

08.82.05

1 | 1982

Transferencia de tecnología de la construcción en el campo de las centrales nucleares de potencia

Harry Leibovich, Néstor Pieroni *

INTRODUCCION

La transferencia de tecnología se ha convertido en un bien que se valoriza y, por ende, se negocia. Sin embargo, su cuantificación es casi imposible, debido a la cantidad y complejidad de los parámetros intervinientes.

Podemos comparar el proceso de transferencia con el derrame de un líquido sobre un objeto absorbente. El volumen y velocidad del líquido, sus propiedades intrínsecas como densidad y viscosidad y las cualidades del objeto receptor modificarán sensiblemente la cantidad de líquido absorbido y retenido.

En el caso de transferencia de tecnología, des-

* Comisión Nacional de Energía Atómica - Argentina. Trabajo presentado en la Segunda Conferencia Internacional sobre Transferencia de Tecnología Nuclear. 1º al 5/11/82, Buenos Aires - Argentina.

definiendo variables de segundo orden, podemos identificar tres elementos principales:

- El oferente de tecnología, dueño y, en general, creador de la misma, renuente a suministrar más conocimientos que los estrictamente exigibles en los contratos.
- La tecnología propiamente dicha, con propiedades intrínsecas que la adecuan al país que la generó y no necesariamente al que la recibirá.
- El receptor de tecnología, ávido de conocimientos, que debe desarrollar la capacidad de absorción que posibilite una eficaz transferencia.

La efectividad de este proceso dependerá de la óptima combinación de esos tres elementos (y no únicamente de la cantidad de líquido que se derrame...).

El alcance de la transferencia de tecnología de construcción de centrales nucleares (TTC) se rige de manera similar.

Dada la dificultad de cuantificar el proceso, se intentará desagregarlo y se analizarán, por una parte, los "receptáculos" más relevantes en los que se volcará el "líquido tecnológico" y, por otra, los "niveles" que ese líquido irá alcanzando. Así se definirá, en su conjunto, la capacidad real que posee el receptor.

RECEPTACULOS DE LA TECNOLOGIA TRANSFERIDA

Los conocimientos adquiridos a través de la TTC se van acumulando en una serie de receptáculos que conforman, en su conjunto, la capacidad adquirida por el receptor.

Sin pretender identificar la totalidad de ellos, se enumeran, a continuación, los más relevantes.

1 - Esquema contractual

El esquema contractual adoptado para cada central, puede actuar como elemento regulador y catalizador del desarrollo de la instalación de centrales nucleoelectricas.

La clara delimitación de las responsabilidades y de las consecuencias de su incumplimiento, son un reflejo del grado de conocimiento y habilidad para asegurar el logro de los objetivos propuestos, dentro del marco jurídico-económico establecido.

La eficacia del esquema contractual depende, fundamentalmente, de tres parámetros:

- cláusulas contractuales realistas;
- cumplimiento del proveedor de tecnología;
- capacidad del receptor para evaluar y exigir el volumen y calidad de tecnología a transferir.

Los dos últimos parámetros son dinámicos, altamente interdependientes y responden a intereses encontrados.

2 - Apoyo nacional

Las importantes inversiones que demandan las centrales nucleares, las implicancias políticas y estratégicas, la participación de variados sectores del quehacer nacional, y la toma de decisiones al mayor nivel de gobierno, imponen la necesidad de una comunicación fluida y de una constante

tarea informativa y clarificadora. Ello es necesario para convencer y justificar, ante las autoridades y la opinión pública, el esfuerzo que el país tiene que dedicar para la construcción de las centrales y la adquisición de su tecnología.

El apoyo político y económico debe ser complementado por un marco legal apropiado que facilite la TTC.

3 - Participación de la industria local

Todo esfuerzo en este sentido debe partir de objetivos claros y de realistas posibilidades de continuidad.

Deberán satisfacerse los legítimos intereses de lucro de los participantes, dadas las inversiones, y con ello los riesgos que involucran. En general será necesario dictar un régimen de promoción y de protección industrial que sea lo suficientemente benévolo como para que los industriales locales obtengan beneficios y puedan competir con precios internacionales, y lo suficientemente riguroso como para no penalizar la calidad de los productos.

4 - Recursos humanos

Los recursos humanos, su captación, entrenamiento y utilización acorde con el desarrollo de la construcción de centrales nucleares, resultan vitales en todo intento por lograr y conservar la tecnología. El problema de interesar y retener al personal capacitado, y la utilización racional y continua de su potencialidad, son aspectos cruciales en todo intento de TTC.

5 - Centros de investigación

Los centros de investigación son fuentes generadoras de conocimientos propios. Estos centros cuentan generalmente con reactores de investigación, cuya operación, mantenimiento y eventual diseño permiten desarrollar progresivamente la capacidad necesaria para encarar un programa de instalación de centrales nucleares.

La TTC posee, en estos centros, su reservorio natural, razón por la cual allí deben comenzar los procesos de asimilación y adecuación.

6 - Transferencia de datos

La transferencia de datos internacionales contribuye indudablemente a acelerar la aplicación de métodos y técnicas, y a hacerlos accesibles a quienes lo necesitan.

Además, los centros de datos aumentan la racionalización y eficiencia de la tecnología absorbida, así como su efectiva conservación.

Sin embargo, corresponde destacar que estos mecanismos, desprovistos de una planificación, definición de objetivos y continuidad, no resultan un medio suficiente para incorporar la tecnología deseada.

7 - Provisión de consumibles, repuestos y asistencia especializada

Entre los varios consumibles que requiere una

central nucleoelectrica, el combustible es, por lo general el más delicado. La política local y el tipo de reactor adoptado, definen el grado de independencia que se quiere obtener en el ciclo de combustible. El mencionado ciclo comprende desde la extracción y explotación del uranio, la fabricación de los elementos combustibles y la correspondiente administración (fuel management) de los mismos, hasta el posterior tratamiento del combustible irradiado, incluyendo su reprocesamiento y el depósito de los residuos radiactivos.

La disponibilidad de repuestos y la asistencia de personal altamente especializado para las reparaciones y el mantenimiento de la central, dependen sensiblemente del mercado externo.

El máximo autoabastecimiento en los rubros indicados, debe ser uno de los objetivos de la TTC.

8 - Estructura institucional y administrativa

Se requiere una estructura flexible y velocidad de respuesta para resolver creativa y ejecutivamente los constantes problemas originados en la transferencia de tecnología.

Estos problemas cubren un amplio espectro: técnico, administrativo, económico, contractual y principalmente humano. Cada país debe adoptar la estructura que resulte más eficaz en su contexto legal y político.

9 - Aseguramiento de calidad (QA)

Su importancia en la construcción de centrales nucleoelectricas aumenta de continuo, asociada con el incremento de los requerimientos de seguridad y de disponibilidad.

El programa de QA permite disponer de una herramienta apta para calificar proveedores y verificar el cumplimiento de las exigencias contractuales.

Su metodología debe permitir, además, la comprobación del funcionamiento y grado de efectividad de la TTC en las organizaciones participantes.

El nivel técnico del personal local y la colaboración internacional en materia de auditorías son las herramientas fundamentales para asegurar la calidad de las centrales nucleares.

10 - Requerimientos licenciantes

Los requerimientos licenciantes contribuyen, en forma indirecta, a incentivar la TTC. Para poder satisfacer las demandas de la autoridad licenciante, la entidad responsable de la central nuclear, que solicita la licencia, debe presentar ampliaciones de información e incorporar recomendaciones y requerimientos que, en algunos casos, obligan al proveedor extranjero a cumplimentarlas. De esta manera se accede al conocimiento de aspectos que normalmente no hubiesen sido transferidos. Es fundamental enfatizar la necesidad de establecer con claridad, en los contratos, las obligaciones de los proveedores ante las imposiciones

de la autoridad licenciante.

11 - Racionalización de materiales

La reducción al máximo del tipo, procedencia y características de los materiales utilizados en la construcción de la central, tiene que ser un objetivo permanente, por su incidencia en la reducción de costos. A través de la TTC, el receptor debe asimilar la capacidad de analizar críticamente y decidir, en consecuencia, con criterio propio acerca de esta racionalización.

12 - Códigos y normas nucleares

En el caso de no adoptarse un único sistema de códigos y normas nucleares, pueden surgir inconvenientes al obligarse a los proveedores locales a cumplir requerimientos distintos para suministros similares. Aparte del costo adicional que esto significa, dificulta los programas de las empresas. Por ello es conveniente la adopción, desde el comienzo, de un único sistema de códigos y normas, independiente del origen del proveedor extranjero del Sistema Nuclear de Suministro de Vapor.

13 - Proyectos internacionales

Los proyectos internacionales y la exportación de servicios y suministros, marcan el logro de TTC en un grado tal, que el país puede, a su vez, transferir su propia capacidad y experiencia a otros países.

La responsabilidad de conducir y ejecutar tareas más allá de las fronteras es un estímulo para conservar y mejorar la TTC que se ha logrado. Además, al tener que competir con otros proveedores, generalmente de países adelantados en el tema, obliga a optimizar lo logrado y ofrecer, al mismo tiempo, una TTC más adecuada al país receptor.

NIVELES DE CAPACIDAD TECNOLÓGICA

Cada nivel representa la suma de las capacidades humanas, técnicas, económicas, industriales y políticas que permiten desarrollar con solvencia las actividades que se mencionan. La clasificación de los niveles se efectúa en orden de complejidad creciente, en función de la capacidad de:

1 - PROGRAMAR la instalación de centrales nucleares previa definición de alcance, presupuestos y cronogramas, con el objeto de satisfacer necesidades energéticas nacionales. Para esto se requerirá el trabajo de un grupo técnico multidisciplinario, actualizado internacionalmente en las áreas energética, nuclear y económica.

2 - ADQUIRIR una central nuclear por medio de un contrato "Llave en mano". Se partirá del concepto de "central de referencia" propuesto por los oferentes. Para alcanzar este nivel será necesario obtener decisiones oficiales que, por su representatividad, aseguren la continuidad del esfuerzo y el apoyo económico necesario, y contar, es esencial, con la aprobación de la sociedad al uso de la tecnología nuclear.

3 - LICENCIAR la operación de la central, es decir, cuanto corresponda a la seguridad de sus instalaciones como a la capacidad técnica de su personal. En este nivel, las exigencias de licenciamiento serán las que existen en el país proveedor a la fecha del contrato.

Para desarrollar esta capacidad es imprescindible la existencia de un grupo técnico que conozca las exigencias internacionales de seguridad, para que pueda actuar con criterio y responsabilidad propios.

4 - OPERAR la central con técnicos locales. Será necesario poseer centros de capacitación que generen personal de operación y de reemplazo. La existencia de reactores experimentales facilita la capacitación de estos recursos humanos.

5 - MANTENER la central en sus tres aspectos: preventivo, correctivo y modificativo. Al detallado conocimiento técnico de la central deberá sumarse una cierta capacidad industrial a nivel nacional.

6 - SUPERVISAR la construcción y puesta en marcha, tanto en el área técnica como contractual. Se desarrollará la capacidad para evaluar críticamente, a los efectos de exigir al contratista el cumplimiento de las reglas internacionales del arte.

7 - ESPECIFICAR con el mayor detalle posible, los contratos de servicios y de suministros. En este nivel se poseerá la capacidad para reemplazar la relación contractual tipo "Llave en mano". El cliente puede realizar localmente la tarea de arquitecto-ingeniero y ya puede tener en vigencia un programa propio de aseguramiento de calidad.

8 - MODIFICAR el diseño original de la central mediante la introducción de mejoras tecnológicas o cambios originados en la ubicación de la central o en los requerimientos de seguridad locales. Es indiscutible que en este nivel deberá poseer la capacidad de realizar ingeniería de detalle y montaje. Se establecerán códigos y normas de acuerdo a las características nacionales. Asimismo existirá la capacidad para exportar reactores de investigación, servicios y suministros.

9 - GARANTIZAR la performance de la central nuclear. El receptor, que ha adquirido capacidad creativa, tiene como objetivo aumentar dicha capacidad para mejorar su nivel de autosuficiencia. Paralelamente se incrementan sus posibilidades de exportación.

A partir de este nivel, el receptor de tecnología puede pasar a ocupar la categoría de oferente y, en consecuencia, a asumir un papel internacional de intermediario tecnológico.

El análisis anterior ha sido realizado desde un punto de vista técnico y sobre la base de la experiencia que ha recogido en este área la Comisión Nacional de Energía Atómica, institución responsable del programa nucleoelectrico de la República Argentina.

Es indudable que incidencias de índole política o económica, así como las características locales

del país receptor de tecnología, pueden alterar el orden de los niveles expuestos. No obstante, las capacidades descriptas deben ser adquiridas si se quiere lograr autodeterminación en la instalación de centrales nucleares.

PROGRAMA NUCLEOELECTRICO ARGENTINO

La República Argentina ha iniciado un programa de reactores de investigación en el año 1957, y su primera central nuclear comenzó a operar en el año 1974. En la actualidad posee además dos centrales en construcción y está completando la producción local de sus suministros más importantes. Con respecto al futuro, ha decidido instalar antes del año 2000 seis centrales de uranio natural, moderadas con agua pesada. El estado actual de las obras principales es el siguiente:

Instalación *Estado actual*

1 - Reactores experimentales

RA0:	uranio enriquecido, 1 W (investigación)	Retirado de operación
RA1:	uranio enriquecido, 100 KW (investigación)	Operación
RA2:	uranio enriquecido, 1 a 10 MW (investigación)	Operación
RA3:	uranio enriquecido, 3 MW (investigación y producción de radioisótopos)	Operación
RA4:	uranio enriquecido, 1 a 10 MW (investigación)	Operación
RA5:	uranio natural, 10 W (investigación)	Estudio de factibilidad
RA6:	uranio enriquecido, 500 KW (investigación)	Operación
RA7:	uranio natural, 100 MW (ensayo de elementos combustibles y producción de radioisótopos)	Estudio de factibilidad
RP0:	uranio enriquecido, 10 W (investigación, para Perú)	Operación
RP10:	uranio enriquecido, 10 MW (producción de radioisótopos, para Perú)	Construcción
IANC2:	uranio enriquecido de 3,5 a 5 MW (producción de radioisótopos, para Colombia)	Estudio de factibilidad

2 - Centrales nucleares

Atucha I - 347 MW - PHWR:	recipiente de presión	Operación
Embalse - 600 MW - PHWR:	tubos de presión	Puesta en marcha
Atucha II - 698 MW - PHWR:	recipiente de presión	Construcción
Central IV - 600 MW - PHWR		Estudio de factibilidad
Central V - 600 MW - PHWR		Previsión en el Plan Nuclear Argentino

Central VI - 600 MW - PHWR

3 - Suministros nucleares

Exploración de uranio
Explotación de uranio
Conversión de uranio
Fabricación de circoloy
Fabricación de elementos combustibles
Circuito experimental de alta presión
Reprocesamiento de elementos combustibles
Depósito final de residuos radiactivos
Producción experimental de agua pesada
Producción industrial de agua pesada

Previsión en el Plan Nuclear Argentino

Operación
Operación
Operación
Operación

Operación

Operación

Construcción
Estudio de factibilidad

Construcción

Construcción

CONCLUSIONES

La transferencia de tecnología para la construcción de centrales nucleares depende, fundamentalmente, de la creatividad, flexibilidad y ca-

pacidad de absorción del receptor, y del volumen, calidad y adaptación de la tecnología transferida a las necesidades del nuevo usuario.

Una vez producida la transferencia, la tecnología se convierte en propiedad intelectual de los hombres que la asimilan.

La preservación y la utilización plena de esos recursos humanos son la verdadera clave del éxito o fracaso de todo el proceso.

Los medios materiales puestos a disposición, modificarán la velocidad y eficiencia con que se edifique la estructura técnica e industrial que hará realidad un programa nucleoelectrico. Pero ningún acuerdo de transferencia de tecnología, por generoso que parezca, dará resultado si el país receptor no ha tomado la firme decisión, al más alto nivel, y provisto los recursos necesarios, para realizar ese esfuerzo intenso y continuado conducente a la autosuficiencia nuclear.

El análisis de los aspectos más relevantes del alcance de la TTC y la clasificación en niveles de capacidad tecnológica, que han sido presentados en este informe, pueden servir de guía y ayuda al esfuerzo de los países receptores.

SERVICIO I.A. 40

Fig. 1 y 2: Tipo TA-R2/15X, con tubo de medición de vidrio cónico marca BROOKS, sección semitriangular para guiar bolita estabilizada. Escala 150 mm, exactitud $\pm 1.5\%$. Tubo armazón de acrílico. Conexiones para panel o coaxiales.

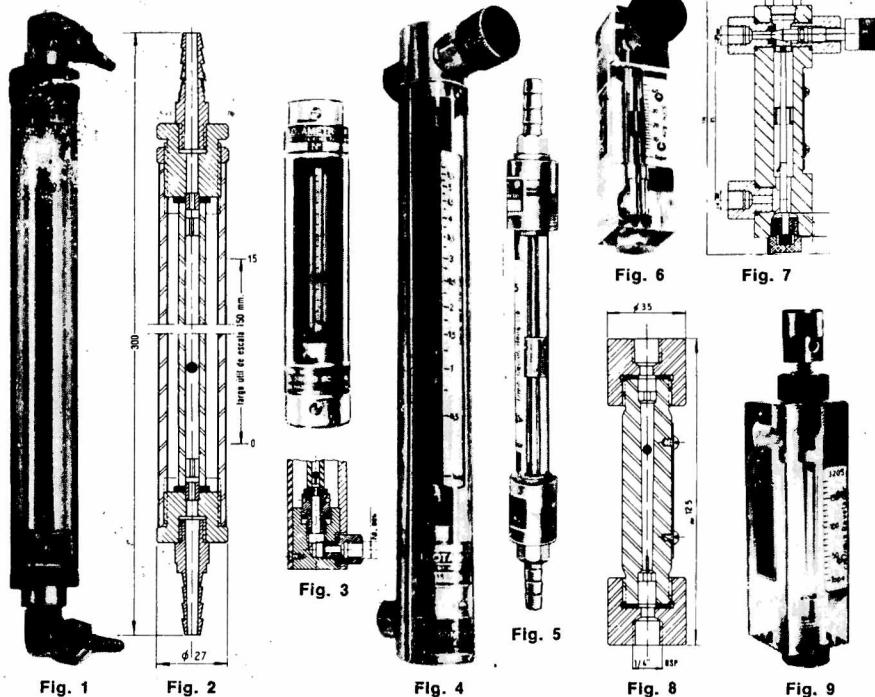
Fig. 3 y 4: Tipos U-X/65 y U-R2/15 V con tubo de vidrio BROOKS corto (escala 65 mm) y largo (150 mm) en armazón tubular metálico con protección acrílica. Permiten retirar rápidamente el tubo de vidrio. Exactitud ± 1.3 y 1.5% respectivamente.

Fig. 5: Serie S tubo cilíndrico de acrílico $\varnothing 20$ a 30 mm. Flotante "ébolo" guiado y estabilizado. Escala 140 mm, exactitud $\pm 2.5\%$.

Fig. 6 y 7: Tipo MB-20000 GV, perforación de medición cilíndrica con flotante "ébolo" guiado y estabilizado, para caudales mayores. Escala útil 40 mm, exactitud $\pm 1.3\%$ al caudal máximo. Con válvula para regulación fina incorporada.

Fig. 8: Serie SO, cuerpo cilíndrico de acrílico. Cabezales metálicos o cuerpo de acrílico. Escala útil 40 ó 60 mm, exactitud ± 1.3 ó 2.5% al caudal máximo.

Fig. 9: Tipo MB-180 LXXV, cuerpo de acrílico, con perforación cónica y flotante esférico para extremadamente pequeño caudal. Exactitud $\pm 1.3, 3.5\%$. Válvula incorporada. Conexiones por atrás.



FLOTAMETROS (FLUJOMETROS, ROTAMETROS)

Miden el caudal instantáneo en laboratorios y se incorporan en equipos para hospitales, laboratorios fotográficos, de análisis, cromografía, purga de instrumentos, indicación de nivel por burbujeo y la dosificación de pequeño caudal de todo tipo de fluidos. Por razón de que nuestros diseños se pueden adaptar a cada necesidad individualmente, no tenemos la importación de modelos tipo "confección" para condiciones del lugar de origen. Además brindamos un perfecto servicio. Nuestros precios son correctos.

Fabricante

Dipl. - Ing. G. BRUNO SCHILLIG
S.R.L.

ARENALES 4030 • Tel. 760-7718/8960
1602 - FLORIDA

SERVICIO I.A. 41.