

00.78.19



COMISION INTERAMERICANA DE ENERGIA NUCLEAR Y
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA DE LA REPUBLICA ARGENTINA



**CURSO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA NUCLEAR
ORIENTADO A LA CAPACITACION BASICA PARA LA
IMPLEMENTACION DE PROGRAMAS NUCLECELECTRICOS**

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 1	AÑO 1978

CNEA AC-81/78

EL PROCESO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD
EN LA INDUSTRIA NUCLEAR ARGENTINA

H. GRASSO, J.P. KARGER, S.V. DE TANIS
O. WORTMAN

BUENOS AIRES - ARGENTINA

OCTUBRE - 1978

H. GRASSO

Investigador asociado del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria.

Miembro del Grupo Industria Nacional del Comité de Centrales Nucleares de la C.N.E.A.

Presidente de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear.

Jefe del Dto. de Suministros, C.N.E.A.

Vocal, permanente de la Comisión para la Integración de la Industria Nacional.

J.P. KARGER

Ingeniero residente de Atomic Energy of Canada Ltd. en el Proyecto Pickering, Canadá.

Ingeniero residente de la Central Rajasthan, India.

Miembro del Grupo Ingeniería de Reactores del Organismo Internacional de Energía Atómica.

Jefe del Grupo Garantía de Calidad para la Central Nuclear Embalse de A.E.C.L.

Gerente de Producción de CONFAB, Brasil.

Nuclear S.A., ingeniero residente de la Central Nuclear Embalse.

S.V. de TANIS

Investigador asociado del Dto. de Metalurgia, C.N.E.A.

Jefa de trabajos prácticos y coordinadora de los Cursos Panamericanos de Metalurgia.

Jefa del Servicio de Análisis de Información de la Coia. de Desarrollo, C.N.E.A.

Presidente de la Sociedad Argentina de Metales.

Vocal Permanente de la Comisión para la Integración de la Industria Nacional.

Experta de la OEA en el área de Información.

O. WORTMAN

Jefe del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria, C.N.E.A.

Jefe de la Oficina de la C.N.E.A. en Erlangen, Alemania Federal.

Miembro del Comité de Centrales Nucleares de la C.N.E.A.

Jefe del Proyecto Salto Grande por parte de Ingeniería Tauro SAICIF.

Director de TST S.A.

Gerente Técnico de Nuclar S.A.

Asesor del Ministerio Colombiano de Industria.

EL PROCESO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

EN LA INDUSTRIA NUCLEAR ARGENTINA

H. Grasso, J.P. Karger, S.V. de Tanis

O. Wortman

ABSTRACT

Para implementar el programa nuclear argentino la Comisión Nacional de Energía Atómica realizó un esfuerzo sistemático destinado a aumentar la participación de las firmas locales, involucradas en la producción del equipamiento y provisión de servicios para una central nuclear. Se describe la metodología aplicada en la selección, evaluación de las empresas, determinación de la capacidad instalada por sectores, la aplicación de programas de garantía de calidad para la fabricación de componentes y el desarrollo de servicios utilizados en instalaciones nucleares.

Simultáneamente la C.N.E.A. ha implementado un programa de entrenamiento de personal, que se necesita tanto para sus proyectos como para las industrias involucradas, con el fin de contar con los recursos humanos necesarios para el cumplimiento de su programa nuclear. Para los casos de las centrales nucleares de Atucha y Embalse se utilizaron métodos diferentes para el desarrollo de los puntos mencionados anteriormente, y sus resultados se exponen en el presente trabajo. Se analizan además algunos casos de proveedores que se han desarrollado a través de estas obras, y la implementación que han hecho de sus programas de garantía de calidad como ejemplos del desarrollo de tecnología a través del aseguramiento de calidad.

INTRODUCCION

El propósito de este trabajo es el de comentar los efectos que ha tenido sobre la industria manufacturera y de construcción de instalaciones nucleares, la aplicación de un programa de calidad en un país que no ha contado con dicha práctica en otras realizaciones. Es un hecho bien conocido que el aumento de la escala y complejidad de una planta nuclear trae aparejado una mayor dificultad en el establecimiento de un programa de construcción y su confiabilidad. Existe en la actualidad una tendencia de imponer más y más la inspección y aumentar en muchos aspectos la responsabilidad de los proveedores de la planta. Más recientemente hubo graduales movimientos hacia la adopción del aseguramiento de calidad en el campo del diseño y fabricación, con el objeto de retornar a los proveedores las responsabilidades cada vez más crecientes y contar con la confiabilidad necesaria actualmente para las instalaciones nucleares. Al introducir los nuevos requerimientos los contratistas y fabricantes se ven obligados a tener exigencias similares con sus sub-contratistas.

Podemos definir al aseguramiento de calidad como "aquellas acciones sistemáticas y planificadas necesarias para proveer la adecuada confianza de un bien y/o servicio determinado, para que se comporte en forma satisfactoria en operación".

Por su parte el control de calidad consiste en todas aquellas acciones que proveen un medio para el control y medida de las características de un bien o servicio para los requerimientos establecidos (1).

Ampliando estas definiciones el aseguramiento de calidad incluye:

- a) la puesta en marcha de una organización global,
- b) definir las responsabilidades involucradas en dicho aseguramiento,
- c) realizar la puesta en marcha de un programa,
- d) documentar todos los procedimientos que cubren los aspectos del trabajo desde la fase inicial del diseño, hasta la puesta en marcha de la instalación nuclear.

El control de calidad, que es parte del punto anterior, incluye:

- 1) la implementación de los procedimientos del punto d),
- 2) el registro de todos los resultados,

- 3) la inspección,
- 4) la compilación de todos los protocolos,
- 5) la vigilancia del programa de aseguramiento de calidad, junto con todas las medidas necesarias para corregir cualquier defecto que pueda aparecer.

Los principios básicos que contiene cualquier sistema de calidad deben cumplir con:

- a) las tareas principales para los requerimientos de calidad, deben comportarse de acuerdo a los procedimientos aprobados, y los resultados deben estar registrados de tal manera que otros puedan verificar el uso satisfactorio de la función realizada sin necesidad de recurrir al que ejecutó la misma,
- b) la responsabilidad de un comportamiento satisfactorio de la tarea se apoya en el ejecutor de la misma,
- c) la verificación del comportamiento satisfactorio debe ser efectuada por alguien que no tenga responsabilidad directa en la ejecución (2).

La provisión de una instalación nuclear se realiza con una organización que satisface en términos generales lo expuesto anteriormente. En dicha organización participan una serie de contratistas y una gran pirámide de sub-contratistas y cada uno de ellos a su vez tiene sus propios proveedores. Cada organización juega en un determinado nivel un doble papel de proveedor, en relación con la organización inmediatamente superior en la pirámide y de comprador del inmediatamente inferior.

Cada comprador debe especificar a su proveedor sus requerimientos técnicos y el programa de aseguramiento de calidad solicitado. Cada proveedor debe luego establecer su programa y todos sus procedimientos deberán quedar documentados. Además el proveedor debe incluir las auditorías internas que realizará y las correcciones que introducirá en la verificación e inspección, para asegurar un comportamiento satisfactorio de su provisión. Además debe asegurar a su comprador auditorías externas periódicas que permitan evaluar el cumplimiento del programa.

La primera etapa para el aseguramiento de calidad de la fabricación o prestación de un servicio, es la definición de la especificación exacta de lo solicitado y de las normas a que debe responder. Es responsabilidad del comprador cumplir

con los requerimientos e indicar claramente lo que quiere, entender y aprobar lo que está recibiendo. Es responsabilidad del proveedor discutir y conocer las especificaciones, normas y garantías solicitadas. En caso de no estar en condiciones de cumplirlas deberá negociar con su comprador para evitar demoras en la obra, presupuestos mal elaborados, relaciones contractuales que no se cumplen, etc.. Cuando no se disponen de normas que ya cubren a la provisión, deberá negociarse entre las partes la especificación más adecuada y precisa que abarque los detalles que normalmente incluye una norma.

En el presente trabajo se describen las etapas desarrolladas por los proveedores argentinos durante la construcción y funcionamiento de la central nuclear en Atucha y durante la realización de la central de Embalse.

Los requerimientos de las dos centrales han sido diferentes, mientras que para la central en Atucha el proveedor exigió el cumplimiento de normas alemanas, como ser DIN, AD, etc., el proveedor de la segunda aplicó el código ASME, y las normas ASTM, API, NEMA, CSA, etc. Para el programa de garantía de calidad, en la primera central se verificó el cumplimiento de la norma, en la segunda se exigió a los proveedores un programa de garantía o control de calidad según la exigencia del componente o servicio. En resumen: en el caso de Atucha el control de calidad estuvo relacionado al componente, en el caso de la segunda central nuclear se exigió un sistema global.

La integración de la industria nuclear en la Argentina se está desarrollando a medida que se realizan las obras de mayor envergadura, complementadas por otras de menor monto. Podemos decir que la primera obra que desencadenó una industria incipiente ha sido Atucha y luego la segunda central aumentó sus posibilidades con, por ejemplo, la instalación de una planta piloto de agua pesada, una planta para la fabricación de elementos combustibles, etc.

La integración de la industria se logró mediante un análisis sistemático de las tecnologías involucradas en cada paquete, del conocimiento bien actualizado de la industria manufacturera, de las empresas de ingeniería, de la prestación de servicios especializados de control, etc. La primera etapa para lograr dicha integración ha sido la de disponer en cada caso de un estudio de factibilidad realizado por la empresa adquiriente. En estos casos el organismo que lo realizó ha sido siempre la Comisión Nacional de Energía Atómica, que es la responsable en el país

de la selección, adquisición, administración y operación de todas las instalaciones nucleares.

Para cada proyecto que se elabora en la C.N.E.A. después del estudio de factibilidad, se cuenta con un estudio meduloso de la posible participación de la industria nacional, los medios que deben lograrse para poder impulsar el desarrollo de los proveedores, las modalidades de pago de dichos desarrollos, la promoción de nuevas tecnologías, etc..

Los temas más importantes para lograr la integración son la selección de los componentes a ser adquiridos en el país, la evaluación y selección de los proveedores, el desarrollo de los recursos humanos. Trataremos a continuación cada uno de estos puntos.

SELECCION DE COMPONENTES A SER FABRICADOS EN EL PAIS

Los dos casos que se analizan en este trabajo han sido construidos por contratos "llave en mano" con empresas extranjeras. La C.N.E.A., compradora de dichas centrales, ha adquirido bajo la modalidad antes mencionada, pero determinando varias condiciones a las empresas contratistas, entre ellas podemos mencionar la de obligar a los constructores a adquirir un determinado número de bienes a la industria local, utilizar las empresas nacionales en la ingeniería de la obra, dar la mayor participación posible a las empresas constructoras locales, etc..

Para poder implementar tal modalidad la C.N.E.A. se preparó desde hace muchos años y pudo de esa manera discutir las mejores condiciones, para participar los más activamente posible en la construcción y operación de dichas obras. Aquí reseñaremos sucintamente los pasos dados para lograr una selección de componentes que se fabricaron en empresas locales.

Para poder disponer de una lista de suministros a ser realizados en el país se elaboró el relevamiento de la capacidad instalada y el análisis de los componentes que lleva una central. Cruzando esta información se confeccionó una lista negativa de provisiones que no se podían realizar localmente y otras dos listas que se denominaron probable y positiva, que fueron discutidas con los contratistas principales. El grupo de profesionales que estructuró y negoció estas listas ha sido preparado en forma cuidadosa por la Institución, y contaba con muy buena formación

científico-técnica y conocimientos de ingeniería de compras para conducir esta labor. Del análisis elaborado para la central nuclear en Atucha podemos mencionar como ejemplo la participación en la fabricación de componentes electro-mecánicos conociendo la capacidad en calderería pesada, mecánica de precisión, industria eléctrica, acerías, etc. (3) (4). Para los componentes nucleares se analizaron los problemas técnicos de manufactura, de equipamiento, de materias primas, así como la disponibilidad de personal con capacidad técnica y experiencia en este tipo de tareas. La lista de componentes a ser construidos en el país, denominada lista positiva, llegó a tener 71 items de los cuales mencionaremos los más importantes: (5) (6) (7) todas las grúas de la planta, incluyendo una grúa polar de la casa de turbinas; intercambiadores de calor, incluyendo algunos tanques de acero inoxidable y otros recipientes; el condensador de la turbina, incluyendo los tubos; la construcción de un contenedor de confinamiento de 50 m de diámetro; los transformadores de arranque y consumo propio; el sistema de ventilación; todos los cables de potencia y control, una variedad de válvulas, bombas y la mayor parte de la tubería ferrítica.

Para la central nuclear de Embalse, se actualizó la información disponible en la C.N.E.A. sobre la capacidad instalada en los diversos rubros en el país. Se observó una variación en algunos sectores, pudiendo aumentar la participación y ampliar la lista positiva anteriormente citada. En esta obra ya se incluyó en el pliego de especificaciones del llamado a concurso de ofertas, una lista indicativa de 112 items, que debía ser tomada por los oferentes como base para confeccionar la lista positiva que incluirían en sus ofertas. Para cada item de la lista positiva en el pliego se solicitó a los oferentes que especificasen de cada uno de los componentes los siguientes rubros; ingeniería básica, ingeniería de detalle, programación de ensayos, provisión de materiales, construcción, seguimiento, instalación y montaje, ensayos pre-operacionales. (8). Con esta información se logró que el volumen de suministros de las listas positiva y probable se incrementará sustancialmente respecto de los valores logrados en la central anterior. Así pues, en el rubro suministros electromecánicos en Atucha, ha sido del 12% y en Embalse pasa a un 33,2%. Para la segunda central se obtuvo una obligación contractual del 33,2% realizado por empresas argentinas en tareas de ingeniería de servicios y montaje.

También por primera vez se proveyeron equipos de instrumentación y control para centrales nucleares (parte de las mismas fueron desarrolladas en C.N.E.A.).

Del análisis de suministros y prestaciones seleccionadas y provistas por empresas locales, debemos mencionar:

En el rubro de ingeniería se realizó la ingeniería del detalle civil, mecánica y de montaje del edificio del reactor y del edificio de servicios. Además se realizó la construcción y montaje total tanto de la parte de la isla nuclear como de la parte convencional, incluyendo la realización local de todo el transporte extrapesado.

En componentes mencionaremos algunos: el total del condensador principal de la turbina, sistemas de filtros, intercambiadores de calor, transformadores, cables, bandejas, recipientes de acero inoxidable, todos los tanques para los sistemas de tratamiento de agua, tuberías, grúas, etc. (7) (9).

Para otras instalaciones nucleares, como ser la fábrica de elementos combustibles, el diseño de la misma ha sido realizado completamente por personal de C.N.E.A., adjudicando a la empresa constructora todos los detalles inherentes a las futuras instalaciones de máquinas, requerimientos de control ambiental, etc.

Para el llamado a la construcción, montaje y puesta en marcha de la planta piloto de agua pesada, se proveyó a los futuros constructores de la ingeniería básica de la palanta, estableciendo los requerimientos de calidad y normas a ser aplicadas en dicha instalación.

Otra obra importante que ha sido totalmente diseñada y especificada por la C.N.E.A. es la provisión de un centro nuclear a Perú. El mismo contendrá entre otras instalaciones dos reactores de investigación, uno de potencia 0 y otro de 10 MW.

La selección e incorporación de nuevos componentes y servicios prestados por la industria local es permanente y va en aumento continuo.

Su velocidad de crecimiento se ve condicionada a los planes de construcción de futuras instalaciones.

La selección de los componentes provistos por la industria local, está íntimamente relacionada con la capacidad existente y ella ha sido evaluada según lo describimos en el punto siguiente.

EVALUACION DE LAS EMPRESAS POR CAPACIDAD INSTALADA

Los componentes de centrales nucleares tales como válvulas, bombas, equipos electromecánicos, etc. son bienes de capital de fabricación especial (no seriada) sujetos a exigencias de calidad. La industria proveedora de componentes nucleares debe poseer instalaciones adecuadas para realizar algunas de las operaciones exigidas en las normas, disponer de operarios calificados, laboratorios de control de calidad, etc. El aumento de la capacidad técnica de los fabricantes de bienes de capital requiere inversiones en equipamiento, tecnología, capacitación y organización (9). Estas inversiones son condición indispensable para que se puedan fabricar componentes de calidad nuclear. En virtud de dicho progreso técnico, las empresas quedan en condiciones de encarar la fabricación de otros equipos especiales bajo exigencias técnicas estrictas.

Si comparamos una industria de producción en serie con una proveedora de componentes para una instalación nuclear observamos que:

- a) en una industria de productos en serie, la duplicación de la planta o de los turnos de trabajo trae aparejado un aumento proporcional de la producción,
- b) que en una industria proveedora de componentes el aumento de la capacidad de producción se logra mediante la superación de limitaciones, tales como la capacidad de movimiento de piezas dentro de la planta, la capacidad de maquinado, de diseño, etc. Por lo tanto la superación del caso b) es mucho más lenta y costosa que la del caso a).

Las exigencias de calidad y servicio de los componentes puede también estimular a los fabricantes de materias primas, partes y sub-conjuntos, a las empresas de ingeniería y a la infraestructura tecnológica nacional, pero seguramente esto no ocurre en forma espontánea sino que es necesario contar con los incentivos correspondientes (10).

En la evaluación de proveedores realizada para la central nuclear en Atucha (5), la C.N.E.A. utilizó un grupo de profesionales del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria que constituía el canal de comunicación del sector científico-técnico y la industria electro-mecánica-metalúrgica. La evaluación se realizó con

visitas a los posibles proveedores y contando con los datos y características de los componentes. El Grupo de Industria Nacional, formado dentro del Servicio, evaluó y promovió en todos los casos al desarrollo de los proveedores en los aspectos técnicos y económicos. En cuanto a los aspectos técnicos desarrolló las siguientes tareas:

- a) suministró la mayor cantidad de información y anticipó, en la medida de lo posible, las características de los componentes y los problemas de la fabricación de los mismos,
- b) estableció las normas para la calificación de las empresas en un registro de proveedores,
- c) proveyó los servicios técnicos rutinarios y promovió la creación de algunos de ellos,
- d) promovió tareas de Investigación y Desarrollo en temas relativos a componentes, con la finalidad de transferir los resultados a los proveedores locales.

En el aspecto económico:

- a) subsidió los mayores costos locales de acuerdo a un análisis de costo-beneficio que tomó en consideración aspectos microeconómicos, macroeconómicos, tecnológicos y sociales,
- b) asesoró, supervisó o gestionó la compra de tecnología extranjera para la fabricación de componentes en el país,
- c) promovió a la industria local proveedora de componentes mediante créditos, subsidios, exenciones, etc.,
- d) realizó contratos para la provisión de varios componentes similares o equivalentes (10).

Para la evaluación de proveedores de la Central Nuclear en Embalse una de las empresas contratistas, Atomic Energy of Canada Ltd., utilizó el esquema de la norma CSA Z 299 sobre garantía de calidad y clasificó con dicho esquema a los posibles proveedores. En la primera clasificación de 124 empresas quedaron separadas de la siguiente forma: calderería, 17%; estructurales, 22%; materiales primarios, 4%; instrumentación y control, 10%; bombas, válvulas y fundiciones, 15%; eléctrico, 11%; mecanizado, forjado y tratamiento térmico, 17% y solamente se detectó que un

30% contaban con sistemas de control que pudiera ser equiparada a los requerimientos de la norma aplicada (11). Sobre la base de esta evaluación inicial los contratistas comenzaron luego de la firma del contrato su gestión de compra en Argentina. Si se hubiera aplicado a los proveedores locales la política de compra usual en otros países, el resultado de la participación hubiera sido muy pequeño. Pero se acordó entre los contratistas y la C.N.E.A. que se realizaría la evaluación no solamente del sistema o programa de garantía de calidad, sino de la capacidad y voluntad de la empresa para organizar un programa de garantía de calidad acorde a lo exigido, y colocar la orden de compra contra el compromiso de la empresa de implementar lo requerido en un cierto plazo. Las dos empresas prestaron su colaboración para lograr el programa de garantía de calidad requerido.

PROGRAMA DE GARANTIA DE CALIDAD APLICADO EN LA CENTRAL

NUCLEAR EN EMBALSE

Como se menciona en la introducción, un programa de aseguramiento de calidad exige una serie de acciones sistemáticas para dar confiabilidad de un componente, sistema o instalación. Hay 4 maneras básicas de encarar el problema, cada una de ellas es diferente y representa un nivel de control sustancialmente distinto, se numeran del 1 al 4, siendo el 1 el máximo y 4 el mínimo. Podemos definirlos como sigue: Nivel 4 define un programa de inspección para detectar defectos después de la producción. Nivel 3 define un programa de verificación para detectar defectos durante la producción. Nivel 2 define un programa de control para detectar defectos y corregir la producción y Nivel 1 define un programa de garantía para eliminar causas de defectos (11).

La aplicación de un programa de garantía de calidad es usual en estos días para proveedores de la industria nuclear y aeronáutica. El resto del mercado aún no exige a sus proveedores equipos de calidad asegurada. Algunos proveedores locales incursionaron en este mercado y tomaron las medidas para producir componentes más confiables, otros observaron que cierto número de componentes nucleares caen dentro de su línea de producción, pero no se han preparado aún para hacerlo. Seguramente para la próxima central estas cifras se modificarán y el número de empresas intere-

resadas en el negocio nuclear será mayor.

DESARROLLO DE LOS RECURSOS HUMANOS

La apertura del paquete de tecnología permite desagregar las decisiones tecnológicas, y esto facilita la participación de la ingeniería e industria locales, pero para ejercer autonomía de decisiones se requiere capacidad de implementación y capacidad técnica. Capacidad de implementación implica disponer de una infraestructura institucional-administrativa adecuada y de fuentes de financiamiento que permitan atender las diversas necesidades que resultan de la ingeniería, fabricación de componentes y montaje de los sistemas que integran una obra (8). Disponer de la capacidad técnica significa que debe contarse con un grupo de profesionales altamente calificados en disciplinas de ingeniería (10). En los países como el nuestro las empresas de ingeniería no han alcanzado una capacidad técnica tan avanzada y en muchas especialidades se encuentran en un estado incipiente. Con esta situación se crea un círculo vicioso por no existir capacidad técnica local de envergadura y por lo tanto no es posible aprovechar las posibilidades. La C.N.E.A. permanentemente ha puesto gran énfasis en el desarrollo y preparación de su personal profesional y técnico. Antes de la compra de la central de Atucha ya se contaba en C.N.E.A. con dos gerencias de importancia para esta obra: la de Energía, que había hecho el desarrollo y construcción de los reactores de investigación y la de Tecnología que contaba con experiencia en materiales nucleares y no nucleares como ser aceros, aluminio, en algunos procesos como soldadura, trabajado de metales, en servicios como el de ensayos no destructivos y fabricación de elementos combustibles. El efecto directo de la construcción de las centrales sobre la capacitación del personal es que permitió que un número importante de profesionales participaran en la inspección y montaje de los distintos componentes. Mereció particular atención la construcción de los grandes componentes (recipientes de presión, intercambiadores de calor, generadores de vapor, etc.) y el diseño y fabricación de los elementos combustibles.

Con el entrenamiento logrado en esta etapa C.N.E.A. pudo integrar un equipo de 80 profesionales para preparar el contrato de Embalse. También con esta cen-

trál se pudo entrenar a varios profesionales en el seguimiento de la construcción, fabricación de componentes, diseño, aseguramiento de calidad, etc. Se ha enviado personal a varios proveedores de componentes de Canadá, Italia y Austria. Además se entrenó personal en análisis de tensiones, montaje, análisis de información, etc. No solamente la C.N.E.A. vió crecer tecnológicamente a su personal, sino que también este efecto se notó en la industria y empresas de ingeniería. Se comenzaron a desarrollar en forma más intensiva cursos para soldadores, operadores de ensayos no destructivos, etc. Un cierto número de profesionales de la C.N.E.A. fue absorbido por la industria local, revertiendo el proceso. Un grupo de sus profesionales participó en la puesta a punto de la soldadura y los métodos de inspección de un sobre-puente modular utilizado en el transporte de los grandes equipos de Embalse. Varias empresas de ingeniería se unieron para formar un consorcio dedicado exclusivamente al área nuclear; otra empresa formó a sus profesionales en la especialidad soldadura certificando el nivel III de ASME, etc.

DESARROLLO DE ALGUNOS PROVEEDORES

Describiremos suscintamente algunos casos de interés: Una empresa ha sido seleccionada (12) para la provisión de tubos para el condensador para la central de Atucha. Dada la magnitud de la orden de compra colocada, la empresa implementó todos los medios necesarios para el desarrollo y el control de calidad de la aleación exigida. Tuvo que aplicar el concepto de calidad según el requerimiento de la norma alemana correspondiente. Esta orden de compra luego le permitió ser proveedora de otro sub-contratista para una central térmica. Este es un ejemplo del efecto multiplicador que tiene el desarrollo de un determinado sector, como lo denomina F. Perre-oux, la industria nuclear es una industria industrializante. Esta empresa estuvo luego preparada para proveer no sólo tubos del mismo material sino en aleaciones exigentes, como cupro-níquel y otras. Las exigencias de control de calidad hicieron desarrollar en la empresa métodos de ensayos destructivos, no destructivos y control de composición, que aún no habían sido incorporados a la producción normal, además de aumentar el nivel y el número de su personal.

Otro caso que interesa comentar es el de una empresa (12) que se dedica a

la fabricación de plantas paquetizadas de gas carbónico y actualmente está especializada en calderería de acero inoxidable. Para ser proveedora de la central de Embalse se ha organizado para tener el nivel 1 de calidad, por lo tanto cuenta con órdenes de compra de importancia. Ha desarrollado algunas técnicas muy especiales de soldadura, ha implementado el sistema de inspección y cuenta con personal calificado según sello ASME para varias operaciones. Por dicho requerimiento han puesto a punto un curso permanente de entrenamiento de soldadores en su planta. Ha aumentado su personal en un 40% intensificando los sectores de diseño, producción y garantía de calidad. Además ha desarrollado algunas tecnologías de sus proveedores como ser el reemplazo de piezas fundidas por otras, forjadas dentro de especificaciones y con material certificado.

Otro caso que interesa reseñar es el de una empresa (12) preparada para trabajar en calderería y fundición que ha implementado su planta para hacer provisiones de gran envergadura, como ser las compuertas de separación para el Edificio del Reactor de la Central Nuclear Embalse, y otros componentes que exigieron se preparara para estar calificada en el nivel 1. Ha incorporado a personal altamente especializado, preparando junto a ellos, técnicos en varias disciplinas, especialmente en soldadura.

En los últimos 15 años un número importante de proyectos industriales y civiles se llevaron a cabo en la Argentina, dando un nuevo impulso a la capacidad de ingeniería y construcción. Podemos mencionar a las obras hidro-eléctricas, centrales térmicas, sistemas de distribución de electricidad, refinerías de petróleo y complejos petroquímicos, etc. Estas obras condujeron al paso siguiente que fue la constitución de 3 consorcios privados de compañías locales, formado por las firmas de mayor envergadura. Estas firmas (13) se presentaron luego a colaborar en el programa nuclear con personal altamente especializado desarrollando su capacidad en obras de montaje e ingeniería de detalle.

CONCLUSIONES

Para el caso argentino podemos decir:

- 1) Que el proceso de aseguramiento de calidad ha traído aparejado una nue-

- va metodología de trabajo para el industrial argentino;
- 2) que la participación nacional se ha visto incrementada de una central a la siguiente;
 - 3) que C.N.E.A. está firmemente decidida, gracias a esta experiencia, a aumentar los valores para las futuras centrales;
 - 4) que el aporte tecnológico obtenido por estas obras es muy notorio por los desarrollos incorporados al mercado;
 - 5) que dicho requerimiento despertó nuevas inquietudes en los profesionales sobre disciplinas que no estaban desarrolladas en el país, y rápidamente se han incorporado a los programas de estudio de los futuros ingenieros.

REFERENCIAS

- 1.- Cochrane, H.B., and Fletcher, P.T., "General Philosophy of Quality Assurance related to SGHWR Power Stations", J.Br.Nucl. Energy Soc., v.15, nº 2, April 1976, p.167-172.
- 2.- French, F.J., and Samons, B.H., "Quality Assurance in Manufacture and Installations", J.Br.Nucl. Energy Soc., v.15, nº 2, April 1976, p. 177-179.
- 3.- "Estudio de Factibilidad de Atucha", C.N.E.A., 1964.
- 4.- Bravo, V., Serraillet, H.E. y Suárez, C.E., "Estudios sobre Industrialización Nuclear" Pub. Nº 15, Fundación Bariloche, 1969.
- 5.- Sabato, J.A., y Wortman, O., "Apertura del Paquete Tecnológico para la Central Nuclear en Atucha", OEA, Methods of evaluation of technology, V.IV. SG/P.1, PPTT/7-d, enero 1974.
- 6.- Frewer, H., y Altvater, W., System Planning & Industrial Participation. Presentado a Conf. on Transfer of Nuclear Technology, Persépolis, Shiraz, Iran, April 1977.
- 7.- Quihillalt, O. y Grasso, H., Participación de la Ingeniería e Industria Argentina en la Central Nuclear de Córdoba. V Reunión AATN, Embalse Río Tercero,

Cba., Oct., 1976.

- 8.- Sabato, J.A., Atomic Energy in Argentina: a Case History World Development, Vol.1, 8, August, 1973.
- 9.- Wortman, O., y Quihillalt, O., (comp.), Centrales Nucleares en la República Argentina, Su tecnología y su impacto regional, CNEA TE-137.
- 10.- Sabato, J.A., Wortman, O. y Gargiulo, G., Energía Atómica e Industria Nacional. Libro en prensa.
- 11.- Karger, J.P. y Rivelis, A.F., Garantía de Calidad para la Provisión de Componentes para la Central Nuclear de Embalse. Presentado a la VI Reunión de la Asoc. de Tecnología Nuclear, Alta Gracia, Cba., Nov., 1977. Publicado en Ciencia Nueva, v. 7, nº 38, Julio 1978, p. 25-29.
- 12.- Comunicación directa.
- 13.- Sabato, J.A., Frydman, y Wortman, O., Towards an Argentine Nuclear Industry. Presentado a Conf. on Transfer of Nuclear Technology, Persépolis, Shiraz, Irán, April, 1977.

