
EMPRESARIOS AGRUPADOS

Una Organización
Innovadora



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 3 empresas de ingeniería interesadas en capacitarse para el desarrollo del diseño y gestión de proyectos en el campo nuclear.

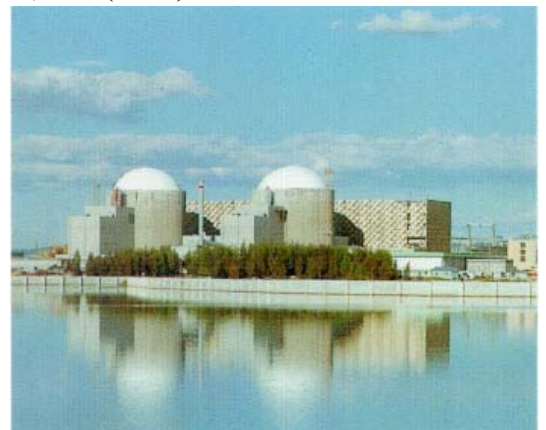
En la actualidad las empresas socio de EA son: GHESA Ingeniería y Tecnología, S.A., (34,4%), Técnicas Reunidas, S.A. (43%), Iberdrola Ingeniería y Construcción, S.A.U. (11,3%) y SOCOIN Ingeniería y Construcción, S.L.U. (11,3%).

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 dispone en la actualidad de alrededor de 1000 personas (65% titulados universitarios) integrados en un organigrama independiente de las empresas socio.

Capacitación Inicial 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. El proceso se organizó con la colaboración a largo plazo de una ingeniería americana, Gibbs & Hill, Inc (GHI). El sistema consistió en un reparto de trabajo entre EA y GHI. en los proyectos, conjuntamente con un programa de transferencia de tecnología.

Bajo esa fórmula se abordaron los proyectos nucleares de Almaraz, Cofrentes y Valdecaballeros, con un alcance creciente de EA y decreciente de GHI. En el plazo de 10 años el proceso de capacitación tecnológica se consideró totalmente completado, momento en que se transfirió a EA el



C. Nuclear de Almaraz PWR-W 2x980 MWe

alcance completo de los trabajos todavía pendientes en Valdecaballeros.

El proyecto de la central nuclear de Trillo, iniciado en 1975, se contrató totalmente por EA como ingeniería. Era la primera vez en que una central de tecnología alemana se abordaba con SIEMENS-KWU (KWU) como suministrador solamente de los sistemas principales: “Nuclear Steam Supply System”, “Turbine-Generator” y “Plant Control System”, más un soporte técnico en determinadas áreas. El diseño completo de la central, la gestión de fabricantes y suministradores, la dirección de construcción y las pruebas de la Planta fueron alcance de EA. Además era responsabilidad de EA conciliar los criterios de diseño de KWU, basados en normativa alemana, con los criterios de seguridad del Consejo de Seguridad Nuclear, basados en normativa americana. Empresarios Agrupados empleó en este proyecto alrededor de 10 millones de horas-hombre, con una punta de 1.400 personas propias, el 65% personal titulado universitario.



C. Nuclear de Trillo PWR-KWU 1.050 MWe

La moratoria nuclear decretada por el Gobierno en 1983, se estableció con las dos unidades de Almaraz y la de Cofrentes en operación comercial, mientras que Valdecaballeros y Trillo se encontraban en construcción. La moratoria estableció la paralización de Valdecaballeros -con la ingeniería prácticamente terminada- mientras que permitía la finalización y puesta en operación de Trillo, hecho que se produjo en 1988.

Se planteaba, pues, en esas fechas, la continuidad a medio y largo plazo de las actividades de EA. La decisión fue en sentido positivo, basada en cuatro líneas de actuación: apoyo a las centrales nucleares españolas en operación, apertura a los mercados internacionales, participación en programas de I+D+i y diversificación.

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.

Apertura a los Mercados Internacionales

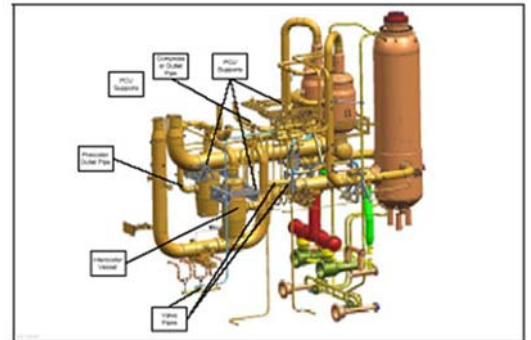
La segunda línea de actuación se dirigió a la consecución de trabajos en el campo nuclear en el ámbito internacional, a pesar de que esa actividad también sufría un parón en otros muchos países. EA ha desarrollado una agresiva labor de carácter tecnológico y comercial que le ha llevado a conseguir contratos en este campo 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 Calver Cliffs, en explotación.
- En la totalidad 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 (Akkuyu), Finlandia (Olkiluoto 3, actualmente en fase de construcción), República Checa, Lituania y Suiza.
- 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), Alto Lazio (Italia), Trino Vercellese 1 & 2 (Italia) y Leibstadt (Suiza). En la actualidad participa en los estudios de incremento de potencia de la Laguna Verde.
- EA ha desarrollado importantes trabajos de ingeniería desde hace 7 años, como contratista de General Electric (GE), para la central nuclear de Lungmen (Taiwán), actualmente en fase de puesta en marcha.



C. Nuclear de Olkiluoto 3 PWR-Areva 1.650 MWe

- EA viene trabajando desde hace más de 4 años en el diseño de una central nuclear avanzada en la República de Sudáfrica, Pebble Bed Modular Reactor (PBMR), basada en módulos de 160 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. La vasija la diseña ENSA.

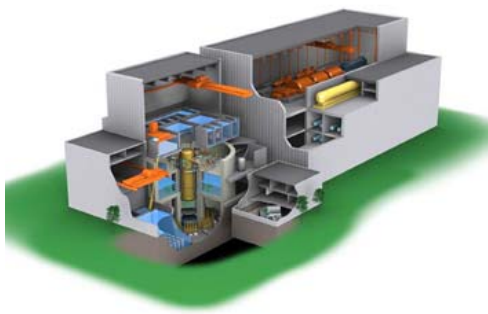


Módulo Nuclear PBMR – 160 MWe

Participación en Programas de I+D+i

EA ha venido desarrollando una activa participación en programas de I+D+i en el campo nuclear:

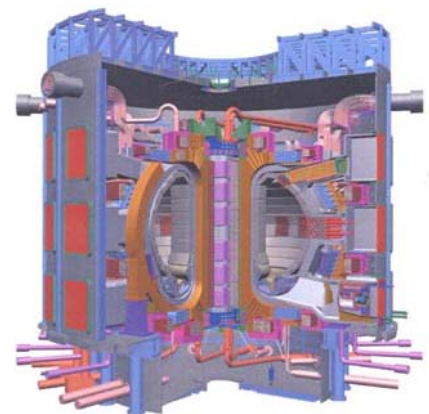
- EA participó en el desarrollo de los reactores de Generación III y III⁺, APWR y AP-1000 de Westinghouse, así como en el ABWR y SBWR de General Electric, dentro del programa americano para la certificación por la Nuclear Regulatory Commission (NRC) de ese tipo de centrales. La participación de EA se financió con fondos españoles a través de UNESA.
- 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. En la actualidad, es previsible la participación en otros proyectos con ese tipo de reactor, probablemente en los EE.UU.
- EA participa desde hace 15 años en el desarrollo de un nuevo tipo de reactor de GE, el ESBWR (Gen III⁺) de tipo pasivo, para su despliegue en los EE.UU., en los últimos 5 años a iniciativa de GE, como parte del programa del Department of Energy (DOE) 2010. EA ha financiado durante los primeros años con fondos propios su participación en este proyecto. En la actualidad, su participación está financiada al 50% por el DOE. EA es parte importante del equipo técnico que apoya la certificación por la NRC de este reactor, y participará en las



C. Nuclear Estándar ESBWR-GE 1.600 MWe

futuras centrales nucleares a construir.

- 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, todos ellos relacionados con las nuevas tecnologías de los futuros reactores de Gen IV orientados a la generación eléctrica, transmutación y otras aplicaciones. Aunque España no participa en el Programa Internacional de Gen IV, si lo hace EURATOM. El Director de EA es uno de los dos representantes de EURATOM en el Senior Industry Advisory Panel (SIAP), máximo órgano consultivo del Programa.
- 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 por métodos termoquímicos HYTECH, INNOHYP-CA y HYCYCLES.
- EA forma parte del grupo de empresas europeas que durante los últimos 14 años han desarrollado el diseño del Proyecto ITER, orientado a demostrar la tecnología de fusión nuclear en un experimento a gran escala. EA participa ya en trabajos para ITER en su fase actual de ejecución material en el emplazamiento de Cadarache (Francia).



Reactor de Fusión – Proyecto ITER

El conjunto de todas estas actuaciones ha aportado a EA una gran capacitación tecnológica, al tiempo que le proporcionaba una visibilidad internacional como organización experimentada e innovadora en el campo nuclear, en un periodo de baja actividad en este área en que otras organizaciones desaparecían o cambiaban de campo de trabajo.

En las circunstancias actuales, en que se están planteando políticas orientadas al relanzamiento de programas nucleares en diversos países, la estrategia de EA ha resultado acertada. De hecho, existen expectativas importantes de trabajo en este campo en el corto/medio plazo para EA al menos en los EE.UU., Reino Unido y Francia.

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, aeropuertos, programa espacial europeo, apoyo técnico a defensa y proyectos singulares.

Centrales Termoeléctricas

A finales de los años 70, EA inició proyectos completos de centrales térmicas de carbón, de los que se llegaron a ejecutar 10 unidades: 6 en España, 2 en México, 1 en Filipinas y 1 en Chile, además de diversos trabajos de consultoría en ese campo.



C. Térmica Meirama – Carbón 550 MWe

A principio de los años 2000 la nueva generación eléctrica se orientó preferentemente hacia el gas natural como combustible, utilizando centrales de ciclo combinado de elevado rendimiento termodinámico y moderado impacto medioambiental. EA se introdujo con decisión en este campo, participando en 43 unidades con una potencia conjunta de 17.780 MW, de las que 20, con una potencia conjunta de 8.776 MW, están en fase de construcción. Más del 60% de la potencia se lleva a cabo en el extranjero.

La reactivación en la construcción de centrales de carbón ha elevado el número de unidades con participación de EA a 21, con una potencia conjunta de 7.365 MW, entre carbón y petróleo.

En relación con las centrales de ciclo combinado, EA ha desarrollado la estrategia de especializarse en plantas con equipo principal de GE, suministrador que externaliza totalmente la ingeniería de los proyectos. Adicionalmente, EA ha establecido un acuerdo con GE para desarrollar de manera cofinanciada centrales estándar de referencia, con turbinas de gas de GE de tecnología FB y H, las más avanzadas de este suministrador. Esta estrategia está dando como resultado la consecución de numerosos proyectos tanto en España como en el ámbito internacional.



**Ciclo Combinado Lavrion (Grecia)
109 FA-GE 400 MWe**

Programa Espacial Europeo

En la segunda mitad de los años 80, EA consideró de interés diversificar sus actividades hacia el campo espacial aprovechando los criterios de retorno a la aportación de España al Programa de la Agencia Espacial Europea (ESA).

La estrategia consistió en constituir una Sociedad, Iberespacio, S.A. 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.



Motor Criogénico Ariane 5

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) y canadiense (CSA).

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. El lanzamiento de esta actividad se ha llevado a cabo a través de un acuerdo de transferencia de tecnología con la empresa rusa TAIS y apoyándose también en programas propios de I+D, cofinanciados dentro del Plan Nacional del Espacio y los programas de desarrollo tecnológico de la ESA. Se han



Satélite Espacial

identificado ya aplicaciones de gran interés para la refrigeración silenciosa y sin mantenimiento de la electrónica en submarinos.

Apoyo Técnico a Defensa

En este área se han identificado y desarrollado diversas actividades, entre las que merece destacar Sistemas de Apoyo Logístico Integrado y Gestión de Publicaciones Técnicas con estándares CALS y filosofía SGML.

El Programa ALISIOS es una herramienta avanzada de apoyo logístico integrado, desarrollado por EA para la Marina y para la Fuerza Aérea (F-18). Adicionalmente, se ha nacionalizado la gestión de la documentación técnica de los F-18, así como la elaboración y actualización de sus Manuales de Operación y Mantenimiento, trabajos que se vienen desarrollando sistemáticamente durante más de 12 años.



Avión F-18

Aeronáutica

Iberespacio ha realizado actividades en el sector aeronáutico relacionadas con las Publicaciones Técnicas para distintos motores así como diseño y cálculo de estructuras del fuselaje, en particular para la Belly Fairing de distintos modelos de la familia Airbus. En el área de I+D+i se están desarrollando componentes para transporte de calor bifásicos que den solución al problema del deshielo de las alas de los aviones y, en general, traten de optimizar el rendimiento térmico de los motores.



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 y que ya ha sido adquirido por las empresas del grupo Snecma Moteurs. Este desarrollo tendrá continuidad en el 7º Programa Marco.

Aeropuertos

En la segunda mitad de los años 90, EA se interesó en el campo aeroportuario, coincidiendo con un importante plan de Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA) para la modernización de los aeropuertos españoles.



Aeropuerto Barajas – T4

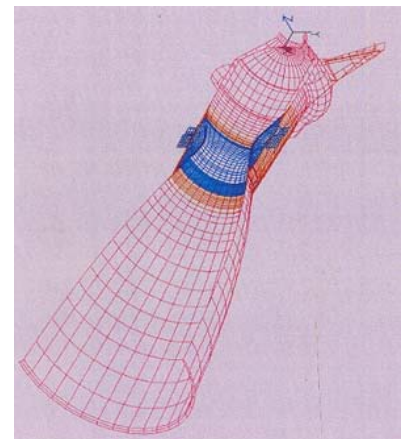
A partir de 1998, EA viene prestando servicios técnicos a AENA, en colaboración con Técnicas Reunidas y GHESA, primero en el proyecto de la Terminal 4 de Barajas y después en otros aeropuertos, como Málaga, Alicante, Gran Canaria y Santiago de Compostela.

En relación con el Plan Barajas, EA ha tenido una participación relevante en la T-4, a través de la Asistencia Técnica de Consultoría a la Dirección del Programa (AENA) para la construcción de la nueva Terminal. Adicionalmente, ha participado en otras áreas especializadas, tales como: la definición e implantación del Sistema de Información, gestión del proyecto del Sistema Automático de Tratamiento de Equipajes, con 92 Km. de cintas transportadoras, gestión del proyecto del Sistema de Seguridad, dirección del proyecto del Sistema de Energía, entre otros.

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 6 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

- Diseño de la Cúpula y de la Mecánica del Gran Telescopio de Canarias,

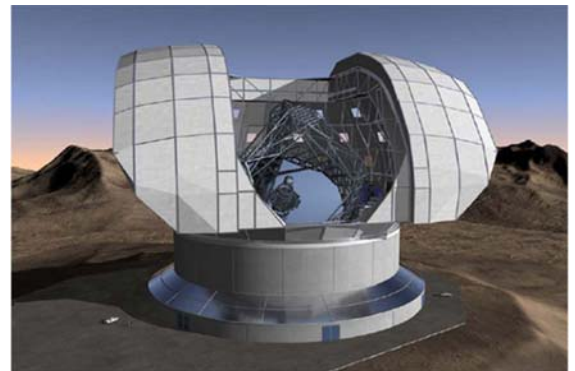


GRANTECAN – 10,4 m. Espejo Primario

GRANTECAN. Se trata de uno de los telescopios mayores del mundo (10,4 m. de diámetro del espejo primario) y, en la actualidad, el más moderno. 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

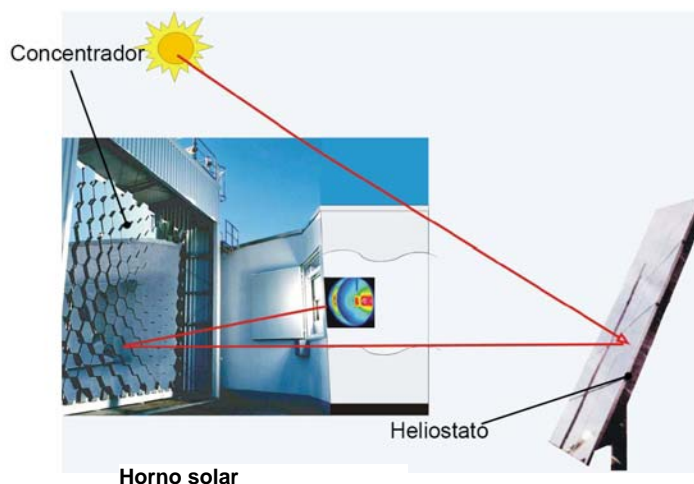
responsabilizó de la supervisión de la instalación de estos elementos, así como de sus pruebas y puesta a punto.

- Diseño básico de la cúpula para el European Extra Large Telescope (E-ELT), futuro telescopio gigante con espejo primario de 42 m. de diámetro. La cúpula, con su correspondiente movimiento rotatorio y compuertas, tiene un diámetro de 90 m. y un peso estimado de 3.000 Tm. EA opta también a seguir participando en las siguientes fases de este proyecto.



Telescopio E-ELT – 42 m. Espejo Primario

- 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 CO₂ y producción de H₂ en la central de gasificación de carbón de ciclo combinado de Puertollano, con una continuidad prevista dentro de 7º Programa Marco de la UE.

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
BERD	Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo
BWR	Boiling Water Reactor
CALS	Computer Aided Logistic Support
DOE	Department of Energy (EE.UU.)
EA	Empresarios Agrupados
E-ELT	European Extra Large Telescope
ENSA	Equipos Nucleares, S.A.
ESA	European Space Agency
ESBWR	Economic Simplified Boiling Water Reactor
ESPSS	European Space Propulsion System Simulation (Libreria EcosimPro)
GE	General Electric
GHI	Gibbs & Hill, Inc. (Nueva York)
GRANTECAN	Gran Telescopio de Canarias
ITER	International Thermonuclear Experimental Reactor
KWU	Siemens – KWU (Division Nuclear)
NRC	Nuclear Regulatory Commission (EE.UU.)
PBMR	Pebble Bed 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
SGML	Standard Generalized Markup Language
TACIS	Programa de la UE para Asistencia Técnica a Países CIS
W	Westinghouse