

---

# **EMPRESARIOS AGRUPADOS**

Una Organización  
Innovadora

---

Enero 2014



**EMPRESARIOS AGRUPADOS**

## Introducción

Empresarios Agrupados (EA) es una organización de ingeniería fundada en 1971 para soportar el lanzamiento de un ambicioso programa nuclear en España.

Se planteó como un grupo, operativamente independiente, que canalizaba los esfuerzos y recursos de tres empresas de ingeniería interesadas en capacitarse para el desarrollo del diseño y gestión de proyectos en el campo nuclear.

En la actualidad las empresas socio de EA son: Técnicas Reunidas, S.A., GHESA Ingeniería y Tecnología, S.A., Iberdrola Ingeniería y Construcción, S.A.U. y Gas Natural Fenosa Engineering, S.L.U.

La gestión global de las actividades de EA está encomendada a una agrupación de interés económico, Empresarios Agrupados AIE. Para los trabajos en el exterior se constituyó una sociedad instrumental, Empresarios Agrupados Internacional, S.A. Adicionalmente, la diversificación en tecnología espacial se canalizó a través de la sociedad Ibérica del Espacio, S.A. (Iberespacio).

EA cuenta con el apoyo en recursos humanos y financieros de sus empresas socio, en función de las necesidades de sus proyectos. En el año 2012, el grupo de empresas socio de EA tuvo un volumen de negocio superior a los 3000 millones de euros, con más de 215 millones de beneficios y con alrededor de 9000 empleados, de los cuales 1000 están integrados en EA de forma permanente.

EA está incluida en el ranking de las 225 mayores empresas internacionales de ingeniería de la revista americana “Engineering News-Record”.

## Capacitación en el Campo Nuclear

Constituyó el objetivo de la creación de EA, coincidiendo con el lanzamiento del diseño y construcción de la Central Nuclear de Almaraz en España en 1971. El proceso se organizó en base a la amplia experiencia de las empresas socio en proyectos de centrales térmicas convencionales, de grandes infraestructuras civiles y de plantas petroquímicas, y contó con la colaboración a largo plazo de una ingeniería americana, Gibbs & Hill, Inc (GHI).



C. Nuclear de Almaraz



C. Nuclear de Trillo

Bajo esa fórmula se abordaron varios proyectos nucleares en España; en el plazo de 10 años el proceso de capacitación tecnológica se consideró totalmente completado. El alcance de EA se extendió a un amplio abanico de trabajos en las áreas de dirección de proyecto, ingeniería y diseño completo de la central, gestión de compras y dirección de construcción, pruebas y puesta en marcha. Este fue el alcance en el proyecto de la central nuclear de Trillo, para el cual EA fue la

Ingeniería del Proyecto, y empleó alrededor de 10 millones de horas-hombre, con una punta de 1.400 personas propias, el 65% personal titulado universitario.

## **Apoyo a las Centrales Nucleares Españolas en Operación**

Las centrales nucleares requieren un apoyo técnico externo permanente, para la resolución de incidencias, adaptación a los nuevos criterios de seguridad, modernización tecnológica, vigilancia del envejecimiento de los materiales, y operaciones especiales, como aumento de potencia, extensión de vida útil, etc.

Empresarios Agrupados se ha mantenido al día tecnológicamente con el fin de poder aportar este apoyo no sólo a las centrales que en su día diseñó, sino también al resto del parque nuclear en España y a diversas centrales en el exterior.

## **Apertura a los Mercados Internacionales**

EA ha desarrollado una agresiva labor de carácter tecnológico y comercial que le ha llevado a conseguir contratos en el campo nuclear en numerosos países:

- En los EE.UU. se han realizado trabajos de ingeniería para la central nuclear de Comanche Peak 1 y 2 durante su construcción, así como otros servicios en las de Lasalle, Hope Creek, Haddam Neck y Calvert Cliffs, en explotación.
- En la mayoría de los países de la antigua Unión Soviética se han realizado trabajos orientados a la mejora de la seguridad de diversas centrales nucleares, todo ello financiado por los programas TACIS y PHARE de la Unión Europea y por el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD).

- EA ha sido contratada como ingeniería de la propiedad para los concursos de selección de contratistas para la construcción de nuevas centrales nucleares en Turquía, Finlandia, República Checa, Lituania y Suiza.



C.N. Angra II, PWR, Siemens, 1300 MWe, (Brasil)

- EA ha desarrollado trabajos de ingeniería para las centrales nucleares de Laguna Verde 1 & 2 (México), Atucha II (Argentina), Angra I (Brasil), Angra II (Brasil), Montalto di Castro (Italia), Enrico Fermi 1 & 2 (Italia), Leibstadt (Suiza) y Mochovce (Eslovaquia).
- EA ha desarrollado importantes trabajos de ingeniería en los 10 últimos años, como contratista de General Electric (GE), para la central nuclear de Lungmen (Taiwán).
- EA ha venido trabajando durante más de 4 años en el diseño de una central nuclear avanzada en la República de Sudáfrica, PebbleBed Modular Reactor (PBMR), basada en módulos de 165 MWe con tecnología de gas de alta temperatura, correspondiente a la denominada Generación IV (Gen IV) de futuros reactores. Equipos Nucleares, S.A. (ENSA) ha conseguido el suministro del Sistema Primario de Retención de Presión del prototipo de esta planta, con diseño de EA.

## **Desmantelamiento y gestión de residuos**

EA realiza proyectos para la gestión de residuos radiactivos desde su generación en centrales nucleares e instalaciones radiactivas hasta su almacenamiento final.

- En consorcio con Westinghouse, dos de los socios de EA– TRSA y GHESA- han resultado seleccionados por ENRESA para el diseño del almacén temporal centralizado (ATC) que se va a construir en España y en el que se almacenará de forma temporal todo el combustible gastado que se genere en las centrales nucleares en operación en España hasta que se desarrolle y construya el repositorio final.
- EA está participando en un consorcio con Iberdrola e Indra encargado de la gestión de



Bohunice V-3 NPP (JESS-Slovakia)

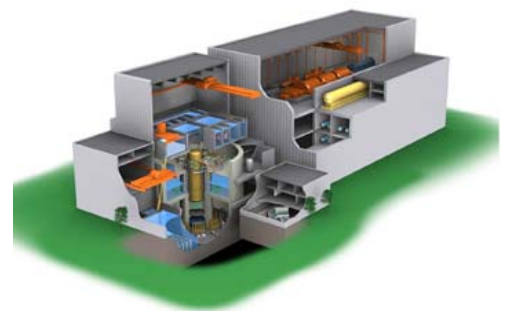
proyecto de la clausura de las unidades 1 y 2 de la CN de Bohunice (VVER 230) en Eslovaquia. El cliente es JAVYS, la compañía nacional eslovaca de gestión de residuos, y el contrato cuenta con la financiación del BERD.

- Con la financiación del BERD, SERAW (Staten Enterprise Radwaste) ha otorgado al consorcio de EA con la compañía Británica NUVIA, en el que EA es líder, los servicios de consultoría y de gestión de proyecto para la clausura de las unidades 1 a 4 de la CN de Kozloduy (VVER 230) y para la construcción de la instalación nacional de almacenamiento de residuos radiactivos de actividad baja y media en Bulgaria.

## Participación en Programas de I+D+i

EA desarrolla una activa participación en programas de I+D+i en el campo nuclear:

- EA participó en el desarrollo de los reactores de Generación III y III+, APWR y AP-1000 de Westinghouse, así como en el ABWR y SBWR de General Electric, dentro del programa americano para la certificación por la Nuclear Regulatory Commission (NRC) de ese tipo de centrales.
- Resultado de la participación de EA en el desarrollo del ABWR (Gen III) ha sido la contratación de importantes servicios de ingeniería, por parte de GE, para su ejecución en Taiwán.
- EA participa desde 1997 en el desarrollo de un nuevo tipo de reactor de GE, el ESBWR (Gen III<sup>+</sup>) de tipo pasivo. A partir de 2015, está previsto su despliegue en los EE.UU. como parte del programa del Department of Energy (DOE) 2010. EA ha financiado su participación en este proyecto al 50% con fondos propios y por el DOE.
- EA es parte activa en diversos programas de I+D de la Unión Europea relacionados con el campo nuclear. De manera específica participa, entre otros, en los programas de reactores refrigerados por gas, en los Very High Temperature Reactor (RAPHAEL) y Gas Cooled Fast Reactor (GCFR), así como en reactores refrigerados por metales líquidos, en los proyectos EISO FAR, ELSY, EUROTRANS y CDT,



C. Nuclear Estándar ESBWR-GE 1.600 MWe

todos ellos relacionados con las nuevas tecnologías de los futuros reactores de Gen IV orientados a la generación eléctrica, transmutación y otras aplicaciones.

- EA está realizando la ingeniería FEED del proyecto Myrrha, en colaboración con Areva y Ansaldo. Se trata de un reactor nuclear reproductor dotado con un acelerador de protones para demostración de tecnologías futuras y para la producción de fuentes radiactivas, que se instalará en Döel (Bélgica).
- EA participa también en programas de I+D de la Unión Europea relacionadas con la energía en general y de manera específica en los programas de generación de hidrógeno.



Proyecto ITER

- EA forma parte del grupo de empresas europeas que durante los últimos 16 años han desarrollado el diseño del Proyecto ITER, orientado a demostrar la tecnología de fusión nuclear en un experimento a gran escala.
- EA participa de forma relevante en trabajos para ITER en su fase actual de ejecución material en el emplazamiento de Cadarache (Francia) formando parte del Consorcio europeo ENGAGE encargado del diseño de los edificios, las infraestructuras y el sistema eléctrico del Proyecto ITER. . EA ha sido también el adjudicatario, en consorcio con Inabensa, del proyecto para el diseño y el suministro del sistema central de señales y cabinas relacionadas con la seguridad para el control del primer plasma.

## **Diversificación**

La paralización del programa de construcción de centrales nucleares en España, decidida en 1983, llevó a la necesidad de buscar áreas de diversificación aprovechando las capacidades tecnológicas existentes. Entre éstas, se identificaron las siguientes: centrales termoeléctricas, programa espacial europeo y proyectos singulares.

## Centrales Termoeléctricas



Central Térmica de Ciclo Combinado Brazi, Rumania  
(2x2x1 multi-eje, 865 MW)

A finales de los años 70, EA inició proyectos completos de centrales térmicas de carbón, de los que se han ejecutado 14 unidades: 8 en España, 2 en México, 1 en Filipinas, 2 en Chile y 1 en Argentina,, además de diversos trabajos de consultoría en ese campo. Al día de hoy se han finalizado o se trabaja en 31 proyectos entre carbón y fuel-oil, con una potencia instalada de 17.325 MW.

EA está desarrollando la ingeniería y diseño del mayor proyecto termoeléctrico actual, con cinco grupos supercríticos duales de fuel pesado y gas con una potencia total de 2.708 MW en Yanbú, Arabia Saudi con extracción de vapor para una planta desaladora de 550,000 m<sup>3</sup>/d.

A principio de los años 2000 la nueva generación eléctrica se orientó en muchos países preferentemente hacia el gas natural como combustible, utilizando centrales de ciclo combinado de elevado rendimiento termodinámico y moderado impacto medioambiental. EA se introdujo en este campo, llevando a cabo 47 proyectos con una potencia conjunta de 28.927 MW, de los que 12, con una potencia conjunta de 6.986 MW, están en fase de construcción. Más del 60% de la potencia se ha realizado en proyectos en el extranjero.

## Captura de CO<sub>2</sub>

EA participa en el proyecto OXY-CFB-300. Se trata de un proyecto de demostración comercial integral de Captura y Almacenamiento de Carbono, incluyendo la captura, transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub>. Este proyecto se encuadra dentro del marco europeo de potenciación de las tecnologías limpias en el uso del carbón para la producción de energía eléctrica. Consiste en una planta con un potencia bruta de 330 MWe, provista de una caldera supercrítica de Lecho Fluido Circulante con oxicomustión, y posterior almacenamiento del CO<sub>2</sub> en un acuífero salino.



OXYCFB300

## Programa Espacial Europeo

En la segunda mitad de los años 80, EA diversificó sus actividades hacia el campo espacial.



Motor Criogénico Ariane 5

La estrategia consistió en constituir una Sociedad, Ibérica del Espacio, S.A. (Iberespacio). Los trabajos a desarrollar estaban relacionados inicialmente con los lanzadores espaciales Ariane 4 y Ariane 5, e incluían, Simulación de Sistemas, Análisis Estructural Avanzado, Fiabilidad, Análisis de Datos de Vuelo, etc.

Las capacidades para el desarrollo de esas actividades provenían fundamentalmente del campo nuclear. En el área de Simulación de Sistemas, EA había acordado con la ESA, antes de la creación de Iberespacio, el desarrollo de un programa informático, EcosimPro, orientado a la simulación dinámica de sistemas de soporte de vida en naves espaciales tripuladas.

Posteriormente, el programa, cofinanciado con ESA, se reorientó a la simulación dinámica de sistemas con carácter universal, para lo cual se ha ido completando y dotándolo de las correspondientes librerías. EcosimPro es hoy el programa de simulación de ESA para propulsión espacial, utilizando la librería ESPSS, actualmente en fase de desarrollo por EA. EA continúa desarrollando EcosimPro y lo comercializa, encontrándose entre sus usuarios las agencias espaciales norteamericana (NASA), canadiense (CSA), francesa (CNES) e India (ISRO).

En la actualidad Iberespacio está desarrollando una nueva línea de negocio que incluye el diseño y suministro de sistemas de transporte de calor, basados en circulación por capilaridad de fluidos con cambio de fase entre la fuente fría y la caliente. La aplicación de estos sistemas está orientada inicialmente a la refrigeración de los sistemas electrónicos de los satélites espaciales en vuelo, aunque se anticipan otras futuras aplicaciones de gran interés.

## Proyectos Singulares

EA ha mantenido como estrategia la realización de proyectos singulares que requieran capacidades especiales. A ese respecto, y a título de ejemplo, se describen a continuación siete proyectos con estas características:



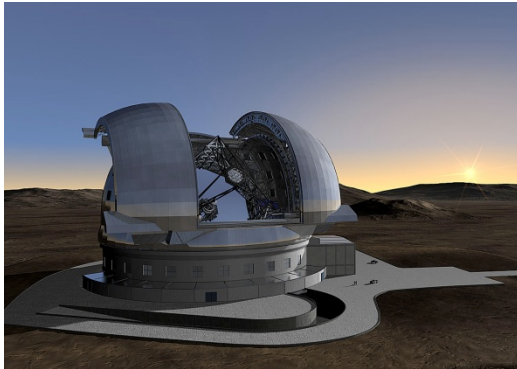
- Estudio estructural dinámico del comportamiento en vuelo del cuello del motor VIKING del lanzador Ariane 4. Las grandes no linealidades en el comportamiento de los materiales compuestos obligaron a poner a punto un proceso de análisis muy sofisticado y complejo. Los resultados sirvieron para analizar las causas de los problemas detectados en el equipo y proponer soluciones para mejorar su comportamiento estructural.
- Estudio de fiabilidad del transbordador espacial de la NASA. Se llevó a cabo un análisis probabilista de seguridad del motor criogénico principal (SSME) y de los cohetes de propulsión sólida (RSRM).



Motor Viking de Ariane 4

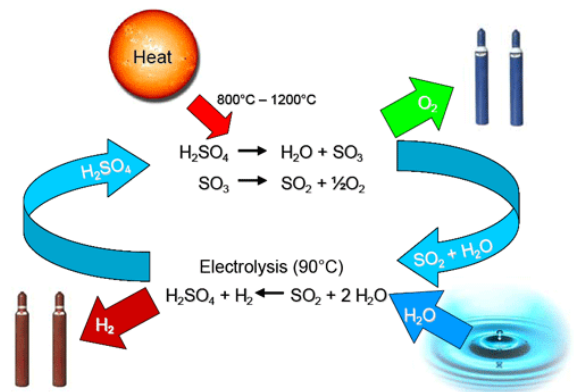


- Apoyándose en sus capacidades en simulación dinámica, EA ha participado en el proyecto del campo aeronáutico VIVACE, del 6º Programa Marco de la Unión Europea, en el que ha desarrollado un programa informático, PROOSIS, que servirá de herramienta común para toda la industria europea relacionada con motores de aviación. Se trata de imponer un estándar que facilite la participación conjunta de la industria en el diseño de nuevos motores. De hecho, PROOSIS ya ha sido adquirido e implantado como herramienta de diseño por algunos suministradores de motores aeronáuticos.
- Diseño de la Cúpula y de la Mecánica del Gran Telescopio de Canarias, GRANTECAN. Se trata de uno de los telescopios mayores del mundo (10,4 m de diámetro del espejo primario). EA, en colaboración con Iberespacio y GHESA, desarrolló el diseño básico estructural del Telescopio, así como el diseño de detalle y el suministro de la cúpula completa y de la estructura móvil con todos sus mecanismos y elementos de movimiento y posicionamiento del telescopio. EA se responsabilizó de la supervisión de la instalación de estos elementos, así como de sus pruebas y puesta a punto.



Telescopio E-ELT – 39m. Espejo Primario

- Diseño de la Mecánica del European ExtraLargeTelescope (E-ELT), futuro telescopio gigante con espejo primario de 39 m de diámetro. La estructura compuesta, con sus correspondientes movimientos de azimuth y elevación, tiene un peso de más de 3.000 Tm. estando dotado de una gran precisión de apuntamiento. EA ha desarrollado el diseño y tiene presentada una oferta vinculante a la ESO para ser el suministrador global de la Mecánica del Telescopio.
- Participación en los proyectos HYTHEC (Hydrogen Production by Thermochemical Cycles), INNOHYP-CA (Innovative ways for Hydrogen Production) y HYCYCLES (Materials and Components for Hydrogen Production by Sulfur Based Thermochemical Cycles) todos ellos del Programa Marco de la UE, orientados a demostrar la viabilidad de generar hidrógeno mediante procesos a alta temperatura. EA se ha responsabilizado del acoplamiento de los futuros reactores de alta temperatura o de hornos solares a los procesos termoquímicos. Estos proyectos continúan en el 7º Programa Marco integrados en las actividades de Gen IV.
- Participación en el diseño de una planta piloto de captura de CO<sub>2</sub> y producción de H<sub>2</sub> en la central de gasificación de carbón de ciclo combinado de Puertollano.



## Acrónimos

ABWR	Advanced Boiling Water Reactor
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AP-1000	Advanced Pressurized Water Reactor ~ 1000 MW
APWR	Advanced Pressurized Water Reactor
ATC	Almacén Temporal Centralizado
BERD	Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo
BWR	Boiling Water Reactor
DOE	Department of Energy (EE.UU.)
EA	Empresarios Agrupados
EAI	Empresarios Agrupados Internacional, S.A.
E-ELT	European Extra Large Telescope
ENSA	Equipos Nucleares, S.A.
ESA	European Space Agency
ESBWR	Economic Simplified Boiling Water Reactor
ESO	European Southern Observatory
ESPSS	European Space Propulsion System Simulation (LibreríaEcosimPro)
FEED	Front End Engineering & Design
GE	General Electric
GHI	Gibbs & Hill, Inc. (Nueva York)
GRANTECAN	Gran Telescopio de Canarias
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor
NRC	Nuclear Regulatory Commission (EE.UU.)
PBMR	PebbleBed Modular Reactor
PHARE	Programa de la UE para Asistencia Técnica a Países del Este de Europa
PWR	Pressurized Water Reactor
SBWR	Simplified Boiling Water Reactor
TACIS	Programa de la UE para Asistencia Técnica a Países CIS
W	Westinghouse