

REVISTA

FEBRERO, 1979

3

GRUPO



Indice

	Página
En este número	1
Laguna Verde	2
Un mexicano Presidente Mundial de los Constructores	7
Turbinas para Chicoasén	8
Gasoducto	11
Centro Técnico IBM	17
Posicionador Inercial	21

EN ESTE NUMERO



"Por primera vez. . ."

Estas tres palabras, aplicadas a tareas y técnicas constructivas que no tienen precedente en nuestro país, podrían ser el preámbulo común a las informaciones que incluye la presente edición de la revista GRUPO ICA.

En sus páginas, se informa cómo México está construyendo su primera nucleoelectricidad: la de Laguna Verde. Por primera vez el país se adentra en el campo del aprovechamiento pacífico de la energía nuclear. Y para que esto sea posible ha sido preciso, correlativamente, que se realicen procesos constructivos sin precedentes, como los colados nucleares que exige una obra de esta naturaleza.

En otra área, la de construcción de ductos, reportamos la del Troncal Sistema Nacional de Gas, que a lo largo de 1,327 kilómetros, llevará el preciado producto del Sureste al Norte. Aquí, de nuevo, habría que subrayar que nunca antes se había afrontado el reto de construir uno de los

mayores gasoductos que existen en el mundo, y de dominar técnicas antes ajenas, para que esta obra se concluya prácticamente en un año.

También cuando se habla en las páginas de esta edición, del uso del posicionador inercial para realizar faenas topográficas que antes implicaban largos y costosos esfuerzos en horas-hombre, o cuando informamos sobre la erección del Centro Técnico IBM, cuyo almacén tiene "el mejor piso del mundo", habría que recaer en la afirmación de que esto no se había hecho antes en México.

Por primera vez, también, se fabrican en nuestro país, elementos importantes de las turbinas para la hidroeléctrica de Chicoasén.

La reflexión que surge frente a todas estas manifestaciones de tecnología de vanguardia, a las que se aplica el empeño y el ingenio de mexicanos, es la de que nuestro país tiene los recursos y la decisión de afrontar los problemas que entraña algo que se va a hacer "por primera vez". Y que somos, además, capaces de hacerlo bien.

LAGUNA VERDE

OBRA CIVIL Y ELECTROMECHANICA DE LA PRIMERA NUCLEOELECTRICA

México incursiona ya en el campo del aprovechamiento pacífico de la energía nuclear.

En efecto, la Comisión Federal de Electricidad lleva adelante la realización del Proyecto Nucleoeléctrico de Laguna Verde, en el Estado de Veracruz —primero de su tipo en el país—, con una capacidad instalada de 1,300 MW.

El Grupo ICA, a través de su empresa ICA Industrial, S.A., está participando en esta primera etapa, haciéndose cargo de la construcción de la obra civil y electromecánica, lo cual constituye una experiencia valiosa en un nuevo e importante renglón constructivo.

Localizado a 77 km. al norte de la ciudad de Veracruz, en la costa del Golfo de México, el Proyecto de Laguna Verde comprende la construcción de 2 unidades nucleoelectricas de 650 MW cada una, y de las subestaciones y líneas de transmisión necesarias para conectar dichas unidades generadoras a la red eléctrica nacional.

Madurez para ser pionera

ICA firmó el contrato con la Comisión Federal de Electricidad para la construcción de la obra civil de la Nucleoeléctrica, el 22 de octubre de 1975 y de inmediato se iniciaron los trabajos correspondientes a las instalaciones auxiliares de

la Planta. Cabe señalar además, que ya antes, en 1974, ICA había construido el muelle para el desembarco de los grandes equipos que se instalan en Laguna Verde.

Por lo que se refiere a la obra electromecánica, la ampliación al contrato se firmó el 1o. de abril de 1977, iniciándose las obras respectivas en el mes de octubre del mismo año. De acuerdo con el programa, el compromiso es que la Unidad No. 1 entre en operación en abril de 1982 y la Unidad No. 2 un año después.

Al aceptar la responsabilidad de ser pionera en México en la construcción de este tipo de plantas, ICA Industrial seleccionó a un grupo de ingenieros y trabajadores de la más alta calificación, todos ellos con una destacada trayectoria en la construcción de obras industriales y que, conforme han ido avanzando los trabajos, se han introducido en las complicadas técnicas constructivas de plantas nucleoelectricas.

En la etapa actual en Laguna Verde ICA Industrial cuenta con el siguiente personal: 87 ingenieros, 152 técnicos, 127 administrativos y 3,416 obreros, un total de 3,782 personas que laboran en esta gran obra.

Retos aceptados. . . y resueltos

En la construcción de la nucleoelectrica los retos que se le presentan a ICA son: llevar adelante un proyecto con impresionantes volúmenes de obra, dentro de las más estrictas especificaciones de ingeniería y bajo normas internacionales de calidad para obras nucleares.

Entre esos retos sobresalen los estrictos controles

En uno de los momentos de mayor actividad de la obra, vemos aquí una toma general de la Nucleoeléctrica Laguna Verde. En el cielo se recortan las enormes grúas y a la derecha se observan ya algunas de las grandes piezas en proceso de montaje.



PRINCIPALES INSTALACIONES DE LA NUCLEOELECTRICA

Edificio del Reactor: Con una altura aproximada de 74.50 m alojará al Reactor Nuclear y equipo auxiliar. El Contenedor Primario es una fuerte estructura de concreto reforzado, recubierta interiormente por placas de acero, que aísla completamente al Reactor formando una segunda barrera que impide el paso de posibles radiaciones.

Edificio del Turbogenerador: Una estructura de 99 m. de largo por 45.80 m. de ancho y una altura de 35.80 m, equivalente a la de un edificio de 10 pisos, formada por 3 niveles principales. Alojará turbina, condensador, alternador y equipo auxiliar, como son bombas y calentadores, entre otros.

Edificio de Control: Localizado en el costado este del Edificio del Reactor, tendrá 3 niveles principales y será el "centro nervioso" de la Planta. Todas las terminales de control irán conectadas aquí a grandes tableros y consolas.

Otras instalaciones destacadas de la Nucleoeléctrica son: Edificio de Generadores Diesel, Edificio de Desechos Radioactivos, Edificio de Purificación, Edificio de Talleres y Tratamiento de Agua, Obra de Toma de Agua de Circulación, Obra de Toma de Agua de Servicio Nuclear, Estructura de Descarga, Subestación Principal, Patio de Transformadores, Cuarto de Control de la Subestación y Muelle de Descarga.

Cada una de las Unidades contará con el mismo número de edificios e instalaciones mencionadas.

de calidad en cada una de las fases de los trabajos. En este tipo de plantas se llaman Planes de Garantía de Calidad, los cuales regulan las actividades de diseño, fabricación de equipo, producción de materiales, ejecución de los trabajos de construcción y finalmente los de operación y mantenimiento.

Con la implementación de estos Planes, además de garantizar que los trabajos se realizan conforme las especificaciones, se debe acumular información que permita verificarlo en cualquier momento durante la vida de la planta.

Hasta ahora, se lleva un avance en la colocación de concreto del 44% en el Reactor de la Unidad No. 1 y un 34% en el Reactor de la Unidad No. 2, se ha cumplido ampliamente con todas las especificaciones, a satisfacción del cliente y de la supervisión internacional.

Concreto nuclear por primera vez

Una fecha trascendental en la historia de la construcción en México y en el proceso constructivo de la Nucleoeléctrica fue el 6 de julio de 1976, día en que se realizó el primer colado nuclear en la losa de cimentación para el Edificio del Reactor de la Unidad No. 1.

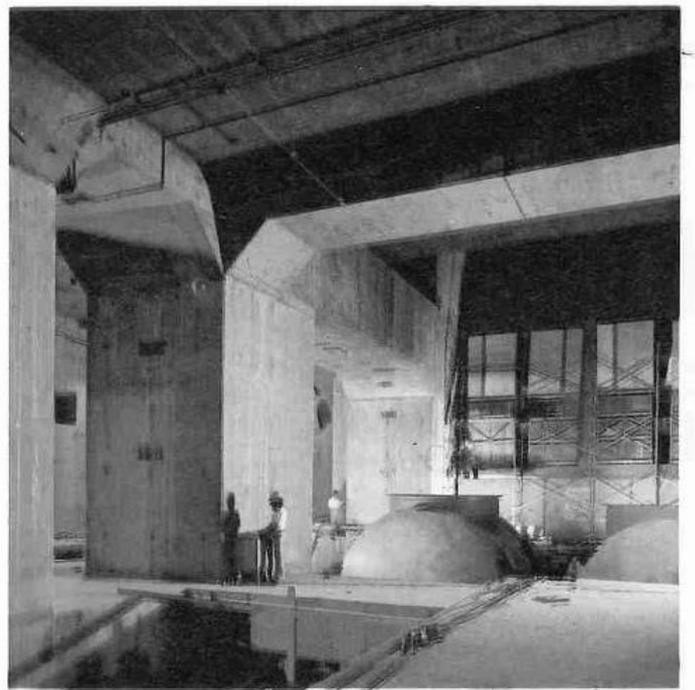
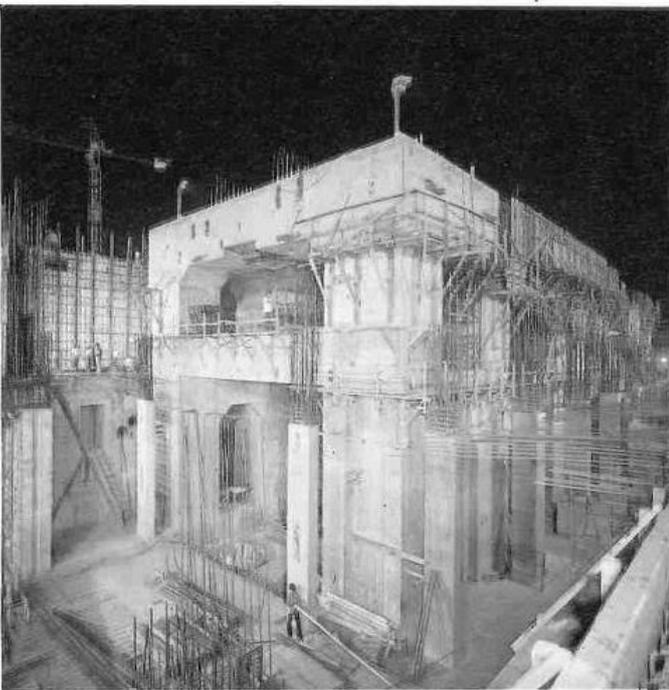
En el colado de concretos nucleares una de las especificaciones que se marcan es la de no exceder del 21 °C en el momento de la colocación. Esto obligó a que por la temperatura ambiente del lugar se tenga que sustituir el agua necesaria para la mezcla por la cantidad equivalente en hielo.

Otro dato interesante sobre el particular es el hecho de que, sin tomar en cuenta el concreto para las plantillas, será necesario producir 10 tipos diferentes de concreto, para tres resistencias requeridas a compresión: 255, 365 y 429 kg/cm².

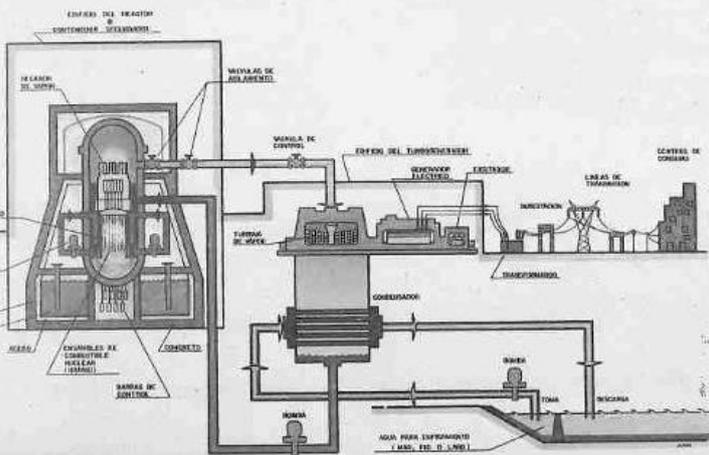
Organización del proyecto

Por la magnitud y complejidad de una obra de esta naturaleza, se requiere la participación, en

Arriba, en primer plano, la obra de toma y al fondo el conjunto de instalaciones de la Nucleoeléctrica; abajo, a la izquierda, vista del Edificio del Reactor de la Unidad No. 2; a la derecha trabajos interiores en el edificio del Turbogenerador de la Unidad No. 1



COMO FUNCIONA UNA NUCLEOELECTRICA



El funcionamiento de una planta nucleoelectrica es similar al de una planta termoeléctrica convencional, con la diferencia básica de que el combustible utilizado, en el caso de la primera es uranio.

En la nucleoelectrica la generación de energía se inicia en el Edificio del Reactor, en donde por medio de una reacción nuclear controlada se convierte en energía térmica en forma de vapor, para transformarse en energía mecánica en las turbinas y a su vez en energía eléctrica mediante el generador (Ver esquema).

una organización con numerosas interrelaciones, de empresas sumamente especializadas.

Así, las principales empresas participantes en la construcción de esta obra sin precedentes en el país, son: Ebasco Corporation, como responsable del diseño, dirección de obra y control de calidad; Gilbert y Asociados, en Garantía de Calidad; ICA Industrial, en obra civil y electromecánica; y Reliance Truck, en montaje de equipo pesado y grúas.

La construcción de la Nucleoelectrica de Laguna Verde, cuyos monumentos estructurales se erigen sobre las tranquilas costas del Golfo de México, es una muestra más de la capacidad de la ingeniería mexicana para enfrentarse con éxito a retos constructivos de gran magnitud que requieren de una avanzada tecnología, al más alto nivel internacional.

Pensamos que la experiencia y capacidad adquiridas en esta obra amplíe, aún más, nuestras puertas de entrada al extranjero.

PRINCIPALES VOLUMENES DE OBRA

Presentamos algunos de los principales volúmenes de obra de la Nucleoelectrica de Laguna Verde, los cuales nos dan una idea de la magnitud del Proyecto, en el que se requerirá emplear cerca de 40 millones de horas — hombre.

Excavación en roca	246,000 m ³ .
Concretos	211,000 m ³ .
Cimbra	306,000 m ³ .
Acero de refuerzo	20,000 Ton.

Además, se colocarán 22,000 m. de soldadura, 500,000 m. de cable y 22,000 m. de charras-soporte.

UN MEXICANO PRESIDENTE MUNDIAL DE LOS CONSTRUCTORES

ING. BERNARDO QUINTANA ARRIOJA

Como un reconocimiento al alto nivel que ha alcanzado la tecnología de construcción en México y su presencia cada vez más creciente en el panorama internacional, el Ing. Bernardo Quintana Arrijoa, Presidente del Grupo ICA, fue elegido presidente de los industriales de la construcción del mundo para el período 1978-1980.

En efecto, el 28 de noviembre de 1978 en Salvador Bahía, Brasil, durante la Quinta Reunión del Comité Directivo de la Confederación de Asociaciones Internacionales de Contratistas (CICA), el Ing. Quintana Arrijoa fue designado como máximo dirigente de esta organización que agrupa a las Cámaras y Asociaciones de Constructores de más de 45 países de Europa, Asia, Oceanía y América.

Previamente había sido electo presidente de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC). Este organismo, que engloba Cámaras del ramo de 18 países del Continente, celebró su XI Congreso.

Al tomar posesión de sus nuevos cargos, el Ing. Quintana, después de rendir homenaje a quienes han contribuido al nacimiento y desarrollo de la CICA, destacó la importancia de esta organización. Expresó:

"Además de los problemas inmediatos que confronta la actividad constructora a nivel internacional, debemos también tener en cuenta las grandes tareas que la época moderna está ya imponiendo a nuestra industria, tanto en los países industrializados como los que están en vías de desarrollo".

"Realmente —subrayó— nos enfrentamos a un gigantesco reto en los próximos años. Como nunca antes, debemos hacer efectivo nuestro lema y garantizar que la construcción sea efectivamente:



"la industria del bienestar humano", pues de ello dependerá el destino de muchos países".

Agregó: "Es por ello que nuestra actividad se convierte crecientemente en una rama estratégica vital en cada país. El peso y la importancia de nuestra industria, en todos los planes de desarrollo económico nacional, será cada vez mayor y ello otorgará al gremio de constructores también mayor fuerza y autoridad, pero sobre todo una enorme responsabilidad respecto al futuro".

Y concluyó: "Esa es nuestra misión y sabremos cumplirla, porque nuestras filas están integradas por empresarios alertas y responsables que siempre se colocan en punta a la hora de trabajar por el bienestar general".

La CICA (Confederation of International Contractors Associations), es el organismo de unión de la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción, la Federation Internationale Europeenn de la Construction y la International Federation of Asian and Western Pacific Contractors Associations.

TURBINAS PARA CHICOASEN

ENTRE LAS MAS GRANDES DEL MUNDO Y LAS PRIMERAS FABRICADAS EN MEXICO

Por primera vez en México, la empresa Industria del Hierro, de la División Metal Mecánica del Grupo ICA, ha entrado al campo de la fabricación de turbinas para una hidroeléctrica. Se trata de la de Chicoasén, Chiapas, que construye la Comisión Federal de Electricidad sobre el río Grijalba, para cuyas turbinas se han fabricado partes de las cinco espirales y los cinco tubos de descarga en la planta queretana de I.H.

En la sala de máquinas de la hidroeléctrica de Chicoasén estarán instaladas estas turbinas hidráulicas, tipo Francis, cuya capacidad unitaria las hace ser las más grandes en México, y sin lugar a dudas se pueden clasificar dentro de las turbinas hidráulicas mayores instaladas en el mundo.

El proyecto contempla la instalación de ocho turbinas de 318 megawatts de potencia cada una, cinco de las cuales se encuentran en proceso de montaje en sitio, quedando las tres restantes para fabricarse e instalarse en una segunda etapa.

El contrato con la CFE, además de ganarse en concurso internacional a través de la empresa Mitsubishi, se otorgó a Industria del Hierro con la seguridad de que se cumpliría plenamente con todos los requerimientos de calidad y plazos de entrega. Tal y como ha ocurrido.

El contrato, por el suministro de cinco juegos de componentes (espiral, tubería y accesorios) de turbinas hidráulicas, se firmó en enero de 1977 debiendo iniciarse la fabricación en abril de ese mismo año, con el compromiso contractual de entregar el primer juego en febrero de 1978 y el quinto en marzo de 1979.

Por las técnicas de fabricación aplicadas, los tiempos de entrega se redujeron considerablemente, iniciándose las entregas en septiembre de 1977, y terminándose en noviembre de 1978, lo que representó un ahorro de cinco meses.

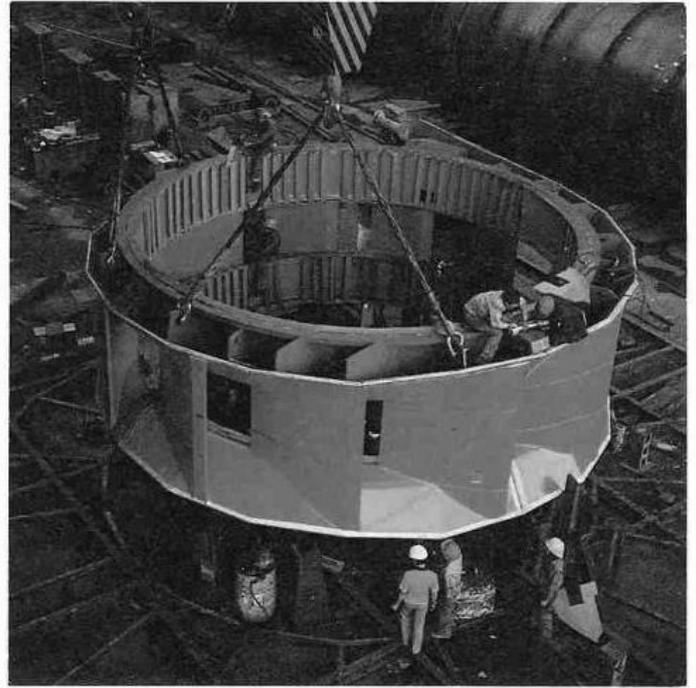
Desde el punto de vista de la fabricación de los componentes de las turbinas, ésta fue muy espectacular y requirió de la aplicación de técnicas altamente especializadas, para satisfacer las especificaciones generales de calidad. Estas técnicas las maneja ya Industria del Hierro.

Se fabricaron, además, accesorios varios como las tapas para pruebas hidráulicas, estructuras de refuerzo, bifurcadores de desfogue, silletas para las espirales, anclas, y escaleras y barandales.

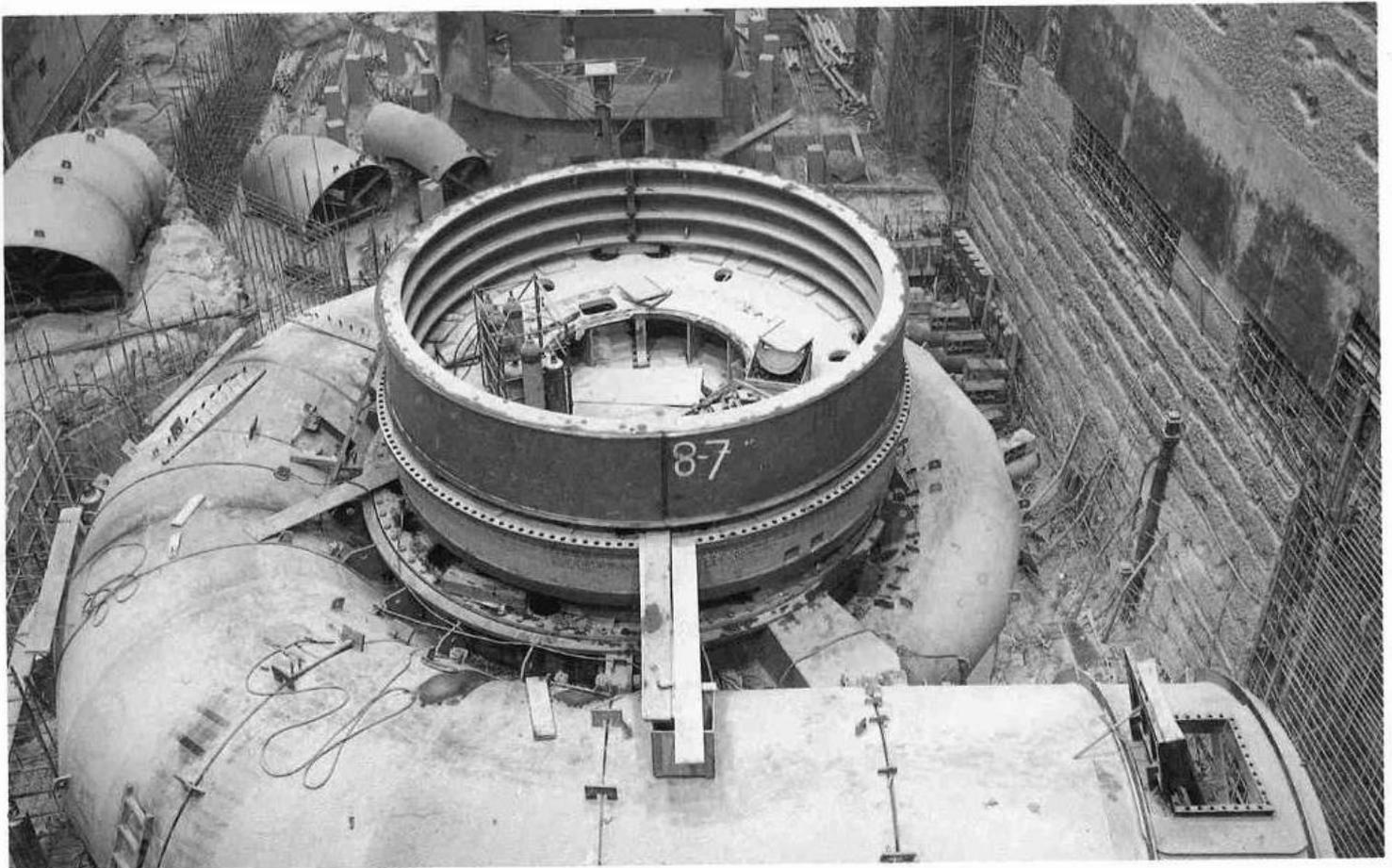
Dentro de los procesos de fabricación cabe mencionar, por lo complejo y delicado de los mismos:

- La elaboración de plantillas y modelos para la formación de las secciones, por tratarse de formas geométricas caprichosas a base de placas de 5.7 cm de espesor.
- Las verificaciones e inspecciones por Control de Calidad con procesos de ultrasonido, líquidos penetrantes, radiografiado, etc., todos aplicados para verificar la configuración geométrica y dimensional, y para garantizar la sanidad del material y la calidad de la soldadura depositada.
- La aplicación de procesos de soldadura de arco sumergido y particularmente la de microwire que requiere de controles muy precisos de flujo de energía eléctrica y velocidad para lograr una aplicación exitosa. En el caso de la espiral, todas las soldaduras de taller debían ser 100% radiografiadas.
- En cada uno de los casos se hicieron presentaciones en taller de todos los componentes. Las tuberías de descarga se presentaron en

En las naves de Industria del Hierro en Querétaro, las enormes piezas requirieron la aplicación de técnicas altamente especializadas para satisfacer las especificaciones generales de calidad.



Una de las espirales y sus accesorios en su etapa de colocación y montaje en la Casa de Máquinas de la Central Hidroeléctrica de Chicoasén.



ma independiente una por una. Cada Espiral se presentó con su correspondiente anillo antedistribuidor (Stay Ring) que fue enviado de Japón a la planta de Industria del Hierro con ese propósito. Equipo especial, instalaciones adecuadas y personal calificado, fueron los factores clave para lograr la precisión requerida en las presentaciones, tanto de las Espirales como de las Tuberías de desfogue.

— Finalmente los acabados de todas las piezas embarcables, que exigían después de la limpieza general con chorro de arena, la aplicación de recubrimientos especiales a base de alquitrán de hulla en algunas áreas y de inorgánico de zinc en otras, así como recubrimientos despen-

dibles en las zonas en donde se aplicarían soldaduras de campo.

— Paralelamente a toda la fabricación se realizaron los controles, registros, reportes, certificados de materiales y pruebas, para entregar al cliente la "historia" de cada componente. Estos controles constituyen lo que universalmente se conoce como Aseguramiento de Calidad (Quality Assurance) y aplicación de Sistemas de Control de Calidad Nivel II.

Con la realización de estos trabajos para la CFE, se pone de manifiesto el interés, siempre creciente, de alcanzar una mayor industrialización a alto nivel tecnológico en nuestro país.

CUATROCIENTOS KILOMETROS CONSTRUIDOS EN 12 MESES

La construcción del Troncal Sistema Nacional de Gas — Gasoducto Cactus, Chiapas, a Los Ramones, Nuevo León con una extensión de 1,327 kilómetros— ha significado uno de los más grandes retos a que se haya enfrentado la ingeniería del país y una muestra de la capacidad de los técnicos mexicanos para realizar obras de gran magnitud que requieren de una elevada tecnología en cada una de sus fases constructivas.

Gracias a la madurez técnica de sus ingenieros, a su capacidad de organización y a su experiencia constructiva en una gran variedad de obras, la División Construcción Pesada del Grupo ICA ha podido cumplir su compromiso con Petróleos Mexicanos en esta obra: construir 400 kilómetros de Gasoducto en 12 meses, lo que significó la ejecución de más de un kilómetro por día.

Es la primera vez que México, y el Grupo ICA por supuesto, construye un ducto de estas proporciones. Para ello la empresa Ingenieros Civiles Asociados, S.A., tuvo que resolver problemas de la más variada índole, como los siguientes:

- Adquirir en el extranjero maquinaria sumamente especializada, en un lapso sumamente corto. Parte de ese equipo fue conseguido en Alaska, desde donde fue trasladado en prácticamente 15 días hasta los frentes de trabajo.

- La capacitación de más de 600 trabajadores en actividades novedosas, como la soldadura automática, recubrimiento y bajado de la tubería y otras.

- Hubo necesidad de mover 33,166 tubos de 12 metros, con un peso de más de 180,000 Ton., en 11,000 viajes de trailer.





El Gasoducto —en proceso de soldadura de campo— se va extendiendo hacia el infinito en las extensas llanuras tamaulipecas; abajo, la Planta de Uniones Dobles (Doble Junta), la cual permitió que se soldaran secciones de tubo de 24 m cada una reduciendo en esta forma la soldadura de campo a la mitad.



— Se excavó un volúmen de 2,200,000 m³, de los cuales 700,000 m³ corresponden a roca. Este volúmen sería necesario para construir una presa de 8 metros de corona, 178 de desplante, 40 de altura y 600 de longitud.

— Se hicieron un promedio de 83 juntas por kilómetro, con un total de 33,034 juntas en toda la longitud, equivalente a 40 kilómetros lineales de soldadura.

— En el tramo correspondiente a ICA se usó por primera vez en México un sistema de soldado completamente automático, de gran producción y altamente calificado.

El tramo de 400 kilómetros ejecutado por ICA —285 kms. de línea de 48 pulgadas de diámetro y 115 de línea de 42 pulgadas— se encuentra localizado en la zona norte de la República, entre el Río Barberena, Tamps. y Planta Culebra, N.L.

Para el mejor desarrollo de la obra, ICA abrió dos frentes de trabajo en línea regular al norte y el sur; un frente de Doble Junta —planta de solda-

dura sumamente especializada— en Soto La Marina, y dos frentes de cruzamiento de ríos.

Personal Altamente Calificado

En la tarea de cumplir con este compromiso en un lapso tan corto, ICA requirió de la participación en promedio de 1,800 personas, entre ingenieros, administrativos y trabajadores altamente calificados.

Ha sido necesario, asimismo, utilizar un promedio de 506 máquinas: 130 mayores, entre las que destacan 36 tiendetubos CAT 594 y 583 de 90 y 60 toneladas de capacidad, respectivamente; 470 menores y 200 vehículos.

Así, en el tiempo record de un año, ICA desarrolló un trabajo medelo en todas sus fases, ven-

ciendo, con la tenacidad que caracteriza a su equipo humano, todos los problemas que conlleva una obra de esa magnitud.

Beneficios

El Gasoducto une los campos productivos de Cactus, Chiapas —extensos depósitos de hidrocarburos recientemente descubiertos, que proporcionan al país una nueva perspectiva del futuro y ofrecen a muchos mexicanos una alternativa de trabajo y prosperidad—, con las zonas de consumo en el norte de la República, además de interconectar los gasoductos existentes, formando una red muy completa de distribución para este necesario energético.

Fases Más Interesantes de los Trabajos

Apertura del Derecho de Vía. Este trabajo —desmonte, cortes, conformación del terreno— constituye el equivalente a la construcción de una supercarretera de México a Acapulco con 25 metros de ancho.

Excavación de Zanja. Se excavó una zanja trapecial de 2m. de base, 2,20 m. de altura y 3.30 m. de corona, con un talud de 1:0.25 para la línea de 48 pulgadas, y de 1.80 X 2 X 2.80 m. para la de 42 pulgadas.

Tendido de Tubería. Esta actividad incluyó la carga, acarreo y tendido sobre el derecho de vía.

Doblado, alineado y soldado. Esta labor fue crítica, pues en función de su avance y supeditada a éste, se efectuaron las de recubrimiento,

bajado y tapado, empates, obras especiales y prueba hidrostática.

Para cumplir con las normas de soldadura impuestas por PEMEX, fue necesario entrenar soldadores especializados en una escuela técnica que ICA instaló en Tampico, invirtiéndose más de 195,840 horas-hombre-escuela para la capacitación de estos técnicos, con un adiestramiento intensivo de 10 horas diarias.

Recubrimiento. Este trabajo se divide en las siguientes etapas: limpieza, pintura, esmaltado y recubrimiento. Para la limpieza y pintura se empleó una máquina viajera, llamada Rasquetadora y para el esmaltado y recubrimiento una Esmaltadora, también autopropulsada y que se desplaza sobre la línea previamente soldada. El recubrimiento se efectúa en dos capas, la primera de vidrio flex y la exterior y definitiva de vidrio mat. Se emplearon en este proceso 167,558 litros de pintura, 15,920 rollos de vidrio flex, 39,042 rollos de vidrio mat y 14,367 toneladas de esmalte.

Entre los problemas más serios que se encontraron para esta actividad estuvo la necesidad de elevar a 450°F, aproximadamente 232°C, la temperatura del esmalte de alquitrán de hulla, para fluidificarlo y poderlo extender sobre la tubería, por lo que los cambios climáticos y la lluvia muchas veces interrumpían el proceso, pues perdiendo su temperatura aunque sea pocos grados, el esmalte se solidifica, obstruyendo filtros, espreas, mangueras y bombas de las esmaltadoras.

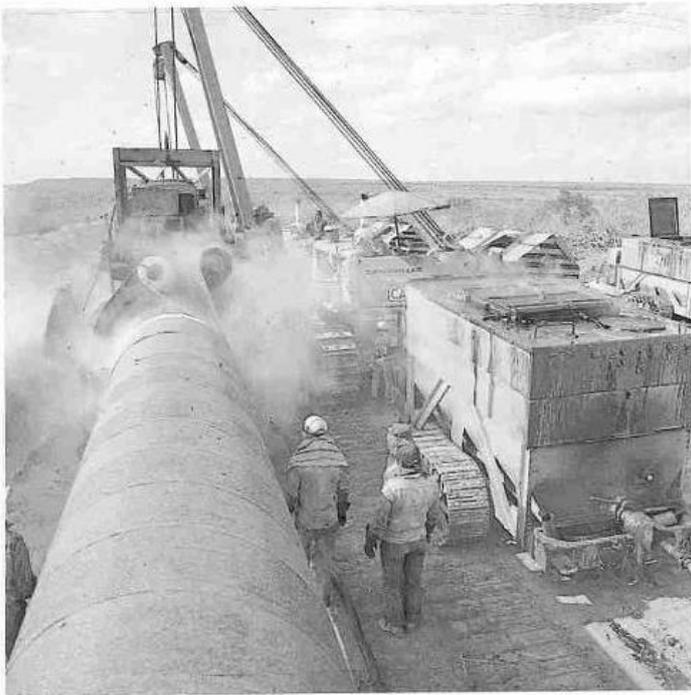
Bajado y Tapado. El tubo una vez recubierto se bajó con un tren de tractores tiendetubos, y se tapó la zanja con bulldozers inmediatamente. En zonas rocosas fue necesario colocar en el fondo de la zanja y en las paredes laterales, un colchón de arena, para evitar que el tubo y su recubrimiento sufrieran algún daño.

Empates. Se efectúa para unir tramos de línea regular, ó lingadas, en donde ésta ha quedado discontinua, ya sea por cruces de ganado, de

En esta secuencia fotográfica vemos, arriba, a la izquierda, tendido de tubería en las cercanías de Tampico, a la derecha, máquina zanjadora en plena actividad; abajo, a la izquierda, proceso de doblado, a la derecha, conjunto de casetas de soldadura de campo.



Dos aspectos en el proceso de esmaltado de tubería en el Gasoducto. Para este trabajo se usó una esmaltadora autopropulsada, que se desplaza sobre la línea previamente soldada.



peatones, por especificación (previendo dilataciones y contracciones de la línea) y todas las uniones a las obras especiales. Por término medio se efectuaron 3 empates por km, por lo que en total el frente de empates realizó cerca de 1,200 en toda la línea.

Obras Especiales. Estas obras se efectúan durante o después de la construcción de la línea regular, y son de los siguientes tipos: 5 cruces de ríos; cruces de carreteras existentes 8, válvulas de seccionamiento 10 y trampas de diablos 4. Además se cruzaron 42 arroyos y 36 caminos vecinales o de acceso.

Prueba Hidrostática. Es el paso final en la construcción de cualquier sistema de conducción de fluidos, y en el cual se prueba al límite de fluencia de la tubería, que en este caso es de 1500 libras por pulgada cuadrada, así como la resistencia de sus uniones y costuras, sometiendo el ducto a

24 horas de presión continua por medio de un sistema de bombas, que son las de llenado, presión intermedia y alta presión. Estas inyectan agua a la sección de tubería a probarse, y después elevan su presión a la máxima de prueba; con esto se detecta cualquier fuga existente.

Planta de Uniones Dobles. Para incrementar el rendimiento en la soldadura fue necesaria la instalación de la planta de uniones dobles. De esta manera, en taller se soldaron secciones de tubo de 24 m., cada una, reduciendo en esta forma las soldaduras de campo a la mitad. Esta planta, completamente automatizada, consta de cuatro etapas de soldadura y una etapa final de radiografía para garantizar al 100% la calidad de cada unión.

De la misma manera, en campo, se probaron con rayos X el 100% de las uniones y se aseguró así el control de calidad total a través de toda la línea.

CENTRO TECNICO IBM

LA EDIFICACION MAS MODERNA EN SU TIPO DE LATINOAMERICA

Una de las construcciones más interesantes ejecutadas recientemente por la División Construcción Urbana del Grupo ICA, a través de su empresa Construcciones, Conducciones y Pavimentos, S.A., es el Centro Técnico IBM, el más moderno de América Latina.

El Centro IBM —integrado por dos edificios de diferente concepción: uno asignado al almacenamiento y el otro a oficinas y talleres— se encuentra localizado al norte de la Ciudad de

México, en la zona industrial en que colindan el D.F. y el Estado de México.

El Proyecto Arquitectónico, en el que se buscó la optimización de las funciones que requieren cada uno de los procesos que se operan en IBM, fue encomendado a la prestigiada firma Legorreta Arquitectos.

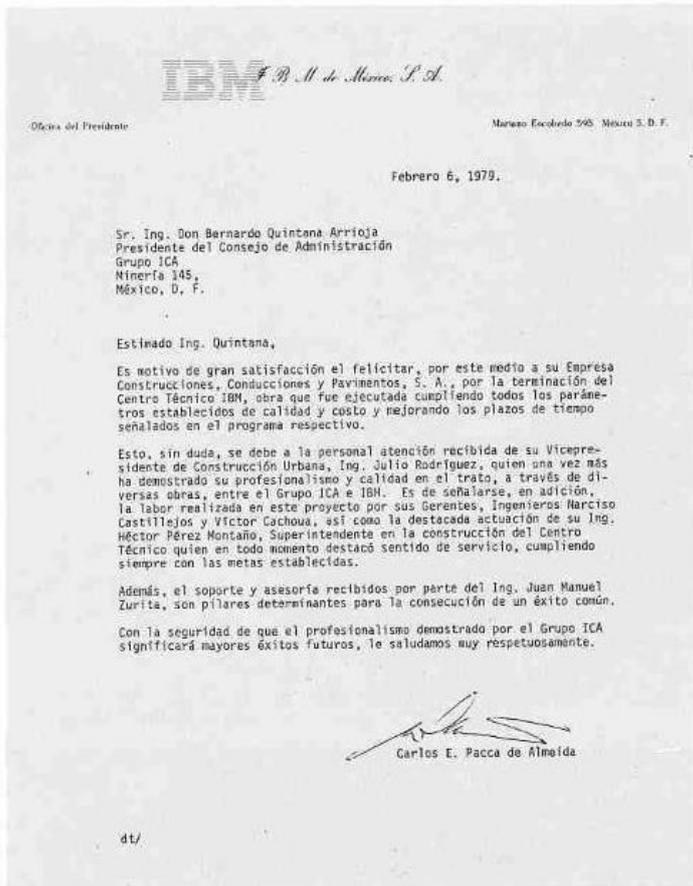
Como datos sobresalientes cabe señalar que, hubo un reconocimiento para esta obra de parte de los directivos de IBM, tanto a nivel nacional como internacional.

En efecto, durante el Congreso Mundial de Bienes Raíces, que se llevó a cabo en el propio Centro Técnico en 1978, éste fue considerado el mejor proyecto de IBM realizado en el año.

Fachada del moderno Centro Técnico.



**Facsimil de la carta de felicitación de IBM;
abajo, vista parcial de las funcionales oficinas.**



Por otra parte, los fabricantes de los montacargas al informar por escrito y basados en chequeos con rayo laser a la nivelación del piso, consideraron que éste es, posiblemente, el mejor piso del mundo.

Y por último, CYP recibió la felicitación de la Compañía Factory Mutual —empresa Internacional de Seguros—, por las instalaciones de incendio.

Un Lugar Ideal de Trabajo

El conjunto constituye un lugar ideal de trabajo, por su comodidad, belleza y funcionalidad, propicios para el desarrollo del Centro Técnico, ya que cuenta con 8,5000 m². cubiertos y 13,000 m². de obras exteriores y estacionamientos.

El edificio de almacén representa un ejemplo de optimización de recursos y funcionamiento. Está constituido por dos zonas de almacenamiento metálico en forma vertical.

La primera, de almacenamiento automático (racks), la cual esta formada por cinco niveles de estructura, destinada al almacenamiento de computadoras, copiadoras, máquinas de escribir, así como perforadoras de tarjetas para computación.

Esta zona de racks, estará alimentada por dos montacargas programados por computadora, los cuales pueden depositar o tomar la carga en cualquier punto de la estructura; asimismo los montacargas están provisto de un receptor electrónico que accionado a un sensor eléctrico previamente instalado en el piso, no permite ninguna desviación en su recorrido, asegurando que no existan impactos con la estructura. Estos equipos constituyen el procedimiento más moderno de operación de almacenamiento vertical.

La otra zona es de almacenamiento manual (shelves); al igual que la anterior está provista de cinco niveles destinados al almacenamiento de refacciones y partes pequeñas de los equipos anteriores. Para el manejo de dichos materiales, la



El edificio de almacén constituye un ejemplo de optimización de recursos y funcionamiento. Cuenta con un piso que requirió de una nivelación precisa con tolerancias restringidas a 1.5 mm. de desnivel máximo.



zona de shelves está auxiliada por un montacargas.

El edificio cuenta con un mezzanine en el que se encuentran localizadas las oficinas de mantenimiento y servicios requeridos por el almacén. Así como una zona de embarque y desembarque con rampas mecánicas niveladoras y puertas automáticas.

El edificio de oficinas y talleres consta de un vestíbulo de recepción, control y distribución a las diferentes funciones, así como zonas de oficinas generales y de operación, en las cuales se pueden apreciar los conceptos más modernos en arquitectura. En este mismo edificio se encuentran servicios, dentro de los que destacan impresión de tarjetas y el centro de cómputo, en los cuales se aprecia el sentido humano logrado en el proyecto.

Para lograr una total armonía, el Centro Técnico cuenta además con zonas verdes de gran extensión, así como estacionamientos de visitas, empleados y patio de maniobras para el andén de carga y descarga.

También son dignos de mencionar los requerimientos de seguridad adoptados dentro de los que destaca el sistema contra incendio, formado por un sistema automático de rociadores en todas las zonas cubiertas, así como alarmas, señ-

lización, hidrantes, extinguidores y puertas automáticas.

Estructuralmente los edificios están constituidos por elementos de concreto reforzado y presforzados.

El almacén está estructurado por marcos formados por columnas, traveses portantes y traveses de rigidez, los cuales fueron colados en sitio.

La techumbre formada por traveses T y doble T fueron recibidas por las traveses portantes. El edificio de oficinas está formado por losas reticulares y columnas de concreto.

Aspectos Constructivos Interesantes

Entre los aspectos más importantes de la construcción del Centro Técnico, cabe hacer mención de los siguientes:

- A) Haber obtenido una calidad sobresaliente en las columnas aparentes del almacén, con una altura de 15 mts., colándose en dos partes, incorporando una buña metálica en el límite superior del primer colado, con la finalidad de que no se aprecie la unión de colados.
- B) Construcción de traveses portantes y de rigidez a una altura libre de 15 mts., logrando una calidad excelente.
- C) Construcción del piso del almacén que, por servir de base a las estructuras metálicas de shelves y racks y por constituir el rodamiento de un montacargas electrónico, requería de una nivelación precisa, con tolerancias restringidas a 1.5 mm. de desnivel máximo, con el fin de evitar un impacto entre el mastil del montacargas y la estructura.

Para lograr esta nivelación perfecta, se diseñaron cimbras metálicas de canal de 8", se estableció un control de nivelación constante antes y después de efectuados los colados y se diseñaron concretos con bajo revenimiento, para lograr el mínimo de cambios volumétricos al perder el agua.

Igualmente se instaló una membrana de con-film para retardar la evaporación del agua.

OTRAS OBRAS PARA IBM

Construcciones, Conducciones y Pavimentos S.A., ha colaborado con IBM en la construcción de otras importantes obras. En la ciudad de México, dos edificios para oficina: uno en Mariano Escobedo y otro en la Calzada Legaria; y en la ciudad de Guadalajara, la Planta para manufactura de máquinas de escribir. Todos estos trabajos fueron entregados con toda oportunidad y con las especificaciones requeridas.

POSICIONADOR INERCIAL

ORIGINAL SISTEMA PARA ACELERAR TRABAJOS DE TOPOGRAFIA Y GEODESIA

Con la preocupación permanente por encontrar mejores y más rápidas soluciones en los constantes retos que plantea la industria constructiva, el Grupo ICA está aplicando con éxito nuevas y originales tecnologías, algunas de las cuales se experimentan por primera vez en México.

Tal es el caso del llamado Posicionador Inercial, sistema electrónico que permite acelerar considerablemente los trabajos de topografía y geodesia, en relación con los métodos tradicionales.

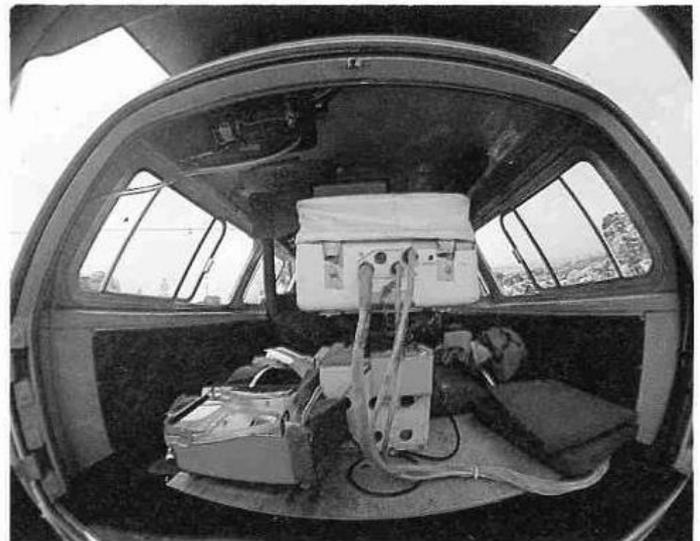
La Compañía Mexicana Aerofoto, de la División Empresas de Ingeniería (EMIN), del Grupo ICA, ha tenido oportunidad de aplicar exitosamente dicho Posicionador en proyectos de gran importancia para el país, entre ellos el Gasoducto Cactus-Monterrey-Reynosa, las redes de alcantarillado en las Colonias Populares del Distrito Federal y el Sistema de Drenaje Profundo de la ciudad de México.

Ciencia ficción en la construcción

Pero ¿qué es el Posicionador Inercial y cómo está constituido?

En pocas palabras es un equipo electrónico integrado por giróscopos de gran sensibilidad, acelerómetros y un control electrónico.

Los giróscopos establecen un plano con 3 ejes que corresponden al norte verdadero, al centro de la tierra y a su superficie; los acelerómetros miden las aceleraciones de cada uno de ellos. Además, el primer plano permite determinar con exactitud la rotación y fuerza de gravedad en el sitio donde se encuentra el Posicionador. Con esta información la computadora asimila los datos y



Equipo electrónico del Posicionador Inercial en uno de los vehículos; abajo, el convoy de Aerofoto en los trabajos de las colonias populares.



realiza los cálculos necesarios para proporcionar, con base a las coordenadas de puntos conocidos, la longitud, latitud y elevación de marcas a lo largo de los recorridos del Posicionador Inercial.

El Posicionador Inercial puede instalarse en un vehículo o en un helicóptero, siendo la velocidad del levantamiento topográfico la misma que desarrolle el medio de transporte. Para determinar las coordenadas de cualquier punto es necesario ubicar la mira del sistema sobre la marca pero como esto podría significar un impedimento desde el punto de vista del acceso, el Posicionador dispone de un "Offset de Laser". Este es un instrumento integrado a la unidad y colocado sobre una base con rotación horizontal y vertical, que mediante una señal lanzada a un reflector colocado sobre el punto inaccesible, permite introducir a la computadora la información registrada por el Laser y calcular así las coordenadas del punto en cuestión.

Fuera del vehículo se instala una minicomputadora con un software que permite, después de cada jornada, computar el contenido de los cassettes de a bordo, hacer los ajustes necesarios y proporcionar finalmente un listado y una cinta magnética de 9 canales para computadora, conteniendo en cada punto identificación, número, latitud, longitud Norte, Este y elevación.

Insuperable topógrafo

Las principales ventajas del Posicionador Inercial ante los métodos tradicionales de levantamientos topográficos son las siguientes:

— La velocidad con que se ejecutan los trabajos es la del vehículo —terrestre o aéreo— donde se instale el Posicionador.

— No es necesario transmitir o recibir señal alguna.

— No es necesario medir ángulos o distancias.

— No es necesario el cálculo de Gabinete, ya que la computadora proporciona directamente las coordenadas de los puntos.

Para dar una idea más clara de sus posibilidades, mencionaremos que el posicionador es capaz de ejecutar levantamientos con veloci-

dades hasta de 100 k.p.h. y ubicar del orden de 150 puntos por día, lo que permite obtener resultados 24 horas después de concluida la jornada.

Trazo del Gasoducto en 10 días

El proyecto del Gasoducto Cactus-Monterrey-Reynosa se realizó sobre mosaicos rectificadas con base en un vuelo de escala 1:5.000, lo que obligó a disponer de control topográfico suficiente para dar escala, nivelar y orientar las fotografías. Por otra parte, en este tipo de obras se requiere conocer en forma inmediata la longitud real del ducto, con el fin de hacer los pedidos de tubería y materiales, localizar estaciones de compresión y diseñar algunas obras menores.

Un análisis de las condiciones determinó el uso del Posicionador Inercial, para lo cual fue necesario localizar a lo largo del Gasoducto vértices geodésicos que sirvieran de apoyo al sistema.

El levantamiento comprendió los puntos críticos para diseñar el ducto y los puntos de control para apoyar las fotografías aéreas, y elaborar los mosaicos.

De acuerdo con el trazo del eje del ducto se marcaron sobre las fotografías los puntos críticos, y mediante observación estereoscópica se seleccionaron los puntos de control fotográfico, cuidando que fueran fotoidentificables y accesibles para el helicóptero. La distancia entre éstos fue de 1 km. aproximadamente.

De acuerdo a las condiciones del proyecto, fue necesario instalar el equipo en un helicóptero y estudiar detenidamente el apoyo logístico que garantizara la operación ininterrumpida del sistema durante el levantamiento.

Al concluir el trabajo de campo los resultados fueron los siguientes:

Ubicación de puntos de control fotográficos	871
Ubicación de puntos críticos	393
Longitud del recorrido	1,208 kms.
Tiempo de ejecución	10.5 días

Consola de control del Posicionador; a la derecha, trabajos de procesamiento del material en las instalaciones de Aerofoto; abajo fachada de la Compañía Mexicana Aerofoto, S.A.

