

" LA PARTICIPACION DE LA INGENIERIA LOCAL EN LAS GRANDES OBRAS PUBLICAS "

" RECURSOS HUMANOS EN AREAS ESPECIFICAS "

Ing. O. Wortman*

*Ing. L. Darnond

*NUCLAR S.A.

Ing. O. Wortman: Leandro N. Alem 619 (1001) TE-32-7556/58 - 31-0821.

- Jefe del Servicio de Asistencia Técnica a la Industria de la C.N.E.A.
- Jefe de la Oficina de la C.N.E.A. en Erlangen (Alemania Federal) durante la construcción de la Central Nuclear de Atucha.
- Miembro del Comité de Centrales Nucleares de la C.N.E.A.
- Jefe del Proyecto Salto Grande por parte de INGENIERIA TAURO SAICIF.
- Director de T.S.T. (S.A.)
- Gerente Técnico de NUCLAR S.A.
- Asesor del Ministerio Colombiano de Industrias.

Ing. L. Darnond: Leandro N. Alem 619 (1001) TE-32.7556/58 - 31-0821

- Especialización en diseño y análisis de tensiones de recipientes a presión - Selección de Materiales - Mecánica de fractura.
- Servicio de Asistencia Técnica a la Industria de la C.N.E.A.
- Jefe de Sección Recipientes de INGENIERIA TAURO SAICIF.
- Jefe del Departamento de Ingeniería de NUCLAR S.A.

RESUMEN

En este trabajo se ha recogido la experiencia de los autores sobre recursos humanos de Ingeniería en la construcción y puesta en marcha de Grandes Obras Públicas.

Se definen aquí áreas de interés para la formación de Ingenieros de alto nivel.

I - INTRODUCCION

INGENIERIA BASICA Y DE DETALLE EN PLANTAS DE PROCESO

Es conveniente explicar el alcance y significado de ambos conceptos.

Se define como Ingeniería Básica:

La elaboración de toda aquella información que fija los requerimientos - funcionales, cálculos preliminares, diagramas esquemáticos y detallados de flujo, requerimientos y limitaciones fundamentales de operación, diseño completo de procesos, balances térmicos y másicos, determinación de los parámetros de los sistemas, disposición y ubicación de los componentes y equipos, requisitos particulares de materiales dictados por el proceso, diagramas eléctricos unifilares, diagramas bloque de control, diagramas de instrumentación, requisitos de aislación, manuales de operación de planta y toda otra información relacionada con el proceso mismo.

Ingeniería de Detalle:

Es la realización de los análisis, cálculos definitivos, ejecución de planos finales, selección de materiales, redacción del pliego de especificaciones para la adquisición, fabricación, montaje e inspección de los sistemas, estructuras, equipos y componentes que forman parte de la instalación y toda otra información necesaria para cumplimentar las condiciones definidas por la ingeniería básica.

Incluye, asimismo, la evaluación técnica de ofertas.

Tomemos como ejemplo, el caso de un recipiente para el sistema de aire comprimido de una Planta de Proceso.

La Ingeniería Básica define presiones y temperaturas de operación y diseño, contenido de humedad, volumen, forma geométrica, ubicación en la Planta, ubicación de conexiones e instrumentos.

Partiendo de esta información, la Ingeniería de Detalle realiza la selección de materiales, dimensionamiento de espesores, refuerzos y conexiones, diseña los soportes y fundaciones, ejecuta el análisis de tensiones y evaluación del mismo, respetando un código o norma de diseño, confecciona los planos y especificaciones para compra, definiendo asimismo la inspección durante fabricación y en servicio.

Surge de la misma definición de ambos conceptos y del ejemplo planteado, que la integración local a un proyecto debe encararse por el extremo de la Ingeniería de Detalle.

En efecto, la Ingeniería de Detalle es más "versátil", en el sentido que no hay una gran diferencia, por ejemplo, en la capacidad requerida para encarar una Planta petroquímica, de la requerida para una instalación de producción de cemento.

En consecuencia, la adquisición de la capacidad propia para proveer la Ingeniería de Detalle en una obra, abre un amplio espectro para su aplicación en otras obras.

La Ingeniería Básica es, por el contrario, "específica" por cuanto está ligada con el proceso en sí de la instalación y en tal sentido, no es directamente extrapolable a proyectos de distinta índole, la experiencia adquirida.

La Ingeniería Básica resulta entonces, la última de las etapas a integrar localmente.

Sin embargo, crear la capacidad de generar tecnologías a través de la Ingeniería Básica debe considerarse prioritario en aquellas áreas sensibles de la economía o seguridad nacional, como pueden ser ciertas -

realizaciones energéticas o algunos procesos de la industria de base.

En lo que sigue nos referiremos fundamentalmente a la Ingeniería de Detalle.

II IMPORTANCIA Y NECESIDAD DE LA PARTICIPACION LOCAL EN LA INGENIERIA DE UN GRAN PROYECTO

La incidencia de la ingeniería en una gran obra puede oscilar entre -- 6-8% del costo total, correspondiendo la mitad aproximadamente a Ingeniería de Detalle.

Cabe preguntarse en este punto si es realmente conveniente promover una activa participación local en este área que, como vemos, no es una parte significativa del costo total de la obra.

Para responder a este interrogante, es necesario discutir los efectos -- indirectos que genera la participación en Ingeniería de Detalle.

Existen en las grandes obras ciertos equipos, sistemas, dispositivos , etc. (a los que llamaremos genéricamente componentes) que pueden proveerse localmente con la infraestructura industrial existente en un país -- en desarrollo o con alguna inversión adicional.

La incidencia de estos componentes "locales" en el rubro de componentes electromecánicos es económicamente significativa.

Cumplida esta primera etapa, todo intento de aumentar la participación en un proyecto posterior tropieza con la dificultad de tener que enca-- rar la provisión de componentes que, por ser más sofisticados, requie-- ren un considerable esfuerzo tecnológico.

En esta segunda etapa que la capacidad propia en ingeniería de detalle puede ser definitoria para decidir si un dado componente se importa o -- se produce localmente. En efecto, la ingeniería de detalle provista por los países desarrollados está adecuada a sus características en lo que hace a selección de materiales, métodos de construcción, inspección y -- ensayo, que serán en general, muy distintas a las condiciones en los -- países en desarrollo, en los cuales los materiales obtenibles y los métodos de fabricación son otros.

Si, por el contrario, la ingeniería de detalle se ejecuta teniendo pre-- sentes las condiciones y limitaciones imperantes en el mercado local , -- puede resultar un componente factible de producirse en el país.

Por ejemplo, para un recipiente de acero que requiera un revestimiento interior resistente a la corrosión, la solución más adecuada para un -- país industrializado puede ser emplear "chapa clad" lo que descartaría su provisión local, en tanto que, si la ingeniería de detalle se ejecu-- ta localmente puede optarse por revestimiento de chapa inoxidable solda da al recipiente, que puede realizarse en el país.

De un modo análogo, la ingeniería de detalle "importada", puede reque-- rir radiografiado en un recipiente de gran espesor, lo cual descarta su fabricación local de no contarse con un acelerador lineal apropiado.

La solución puede ser inspeccionar por ultrasonido, pero esta decisión debe tomarse al nivel de la ingeniería de detalle del equipo, para lo -- cual debe contarse con capacidad propia en este área.

Pueden encontrarse diversos casos similares en el área de métodos de fa-- bricación y montaje que conducen a la conclusión que la capacidad pro-- pia es necesaria para obtener una Ingeniería de Detalle condicionada a las características del mercado local.

La respuesta al interrogante planteado inicialmente es entonces que el obtener capacidad propia en Ingeniería de Detalle es conveniente en una segunda etapa de integración, ya que el beneficio resultante de ello no se limita a su incidencia directa en el costo de la obra sino que ade-- más, produce efectos indirectos de importancia para el desarrollo de la capacidad tecnológica local.

III. ESPECIALIDADES QUE INTERVIENEN EN UN GRAN PROYECTO

En lo que sigue se describe a modo de ejemplo, las actividades y alcance de los grupos que intervienen en la Ingeniería de Detalle de un proyecto industrial en lo que hace a las necesidades para equipamiento mecánico y de calderería.

El objetivo de estos grupos es proveer la capacidad tecnológica necesaria para adquirir y operar en condiciones seguras, eficientes y económicas los componentes mecánicos y equipos de calderería requeridos para instalaciones de proceso y demás, lograr la máxima participación local en ingeniería y fabricación de dichos componentes.

Los componentes para los cuales es necesaria una tecnología especializada y que se encuentran dentro de los objetivos son: Reactores, torres, intercambiadores, tuberías, bombas, válvulas, recipientes de almacenaje y a presión.

Para cumplir los objetivos, se requiere un grupo de ingenieros de orientación mecánico-metalúrgica e implica posibilitar localmente la realización de los siguientes trabajos:

- Determinación de las condiciones de sollicitación estática, dinámica, transitoria, etc. del componente.
- Selección de materiales en base a propiedades mecánicas, de fractura, plásticas, fatiga y disponibilidad en el mercado local.
- Diseño y verificación por métodos analíticos o experimentales.
- Obtención de materiales (chapas, placas, barras, perfiles, etc.).
- Fabricación
- Inspección.

Estos trabajos se distribuyen en las siguientes áreas:

Area 1 - Materiales y procesos

Area 2 - Ingeniería de componentes

Area 3 - Control de calidad

Area 4 - Gestión.

cuyos alcances se detallan en lo que sigue:

III.1. AREA 1: Materiales y procesos:

Los componentes para Plantas de Proceso requieren la utilización de aceros ferríticos estructurales con niveles certificados de resistencia y calidad. Esto implica fundir los lingotes, forjarlos o laminarlos, rodarlos, prensarlos, soldarlos y tratarlos térmicamente.

Se requieren asimismo, por problemas de corrosión, aceros inoxidables para equipos o tuberías, ya sea como chapa o como placado sobre aceros ferríticos.

Muchos de los materiales mencionados no se fabrican en los países en desarrollo. Asimismo, no todos los procesos requeridos para la fabricación de los componentes son usualmente aplicados.

Se impone entonces, la necesidad de desarrollar el conocimiento de los procesos y tecnologías de fabricación y de las propiedades mecánicas y metalúrgicas de los materiales a emplear.

Procesos.

Este grupo tiene a su cargo el estudio y desarrollo de los procesos metalúrgicos de fundición, deformación plástica y soldadura, de interés para la fabricación local de componentes. Incluye:

Fundición:

- De aceros estructurales de baja aleación
- De aceros inoxidables austeníticos para obtención de chapa como producto final.
- De aceros inoxidables para obtención de cuerpos de bombas y válvulas como producto final.
- De aleaciones especiales para obtención de tubos para intercambiadores como producto final.

Deformación plástica:

- Forja de aceros estructurales.
- Colaminación de acero inoxidable sobre acero estructural para chapa clad.
- Extrusión y trafilación de tubos para intercambiadores.

Soldadura:

- Soldadura de aceros estructurales por arco sumergido, bajo gas inerte y por electroslog.
- Placado por soldadura de acero inoxidable austenítico sobre acero estructural.
- Soldaduras tubos-placa tubo para intercambiadores de calor.

Tratamientos térmicos:

- Temple y revenido de aceros estructurales de baja aleación.
- De aceros inoxidables austeníticos y martensíticos.

Materiales:

- Este grupo tiene a su cargo el estudio de propiedades mecánicas y metalúrgicas de los materiales de interés para la fabricación local de componentes. Incluye:

Ensayos:

- Recopilación de datos de propiedades mecánicas y metalúrgicas. Ensayos de caracterización de materiales.
- Propiedades a la fractura y fatiga.
- Metalografía.

Corrosión:

- Estudios de corrosión bajo tensión y corrosión-fatiga.
- Influencia del tratamiento superficial en el comportamiento a corrosión (Arenado, decapado, pulido químico, etc.).

Asistencia técnica a la industria:

El conocimiento adquirido en materiales y procesos puede ser usado para cooperar con la industria en la resolución de problemas durante la fabricación de componentes.

La experiencia indica que éste es un procedimiento apropiado para tomar conocimiento real y directo de los problemas tecnológicos y posibilidades y limitaciones de fabricación local de componentes.

III.2. AREA 2 - Ingeniería de Componentes:

A partir de los datos definidos por la Ingeniería Básica, es necesario realizar un conjunto de tareas hasta obtener el diseño de detalle para la fabricación.

Esto implica fijación de los parámetros fundamentales, códigos y normas aplicables, requisitos particulares de materiales, ensayos durante la -

fabricación y recepción, redacción de la especificación de fabricación. Ya en fabricación se requiere un estricto seguimiento desde el punto de vista técnico y de cumplimiento de los plazos.

Evaluación y diseño:

Este grupo realiza el diseño y análisis de tensiones de los componentes de modo que se cumplan las normas aplicables y las condiciones previstas en la ingeniería básica. Las actividades que abarca son:

- Interpretación y aplicación de los códigos y normas para definir la aptitud del diseño mecánico de los componentes.
- Aplicación de técnicas para decidir la aceptación o rechazo en caso de defectos.
- Establecer los ensayos durante la fabricación y para recepción del componente y fijar los niveles de aceptación.
- Ejecución del análisis de tensiones para los diferentes casos de sollicitación previstos durante la operación.
- Confección de los planos de detalle para fabricación.

Especificación y Seguimiento:

Este grupo vierte en una especificación de fabricación, los datos definidos en el diseño y ejecuta la inspección durante la fabricación; las actividades son:

- Redacción de especificaciones
- Evaluación técnica de ofertas
- Inspección durante fabricación y supervisión de ensayos
- Control de plazos de fabricación
- Control y aprobación de planos del proveedor.

III.3. AREA 3 - Control de Calidad

La provisión local de componentes que satisfagan elevados requisitos de confiabilidad y seguridad requiere una importante tarea de control de calidad desde los materiales hasta el componente terminado.

Las actividades a desarrollar están directamente vinculadas a los métodos de ensayo no destructivo.

- Inspección visual y dimensional.
- Ultrasonido
- Radiaciones penetrantes (Radiografía, gammagrafía).
- Partículas magnéticas y tintas penetrantes.
- Métodos electromagnéticos y capacitivos.

Corresponde a este Area definir, especificar y evaluar los resultados de los ensayos necesarios para cumplir los requisitos indicados por las normas.

Para ello es necesario desarrollar el conocimiento en alcances y limitaciones de cada ensayo a los efectos de seleccionar el más apropiado en cada caso.

III.4. - AREA 4 - Gestión

Como complemento de las actividades eminentemente técnicas ya enunciadas, la implementación de proyectos locales requiere tareas técnico-económico-financieras que abarcan desde la preparación de pliegos, evaluación y comparación de ofertas, discusión de los contratos, etc. hasta la promoción de leyes e incentivos especiales que posibiliten la máxima participación de la industria e ingeniería local.

Este conjunto de actividades las encuadramos en la denominación "Gestión" cuyas tareas describimos a continuación.

Participación de la Industria:

- Redacción de pliegos de licitación adecuados a las características locales.
- Evaluación técnico-económica de las ofertas y fijación de los criterios de comparación.
- Intervención de la discusión y redacción de los contratos
- Control durante la ejecución del proyecto del cumplimiento de las cláusulas que reglamentan la participación local.

Promoción e incentivos:

- Estudio de mecanismos legales que otorguen franquicias a los proveedores locales que participen en proyectos adjudicados por licitación internacional, a fin de que compitan en condiciones convenientes con los proveedores extranjeros.
- Mantener contactos con las cámaras de fabricantes y otras asociaciones industriales a fin de poder establecer de antemano las posibilidades de participación local en los proyectos futuros.

Evaluación y desarrollo de proveedores:

Esto implica:

- Definir el equipamiento necesario (actual + adicional) para producir los materiales y componentes en condiciones apropiadas de precio y calidad.
- Determinación de los sectores a ser promovidos.
- Asesorar a las Areas 1 y 2 (Materiales y procesos e Ingeniería de Componentes) respecto de los proveedores que se encuentran en mejores condiciones de encarar la construcción de componentes especiales.
- Mantener un contacto estrecho con los sectores industriales a fin de informar las posibilidades de participación.
- Realizar los análisis técnico-económicos para establecer los costos locales y definir el costos de promoción resultante.
- Estudiar las condiciones de uso de licencias y reglamentar las transferencias de tecnología que sean requeridas para la participación local en los grandes proyectos nacionales.

IV EL PROBLEMA DEL RIESGO

La experiencia obtenida en la ejecución de grandes proyectos de cierta complejidad técnica en algunos países de América Latina, muestra que las dificultades para llevar a cabo la desagregación y la consecuente maximización de insumos intelectuales y físicos de origen local, no surgen en general del proveedor de tecnología. Se originan en gran medida en la agencia o empresa receptora en el propio país. Estas organizaciones muchas veces carecen de la capacidad de asumir los riesgos involucrados en toda incursión en las complejas tecnologías que los grandes proyectos requieren.

Estos riesgos obedecen a varias causas. En muchos de los sistemas que integran un proyecto de inversión complejo, deben cumplirse con estrictas especificaciones de calidad; además deben cumplirse los plazos de entrega previstos. Si estas condiciones no se cumplen, resulta en el primer caso una disminución de la eficiencia o de la seguridad de la instalación, y en el segundo, una demora en la ejecución que implica mayores costos para el proyecto.

El Estado, usualmente a través de una empresa pública, es el comprador en la mayoría de los grandes proyectos de los países latinoamericanos. En general no ha existido dentro del Estado una comprensión cabal de que "hay

que arriesgar para aprender", elemento fundamental para adquirir conocimiento técnico.

Quienes tienen a su cargo la conducción de empresas y agencias del Estado por otra parte, están muchas veces sometidos a pautas de comportamiento, que en general buscan la seguridad y obstaculizan la aceptación de riesgos, como los involucrados en los procesos de desagregación y de innovación. De allí la tendencia a celebrar contratos "llave en mano", en los que el riesgo queda en manos del vendedor, pues de esta forma la responsabilidad que asume el comprador se ve minimizada.

Esta búsqueda de seguridad, y el depósito de total confianza en proveedores extranjeros del paquete tecnológico, no ha dado siempre los resultados esperados en cuanto a costos, eficiencia y plazos. No han sido infrecuentes los casos en que han existido demoras en la ejecución, fallas de diseño o de fabricación de equipos importados que han provocado costosos paros en la producción o incumplimiento de especificaciones de producción o calidad que han requerido penosos trabajos técnicos a posteriori de la puesta en marcha. En ciertas ocasiones ello puede atribuirse a la introducción de tecnologías aún experimentales, con lo que el país comprador se encuentra cumpliendo una función de "banco de prueba" para el proveedor.

Por otra parte, tal comportamiento "seguro" y "eficiente" conspira contra una política de desarrollo tecnológico autónomo de la empresa y en general en el país. Si coincidimos en que el logro de la autonomía tecnológica es uno de los importantes objetivos nacionales, se desprende la necesidad de atacar sobre bases realistas el problema que nos ocupa. De no encontrarse otras posibilidades viables se verán demorados los esfuerzos para asimilar, adaptar y luego generar tecnologías en las industrias básicas, que en general se encuentran en manos del Estado.

Al hacer un contrato "llave en mano", es el proveedor del paquete quien garantiza que cada uno de los sistemas como el conjunto de la instalación de que se trate, cumple las especificaciones deseadas y satisfará los plazos de entrega previstos. Evidentemente muchas cosas pueden fallar en un proyecto complejo y largo, por diseño defectuoso, por la calidad en la fabricación de componentes, por incumplimiento de plazos de ejecución o por defectuosa coordinación general de los trabajos. El contrato "llave en mano" significa para el comprador que está cubierta su responsabilidad; cualquier falla del diseño o la ejecución de la instalación debe ser subsanada por el vendedor. Este, a su vez, tiene varios mecanismos para cubrirse de los riesgos.

Dejando de lado las pérdidas o demoras que puedan ocasionar actos de sabotaje, guerras o causales de fuerza mayor, las que quedan a cargo del comprador, existen tipos de riesgos que el vendedor de una planta "llave en mano" tiene a su cargo y para los cuales cuenta con mecanismos de defensa. El primero se refiere a la bondad del diseño, al cumplimiento de las especificaciones de producción, rendimientos, calidad, y a la entrega puntual de las instalaciones funcionando conforme a las especificaciones. Aquí -- los mecanismos de defensa son, naturalmente, realizar un excelente diseño para lo cual el vendedor se apoya en su anterior experiencia y en la de sus subcontratistas, así como en su cuerpo técnico; la asignación de personal competente para ejecutar el proyecto y poner en marcha las instalaciones; la cuidadosa selección de subcontratistas y proveedores de equipos y establecimiento de cláusulas de garantía para cada uno de estos subcontratistas y proveedores y, finalmente, la inclusión dentro del precio de la obra de un monto para satisfacer aquellas eventualidades (dentro del conjunto de obras que se ejecutan a lo largo de los años).

La desagregación del paquete tecnológico significa que la cobertura de estos riesgos ha de ser encarada por el comprador, convertido ahora en diseñador, ejecutante y coordinador del proyecto.

Pero la existencia de estos riesgos, que frecuentemente aparecen magnificados ante el comprador por relativo desconocimiento y falta de experien-

cia, por hábitos y por su escasa confianza en las capacidades locales, - es evidentemente un factor negativo para que dicha desagregación tenga - lugar particularmente cuando es la empresa u organismo estatal el que de be llevar a cabo el proyecto.*

V- DESCRIPCION DE LOS REQUERIMIENTOS TECNICOS DE UN PROYECTO

Todo proyecto que podamos agrupar dentro de la categoría mecánico-meta - lúrgica involucra "know-how" en distintas áreas de la tecnología moderna. El "know-how" requerido aumenta sin duda en complejidad, a medida que la sofisticación tecnológica de la obra aumenta.**

Sin embargo, se ve cada vez en forma más clara que, salvando particulari dades, existe un "modo de ataque" común a todas las grandes realizaciones modernas.

No es casual que grandes compañías transnacionales estén capacitadas en - muchos casos para ejecutar o coordinar con la misma eficiencia, cosas apa rentemente tan disímiles como una acería o una central nuclear.

Mientras la ejecución y coordinación de un proyecto se involucran en la - "Ingeniería de Detalle" del mismo, el diseño conceptual es su "Ingeniería Básica".

En el análisis que haremos a continuación, nos referiremos a la capacidad requerida para llevar adelante la faz ejecutiva de un proyecto, es decir su faz de detalle; la capacidad para el desarrollo de un determinado pro ceso a través de su Ingeniería Básica es, como veremos, la última etapa - del "know-how" y, en consecuencia, la más costosa y elaborada.

En una obra de infraestructura: Petroquímica, Siderurgia, Generación Eléc trica, etc. intervienen en mayor o menor proporción las siguientes disci plinas:

- Planificación y Coordinación
- Obras Civiles y Estructurales
- Equipos Mecánicos
- Tuberías
- Instrumentación y Control
- Sistemas Eléctricos
- Garantía de Calidad e Inspección
- Montaje y Construcción

En la solidez y flexibilidad de los grupos humanos en estos rubros, es -- en donde reside la velocidad de respuesta y eficiencia técnica de los -- grandes contratistas.

Planificación y Coordinación:

Se realizan en estos grupos, las tareas de administración, dirección y -- coordinación.

Se ejecuta la red de camino crítico de la obra, el costeo, la organiza -- ción de las compras, de la recepción de los componentes e insumos, así co mo el diseño de los procedimientos administrativos y legales que aseguren la marcha del proyecto dentro del plazo y presupuesto requeridos.

* Compras de Tecnología en el Sector Público

- Aráoz, Sábato, Wortman - 1975.

** La Participación Local en Grandes Obras Públicas, un Medio para el De sarrollo Tecnológico.

- Wortman, Darnond - OEA SG/P. PPTT/15 de Junio de 1975.

Obras Civiles y Estructurales:

Se ocupa del estudio de suelos, "lay-out" detallado de las instalaciones, análisis estático y dinámico de las estructuras, sismicidad, vibraciones, etc.

Equipos Mecánicos:

Dadas las condiciones funcionales del sistema, por ejemplo: presión, temperatura, corrosividad del medio, este grupo fija los materiales, las dimensiones finales de los equipos, los códigos de construcción y los niveles de calidad. Supervisa y realiza la "auditoría" del control de calidad

Tuberías:

Realiza el dimensionamiento y trazado económico de las tuberías requeridas dentro de los requerimientos funcionales de la Ingeniería Básica.

Instrumentación y Control:

Fija los parámetros que son censados y controlados para que con velocidad y exactitud se pueda operar la Planta dentro de los márgenes de seguridad y eficiencia con que se la diseñó y para que el sistema pueda reaccionar ante cualquier perturbación accidental.

Sistemas Eléctricos:

Dimensiona y ejecuta el trazado de los sistemas de potencia de la instalación, así como barras conductoras, interruptores, trazado de cableado, -- sistemas de enclavamiento, etc.

Garantía de Calidad e Inspección:

Prepara, ejecuta y evalúa los métodos de ensayo necesarios para asegurar la calidad y seguridad de la instalación. Verifica el cumplimiento de códigos y especificaciones fijadas por las normas de ensayo durante el control de fabricación y recepción. Confecciona los mecanismos técnico-administrativos que permiten la recuperación de la historia técnica de materiales y componentes.

Montaje y Construcción:

Realiza la colocación en el sitio de los componentes o sistemas de acuerdo con las prescripciones de los distintos grupos anteriores.

Hemos completado las definiciones anteriores, a fin de fijar con un mayor detalle el carácter multidisciplinario de las obras modernas de ingeniería y poder establecer vínculos ciertos entre los requerimientos de este tipo de obras y la necesaria respuesta de la Infraestructura Científico - Tecnológica que se deberá adecuar para proporcionar las soluciones a las incógnitas que se presenten.

CONCLUSIONES

La implementación de un programa de desarrollo tecnológico, involucra la toma de responsabilidad creciente en tecnologías cada vez más novedosas y sofisticadas.

Una de las causas que debilitan en mayor grado la posibilidad de capitalizar la experiencia que se podría obtener de las Grandes Obras Públicas, es la falta de capacidad técnica para evaluar los riesgos involucrados en la apertura del paquete tecnológico.

Otro factor que atenta contra lo mismo es el divorcio de objetivos entre distintas agencias gubernamentales, que impide coordinar los esfuerzos entre el Sector Ciencia y Tecnología y el usuario de estas Tecnologías.

La posibilidad de decidir acertadamente sobre Compras de Tecnología se podrá alcanzar cuando coexistan 2 condiciones:

- a) Que los funcionarios que toman decisiones sobre obras básicas, comprendan la necesidad de utilizar estas obras como factores de desarrollo tecnológico.
- b) Que exista una infraestructura de ingeniería, de la mayor solidez técnica, capaz de responder con precisión y eficiencia a los requerimientos - que se le formulen.

Esta infraestructura permitirá desarrollar en forma creciente, capacidad para generar Ingeniería Básica en aquellos sectores prioritarios por su importancia económica o por estar vinculados a la seguridad del país, y tendrá que ser capaz de generar, además, las respuestas que formulen las empresas de Ingeniería que quieran adaptar sus criterios de construcción para utilizar racionalmente los recursos locales.

El país requiere para el desarrollo de Ingeniería Básica, la formación de Ingenieros de cuarto nivel que tengan los conocimientos necesarios para innovar y adaptar en forma original.

La Ingeniería de Detalle requiere en sus más altos niveles de decisión, Ingenieros de las mismas características para poder discriminar con éxito las soluciones ejecutivas más convenientes al mercado local.

La solución sobre cada uno de los temas mencionados se encarará en forma creativa y con medios propios, si se cuenta con los recursos humanos del nivel correspondiente.

En caso contrario, es muy probable que debamos conformarnos con las buenas intenciones. Las soluciones técnicas apropiadas deberán comprarse a-- fuera a pesar de las declamaciones en contrario.

La creación de un mercado de trabajo para ingenieros de alto nivel, corresponde en primer término a la Universidad, demostrando con hechos concretos que el poder creativo tiene valor económico, y en segundo lugar al Estado, que es el responsable de utilizar su poder de compra para desarrollar la capacidad propia para adaptar y generar tecnología.

Lamentablemente, en muchas áreas las experiencias en este campo, no han sido positivas en nuestro país.