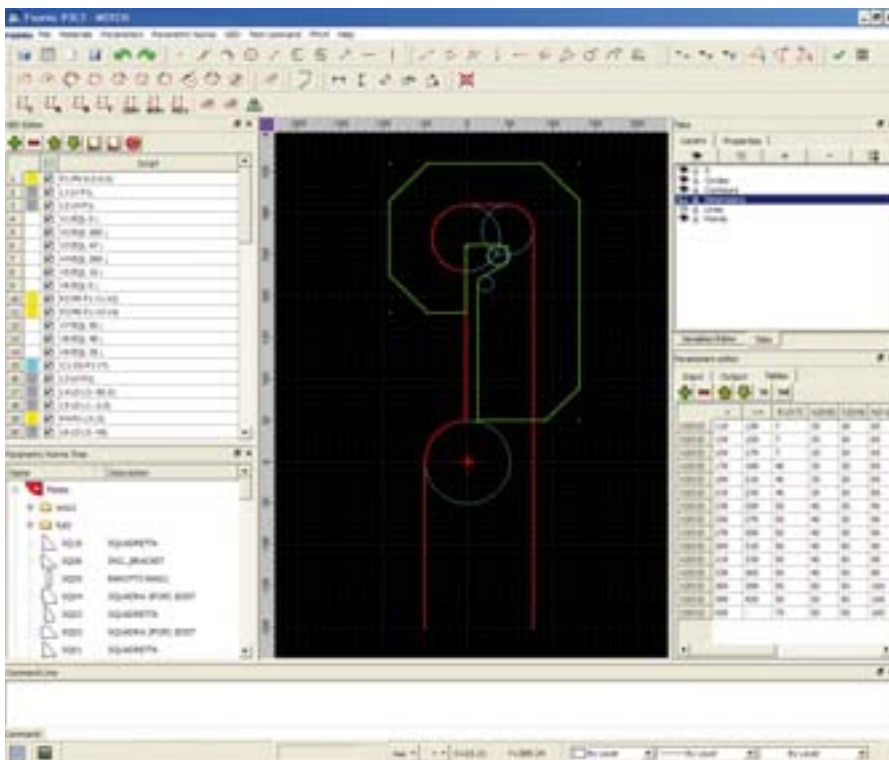
Por otro lado, el módulo para el cálculo de estabilidad probabilística en avería (FSUBD) ofrece ahora la posibilidad de considerar estados intermedios de inundación, de acuerdo con la normativa SOLAS, Capítulo II-1, Parte B-1, Regulación 7-2, mientras que la asignación automática de espacios a subzonas ha sido también mejorada.

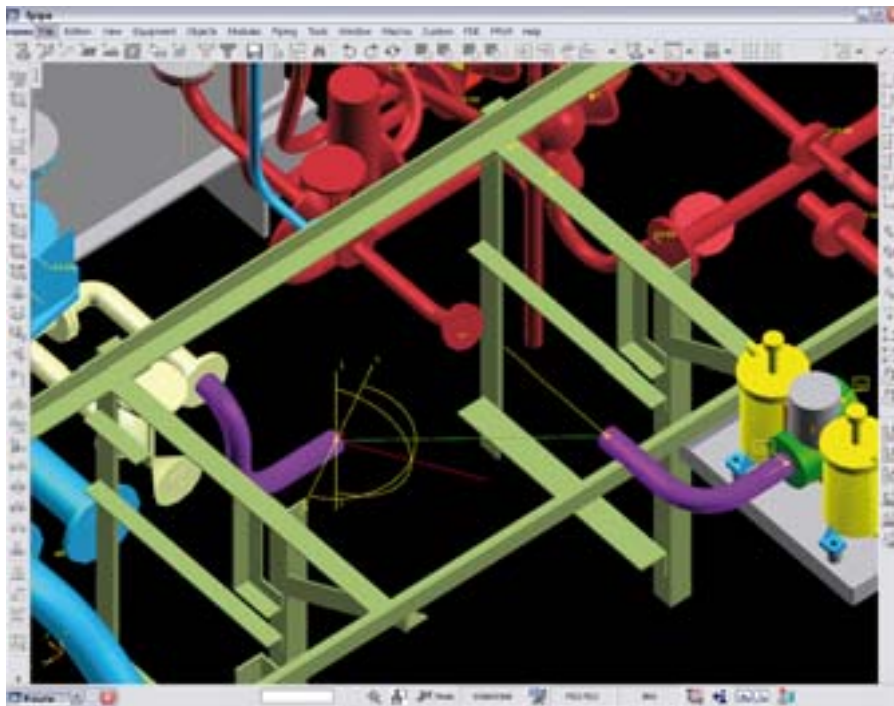
ESTRUCTURA DEL CASCO

FORAN V70 incorpora el nuevo módulo FNORM para la definición de estándares de estructura, que reemplaza al anterior NORM con un moderno interfaz de usuario que incluye múltiples ventanas simultáneas y puntos de referencia y permite la inclusión de restricciones geométricas y un gestor de capas. El incremento de caracteres para la identificación y descripción de bloques, materiales y normas geométricas, así como la estructura jerárquica para la definición de estándares y normas geométricas son algunas de las nuevas capacidades del nuevo módulo.

Por otro lado, la versión incorpora importantes capacidades para el modelado de la estructura del casco. Como ejemplo, un nuevo algoritmo permite representar piezas corrugadas con más precisión, además de mejorar el rendimiento de las operaciones de lectura, cálculo y almacenado. Otras mejoras destacables son los nuevos comandos que permiten un sencillo chequeo de la preparación de bordes de planchas y perfiles, las opciones para la definición de llantas de cara de cualquier ángulo respecto al alma, y un algoritmo de modelado para representar planchas curvas de casco y cubiertas de forma más precisa.

Respecto al nesticado de planchas y perfiles, el módulo NEST en la versión





de FORAN V70 permite el nestificado de piezas idénticas asignadas a diferentes productos intermedios, mientras que mantiene la información para reconocer cada pieza individual, todo ello utilizando la estrategia constructiva. FORAN V70 ofrece un revolucionario link para la conexión inteligente entre el modelo del buque generado en FORAN y las diferentes herramientas de cálculo por elementos finitos. Esta aplicación ofrecerá nuevas capacidades en futuras versiones de FORAN.

ARMAMENTO

FORAN V70 incorpora una nueva generación de herramientas para el trazado de tuberías que mejoran de forma drástica la funcionalidad del rutado, mediante una solución extremadamente interactiva y amigable. Entre otras, algunas características importantes que

añade la nueva versión se refieren a las líneas poligonales, que ya no son necesarias, al rutado de las tuberías, que se realiza de forma dinámica mientras el usuario ve el modelo sólido de la misma, y a la existencia de puntos de control significativos del modelo. Los usuarios se beneficiarán además de las soluciones automáticas que ofrece la herramienta y de la definición de trazados complejos de forma rápida e inteligente.

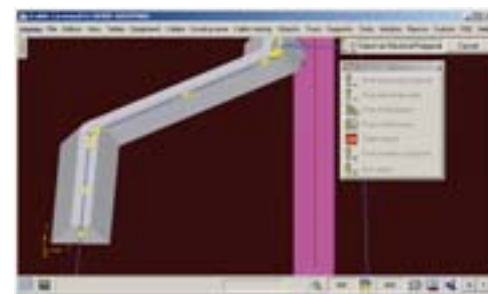
Por otro lado, la nueva versión de FORAN V70 incorpora muchas otras funcionalidades para el diseño adaptado a las circunstancias de producción de cada astillero, como por ejemplo un nuevo comando para la división inteligente de segmentos de tubería basado en la estándar de longitud definido en la librería de componentes, nuevas utilidades para el control de las restricciones de fabricación de *spools* antes de generar el

plano, y una mayor flexibilidad para la creación de varios elementos de tuberías.

DISEÑO ELÉCTRICO

El módulo para el diseño eléctrico en FORAN permite ahora la generación de conductos de cables con secciones no estándar. Otras mejoras son la posibilidad de definir conductos con cables dentro de las bandejas de cables, así como la posibilidad de considerarlos en los cálculos de llenado de la sección de la bandeja de cables.

El rutado de cables incluye nuevas mejoras, entre otras la definición de reglas de separación de cables. La conexión entre cables y regleteros también incluye nuevas capacidades, entre las que destaca la gestión de cables parcialmente rutados.



GESTIÓN DE CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO (PLM)

Por último, FORAN V70 permite la integración con diferentes Sistemas PLM, gracias a una solución neutral construida con estándares basados en XLM, servicios web y CORBA. ■

Página anterior, izquierda: detalle del nuevo módulo FNORM. *Derecha:* generación de una bodega corrugada en el nuevo módulo FGA. *En esta página, izquierda:* detalle del trazado de tuberías en FORAN V70. *Derecha:* detalle de una bandeja de cables con sección.

ADAPTACIÓN DE UNA EMBARCACIÓN

Gabarra de servicios portuarios para Consulmar

SENER ha realizado para Consulmar la adaptación de una embarcación que originariamente ofrecía servicios a piscifactorías, para la recogida de Productos Marpol, tanto procedentes de buques como de posibles derrames

de residuos en el mar (servicios anti-polución). La gabarra, llamada 'El Faralló Dos', fue diseñada y construida en un principio para ofrecer un servicio de acuicultura, concretamente para el transporte de los peces alevines y adultos entre las jaulas de la piscifactoría y el puerto. Dicho transporte se realizaba mediante cuatro tolvas dispuestas en la parte central del barco. La gabarra disponía de toda la maquinaria y servicios necesarios para la manipulación de los peces, así como para la creación del hielo requerido para el transporte de los mismos desde las jaulas al puerto.

SENER ha realizado el proyecto y dirección de obra de la adaptación de la

gabarra para la recogida de Productos Marpol, con una recogida máxima de 41 m³. El buque también ofrecerá un servicio de suministro de agua potable a buques, por lo que se han adaptado todos los tanques existentes en el barco y se ha aplicado un nuevo esquema de pintura de acuerdo con este nuevo requerimiento, ya que anteriormente se utilizaban como tanques de lastre con agua de mar. La nueva capacidad de transporte de agua dulce de la gabarra es de 128 m³.

También se han adaptado los sistemas de Seguridad y Contra-incendios de acuerdo a la reglamentación de navegación, con la notación de Cámara de Maquinas Desatendida. ■

CENTRO DE SOPORTE TÉCNICO

Harbin Engineering University, en China, utilizará FORAN

SENER ha firmado un acuerdo de cooperación con la universidad china Harbin Engineering University (HEU) para proporcionar licencias de FORAN, su Sistema CAD/CAM para diseño, ingeniería y construcción de buques, con fines educacionales y de investigación, al *Digital Shipbuilding Laboratory* de la universidad. Ubicada en la localidad china de Harbin, esta universidad de ingeniería está especia-

lizada en la industria de diseño y construcción de buques, exploración de los océanos y aplicación de la energía nuclear.

Gracias al acuerdo, se ha establecido un centro de soporte técnico de FORAN en las instalaciones de la universidad en Beijing. Asimismo, la empresa United Force Corporation (UFC) ha participado en el acuerdo como socio de SENER para la distribución y soporte técnico de FORAN en China.

Todas las disciplinas de FORAN han sido instaladas en HEU, con licencias de Formas, Arquitectura Naval, Estructura, Armamento, Electricidad, Estrategia Constructiva, Dibujo y Diseño avanzado, Realidad Virtual y Control de configuración y cambios. UFC ha proporcionado la formación adecuada para el personal de la universidad.

Según el acuerdo de cooperación, el centro de soporte técnico colaborará en la implantación de FORAN en la industria



nacional de construcción naval y asistirá a SENER y a UFC en las tareas de localización y personalización del sistema.

FORAN se está implantando satisfactoriamente en China, en consonancia con el plan estratégico de SENER en Asia. La empresa espera seguir promoviendo el uso del sistema en el país y colaborará activamente con la industria naval china para mejorar el proceso de diseño y construcción de buques y, de este modo, mejorar su competitividad en el ámbito naval internacional. ■■

En la imagen: detalle de una sección de un buque en FORAN.



BUQUE ACERGY HAVILA

Un proyecto FORAN nominado a Buque del Año en Noruega

FORAN ha sido el sistema de CAD/CAM naval utilizado para la ingeniería del proyecto Acergy Havila, un nuevo buque de soporte submarino (*Diving Support Vessel*, DSV) construido tras el acuerdo entre Acergy y Havila Shipping en Noruega.

Acergy Havila será el buque más avanzado de su clase, diseñado para realizar eficazmente operaciones en las peores condiciones. El buque tendrá una eslora de 120 m, 23 m de manga y estará equipado con

una grúa de 250 t. Clasificado por DNV (Det Norske Veritas), el Acergy Havila desarrollará una velocidad elevada en tránsito, dispondrá de un casco clase-hielo y de posicionamiento dinámico de clase 3, además de cumplir con las más exigentes regulaciones marítimas y medioambientales.

La empresa de ingeniería Havyard Steelcad ha utilizado el sistema FORAN, que emplea desde el año 1997, para llevar a cabo la ingeniería en 3D del Acergy Havila.

El barco ha sido nominado para Buque del Año 2010 en Noruega.

Además, debido a que numerosas empresas han estado involucradas en el proyecto, diferentes subcontratistas han adquirido el módulo de FORAN FCM, la nueva solución desarrollada por SENER para realizar tareas de control y visualización del modelo en 3D. En concreto lo han adquirido la empresa Havyard Design, que ha realizado el diseño del buque, el astillero Havyard Leirvik, el armador Acergy, la empresa subcontratada para aspectos relacionados con tareas submarinas Dräger Safety y la empresa subcontratada Richter Rhorleitungsbau.

El módulo de FORAN FCM en la opción de visualizador es una herramienta para leer e interrogar escenas o modelos en 3D definidos en FORAN. Esta lectura puede realizarse bien por medio de una conexión a la base de datos de FORAN, o bien sin conexión a la base de datos, a través de formatos específicos. El módulo permite la importación y exportación de información en diferentes formatos y, entre otras, puede realizar las siguientes funciones: obtención de puntos y distancias de forma sencilla, acceso a todos los puntos del modelo, interrogación al modelo, obtención de pesos, coordenadas y centros de gravedad, opciones de visualización sencilla utilizando planos de corte y obtención de transparencias. ■■

En la imagen: buque Acergy Havila realizado con el Sistema FORAN de SENER.



INGENIERÍA PARA UNV

SENER lleva a cabo la ingeniería de ocho remolcadores para **Unión Naval de Valencia**

SENER se ha hecho con nuevos contratos para Unión Naval de Valencia (UNV), que comprenden las labores de ingeniería de un total de ocho remolcadores para distintos clientes. Estos contratos consolidan la estrecha colaboración que mantienen ambas empresas, que se remonta a los años ochenta.

Cabe destacar que, en todos estos trabajos, SENER ha utilizado su propio Sistema de CAD/CAM FORAN para el diseño, ingeniería y producción de buques.

CUATRO NUEVOS REMOLCADORES PARA EL PUERTO DE AMBERES

SENER realiza para UNV la ingeniería de cuatro remolcadores que la Autoridad Portuaria del Puerto de Amberes adjudicó al astillero valenciano tras una licitación internacional. Unión Naval Valencia es miembro y división de negocio Boluda Shipyards,



de Boluda Corporación Marítima. SENER participó en la preparación de la información técnica del anteproyecto necesaria para el concurso, que se convocó en 2008, y al que concurren los mejores diseñadores y constructores de remolcadores del mundo. Finalmente, UNV y SENER se adjudicaron el contrato para el diseño, ingeniería y construcción de los cuatro remolcadores.

El alcance del proyecto que va a realizar SENER incluye los cálculos de arquitectura naval, el proyecto conceptual, el proyecto básico de acero y armamento y de seguridad y contraincendios y, por último, la ingeniería de detalle de acero y armamento en FORAN de la serie de remolcadores.

Entre las características técnicas del buque, del que se construirán cuatro unidades, destaca la eslora total de 29,50 m, la manga de trazado de 12,50 m, el puntal de 4,50 m y el calado de 3,00 m. El remolcador tendrá un desplazamiento de 709 toneladas y estará clasificado por el Bureau Veritas.

El tiempo estimado para la entrega al armador de la primera unidad de la serie es de 14 meses desde la entrada en vigor del contrato.

DOS REMOLCADORES TIPO AZIMUTAL QUE OPERARÁN EN PANAMÁ

Junto con este contrato, SENER ha desarrollado la ingeniería básica y de detalle de

estructura y armamento de los dos remolcadores que ha construido UNV, también para el armador Grupo Boluda. El trabajo de SENER incluye el desarrollo de la ingeniería básica completa del buque, la definición del modelo 3D del mismo y la generación de la información necesaria para producción y montaje, utilizando para ello su propio Sistema FORAN.

Se trata de un remolcador de propulsión azimutal del tipo ASD (*Azimutal Stern Drive*) de 6400 HP. Entre sus dimensiones principales, destacan una eslora total de 30,50 m, una eslora entre perpendiculares de 26,95 m, una manga de trazado de 11 m, un puntal de 5,80 m y un calado de trazado a la línea de base de 4,70 m. El buque, que estará clasificado por el Bureau veritas, podrá desarrollar una potencia de tiro a punto fijo de 78 toneladas y tendrá una tripulación de seis personas.

Se espera que los remolcadores operen en Panamá y den servicio tanto en puerto como de altura.

DOS REMOLCADORES TIPO VOITH PARA SHETLAND ISLAND COUNCIL

Por último, SENER también ha llevado a cabo la ingeniería básica y de detalle de estructura y armamento de una serie de dos remolcadores gemelos para el armador Shetland Island Council construidos en el astillero UNV. Tanto el primer buque, llamado 'Solan', como el segundo, 'Bonxie', operarán en la terminal Sullom Voe y en la zona del mar del Norte, principalmente. Esta terminal es el mayor puerto de exportación de petróleo en el Reino Unido, con un volumen de 25 millones de toneladas por año. Los remolcadores ofrecerán un servicio de remolque y de escolta.

Ambos remolcadores gemelos comparten características técnicas, como la eslora total de 40 m, la manga de 14 m, el calado de 5,50 m, un calado de 3,90 m y una velocidad de 14 nudos, con una dotación a bordo de seis personas. Disponen de un propulsor tipo Voith, que permitirá ofrecer un tiro a punto fijo de 70 toneladas con los motores desarrollando kw de potencia. El buque está clasificado por Lloyd's Register

El trabajo de SENER incluye el desarrollo de la ingeniería básica completa del buque, la definición del modelo 3D del mismo y la generación de la información necesaria para producción y montaje, utilizando para ello, como es habitual, su Sistema FORAN. ■■

Imagen superior: remolcador tipo Voith para Shetland Island Council. *Imagen inferior:* diseño de uno de los remolcadores para el Puerto de Amberes.

ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

La generación eléctrica con tecnología de SENER a partir de biomasa y residuos

Las tecnologías de SENER aumentan la eficiencia energética y permiten reducir los costes de la valorización energética de los residuos urbanos y de las plantas de biomasa, así como obtener rentabilidades más altas, al tiempo que disminuyen las emisiones de CO₂ y los costes de mantenimiento.

LIMITACIONES DEL CICLO RANKINE

La conversión de la energía térmica de los combustibles en energía mecánica y eléctrica se realiza normalmente mediante el ciclo termodinámico Rankine.

La eficiencia energética del ciclo Rankine es mayor cuanto más altas son la presión y la temperatura del vapor que mueve la turbina. En las centrales térmicas son normales temperaturas superiores a 500°C y presiones por encima de 100 bares con las que actualmente se consiguen rendimientos eléctricos del 40 - 45%.

Sin embargo, cuando el combustible es biomasa o residuo sólido urbano (RSU), las temperaturas del vapor están limitadas por la corrosión que producen los humos de combustión de estos materiales, de forma que, generalmente, para conseguir una duración razonable de los

tubos de la caldera, es necesario generar vapor a temperaturas inferiores a 430°C y presiones por debajo de 65 bares. En estas condiciones los rendimientos eléctricos brutos del ciclo Rankine son del orden del 26 - 28%

LOS CICLOS TÉRMICOS DE SENER

SENER ha desarrollado varios ciclos térmicos para la generación eléctrica, a partir de biomasa y de residuos, caracterizados porque permiten mejorar la eficiencia energética del ciclo Rankine y disminuir la corrosión que producen estos combustibles en las calderas.

Estas tecnologías permiten dar un impulso adicional al aprovechamiento de las energías renovables, ya que contribuyen a la mejora de la operatividad de las instalaciones y a la reducción de los costes. En el caso de los residuos sólidos urbanos, hacen posible cumplir sobradamente con los requisitos mínimos de eficiencia energética que exige la legislación comunitaria.

Los nuevos ciclos térmicos de SENER se basan en generar vapor de elevada presión (alrededor de 100 bares) y temperaturas moderadas (300 - 400°C), condiciones en las que la corrosión producida por los

gases de combustión de las energías renovables es reducida.

APLICACIONES A RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Para los residuos urbanos es muy adecuado el proceso SENER-4, que está basado en un ciclo de vapor de elevada presión y temperatura moderada que se expande en una turbina de dos fases con recalentamiento intermedio, lo que permite elevar los rendimientos eléctricos brutos a valores de 32 - 34%. Esta tecnología no requiere combustible auxiliar más que en las puestas en marcha.



El proceso SENER-2, basado en un ciclo combinado con combustible auxiliar (gas natural), permite elevar los rendimientos eléctricos a valores del 40 - 50% y resulta más interesante cuanto mayor es la diferencia entre el precio de la energía eléctrica y el coste del combustible auxiliar.

La tecnología de SENER en la valorización energética de residuos urbanos se utiliza desde 2004 en la planta de Zabalgardi en Vizcaya (España), que trata 240.000 t/a, generando 100 MWe con rendimiento eléctrico del 45%.

APLICACIONES A BIOMASA

En el caso de la biomasa, la tecnología SENER-4 puede ser combinada con los procesos SENER-1 (sobrecalentamiento del vapor de alta presión fuera de la caldera) o SENER-3 (ciclo combinado de la caldera de biomasa con motor a gas), que permiten elevar los rendimientos por encima del 35%.

Actualmente se encuentra en fase de desarrollo un proyecto de biomasa de 27 MWe que incorpora las tres tecnologías con las que se alcanza un rendimiento eléctrico próximo al 40%, lo que representa producir 35% más energía eléctrica que la que se generaría con tecnología convencional. ■■

Izquierda: planta de tratamiento de RSU Zabalgardi, en Vizcaya, todo un referente mundial con tecnología de SENER.



**Estrenamos nueva
página Web.
¡Visítanos!**

www.torresolenergy.com

**TODOS LOS QUE VEN ESTE ANUNCIO,
TARDE O TEMPRANO,
SE BENEFICIARÁN
DE NUESTRA ENERGÍA SOSTENIBLE**

En Torresol Energy tenemos un objetivo muy claro: ser la empresa líder en el sector de la Energía Solar por Concentración, promoviendo el desarrollo y la explotación de grandes plantas solares en todo el mundo.

Nuestros proyectos son tan rentables y eficientes como la energía del sol, porque tenemos la innovación tecnológica necesaria para desarrollar una energía limpia, inagotable y respetuosa con el medio ambiente de cara a futuras generaciones.



Torresol Energy

reinventing solar power

www.torresolenergy.com



INGENIERÍA CIVIL

PREMIO PUENTE DE ALCÁNTARA AL PASO DEL EMBALSE DE CONTRERAS PARA EL AVE MADRID-LEVANTE

La Fundación San Benito de Alcántara ha concedido el Premio Internacional Puente de Alcántara al viaducto sobre el Embalse de Contreras. El jurado, presidido por el Infante Don Carlos de Borbón, destacó del proyecto “el empleo de técnicas novedosas de ejecución, la pureza de líneas de la estructura y la belleza e integración lograda en el paisaje”.

El proyecto del puente forma parte del contrato de proyecto y asistencia técnica a la dirección de obra del tramo Minglanilla – Villargordo del Cabriel de la línea de alta velocidad Madrid – Castilla La Mancha – Comunidad Valenciana – región de Murcia realizado para el ADIF por SENER – GESTEC, que contó con la colaboración



de Javier Manterola para la redacción del proyecto del viaducto. SENER es también el autor del estudio informativo de esta línea de alta velocidad y del correspondiente estudio de impacto ambiental.

El tramo discurre por una zona de orografía accidentada y ha sido necesario proyectar y construir importantes obras de infraestructura, entre ellas cinco túneles con una longitud total de 5.141 m y siete viaductos que suman 3.343 m de longitud. El elemento más espectacular de este tramo es el arco parabólico de hormigón armado que cruza el embalse, con

261 m de distancia entre apoyos y una relación flecha/luz ligeramente inferior a un séptimo, que constituye récord europeo de puente arco ferroviario de hormigón. Además, al ser una zona de alto valor ecológico, las obras han estado sujetas a numerosas restricciones con el fin de preservar el entorno natural del paraje.

Para el desarrollo de este proyecto, SENER – GESTEC ha contado con la colaboración de la Oficina de Proyectos Carlos Fernández Casado, S.L. y su construcción ha corrido a cargo de la UTE Azvi - Constructora San José. ■

Arriba: viaducto sobre el Embalse de Contreras.

PREMIOS INTERNOS

PREMIOS A LA INNOVACIÓN Y A LA SEGURIDAD EN LAS OBRAS

El pasado 15 de julio SENER entregó sus galardones internos Premios a la Innovación y Premios a la Seguridad en las obras.

Los Premios a la Innovación, que cuentan con una larga tradición en la empresa, reconocen aquellos productos o procesos cuyas características o aplicaciones, desde el punto de vista tecnológico, difieran sustancialmente de los existentes con anterioridad. Este año los premios han recaído en el equipo de SENER responsable del diseño del colector solar cilindro – parabólico SENERtrough. Su diseño ha mejorado las prestaciones técnico-económicas de los colectores existentes, con lo que se ha cumplido el objetivo de reducir el coste unitario de generación de energía en una planta termosolar. Este desarrollo ya se ha completado satisfactoriamente en todas sus fases (diseño, validación, y puesta a punto de los procesos de fabricación y montaje para grandes cantidades) y hoy en día ya se ha instalando el colector SENERtrough en plantas comerciales. Por este motivo, la empresa ha querido reconocer la apor-

tación del equipo de ingenieros formado por Jesús Lata, Jorge Vázquez y Jorge Bellettini, David Castañeda, Sergio Relloso, Nora Castañeda, Egoitz Larrabeiti e Iñaki Gila, responsables de este innovador desarrollo. Por otro lado, la mención especial de los Premios a la Innovación 2010 ha recaído en Miguel Domingo, director de Negocio Solar de SENER.

Este año por primera vez ha tenido lugar la entrega de los Premios a la Seguridad en las obras, que surgen por iniciativa de la Dirección de SENER para premiar las actuaciones de aquellas personas que contribuyan significativamente a reducir los índices de accidentes en las obras en las que SENER tiene la responsabilidad de la seguridad de las mismas. En su primera edición, estos premios han recaído en Gonzalo Chapatte, José Luis Postigo y Honori Plá, por su buen hacer al frente de las obras de la Planta de Tratamiento de Purines de Polán y Consuegra (Toledo), las obras de la Planta de Cogeneración de BP Oil, en Castellón, y las obras de ampliación de la alimentación eléctrica de la línea 1 del Metro de Barcelona, respectivamente. El objetivo de SENER es conseguir índices ‘cero’ de accidentes, mediante la mejora continua y progresiva de la prevención de riesgos laborales (PRL) en nuestras obras. ■

En las imágenes, a la izquierda: los galardonados en los Premios a la Innovación. **A la derecha:** galardonados con los Premios a la Seguridad.





HERSCHEL Y PLANCK

GRAN PREMIO 2010 DE LA ASOCIACIÓN FRANCESA PARA LA AERONÁUTICA Y ASTRONÁUTICA

La Asociación Francesa para la Aeronáutica y Astronáutica ha otorgado a los satélites Herschel y Planck de la Agencia Europea del Espacio (ESA) el Gran Premio 2010 'Outstanding space endeavours'. El galardón fue entregado el pasado 9 de junio en los Salones del Club l'Aero de París. Este premio reconoce anualmente al proyecto que más ha contribuido al progreso de la ciencia y la exploración espacial.

Dentro del consorcio de empresas que han participado en esta misión, SENER es responsable del sistema completo de Control de Actitud y Órbita (AOCS/GNC) del satélite Planck y de parte de los elementos comunes de ambos satélites instalados en el sistema AOCS/GNC de Herschel. Este sistema se encarga de llevar los satélites a las posiciones deseadas (órbita) y mantenerlos con los perfiles de apuntamiento y estabilización adecuados (actitud), además de corregir cualquier desviación que se produzca.



© ESA

El cometido de los satélites Herschel y Planck es recabar información sobre la formación del Universo. Por un lado, Planck estudia su origen a partir de la radiación de la primera radiación que existió en el Universo tras el Big Bang, que permanece aún en el espacio; por otro, Herschel investiga cómo se formaron las estrellas y las galaxias y cómo continúan creándose actualmente. ■■

Arriba: satélite Planck.



PREMIOS SENER EN LA UPC

II PREMIOS SENER EN LA ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y AERONÁUTICA DE TERRASSA

El 28 de junio tuvo lugar la entrega de trofeos y diplomas de la II edición de los Premios SENER al mejor trabajo de la asignatura de Proyectos de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Aeronáutica de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Estos premios son una muestra más de la colaboración que SENER lleva a cabo habitualmente con la UPC.

La ceremonia de entrega, celebrada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial y Aeronáutica de Terrassa (ETSEIAT), contó con la participación del jefe de la Sección de Ingeniería Mecánica de Barcelona, Íñigo Gurrea, y del jefe de la Sección de Ingeniería de Telecomunicaciones de Barcelona, Óscar Julià. El proyecto ganador de Ingeniería Industrial ha correspondido a una planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos, mientras que para Ingeniería Aeronáutica el proyecto ganador ha sido el trabajo Supersonic Business JET. El número total de participantes en esta edición de los premios ha sido de 71 alumnos. ■■

Arriba: grupo de estudiantes premiados por SENER en la UPC.

RESPONSABILIDAD CORPORATIVA

SENER RECIBE LA PLACA DE HONOR DE LA FUNDACIÓN DESARROLLO Y ASISTENCIA

La Junta del Patronato de la Fundación Desarrollo y Asistencia (DA) ha concedido a SENER una Placa de Honor en agradecimiento al apoyo y ayuda que la empresa presta a esta ONG madrileña de voluntariado.

La novena edición del Acto de Entrega de Placas de DA tuvo lugar el 8 de junio, en una ceremonia de reconocimiento a voluntarios y colaboradores, en el Museo de la Ciudad, en Madrid. El presidente de SENER, Jorge Sendagorta, fue el encargado de recoger esta distinción de manos del presidente de Desarrollo y Asistencia, Rafael Izquierdo. La de SENER fue una de las seis Placas de Honor que la ONG entregó este año. Además, en la sesión se otorgaron 55 placas a voluntarios de DA que cumplieron en 2010 cinco años de actividad en alguno de sus programas.

SENER y la Fundación Desarrollo y Asistencia firmaron un contrato de colaboración el 22 de junio de 2008 para canalizar las acciones de voluntariado de las personas de SENER a través de la Fundación, y la empresa además financió algunos de sus proyectos. Ese mismo año, la ONG le concedió la 'Marca como Empresa Solidaria', que distingue a sus más estrechos colaboradores. Desde entonces, la relación entre ambas entidades ha ido creciendo.

La Fundación Desarrollo y Asistencia, que comenzó sus actividades en diciembre de 1995, es una Fundación Benéfico-Asistencial cuya misión es ser cauce y motor de solidaridad, mediante la promoción, formación y coordinación de voluntariado en beneficio de conciudadanos que se encuentran en situación desfavorecida. Lleva a cabo programas de voluntariado en hospitales, acompañando a pacientes internos y apoyando a sus familiares, actividades de ocio y tiempo libre para personas con discapacidad, programas de apoyo a personas sin hogar y programas de acompañamiento a personas mayores, tanto en su propio domicilio como en residencias de la tercera edad. Asimismo, es miembro de la FEVOCAM (Federación de Entidades de Voluntariado de la Comunidad Autónoma de Madrid) y de la REDAV (Red de Entidades de Acción Voluntaria), de las que ostenta en la actualidad su Presidencia. ■■



MEDICINA DEPORTIVA CONTRA LA MUERTE SÚBITA

FUTBOLISTAS PRUEBAN EL SISTEMA BIOSENER

Jugadores del Real Madrid y del Atlético de Madrid prueban el dispositivo BIOSENER®, capaz de monitorizar las constantes vitales de los jugadores en todo momento. Desarrollado y patentado por SENER, se trata de una eficaz herramienta para prevenir la muerte súbita.

Los jugadores probaron este novedoso sistema por primera vez durante el 'Corazón Classic Match 2010', partido solidario en favor de la investigación contra la muerte súbita en los deportistas celebrado en el estadio Santiago Bernabéu el 30 de mayo, que enfrentó a los veteranos del Real Madrid y del Milán. Ramis y Velasco vistieron sendas cintas elásticas 'inteligentes' dotadas de biosensores que midieron en todo momento las constantes vitales de los jugadores durante el partido.

Desde entonces, tanto el Atlético de Madrid como el Real Madrid lo prueban en sus instalaciones durante los entrenamientos. Jugadores como Camacho, Reyes y Cabrera ya lo han utilizado.

Las novedosas cintas son ergonómicas y no usan cables, lo que permite que se puedan utilizar mientras se realizan esfuerzos físicos sin interferir en la actividad de los jugadores. El dispositivo graba y envía en tiempo real las constantes vitales del jugador, midiendo su electrocardiograma, ritmo cardio-respiratorio y temperatura, entre otros. De esta forma, se determina el nivel de esfuerzo, estrés, fatiga, golpes de calor, posición y en general el estado físico del individuo, activando alertas e indicando el nivel de riesgo.

Esta información se transmite en tiempo real a un teléfono, PDA u ordenador o es reproducida a posteriori, mostrando la información grabada durante la sesión. De este modo, BIOSENER® es una herramienta eficaz para médicos y preparadores físicos, quienes reciben minuciosa información de las constantes vitales de todos y cada uno de los jugadores durante el esfuerzo físico. BIOSENER® es el único dispositivo de sus características certificado como producto médico por las normativas americana y europea, que acreditan que las medidas tomadas tienen grado clínico, lo que convierte al sistema en una herramienta eficaz para detectar anomalías como las que provocan la muerte súbita. Esta innovación ha sido desarrollada para el Ejército español, en su programa 'Combatiente del Futuro', y en la actualidad lo emplean ejércitos de distintos países, centros de tecnificación deportiva y hospitales. ■■

En la imagen: un entrenamiento del Atlético de Madrid con BIOSENER.

TECNOLOGÍA SOLAR

SENER GANA EL PREMIO US CSP TODAY

SENER ha resultado premiada en la primera edición de los premios US CSP Today, en la categoría 'Best increased dispatchability solution'.

SENER se ha alzado con este reconocimiento por su sistema de almacenamiento en sales fundidas, que permite a las plantas con tecnología de SENER seguir produciendo electricidad en ausencia de insolación, bien de noche o en momentos en que la radiación solar es muy débil. Gracias a este sistema, que aumenta significativamente el rendimiento de una central en comparación con otras plantas sin almacenamiento térmico, se puede garantizar el suministro continuo de electricidad, superando las intermitencias, y adaptarlo a la demanda de consumo de una manera flexible, uno de los puntos débiles de algunas tecnologías renovables.

La entrega del premio tuvo lugar el 24 de junio durante la cuarta edición de la feria Concentrated Solar Power Summit, celebrada entre los días 23 y 25 de junio en San Francisco (EE UU). El director general de SENER en San Francisco, José C. Martín, ha sido el encargado de recoger este galardón. Tras el evento, José C. Martín declaraba: "Estoy muy orgulloso de recibir, en nombre de SENER, este premio, que supone un reconocimiento a nuestro esfuerzo en los últimos diez años por transformar la generación solar térmica en una tecnología fiable, cada vez más competitiva, que permite la operación de las plantas en forma despachable y con acceso a financiación del tipo *project finance*". ■■

NUEVOS PROYECTOS

FIRMA DEL CONTRATO EN EL PROGRAMA METEOR

El pasado 21 de julio SENER y MBDA, grupo europeo líder mundial en misiles y sistemas de misiles, suscribieron un acuerdo para la participación de la empresa de ingeniería en el programa multinacional del misil aire-aire Meteor como autoridad de diseño y suministrador para MBDA del FAS (acrónimo de *Fin Actuation Subsystem*).

El director general de la Unidad Estratégica de Negocio Aeroespacial de SENER, Rafael Quintana, firmó el acuerdo con el director de Compras del Grupo MBDA, Simon Williams, acompañado por el CEO de MBDA, Antoine Bouvier, y el vicepresidente de SENER, Andrés Sendagorta, el 21 de julio en el stand de MBDA durante la feria internacional Farnborough. ■■

En la imagen, de izquierda a derecha: Simon Williams, Rafael Quintana y Andrés Sendagorta durante la firma del contrato.





MERCADO TERMOSOLAR EN EE UU

DESARROLLO DE UN INNOVADOR SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

SENER ha recibido del Departamento de Energía Estadounidense (DOE) una subvención para participar en el desarrollo de la nueva generación de sistemas de almacenamiento térmico de alto

rendimiento para plantas de energía termosolar. Esta ayuda es parte de una *Funding Opportunity* del DOE, cuyo objetivo principal es la mejora de la disponibilidad y distribución de la energía solar, así como la reducción de los costes asociados a esta. La meta última es desplegar plantas de energía solar por concentración (CSP) a escala comercial en un futuro.

SENER dirige un equipo que cuenta con la colaboración de la empresa GraffTech International Ltd. y de la Universidad de California-Berkeley, además del apoyo de otros proveedores clave para el proyecto. El proyecto HELSOLAR (sistemas de almacenamiento térmico de alto rendimiento para plantas solares) pretende desarrollar sistemas sólidos de almacenamiento a altas temperaturas basados en la utilización de grafito. Esto permitirá extender la capacidad de almacenamiento a un gran número de aplicaciones basadas en la energía solar por concentración con un coste reducido.

“Este proyecto es un buen ejemplo del continuo esfuerzo en I+D realizado por SENER y de nuestro compromiso con el desarrollo de soluciones de energía termosolar más eficientes”, afirmó Miguel Domingo, director de Negocio Solar de SENER. Durante el anuncio oficial de la concesión de fondos, el Secretario de Energía de EE UU, Steven Chu, recalcó que “el desarrollo de tecnologías solares de bajo coste permitirá la creación de nuevos puestos de trabajo y sentará las bases para un futuro dominado por las energías limpias”. ■■

En la imagen: tanques de almacenamiento térmico con sistema de sales fundidas en una planta termosolar desarrollada por SENER.

NOMBRAMIENTOS

SENER ha incorporado a **GUIDO CASANOVA** como responsable para Brasil. Este inge-



nero naval por la Universidad de Sao Paulo ha sido anteriormente responsable de la dirección de negocio de las divisiones brasileñas de Pirelli Cabos, S.A. y de Pirelli Cables en México, además de dirigir la división en Brasil de Pirelli Telecomunicaciones y de ocupar distintas posiciones en la gerencia de la empresa Techint en Brasil e Italia. Desde su nuevo puesto, Guido Casanova será responsable de consolidar la presencia de SENER en Brasil.

PIOTR REBAJN ha sido nombrado jefe de la Sección Civil de la oficina de SENER en Polonia. Con este nombramiento se continúa reforzando la estructura de la División de Polonia con ingenieros polacos de reconocida solvencia técnica. Piotr Rebajn se hará cargo de todas las tareas relativas



a la Sección Civil de la oficina de Varsovia y mantendrá una estrecha colaboración con la Dirección General de Ingeniería y la Unidad Estratégica de Negocio Civil y Arquitectura.

ARGENTINA
SENER ha reestructurado dos secciones clave

de la División de SENER Argentina, Tuberías y Procesos, con los consiguientes cambios en las personas al frente de las mismas: la Sección de Tuberías, que estaba conformada por las subsecciones de Naval-Mecánica y Tuberías, queda dividida en tres secciones independientes, con nuevas personas en la dirección:

ESTEBAN ROSIC seguirá a cargo de Tuberías, que integrará las secciones de Diseño, Tensiones, Materiales y Sistemas de Ingeniería, con el objeto de ganar en eficiencia y potenciar esta especialidad, fundamental



en el desarrollo de los proyectos.

Naval se transformará en Sección y se llamará Ingeniería de Buques, para continuar con la misma denominación de las secciones de Madrid y Valencia. Como jefe de esta nueva Sección se ha designado al Ingeniero Naval **MARCELO FANELLI**, quien cuenta con



23 años de experiencia en proyectos de energía y procesos, industriales y navales y seis años de desempeño en la División de SENER Argentina, donde ha sido el mentor de la subsección Naval.

Por su parte, **JUAN SKRETOKOWICZ** se pondrá al frente de



la Sección Mecánica. Ingeniero mecánico con 40 años de experiencia, los dos últimos en SENER, ha participado activamente en el proyecto de la central de ciclo combinado Bicentenario desde Bilbao y en la dirección del proyecto 'Optimización de energía' para YPF.

En cuanto a la Sección de Procesos, **JULIO MARTÍNEZ**, creador de esta Sección en la División de Argentina, pasará a ocupar el



cargo de consultor de Procesos. SENER quiere reforzar así sus capacidades en el campo de la energía nuclear, en el que Julio Martínez cuenta con una gran experiencia, dada su extensa participación en la Comisión Nacional de Energía Atómica de Argentina.

Como jefe de la Sección de Procesos se ha nombrado al



ingeniero químico **HORACIO JANER**, quien cuenta con 20 años de experiencia y ha llevado a cabo en este último lustro en SENER diversos proyectos tanto en el campo de la energía como en el de refino.

SISTEMAS ÓPTICOS

Alta precisión al servicio de la exploración planetaria

Saber si tienes que llevarte un paraguas al salir de casa o poder divisar tu propio tejado en un laberinto de calles dentro de un gigantesco mapa mundial son ejercicios que se han convertido ya en parte de la vida cotidiana. **Complejos sistemas ópticos que enfocan a la Tierra** desde las alturas lo han hecho posible.

A puntando al espacio exterior, los sistemas ópticos son fundamentales para realizar complicadas misiones científicas, que desentrañan los misterios de galaxias lejanas, o para proporcionar información crucial sobre el propio origen del Universo. Son sistemas que permiten ver aquello que nunca alcanzaría el ojo humano y amplifican hasta lo indecible la visión global del planeta. En programas nacionales o internacionales, auspiciados por instituciones transnacionales como la Agencia Espacial Europea (ESA) o el Observatorio Europeo Austral (ESO), los sistemas ópticos se han convertido en un sector clave

de la tecnología tanto civil como militar. España, con SENER a la cabeza, empieza a despuntar en el panorama mundial por su excelencia en estos proyectos.

Años 80, los orígenes

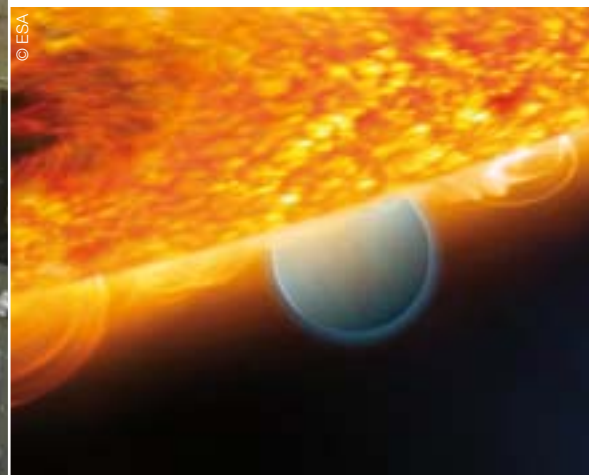
El campo de sistemas ópticos es una de las áreas más prometedoras en SENER y ha experimentado en los últimos años un notable desarrollo, especialmente en su vertiente de equipos de vuelo para aplicaciones espaciales. Pero el origen de esta actividad en SENER lo marcó un importante programa para el Ministerio de Defensa español, el SBGL, un misil guiado por láser que la empresa desarrolló y probó con éxito a principios de los años 80. El SBGL disponía de un seguidor (*seeker*) de cuadrante cuya efectividad quedó demostrada en condiciones reales de vuelo. Su tecnología era mucho más avanzada que la de otros proyectiles del momento, como el célebre GBU-15.

En los años 90, SENER comenzó a trabajar en el procesado digital de imágenes, siempre en campos muy innovadores como fusión o súper-resolución de imágenes. En paralelo, se llevaron a cabo proyectos destacables como un sistema de adquisición de imágenes en espectros visible e infrarrojo térmico para cámaras de combustión en condiciones de micro-gravedad, desarrollado para la ESA, así como el proyecto LINZE, donde se suministró un equipo de cámara aerotransportable, embarcada en un helicóptero de inspección, para el registro automático, en los rangos visible e infrarrojo, del estado de las líneas de alta tensión.

Durante este periodo, SENER participó asimismo en distintos instrumentos ópticos para aplicaciones espaciales como empresa suministradora de mecanismos de precisión. Realizó la rueda de filtros y el mecanismo de reenfoque de la cámara FOC

Abajo: imagen tomada por el telescopio Hubble de la agrupación masiva de estrellas en NGC 3603 y sus alrededores.



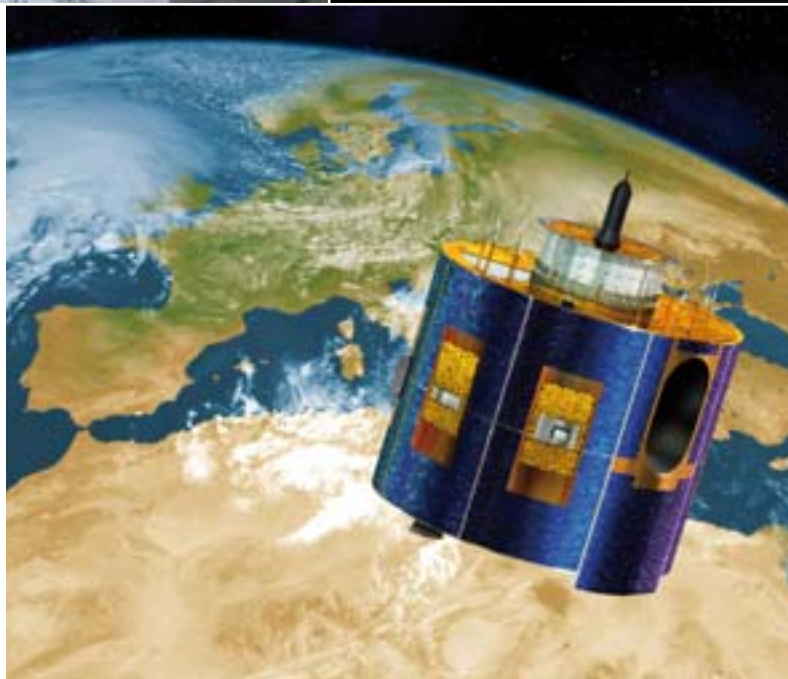


(*Faint Objects Camera*), que funcionó a bordo del famoso telescopio Hubble desde 1990 hasta el año 2002. El mecanismo de reenfoque permitía corregir el apunte de esta cámara de asombrosa precisión, capaz de obtener imágenes en los espectros visible y ultravioleta y de contar de forma individualizada las partículas de luz (fotones) que recibía. Registró la primera imagen directa del disco de una estrella que no fuera el Sol, la estrella Betelgeuse o Alpha Orionis.

La consolidación, en el Espacio

Estos primeros contratos dieron a SENER visibilidad en el campo de la óptica para aplicaciones espaciales, en el que España carecía de una industria especializada. A mediados de los 90 el país empezó a estudiar un sistema nacional de Observación de la Tierra, que permitiera la adquisición de imágenes con aplicaciones en cartografía, ordenación del territorio, gestión de recursos naturales y protección civil. Estos estudios de viabilidad se concretarían en el Programa Nacional de Ordenación del Territorio, que incluía el satélite SEOSAT/INGENIO, y SENER fue escogida como la empresa suministradora de la carga de pago principal del satélite, constituida por una cámara de alta resolución, con canales pancromático y multi-espectral. A medida que avanzaban los proyectos, el área de instrumentación óptica de SENER iba recibiendo nuevos contratos.

El satélite Gaia, un programa de la ESA para componer el mayor mapa conocido de nuestra galaxia a través de dos potentes telescopios, contará también con equipos de SENER. La empresa ha entregado recientemente el modelo de vuelo del mecanismo de reenfoque del espejo secundario (denominado M2M), un notable equipo que permite ajustar dicho espejo con enorme precisión (tiene 5 grados de libertad y resoluciones de movimiento de decenas de nanómetros). Y en Meteosat Tercera Generación (MTG), el satélite de la ESA que facilita información meteorológica de África y Europa, SENER ha fabricado un primer prototipo del mecanismo de barrido o escáner de la futura cámara visible (*Flexible Combined Imager*, FCI), cuyas precisiones de movimiento se cifran en décimas de segundo de



arco. La cámara FCI podrá obtener imágenes de mejor resolución radiométrica y mayor precisión espacial y temporal de las condiciones atmosféricas, de nubosidad, humedad y fuego, una información que repercutirá en unas predicciones meteorológicas más exactas y permitirá poner en marcha eficaces operativos de emergencia ante catástrofes naturales, por ejemplo.

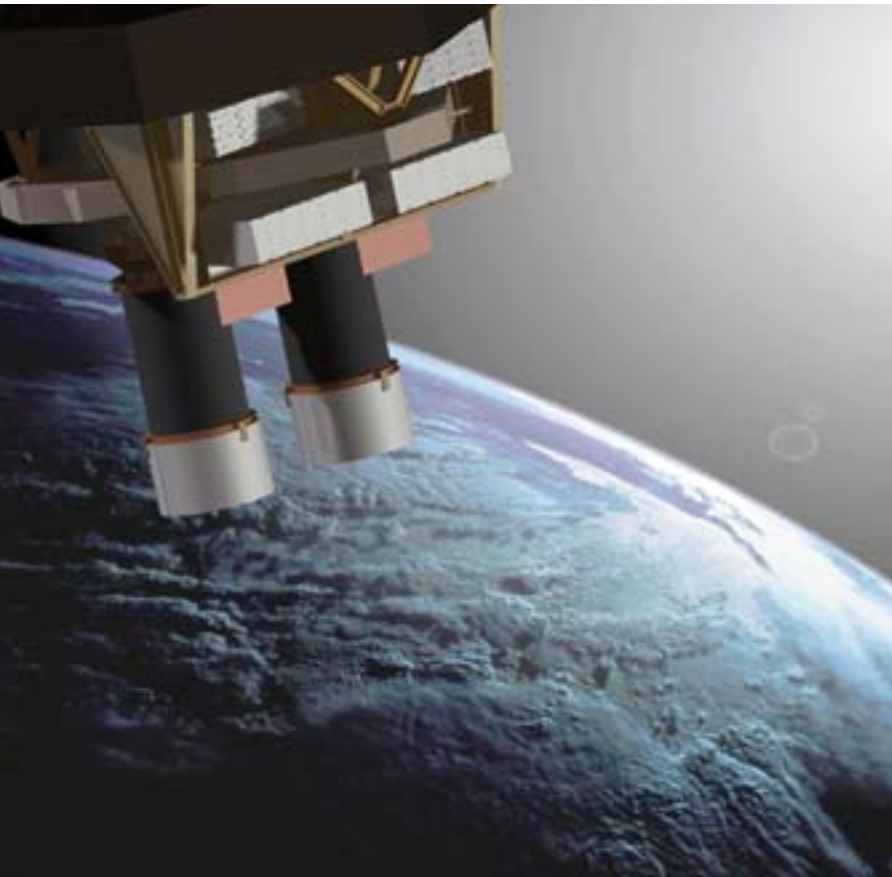
Un presente cargado de proyectos

Hoy en día, SENER es contratista principal en instrumentación óptica para aplicaciones científicas, especialmente en el campo de la astronomía y la astrofísica, tanto en sistemas de formación de imágenes como en espectroscopia. En este campo, la empresa participa en el proyecto World Space Observatory – Ultraviolet (WSO-UV), un gran telescopio en órbita comparable en interés científico a los canales UV del telescopio Hubble. SENER es suministrador del instrumento ISSIS (*Imaging and Slitless Spectroscopy Instrument for Surveys*), compuesto por dos cámaras

Arriba a la izquierda: mecanismo de ensayo del satélite Meteosat Tercera Generación en las instalaciones de SENER.

Arriba a la derecha: imagen artística del planeta extrasolar del tamaño de Júpiter HD 189733b, una de las líneas de investigación del Hubble.

Debajo: imagen artística del satélite Meteosat Segunda Generación.



© ESA

Arriba: imagen artística del Satélite Español de Observación de la Tierra SEOSAT/INGENIO. **Abajo:** configuración del instrumento óptico del satélite SEOSAT/INGENIO desarrollado por SENER.

de alta sensibilidad capaces de tomar imágenes del ultravioleta lejano. La empresa también está realizando un estudio de viabilidad para la cámara de radiación infrarroja térmica del proyecto EUSO (*Extreme Universe Space Observatory*), que será instalado en el módulo experimental japonés de la Estación Espacial Internacional (ISS). Esta cámara estará destinada a la detección de partículas de alta energía en el espacio. Otros proyectos de astronomía con participación de SENER son el E-ELT (*European Extremely Large Telescope*) que desarrolla el ESO, para el que SENER ha diseñado el instrumento HARMONI (*High Resolution Monolithic Optical/Near Infrared*), un espectrógrafo del infrarrojo cercano, o el estudio de viabilidad SOL2 para permitir la

comunicación de aeronaves en el espacio profundo a través de enlaces ópticos basados en láser.

Dentro de las misiones de exploración planetaria de la ESA, SENER participa en la misión ExoMars de exploración a Marte. En concreto, la empresa lleva a cabo, entre otros proyectos, un espectrómetro para la carga de pago científica de uno de los vehículos rover que van a ser enviados al planeta rojo para analizar muestras de minerales y rocas marcianas. El espectrómetro Raman obtendrá información de la estructura y composición molecular de las muestras. También con la vista puesta en Marte, la empresa participa en el desarrollo del instrumento SOLID (*Signs Of Life Detector*) para descubrir señales de vida en el planeta mediante fluorescencia de marcadores biológicos detectados por un sistema óptico en muestras de campo sometidas a procesos químicos.

La actividad del grupo de sistemas ópticos en proyectos espaciales se ha reforzado además con la reciente incorporación de la empresa NTE-SENER, especializada en mecatrónica de precisión para astronomía. Excelentes ejemplos son las ruedas de filtro para el espectrógrafo multiobjeto OSIRIS del Gran Telescopio de Canarias (GTC) y, sobre todo, el Mecanismo de Alineamiento del Espejo Secundario para este mismo telescopio. A la par, la experiencia de SENER en aplicaciones militares deja la puerta abierta a nuevos proyectos en este campo.

Sea de uso científico o militar, en aplicaciones terrestres o espaciales, el desarrollo de sistemas ópticos exige una incesante inversión en innovación tecnológica. SENER, fiel a su cultura de la excelencia, sigue trabajando en la mejora de instalaciones para poder integrar y validar sistemas ópticos complejos o en capacidades de diseño en electrónica de video, área fundamental para controlar las prestaciones finales de un sistema óptico. Todo para consolidarse como empresa de referencia, dentro del panorama nacional, y posicionarse como jugador relevante en Europa a medio plazo, en este complejo campo de alta tecnología como es el desarrollo de sistemas ópticos. ■■

SEOSAT/INGENIO, EL PROGRAMA CLAVE.

SENER ha sido seleccionada como empresa suministradora de la carga de pago principal de satélite español SEOSAT/INGENIO, constituida por un instrumento óptico de alta resolución en bandas espectrales pancromática y multi-espectral, para aplicaciones en cartografía y teledetección. En este proyecto, SENER ha realizado la ingeniería de sistemas y el diseño ópto-mecánico completo del instrumento, coordinando a su vez los labores del consorcio, compuesto por THALES España (responsable de módulo electrónico)

e INTA (responsable de estudios ópticos específicos y AIV del instrumento). La carga de pago principal está constituida por dos cámaras idénticas, con re-



solución de 2.5 m en canal pancromático y 10 m en cada una de las cuatro bandas multi-espectrales (R, G, B, NIR). Cada cámara cubre un ancho de traza de 30 km para proporcionar en conjunto los 60 km requeridos al instrumento y está basada en un diseño óptico de tipo Korsch, con una focal de 3,6 m y una apertura de 254 mm. El sistema óptico, constituido por tres espejos cónicos en eje, permite producir imágenes en el ancho rango espectral requerido, cumpliendo unas condiciones muy exigentes tanto en términos de calidad de imagen (MTF) como de relación señal-ruido.

*Póster en páginas centrales.
¡Llévatelo!*

“Veo el universo un poco más pequeño”

La manera de ver el futuro puede ser mirando las estrellas. Sólo así comprenderemos la misión de SENER en ingeniería aeroespacial: hacer más accesible el universo. Y facilitar el vuelo de satélites y vehículos espaciales, como venimos haciendo desde antes de que el hombre pisara la luna. Y conquistar el cielo sobre las alas de nuestras soluciones aeronáuticas. O regresar a la tierra para desarrollar tecnologías y productos de concentración solar fotovoltaica, y tecnologías de defensa y seguridad. Incluso explorar lo más profundo del ser humano con nuestros avances en robótica médica, que amplían las posibilidades de la cirugía.

La manera de ver el futuro. **SENER Aeroespacial**



SENER

www.sener.es



El consejero de Industria, Energía y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura visita SENER

El pasado 26 de mayo el consejero de Industria, Energía y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura, José Luis Navarro Ribera, visitó las oficinas de SENER en Madrid y pudo conocer, de primera mano, los proyectos y la tecnología que están desarrollando en el sector de las energías renovables tanto el grupo de ingeniería como Torresol Energy, empresa para la promoción, explotación y mantenimiento

de plantas de energía solar por concentración participada en un 60% por SENER. En su visita, el consejero estuvo acompañado por el presidente de SENER, Jorge Sendagorta, y por el presidente y el director general de Torresol Energy, Enrique Sendagorta y Álvaro Lorente, respectivamente.

En la imagen, de izquierda a derecha, Enrique Sendagorta, José Luis Navarro, Jorge Sendagorta y Álvaro Lorente. ■■



Eurosatory 2010

Entre los días 14 y 18 de junio tuvo lugar en París la Semana Internacional de Defensa de Tierra y Aire y Seguridad Eurosatory 2010. SENER estuvo presente en esta edición de la feria con un stand propio dentro del Pabellón Español, en el que expuso sus proyectos más importantes en el sector aeroespacial y de defensa,

entre ellos los misiles Meteor, IRIS-T, NSM y Taurus, así como el sistema no intrusivo de monitorización del estado fisiológico BIOSENER.

En la imagen, el vicepresidente de SENER, Andrés Sendagorta, y el director general de la Unidad de Negocio Aeroespacial de SENER, Rafael Quintana, explican algunos de estos proyectos a la delegación oficial del Ministerio de Defensa de España. ■■

Solar Paces 2010

SENER tomó parte, por segundo año consecutivo, en la feria internacional del sector de la energía solar por concentración (CSP) Solar Paces 2010. En esta nueva edición, que tuvo lugar en Perpignan (Francia) entre el 21 y el 24 de septiembre, SENER ofreció tres conferencias técnicas sobre tecnología CSP, además de presentar un póster. Los ingenieros Jesús Lata, Sergio Alcalde, David Fernández, Xabier Lekube, Sergio Rellos, Bosco Olabarri, Iñaki Zabala, Julio Blanco, Roberto Calvo y Yolanda Gutiérrez llevaron a cabo estas presentaciones.

La activa participación en este evento, hoy en día considerado la primera conferencia mundial del sector CSP, confirma la posición de liderazgo que mantiene SENER como empresa de tecnología en este campo. ■■

Congreso Mundial de Ingeniería 2010

SENER, a través de su División en Argentina, ha tomado parte en el Congreso Mundial de Ingeniería, un encuentro organizado en Buenos Aires, entre el 17 y el 20 de octubre, por UADI (Unión Argentina de Asociaciones de Ingenieros) y CAI (Centro Argentino de Ingenieros) junto con centros, colegios e institu-



ciones de ingeniería de todo el país. SENER ha mostrado sus capacidades globales como ingeniería multidisciplinar y ha ofrecido en su stand información de su actividad en los campos Aeroespacial, Energía y Procesos, Civil y Arquitectura e Ingeniería Naval. ■■

Entrega del premio COAVN de Arquitectura 2010

El pasado 2 de julio tuvo lugar en el Condestable de Pamplona la entrega de los Premios COAVN de Arquitectura 2010, otorgados por el Colegio Oficial de Arquitectos Vasco Navarro. El director del Departamento de Arquitectura de SENER, Juan Francisco Paz, y la arquitecta de este mismo departamento Gloria Para fueron los

encargados de recoger el premio, concedido a SENER en la modalidad de 'Diseño Urbano y Paisajismo' por el proyecto Equipamiento de San Roque. En la foto, de izquierda a derecha, Gloria Para, el alcalde de Portugalete, Mikel Torres, y Juan Francisco Paz con los certificados del premio. ■■



Inauguración de Bicentenario

El 21 de mayo, la presidenta de Argentina, Cristina Fernández de Kirchner, inauguró formalmente la etapa de Ciclo Abierto de la Central Térmica Bicentenario, ubicada en la localidad de Pilar, en la provincia de Córdoba (Argentina), un proyecto desarrollado por SENER en consorcio con Electroingeniería. La nueva central de ciclo combinado tendrá una potencia de más de 500 MW y asegurará el suministro de energía eléctrica en la provincia argentina de Córdoba.

Durante el acto inaugural, que se llevó a cabo en la sede de la central, Cristina Fernández de Kirchner aseguró que esta inversión "permitirá un desarrollo más equitativo para el país" y que la obra "da seguridad a quienes invierten en la industria de Córdoba".



El consorcio formado por Electroingeniería y SENER ha sido el encargado de desarrollar este proyecto de construcción 'llave en mano' para la Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC).

Dentro del consorcio, SENER ha sido responsable

de la totalidad de la ingeniería, además de llevar a cabo la gerencia adjunta del proyecto, la gerencia de calidad y medio ambiente, el control de costes y de gestión, la puesta en marcha del ciclo combinado y la dirección de compras *offshore*. ■

SEA 2010

NTE-SENER y SENER estuvieron presentes en la IX Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA), que se celebró del 13 al 17 de septiembre en la sede central del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Madrid. Ambas empresas participaron con un stand propio, como patrocinadores, y ofrecieron una presentación de su actividad en el campo de la astronomía, por parte del director de Espacio de SENER, Diego Rodríguez, y del director comercial de NTE-SENER, Francesc Gallart. Cada empresa contó además con sendas ponencias científicas, a cargo de los ingenieros Joan Manel Casalta, de NTE-SENER, y Rafael Rebolo, de SENER, respectivamente. ■

Inauguración del estadio de fútbol de Cracovia

El 25 de septiembre tuvo lugar el acto de inauguración del Estadio de Fútbol MKS Cracovia, un proyecto de SENER. El evento, convocado por el Ayuntamiento de

Cracovia, contó con la presencia del presidente -alcalde de Cracovia, Jacek Majchrowski, y del ministro de Deportes, Adam Giersz, en representación del Gobierno Central, además de representantes de Estudio Lamela y de SENER, autores del proyecto en UTE.

Tras el acto inaugural se celebró el primer encuentro deportivo, un partido de liga disputado entre los equipos Cracovia y Arka Gdynia.

En la imagen, un momento del partido de fútbol que inauguró el estadio. ■



EFEF 2010

El liderazgo de SENER en tecnología solar se mostró de nuevo en el marco de una de las principales ferias de energías renovables de Europa, EFEF 2010, que este año tuvo lugar en Londres entre el 19 y el 21 de octubre. Estuvieron presentes tanto SENER como Torresol Energy, empresa para la promoción, explotación y mantenimiento de plantas de energía solar por concentración participada en un 60% por SENER. Con 15 plantas solares en cartera, SENER es la primera empresa en el mundo en número de proyectos CSP. Por su parte, Torresol Energy está ultimando la construcción de sus primeras centrales, una de ellas, Gemasolar, única en el mundo por su tecnología innovadora. Ambas compañías compartieron un stand de 60m², donde la tecnología de Gemasolar estaba representada por una torre central que dominaba el espacio expositor.



También se mostraba la tecnología de SENER de colectores cilindro parabólicos, SENERtrough, que se aplica en los otros dos proyectos en construcción de Torresol Energy, Valle 1 y Valle 2. Además, el director Financiero de Torresol Energy, Manuel Fernández, participó en una conferencia el jueves 21 sobre sistemas de almacenamiento en plantas CSP. En la imagen, el director de Plantas de Torresol Energy, Santiago Arias, explica los avances de los proyectos de la compañía al Secretario de Estado de Energía, Pedro Marín, junto con otros representantes políticos. ■

Innotrans 2010

Berlín ha sido escenario de la mayor feria de tecnología de transporte y componentes innovadores en vehículos y sistemas, que ha tenido lugar entre los días 21 y 24 de septiembre, Innotrans 2010. SENER, que cuenta con un importante grupo de trabajo

en el Departamento de Aeronáutica y Vehículos para diseño de material rodante, ha dispuesto de un stand propio en este evento, en el que ha mostrado varios proyectos de primera línea en el área de tecnología ferroviaria, tanto en el sector de material rodante, como en el de proyectos ferroviarios de I+D y en el de ingeniería ferroviaria. ■



CONTROL AND ACTUATION SYSTEMS

SISTEMAS DE ACTUACIÓN Y CONTROL

SENER es un reconocido centro de excelencia en el diseño, desarrollo, producción, integración, ensayos y soporte logístico de Sistemas de Actuación y Control para misiles y sistemas de defensa.

SENER is a recognized centre of excellence in the design, development, production, integration, test and logistic support of Actuation and Control Systems for missiles and defense systems.



Taurus KEPD 350 FASS (Fin Actuation
Sub-System) Stand-off Missile

INTEGRATION OF DEFENSE SYSTEMS

INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE DEFENSA

La capacidad de dirigir proyectos multidisciplinares permite a SENER liderar y colaborar en programas de defensa que implican sistemas integrados.

The capacity of managing multidisciplinary projects allows SENER to lead and collaborate in defense programs involving integrated systems.



IRIS-T A/A support to missile
integration in F-18 fighter

Soporta a la integración del misil
IRIS-T A/A en el avión EF-18.



IRIS-T AVA and IRIS-T SL Missiles
Control Sections



METEOR Fin Actuation Sub-system (FAS)
for the Meteor BVRAAM



Control and actuation system for
the Naval Strike Missile (NSM)



Prime contractor to the Spanish Air
Force in the **Taurus KEPD 350** missile
procurement Program for F-18 fighter

Contratista principal del Ejército español
en el programa de suministro del misil
Taurus KEPD 350 para el avión EF-18.



SENER leads the industrial team of the
SAGITARIO High Mobility Air Defense System



SENER lidera el equipo industrial del Sistema de
Defensa de Alta Movilidad **SAGITARIO**.