

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA: UNA ESTRATEGIA PARA LA EXPORTACION

Juan GURBINDO

La industria nuclear española ha alcanzado un grado de desarrollo que le ha permitido participar en un elevado porcentaje en el diseño y fabricación de bienes de equipo y construcción de las centrales de la llamada tercera generación.

Este grado de desarrollo se ha alcanzado a lo largo de un proceso, durante el cual se ha asimilado la tecnología del país de origen de las distintas centrales.

La reducción de las actividades nucleares en el mercado interior ha llevado a la industria nuclear a buscar en el exterior un mercado que le permita mantener el volumen y desarrollo tecnológico adquiridos.

Pensamos que una oferta atractiva a un país importador potencial para que asimile nuestra tecnología y desarrolle la propia es un medio que nos sitúa favorablemente en el proceso de selección de las empresas suministradoras de los servicios solicitados. Por otra parte, esta transferencia de tecnología, lejos de empobrecer al país exportador, le favorece no solamente a corto plazo, sino también a medio y largo plazo.



Juan GURBINDO GUTIERREZ, Ingeniero Industrial por la ETSII de Madrid y Diplomado en Economía de Empresa, es Jefe de la División de Energía y del Departamento Nuclear de INITEC.

En el proyecto de la Central Nuclear Ascó fue responsable del grupo nuclear.

Pertenece a la Sociedad Nuclear Española, de cuya Comisión de Programas es Presidente. Asimismo pertenece a la ANS y al AIF.

INTRODUCCION

Actualmente se están dando en algunos países unas condiciones que, aún con pocos rasgos en común con las que se dieron en España en la década de los sesenta, les ha conducido a la elección de la opción nuclear, como una de las fuentes de energía en la que basar su desarrollo.

La vía más utilizada por los países con un desarrollo industrial medio para llevar a cabo un programa nuclear es la importancia, en mayor o menor grado, de la nueva tecnología. Pero es evidente que el objetivo del país importador, como fue en su día el objetivo español, será asimilar la tecnología importada hasta conseguir ser autosuficiente en proyectos posteriores o incluso convertirse en exportador de su tecnología en el ámbito de países limítrofes.

La situación actual del sector nuclear en España permite realizar una oferta que incluya todos los aspectos necesarios para que un país de desarrollo medio ponga en marcha un programa nuclear completo, incluyendo prospección de mercado, diseño de centrales, fabricación de bienes de equipo —incluido el equipo principal bajo licencia de varios suministradores principales—, gestión de proyecto, construcción, puesta en marcha, pruebas preoperacionales y nucleares y formación de personal.

Una estrategia para mejorar la aceptación del producto ofertado, desde una central «llave en mano» hasta servicios de menor entidad, será incluir dentro del alcance un programa de transferencia de tecnología, adecuado a las necesidades del cliente.

DISPONIBILIDAD PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

No es posible dejar de hacer una breve referencia al proceso de asimilación de tecnología, que ha hecho posible la situación actual y que constituye el «currículum», gracias al cual, la industria nuclear española ha concursado con éxito en el mercado internacional.

Efectivamente, los principales factores que han influido sobre el importante

progreso habido en el desarrollo de la industria nuclear son los siguientes:

- El desarrollo previo de las empresas de ingeniería y el nivel técnico adquirido por el país en su infraestructura industrial, particularmente en los campos petroquímicos de generación térmica, donde las compañías de ingeniería, ayudadas al principio por firmas extranjeras, consiguieron pronto la autonomía completa en el diseño y construcción de tales centrales.

- La existencia de un programa nuclear general abarcando los campos siguientes:

- apoyo de la Administración mediante una normativa específica para favorecer y controlar la participación nacional y transferencia tecnológica;
- investigación nuclear básica y avanzada, con el diseño completo y operación de varios reactores de investigación;
- cursos de ingeniería y tecnología nuclear para técnicos de diseño y operación de centrales nucleares, con alumnos de países latinoamericanos y europeos (JEN y empresas de ingeniería);
- un Órgano Regulador, que primero fue la JEN y hoy es el Consejo de Seguridad Nuclear, independiente, que ha investigado por sí adaptándose a la normativa extranjera de Centrales Nucleares;
- una organización para la investigación, prospección y minería del combustible nuclear nacional y que cuenta con fábricas de concentrados y una fábrica de combustibles para centrales nucleares con licencia de W y GE (ENUSA).

- Las siguientes circunstancias en el campo de la ingeniería de las centrales nucleares:

- El cambio del modelo de gestión del proyecto de central nuclear, desde el llave en mano de las tres centrales de la primera generación, donde la ingeniería española actuó como subcontratista de los suministradores principales, reduciéndose al proyecto convencional con un 40% de participación nacional y una reducida transferencia tecnológica por el tipo de contrato, hasta la actual gestión autónoma de la ingeniería española en las centrales

de la tercera generación, donde sólo se recurre al consultor especializado nacional o extranjero en temas muy limitados y específicos, principalmente por razones de competitividad económica, como sucede con las ingenierías de los países más desarrollados, resultando así la participación nacional de la ingeniería española en un 85 %.

- El desarrollo creciente de la participación de la ingeniería española ha sido posible gracias al flujo de información por parte de los suministradores principales y a su asimilación; al flujo de información y participación decreciente de las firmas de ingeniería del país de origen del NSSS, y finalmente al recurso puntual a consultores especializados para la transferencia de ciertas tecnologías más recientes.

La transferencia tecnológica en el caso español se ha dirigido especialmente hacia la ingeniería a través de los siguientes mecanismos:

- Los criterios de diseño del suministrador principal y la colaboración de una ingeniería extranjera con experiencia previa en el proyecto de centrales nucleares. Este mecanismo contractual de transferencia presentaba algunas limitaciones, como el hábito de reserva comercial y la diferencia inicial en nivel tecnológico o en gestión de macroproyectos, diferencia que al principio fue considerada erróneamente superior a la real por una infravaloración por ambas partes del nivel tecnológico local.
- El análisis y asimilación de la tecnología existente en el trabajo del proyecto, en los documentos de los suministradores y consultores cualificados, en el estudio exhaustivo y profundo de la normativa y documentación del OIEA y del país de origen del reactor y en los servicios de información y de captación y asimilación de programas de ordenador que ha llevado a una mecanización creciente.
- Cursos de formación en el extranjero, generales en la JEN y más específicos dentro de la misma ingeniería, difundiendo internamente la tecnología asimilada.

La transferencia tecnológica, que de la ingeniería ha derivado hacia la industria nuclear y de bienes de equipo, ha

contado con mecanismos como los siguientes:

- Identificación de áreas de desarrollo, evolución y adaptación a las características locales de la industria, de los requisitos técnicos de seguridad y garantía de la calidad de la tecnología nuclear.
- Apoyo en el desarrollo de ingeniería de detalle de componentes.
- Identificación y promoción de fabricaciones mixtas, al principio, para acabar al final en el estudio del mercado internacional y propuestas conjuntas de exportación de servicios de ingeniería y de fabricación de equipos, hasta el llave en mano, adaptados a las conveniencias del país receptor.

La transferencia tecnológica ha sido completa en cuanto a la capacidad adquirida por la ingeniería y otras entidades españolas para la gestión integral de proyectos de centrales nucleares y de otras instalaciones complementarias del ciclo de combustible nuclear (fábricas de concentrado, fábricas de combustible, centros de investigación y desarrollo nuclear, y estudios para instalaciones de enriquecimiento y de almacenamiento, entre otras), incluyendo la planificación general y de detalle, el control de costos, de recursos y de documentación y la organización y control de la construcción, de los procedimientos y de la garantía y control de la calidad.

También la transferencia tecnológica fue completa en la parte de ingeniería de proyecto, tanto en actividades convencionales en las áreas mecánica, eléctrica, instrumentista, civil, programación, etc., como en tareas esencialmente nuevas como blindajes, seguridad nuclear, análisis probabilístico de riesgos y licenciamiento en general, entre otras. Todo ello, tanto en gestión de proyecto como en ingeniería de proyecto, con una mecanización creciente.

Por lo dicho anteriormente, el nivel de la ingeniería española se considera suficiente para la transferencia tecnológica a otros países, como puede deducirse de los siguientes puntos:

- El nivel de la ingeniería española, con su 95 % de participación actual en los proyectos, es el de la mayoría de las ingenierías de los países más desarrollados. Si a esto se añade que, salvo algunos componentes

o equipos muy limitados y específicos, la industria española construye la totalidad de los componentes de la central, incluido el NSSS, la transferencia tecnológica a la ingeniería e industria de otros países puede ser completa.

- La ingeniería española ha sido seleccionada por los principales suministradores de reactores del mundo para ofertas conjuntas en sus últimos proyectos internacionales (México, Egipto, Turquía, China). Esto supone un reconocimiento de la suficiencia española.
- El nivel y tecnología alcanzado por la ingeniería e industria españolas en el campo nuclear, unido a su especial competitividad y adaptabilidad a países en desarrollo y de desarrollo intermedio, le ha abierto con éxito estos mercados internacionales.

El nivel tecnológico español y su reciente adquisición de la tecnología nuclear son óptimos para la transferencia

miento de la normativa de seguridad nuclear por parte de la ingeniería española, haya sido el determinante de la selección de ingenierías españolas para algunas de las últimas ofertas internacionales de los suministradores principales americanos.

- Como no hay dos países iguales, aunque resulte próximo su grado de desarrollo, no se pretende evidentemente trasladar a otros países, sin una adaptación, la tecnología nuclear recientemente adquirida por la ingeniería e industria españolas. Pero el hecho de que esta ingeniería haya adquirido tal tecnología recientemente, en tres etapas claramente definidas y aplicables a los diferentes niveles tecnológicos de otras naciones receptoras, y sobre todo el que haya adquirido la experiencia de adaptar la tecnología extranjera a las características locales en cada una de esas tres etapas sucesivas, permite esperar que la ingeniería española, además

de transferencia de conocimientos, experiencia, métodos y programas a otra organización, de modo que ésta sea capaz de fabricar un producto o realizar un servicio paralelamente al suministro del mismo por parte de la organización exportadora.

Este proceso requiere varios prerrequisitos de las partes interesadas, el receptor y el transmisor. La organización que transfiere tecnología debe poseer gran experiencia, conocimientos profundos y medios técnicos y humanos importantes.

La organización receptora deberá estar preparada y estructurada para la aceptación y asimilación eficaz de la tecnología.

Los tipos de tecnología transferida en la industria nuclear varían en un amplio espectro de actividades debido a la variedad de organizaciones receptoras, cada una de ellas con sus propios objetivos y al suministro al que esté asociada.

El objetivo de la empresa de ingeniería es adquirir el conocimiento de aquellos requisitos singulares de un proyecto nuclear y adaptarlos a su propio país.

El objetivo de la empresa de construcción es participar en la construcción de la central, aprendiendo paralelamente técnicas de construcción específicas.

El objetivo del suministrador de bienes de equipo es su propia expansión, de modo que le permita fabricar componentes que complementen su línea de producto.

El objetivo de la Administración es maximizar el empleo, controlar la balanza de pagos y asegurar el suministro fiable de energía eléctrica a su país.

El proceso de transferencia de tecnología depende tanto de los objetivos de la organización receptora como de los de la organización transmisora, y su alcance será función de la actividad objeto del suministro:

- Responsabilidad total «llave en mano».
- Diseño, suministro y construcción de la «isla nuclear».
- Diseño y suministro del NSSS.
- Suministro de componentes.
- Suministro de combustible.
- Gestión de proyecto.
- Apoyo de licencia.
- Servicios de mantenimiento de la central.
- Diseño y suministro de subsistemas.
- Servicios de consultoría.

Para transferir tecnología de proyectos nucleares del suministrador al receptor se utilizan generalmente cuatro métodos, que se incluyen en la tabla I.

En un plan de transferencia de tecnología y para cada uno de estos métodos básicos de transferencia de tecnología, es muy importante establecer ciertas reglas generales que permitan estimular y controlar el proceso de transferencia de tecnología, como las que se mencionan a continuación:

T. I

MÉTODOS PARA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

1. Transferencia de informes técnicos del suministrador y documentos de ingeniería.
2. Transferencia de programas de ordenador del suministrador para uso de la organización receptora.
3. Suministro de servicios de consultoría para resolver los problemas tecnológicos de la organización receptora.
4. Formación «on the job» de ingenieros de la organización importadora en la organización del suministrador de tecnología.

tecnológica a países de nivel tecnológico y nuclear intermedio, como se destaca a continuación:

- Las centrales nucleares españolas, sus estructuras, sistemas y componentes, se han diseñado y construido por la ingeniería e industria local, siguiendo la normativa tanto internacional como la del país de origen del reactor, adaptadas a nuestro nivel de desarrollo industrial. Esto es motivo para que las centrales españolas, y sus diseñadores y fabricantes, la ingeniería e industria españolas, resulten adecuados para el diseño y construcción de centrales nucleares en países de desarrollo intermedio. Quizá este motivo, junto con el conoci-

de diseñar y construir centrales nucleares, sabrá adaptarlas a las condiciones específicas de otros países, de modo que éstos puedan alcanzar gradualmente una alta participación nacional y un creciente desarrollo de su industria en todo el ciclo de combustible.

BASES PARA UN PROGRAMA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

El proceso de transferencia de tecnología desde el punto de vista de la Ingeniería es la actividad relativa a la trans-

- Debe definirse con precisión el alcance de la información técnica disponible para ser transferido.
- El transmisor debe suministrar información en cuanto a documentos, informes técnicos, programas de ordenador, etc., aunque el receptor deberá elegir y solicitar lo que requiera.
- La petición de documentos, programas de ordenador y servicios de consultoría y formación debe realizarse por escrito y por el representante designado por la organización receptora. Las respuestas deben realizarse siguiendo el mismo conducto de comunicación desde el transmisor al receptor.
- Es necesario establecer límites de tiempo para responder a la solicitud tecnológica del receptor. El suministrador de tecnología debe mantener un «status report» (informe del estado) de todas estas respuestas y presentarlo periódicamente al receptor.

Como características particulares de cada uno de los métodos de transferencia se tendrían:

TRANSFERENCIA DE INFORMES TÉCNICOS Y DOCUMENTOS DE INGENIERÍA

Durante el primer año de un proyecto nuclear se transmite normalmente una selección de más de 10.000 documentos técnicos, informes y otros documentos de ingeniería sobre todas las áreas del mismo. Estos informes y documentos son seleccionados por el receptor a partir de listas preparadas por el suministrador y como resultado de reuniones técnicas de consulta y de programas de formación en la organización del suministrador. Posteriormente se debe adoptar un sistema para el envío automático de documentos con solución de continuidad.

TRANSFERENCIA DE PROGRAMAS DE ORDENADOR

Los programas de ordenador y método de cálculo de uso del suministrador constituyen uno de los elementos tecnológicos más valiosos que puedan transferirse.

Es esencial establecer desde el principio un sistema eficaz para transferir programas y hacerlos operativos en el ordenador del receptor, incluyendo no sólo el programa como tal, sino la documentación asociada, tal como manuales de usuario, casos de prueba, descripción de los códigos, etc.

SERVICIOS DE CONSULTORIA

A lo largo del programa de transferencia de tecnología se suministran servicios de consultoría por parte del transmisor. Las cuestiones se requieren por escrito y con una cierta antelación para permitir una preparación minuciosa de las respuestas. En lo posible, la informa-

ción suministrada en consultas orales deberá soportarse con planos o informes para evitar malentendidos que pueden producirse por diferencias idiomáticas.

FORMACION «ON THE JOB»

Cada técnico asignado a los programas de formación debe realizar trabajo de diseño de una planta nuclear durante seis meses, como mínimo, en la organización del suministrador, en las siguientes áreas:

- Ingeniería de sistemas NSSS.
- Ingeniería nuclear.
- Instrumentación y control.
- Ingeniería de componentes del reactor.
- Ingeniería de central y equipo.
- Ingeniería del combustible nuclear.
- Ingeniería de puesta en marcha y pruebas.
- Diseño de contención.
- Licenciamiento y salvaguardias.

Para dar una idea del esfuerzo requerido por un programa típico de transferencia de tecnología durante los primeros años se estiman los datos siguientes:

- Transferencia de unos 55.000 informes técnicos y documentos de ingeniería.
- Transferencia de unos 125 programas de ordenador.
- 1.300 reuniones mantenidas para servicios de consultas.

Para establecer un programa integrado de formación que incluya todas las actividades requeridas para ayudar a un país a establecer y desarrollar un programa nuclear es necesario identificar y desarrollar las actividades de formación y la capacidad de gestión requeridas para planificar, integrar, presupuestar y programar un proyecto nuclear. Para esto es necesario poner a disposición del país importador un equipo de gestión del proyecto asignado para trabajar con su organización en la realización de esta función.

Una contribución importante al éxito del programa es la selección de las personas que participen en él. Los candidatos, además de poseer unos sólidos conocimientos técnicos o experiencia de gestión, tendrán básicamente dos procedencias. La mayor parte de ellos requieren relativamente poca experiencia, y bastará con ingenieros titulados recientemente. Otra fuente de personas serán los ingenieros, expertos, técnicos o directores de proyecto que tengan experiencia en proyectos importantes.

En el proceso de transferencia de tecnología, el aspecto de la disponibilidad y acceso a documentación propietaria del exportador deberá ser establecido previamente y sujeto a términos contractuales.

La ingeniería puede asimismo actuar como transmisor de tecnología a empresas del país importador, explorando las actividades locales potencialmente rela-

cionadas con el diseño y construcción e involucrándolas a los niveles de responsabilidad que el importador requiera, contribuyendo así a la reducción de importaciones y al fortalecimiento de la industria local.

CONSIDERACIONES FINALES

La ingeniería española, que ha recibido y adaptado la tecnología extranjera de centrales e instalaciones nucleares para beneficio de la propia industria nacional, está acostumbrada al proceso y capacitada para repetir tal tarea en otros países en beneficio de la ingeniería e industria de estos últimos. Y puede hacerlo mejor que otras ingenierías de los países más desarrollados, no sólo por su mayor similitud con los países receptores, sino también porque experimentó limitaciones de transferencia tecnológica que se le plantearon en las primeras etapas y sabe cómo superarlas. Tales limitaciones en la transferencia tecnológica de al menos los primeros años fueron inevitables, pese a la buena voluntad de las partes, por una diferencia inicial de nivel tecnológico y por posibles faltas de entendimiento y comunicación; y ello obligó a un largo proceso de tres generaciones de centrales nucleares con participación creciente. La ingeniería española, tras tal experiencia, está en condiciones de valorar mejor el nivel del futuro país receptor, ajustar más adecuadamente las necesidades de transferencia tecnológica, adaptar ésta a las conveniencias de la industria local abreviando el proceso de tres generaciones de centrales nucleares al menos en una generación, según el nivel y condiciones del país receptor.

Para elevar el nivel de la oferta de transferencia de tecnología sería necesario realizar un esfuerzo que permitiera la integración de distintas organizaciones en proyectos coordinados de desarrollo tecnológico, combinado con un importante esfuerzo de normalización, una política eficaz de contrapartidas y potenciar la financiación para la exportación de paquetes españoles.

De acuerdo con la experiencia adquirida en las últimas ofertas para centrales nucleares en el exterior, la asociación de aquellas empresas necesarias para completar un paquete de estas características mejora sensiblemente nuestra capacidad exportadora. La intensificación de este tipo de relaciones entre ingeniería, suministradores de bienes de equipo, empresas de servicios, empresas eléctricas, etc., junto con los cambios estructurales necesarios para potenciar los aspectos que se identifiquen como más exportables a los países en vías de desarrollo, aparece como imprescindible para elevar nuestro grado de desarrollo interno y para competir en el mercado exterior con los países líderes en esta tecnología.