

REVISTA  
SEPTIEMBRE-OCTUBRE, 1990

69

GRUPO  
ICA



---

# Indice

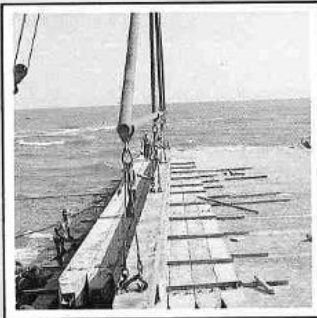
---

	Pág.
Proyecto hidroeléctrico Aguamilpa	2
Libramiento poniente de Tampico	7
Suprema Corte de Justicia	10
Algunos proyectos de generación de energía eléctrica	12
Recimentación del puente Boca de Panteones en Tabasco	19
Proyecto hidroeléctrico El Guavio	23
Simulador de un helicóptero Bell 212	27

Portada: Vista interior de la zona "bypass" del proyecto hidroeléctrico El Guavio.

Página 1: Maniobra de carga de pilotes al chalán para la recimentación del puente Boca de Panteones en Tabasco.

# Editorial



Durante este año el país ha experimentado un proceso de recuperación económica, que ha permitido retomar el camino del crecimiento y crear las condiciones necesarias para reactivar la industria de la construcción.

Entre las medidas que han propiciado este repunte, destaca la realización de obras de infraestructura bajo nuevos esquemas de concesión. La participación de la iniciativa privada en el concesionamiento de obras ha permitido no sólo incrementar el número y la magnitud de los proyectos, sino a la vez ha alentado su interés por penetrar en otros campos de actividad.

En esta etapa modernizadora de México, el Grupo ICA se encuentra atento y preparado para responder a las necesidades de la vida nacional. Ejemplo de ello es su presencia en la generación de energía eléctrica a través de una de las mayores plantas hidroeléctricas que se hayan hecho en el país, Aguamilpa, y de sus trabajos en cuatro centrales termoeléctricas, o bien en la ampliación de vías de comunicación, como es el caso del libramiento poniente del puerto de Tampico.

Asimismo la modernización de México, propiciada por la reactivación económica, permite reanudar obras y planes de desarrollo urbano que habían sido temporalmente suspendidos o poster-

gados, como son los edificios de la Suprema Corte de Justicia.

Paralelamente, el reconocimiento adquirido por nuestro Grupo en otros países, nos permite seguir trabajando en esos competidos mercados; proyectos como la hidroeléctrica El Guavio, en Colombia, lo demuestran.

Ahora no sólo tenemos obras, y obras grandes. También en otros campos de actividad se intensifica nuestra participación, como son las industrias electrónicas; útil herramienta para la modernización de México.

Es éste un momento crucial para demostrar nuestra valía, el profesionalismo, la seriedad y responsabilidad de nuestro trabajo.

Sabedores del compromiso que tenemos con nuestro país, que en estos momentos exige mayor capacidad y creatividad empresariales, y conscientes de las exigencias que el mundo moderno nos marca, debemos continuar preparándonos con ahínco, dispuestos a colaborar y a aportar nuestra experiencia en los proyectos en que participamos.

El Grupo ICA se constituyó desde sus orígenes como una organización hecha para los grandes retos; nunca ha limitado su campo de acción, sino por el contrario ha buscado nuevos horizontes para desarrollar sus potencialidades y capacidades. Ahora, una vez más, tenemos la oportunidad de demostrarlo. Hagámoslo.

## Proyecto hidroeléctrico Aguamilpa

Ingenieros Civiles Asociados, S.A. de C.V. (ICA) tiene a su cargo, desde noviembre de 1989, los trabajos relativos a la obra civil del proyecto hidroeléctrico Aguamilpa, en el estado de Nayarit, ganado en licitación pública internacional, en la que participaron otras empresas nacionales y constructoras extranjeras.

Aguamilpa coadyuvará a satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica y de agua en diversas regiones de nuestro país, entre las que se encuentra el propio Nayarit. Forma parte de un plan integral de aprovechamiento del río Santiago, uno de los escurrimientos más grandes e importantes en la zona occidental de la República.

La planta hidroeléctrica contará con tres unidades generadoras de 320 MW (MegaWatts) cada una, y generará 2,131 GWh (GigaWatts hora) medios anuales, lo cual hace de este proyecto uno de los más trascendentes para México, ya que ocupará el cuarto lugar en potencia instalada y el quinto en generación media anual.

### Beneficios

Esta obra, además de generar electricidad, traerá consigo los siguientes beneficios adicionales:

- El embalse amortiguará los picos de las avenidas, reduciendo el riesgo de inundaciones y, con ello, las cuantiosas pérdidas que se sufren periódicamente en la planicie costera nayarita.
- Podrán incorporarse al riego 75,000 nuevas hectáreas y garantizarse dos ciclos de cultivo al año en las 30,000 que actualmente se aprovechan en uno solo de temporal.
- La derrama económica que producirá la demanda de mano de obra, materiales y servicios durante la construcción del proyecto, será de gran beneficio para el estado.
- El lago que se formará al terminarse la presa, permitirá establecer una vía de comunicación entre los numerosos poblados enclavados en la Sierra Madre Occidental, los que actualmente están incomunicados.
- El desarrollo de la piscicultura beneficiará la zona del embalse y sus proximidades; regiones que actualmente se encuentran económicamente deprimidas.

### Localización y características del proyecto

Aguamilpa se ubica en la parte central del estado de Nayarit, 50 km al noreste de su ciudad ca-

Ataguía aguas arriba, la cual tendrá una altura de 70 m y un volumen a colocar de 880,000 m<sup>3</sup>.



pital: Tepic. La cortina se construye sobre el río Santiago, pocos kilómetros aguas abajo de la confluencia con el río Huaynamota. Se eligió este sitio por los grandes caudales de agua que se conducen y que garantizan los volúmenes suficientes para la operación de la planta hidroeléctrica.

Las características generales del proyecto son las siguientes:

- Hidrología:

área de la cuenca hasta el sitio de la presa	73,834 km <sup>2</sup>
escurrimiento medio anual aprovechable	6,257'000,000 m <sup>3</sup>

- Vaso de almacenamiento:

capacidad al n.a.m.e. 232 m.s.n.m.	6,950'000,000 m <sup>3</sup>
capacidad útil n.a.min.o. n.a.m.o.	2,575'000,000 m <sup>3</sup>
área ocupada por el embalse al n.a.m.e.	128',000,000 m <sup>2</sup>

- Obra de desvío:

El recinto para construir la cortina se formará con una ataguía aguas arriba, a la elevación 118 m.s.n.m., y otra ataguía aguas abajo, a la elevación 80 m.s.n.m. Los escurrimientos del río se desviarán a través de dos túneles de sección portal de 16 X 16 m, localizados en la margen izquierda del río. La longitud total de dichos tú-

Panorámica de los portales de los túneles de desvío y de los trabajos en ejecución en la ataguía aguas arriba.



neles será de 1,990 m y están diseñados para manejar un gasto máximo de 5,120 m<sup>3</sup>/seg.

- Obra de contención:

La cortina será de enrocamiento y material aluvial con cara de concreto. Se adoptó esta solución, por la disponibilidad de materiales en el área y por el tiempo requerido para la construcción. Se desplantará en la elevación 48 y su corona (parapeto) estará en la elevación 235; es decir, su altura será de 187 m y su volumen de 13'425,000 m<sup>3</sup>. Se obtendrá, aprovechando el enrocamiento que resultará de las excavaciones y el aluvión de bancos existentes en el cauce del río, aguas abajo de la boquilla.

La cara de concreto tendrá un área de 105,000 m<sup>2</sup> y se desplantará en un dentellón de apoyo o plinto perimetral. Esta losa se colará en franjas de 15 m de ancho, con espesores variables;

la unión entre losas contará con un sistema de sellos que permitirá absorber los asentamientos y evitar las filtraciones.

- Obra de excedencias:

Consistirá en un vertedor en canal abierto, alojado en la margen izquierda, que contará con un canal de llamada, con la estructura para controlar la descarga, a base de seis compuertas radiales de 10.00 X 16.50 m cada una, con el canal de descarga, de 432 m de longitud, y con el deflector, diseñado para transitar una avenida de 13,000 m<sup>3</sup>/seg.

- Obras de generación:

La casa de máquinas, que será subterránea, tendrá 22.20 m de ancho, por 133.40 m de longitud y altura máxima de 36.20 m. El agua penetrará por un canal de llamada a cielo

abierto, será conducida por tres conductos a presión, de 7.4 m de diámetro y 215 m de longitud, moverá las turbinas, saldrá a una galería de oscilación subterránea, luego pasará por un túnel de desfogue y finalmente se incorporará de nuevo al río. Contará con tres unidades de generación, de 320 MW cada una, con un gasto de diseño de 249 m<sup>3</sup>/seg, para lograr una generación media anual de 2'131,000 MW/hr.

El aspecto más interesante, y que representa un cambio con respecto a otras casas de máquinas subterráneas en México, es la eliminación del piso de generadores entre los pisos de turbinas y de excitadores, ya que tanto el acceso a los fosos de turbinas como a los generadores estará en un mismo nivel, con lo que se reducirán y simplificarán las excavaciones de la casa de máquinas.

Trabajos de colocación de material en la ataguía aguas arriba.



Banco de explotación de roca para la cortina.



## Recursos humanos y materiales

Durante el desarrollo de los trabajos se ha contado con un equipo humano del orden de 2,000 personas, entre técnicos, administrativos y obreros. En el momento de mayor actividad, se calcula que la cifra ascenderá a 4,500.

ICA ha destinado a este proyecto personal sumamente experimentado, adiestrado en la realización de obras similares en el país, tales como Infiernillo, Chicoasén, El Caracol, las presas Tomatlán, El Comedero y El Guineo, así como en el extranjero, los proyectos hidroeléctricos del Alto Anchicayá, San Carlos, Jaguas y Pisayambo, por mencionar sólo algunos.

Para enfrentar el compromiso que significa Aguamilpa, cuyo programa de construcción es de 57 meses, se ha adquirido 80% de equipo mayor nuevo. Destaca la compra de camiones de volteo pesados, de 50 y 44 ton de capacidad; retroexcavadoras de brazo largo, de 6 m<sup>3</sup> de capacidad; palas hidráulicas cargadoras, de 4 ½ m<sup>3</sup>; cargadores sobre neumáticos de 5 m<sup>3</sup>; tractores sobre orugas, de tecnología avanzada, y yumbos de barrenación con perforadoras hidráulicas.

Por ahora se cuenta con un total de 700 máquinas de las más variadas características y capacidades; 150 de las cuales son maquinaria mayor.

## Volúmenes de obra por ejecutar

Obra de desvío	
excavaciones a cielo abierto	270,000 m <sup>3</sup>
excavación en túnel	472,000 m <sup>3</sup>
concretos	22,400 m <sup>3</sup>
Obras de generación y de excedencias	
excavaciones a cielo abierto	5'224,000 m <sup>3</sup>
excavaciones en túneles	279,800 m <sup>3</sup>
excavación en cavernas	109,600 m <sup>3</sup>
otras excavaciones en roca	700,000 m <sup>3</sup>
concretos	168,800 m <sup>3</sup>
Obra de contención:	
excavaciones a cielo abierto	2'500,000 m <sup>3</sup>
excavación en túnel	23,165 m <sup>3</sup>
aluvión en cortina	6'285,000m <sup>3</sup>
roca producto de excavaciones en cortina	6'200,000 m <sup>3</sup>
aluvión, limos y arcillas en ataguías	330,000 m <sup>3</sup>
roca producto de excavaciones en ataguías	612,000 m <sup>3</sup>

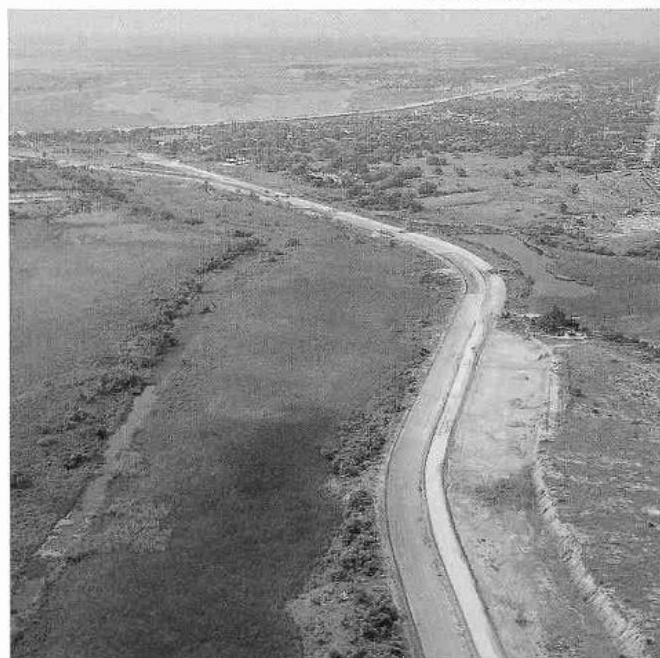


## Libramiento puente de Tampico

Debido a los intensos conflictos de tránsito que se generan en la ciudad de Tampico, al ser ésta paso obligado para los vehículos que proceden o se dirigen hacia el norte de la República, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) otorgó en concesión a la empresa Autopistas Concesionadas de Tampico, S.A. de C.V. (Aconta), la construcción, explotación y conservación de un libramiento. Esta empresa, a su vez, contrató a Ingenieros y Arquitectos, S.A. de C.V. para ejecutar los trabajos de terracerías, obras de drenaje y pavimentación.

El libramiento está enclavado en la carretera de acceso al puerto industrial de Altamira; se origina en el kilómetro 134+807 de la vía Ciudad Valles—Tampico y termina en el kilómetro 14+200, donde entronca con la carretera Tampico—Ciudad Victoria.

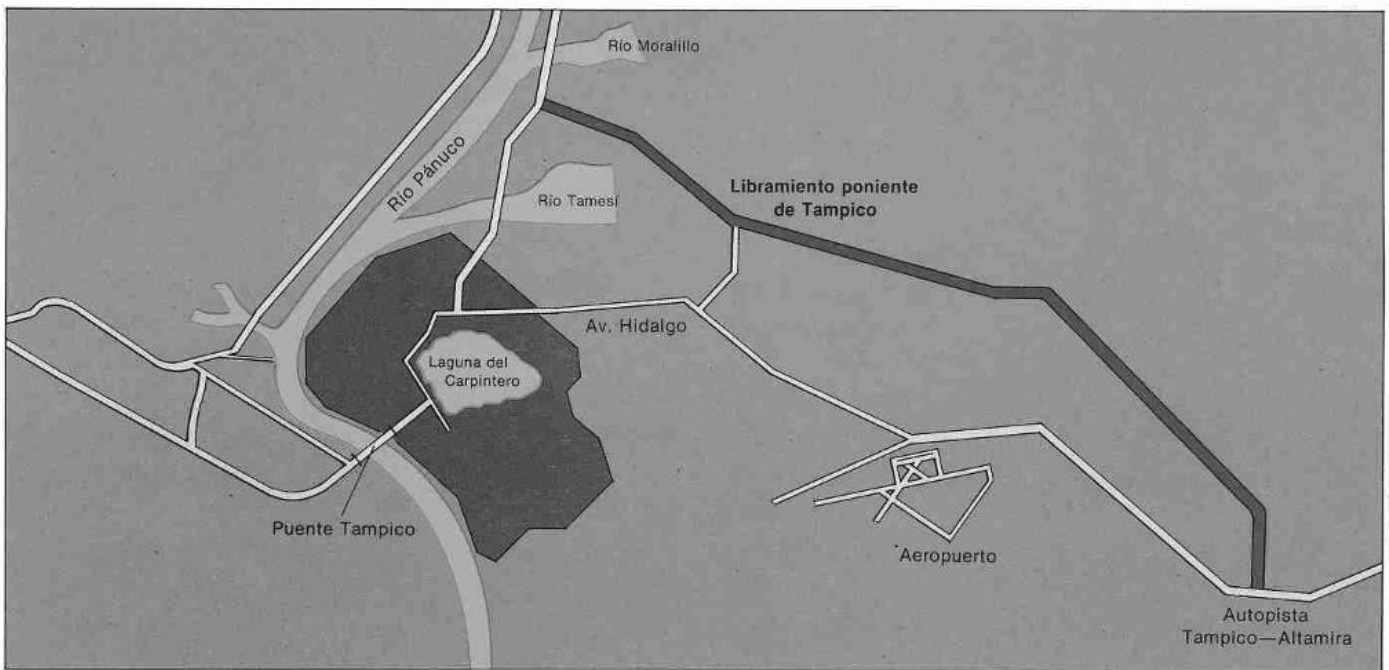
Su trayectoria, con dirección norte-sur, es paralela a la vialidad principal de la ciudad, la avenida Hidalgo; arteria que constantemente se satura. Una vez concluida esta obra, que está proyectada para alojar cuatro carriles de circulación, se acortará en aproximadamente una hora el recorrido del tránsito de largo itinerario que pasa por Tampico y ello redundará en un importante descongestionamiento de las vialidades de la ciudad.



### Dos etapas

En una primera etapa se están construyendo dos carriles de 3.75 m cada uno, sobre una corona de 12.5 m de ancho.

Se ha trabajado sobre la zona de lagunas del río Tamesí, localizado en la parte noroccidental de la ciudad de Tampico. De su longitud total, que es de 14.2 km, ocho se alojan en pantano, con tirantes de agua que varían entre 0.20 y 0.80 m, y cuyo subsuelo tiene una capacidad portante muy baja, lo que provoca el desalojo lateral de los materiales más superficiales del pantano, a medida que se van construyendo los terraplenes.



Debido a ello, en la construcción de las terracerías ha sido necesario aplicar el procedimiento conocido como punta de flecha, que consiste en ir colocando a fondo perdido el material de préstamo, que en este caso ha sido arena de playa. De esta manera, el desalojo lateral del subsuelo va formando bermas que equilibran el peso del material colocado, con lo que se obtiene una plantilla de trabajo estabilizada que permite la operación del equipo pesado requerido para construir las capas subsiguientes de la terracería.

Asimismo, a fin de inducir los asentamientos que ocasiona este tipo de subsuelo, hubo que precargar toda la zona de terrapienes construidos sobre el pantano, mediante la colocación de un terraplén de un metro de altura, que permaneció ahí hasta que la curva de asentamientos se volvió

asintótica con el tiempo. Este procedimiento evitará que durante la vida útil del libramiento se produzcan deformaciones diferenciales que afecten su operación.

Adicionalmente, con el fin de prever el adecuado comportamiento de la capa superior de las terracerías y del pavimento, se elevó su calidad añadiéndoles un 15% de cal, lo que redundará en valores de soporte más altos que los acostumbrados y, por tanto, en una vida útil más larga.

Cabe mencionar que dada la escasez en la zona, de materiales de calidad adecuada para llevar a cabo la pavimentación, se obtuvieron del banco La Pasadita, ubicado a 115 km del libra-

miento, los necesarios para la base, la sub-base y la carpeta.

### Segunda etapa

Esta etapa consistirá en la construcción de dos carriles de circulación adicionales, también de 3.75 m de ancho cada uno, que permitirán un tránsito promedio diario anual de 4,500 vehículos adicionales, con lo que una vez terminado el libramiento se podrá dar servicio a 9,000 vehículos diarios a una velocidad promedio de 100 km/hr.

En esta segunda etapa se construirán los entronques definitivos de entrada y salida del libramiento; hasta entonces se operará mediante entronques a nivel, a base de semáforos.



Construcción de plantillas de trabajo y cuerpo de terraplén sobre la zona de lagunas. Abajo, construcción de cuerpo de terracerías del entronque.



### Principales volúmenes de obra

Construcción de plantilla de trabajo sobre zonas pantanosas	1'550,000 m <sup>3</sup>
Subrasante estabilizada	62,200 m <sup>3</sup>
Sub-base estabilizada	29,177 m <sup>3</sup>
Base estabilizada	38,800 m <sup>3</sup>
Carpeta asfáltica	10,518 m <sup>3</sup>

## Suprema Corte de Justicia

Con la finalidad de optimizar el servicio que la Suprema Corte de Justicia brinda a la ciudadanía, dicha institución decidió centralizar sus actividades mediante la construcción de un conjunto de edificios donde albergará sus juzgados y tribunales colegiados. La cimentación y las estructuras de tres de los cinco módulos que conforman el proyecto, fueron encomendadas a Estructuras y Cimentaciones, S.A. de C.V. (ECSA).

Esta obra se ubica a espaldas del Palacio Legislativo, sobre la calzada Ignacio Zaragoza, en la colonia Del Parque.

## Programa de ejecución

El proyecto se ha desarrollado en tres etapas: en la primera (de mayo de 1987 a junio de 1988) se logró un avance del 45% en la construcción de la estructura de los tres módulos; luego los trabajos se suspendieron aproximadamente cuatro meses. Durante la segunda etapa (de octubre de 1988 a marzo de 1989) se terminaron la cimentación, la losa tapa y la losa de planta baja, tam-

Vista lateral de la fachada norte del módulo 3; cimbra a triple altura para la cornisa de remate.



bién de los tres módulos. En la tercera etapa (a partir de mayo de este año, con duración de ocho meses), se concluirán las estructuras.

## Descripción

La superestructura de los tres módulos es de concreto armado; se levanta sobre una cimentación compensada, con pilotes de 27.5 m de longitud, de sección cuadrada, y con un cajón de cimentación de 4 m de altura. Las fachadas serán de

concreto estructural, a base de grano de mármol y arena de tezontle con acabado cincelado.

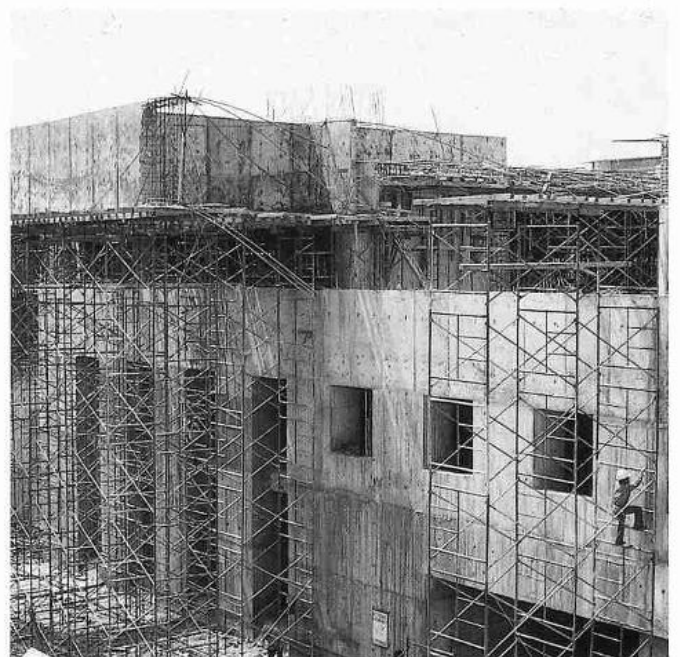
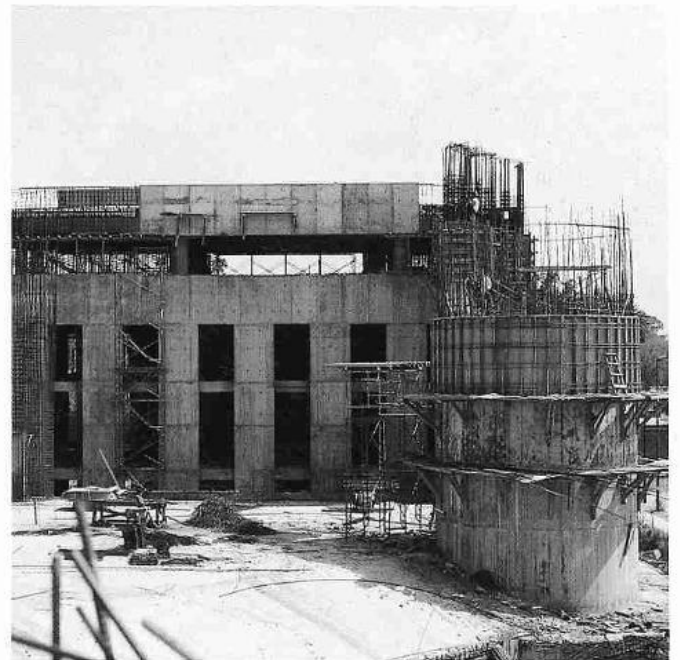
Las edificaciones se desplantan sobre una superficie de 52,514 m<sup>2</sup> y el total de área construida será de 40,815 m<sup>2</sup>; los inmuebles medirán 16.8 m de altura, contarán con planta baja y tres niveles, así como con áreas exteriores y una capacidad de 535 cajones para estacionamiento.

El módulo I, con superficie total de 9,750 m<sup>2</sup>, alojará nueve juzgados, un auditorio y una zona de servicios generales; el módulo II integrará, en sus 14,633 m<sup>2</sup>, seis juzgados y ocho tribunales colegiados; y el módulo III albergará, en sus 16,432 m<sup>2</sup>, nueve juzgados, ocho tribunales colegiados, un área de pérgolas y una de archivo.

### Principales volúmenes de obra

Excavaciones	98,211 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo	7,000 ton
Concreto	45,000 m <sup>3</sup>
Cimbra convencional	176,129 m <sup>2</sup>

Fachada, acceso principal y columna circular en el pórtico de entrada. Abajo, fachada interior del módulo 3; cimbra a triple altura para pérgolas.



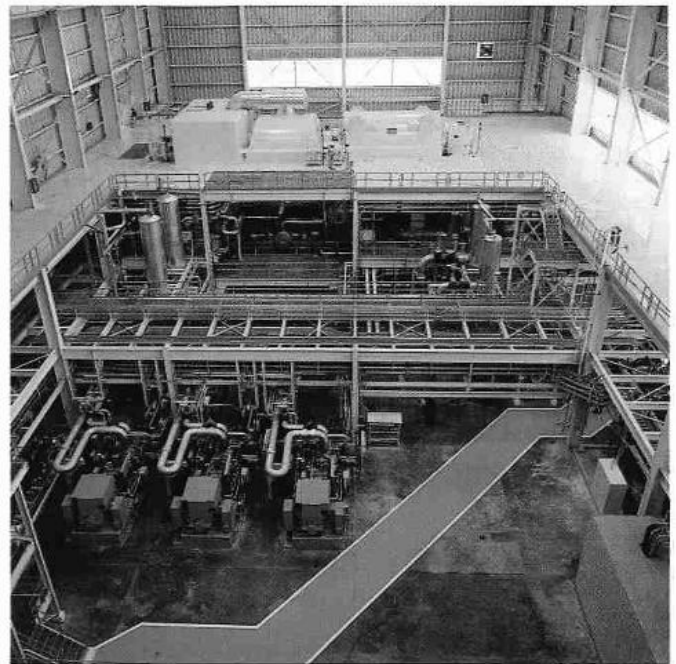
## Algunos proyectos de generación de energía eléctrica

ICA Industrial ha estado participando, desde su fundación, en la construcción de las centrales de generación de energía eléctrica más importantes de la República Mexicana; de hecho, en sus ya más de 12 años de actividad, ha contribuido con diferentes alcances de trabajo a construir centrales que generarán más de 5,800 MW.

### Central termoeléctrica Lerdo

ICA Industrial está construyendo una central termoeléctrica de dos unidades de 160 MW de capacidad cada una, en un predio de 75 ha que se localiza en Villa Juárez, 9.5 km al sur de la ciudad de Lerdo, Dgo.

Con esta central se logrará reducir el consumo de agua (de 4.6 a 0.9 l/seg por MW) y de combustóleo (de 1,340 a 225 l por MW hr), ya que las plantas Francke y La Laguna, en operación desde 1929 y 1952, dejarán de funcionar una vez que entre en operación comercial la segunda unidad, de 160 MW. (El 23 de agosto próximo pasado se



inauguró la primera unidad).

La termoeléctrica Lerdo estará formada por las siguientes instalaciones principales: dos calderas, cada una de las cuales generará 499 ton de vapor por hora; una chimenea de concreto de 78.5 m de altura, con dos tiros de tabique refractario; la casa de máquinas, con dos turbogeneradores de 160 MW y diversos equipos auxiliares; el edificio de control y eléctrico, en el cual se ubicarán los tableros eléctricos y de automatización y control de la central; el área de transformadores; la subestación, de 230 kV; el sistema de agua de circulación; el área de recepción y almacenamiento de combustóleo; la planta de tratamiento de

Vista exterior e interior de la termoeléctrica Lerdo.



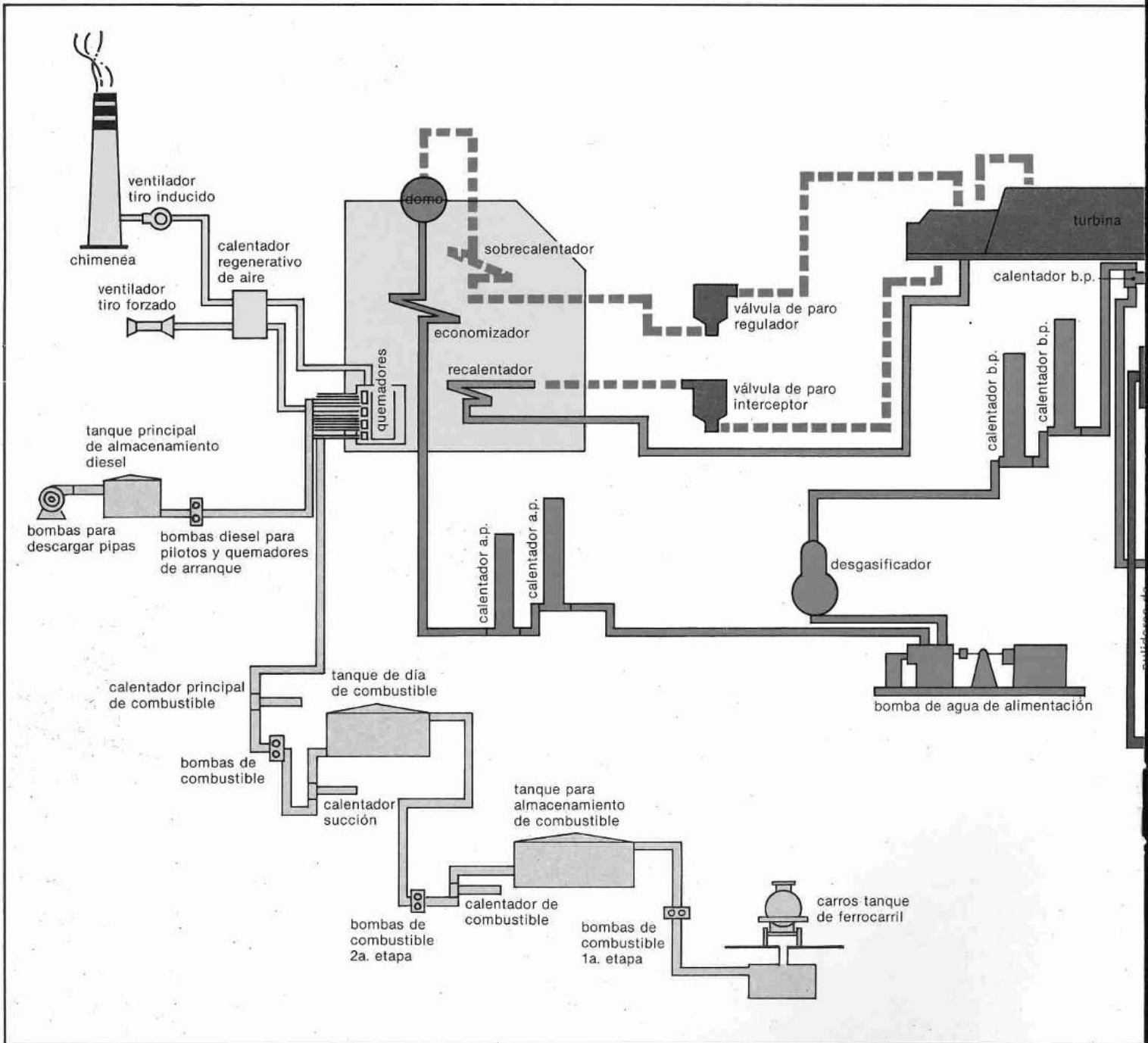
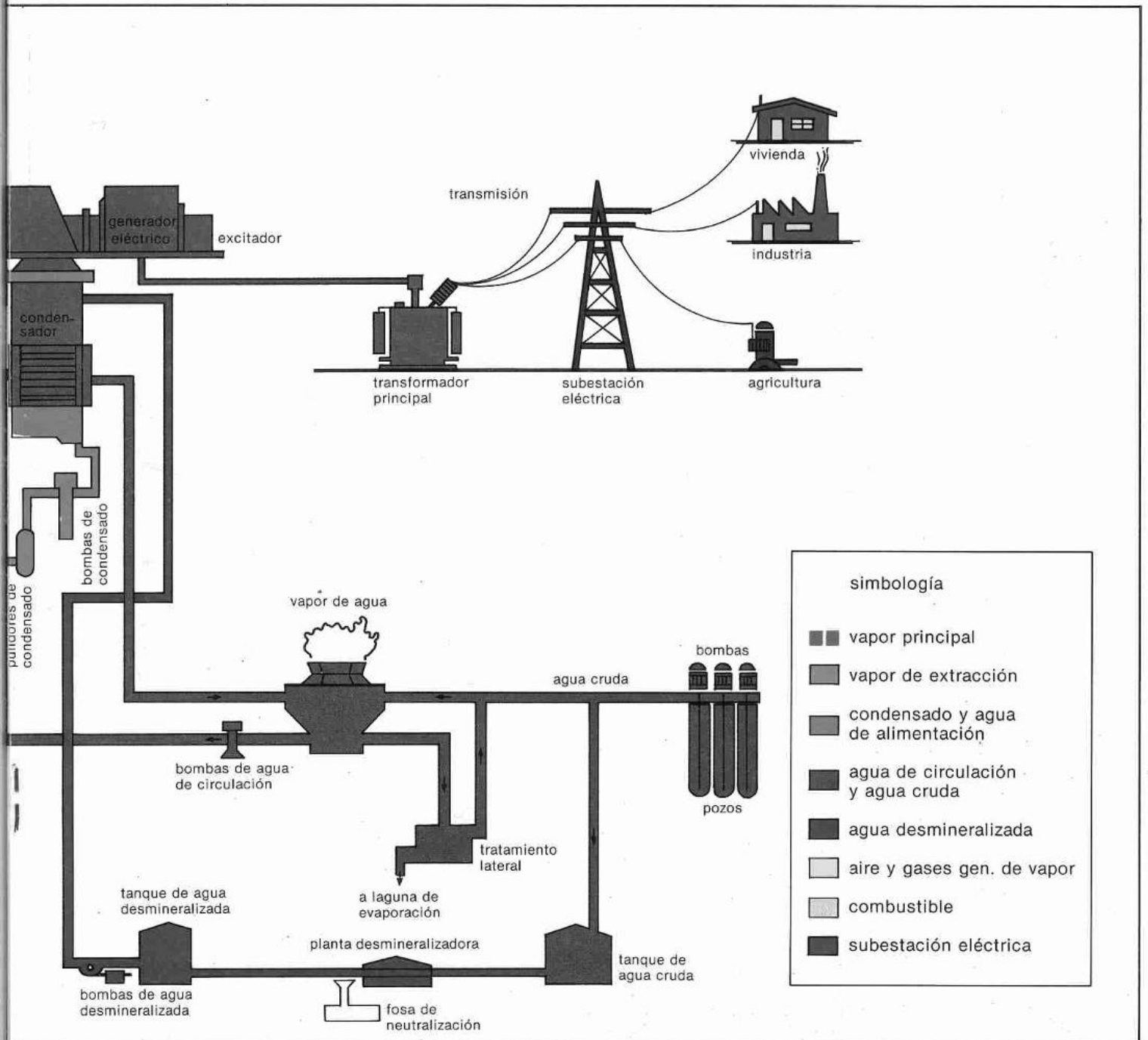




Diagrama de flujo de la central termoeléctrica Lerdo.



agua; 18 edificios auxiliares; 8 tanques de almacenamiento; las calles interiores y las vías de ferrocarril.

El alcance del trabajo que está llevando a cabo ICA Industrial corresponde a más del 90% del total de la planta e incluye la obra civil, la instalación eléctrica, la obra mecánica, el montaje de equipos, la instalación de los sistemas de instrumentación, control y automatización, y la asistencia para la puesta en marcha.

### **Central termoeléctrica Rosarito II**

Debido al importante crecimiento de la industria maquiladora en la región fronteriza, se decidió la

construcción de la central termoeléctrica Rosarito II, que se localiza en el poblado del mismo nombre, 22 km al sur de Tijuana, B.C.

Tendrá dos unidades, de 160 MW de capacidad cada una, con instalaciones semejantes a las que se mencionan en el caso de la termoeléctrica de Lerdo, Dgo., con la salvedad de que el sistema de agua de circulación de Rosarito II es abierto, ya que utiliza agua de mar en lugar de las torres de enfriamiento del sistema cerrado de Lerdo.

El alcance del trabajo que ICA Industrial está desarrollando para la Comisión Federal de Electricidad (CFE), incluye: la construcción de las cimentaciones principales y los ductos del sistema de agua de circulación de las unidades Nos.



1 y 2; el suministro, la fabricación y el montaje de once tanques de almacenamiento; la construcción de la chimenea de 101 m de altura, con dos tiros de acero; el montaje de equipos auxiliares y de tuberías de baja presión, la instalación eléctrica y la instrumentación de las unidades Nos. 1 y 2; el montaje del generador de vapor, de las tuberías de alta presión y del turbogenerador de la unidad No. 2.

### **Central carboeléctrica Petacalco**

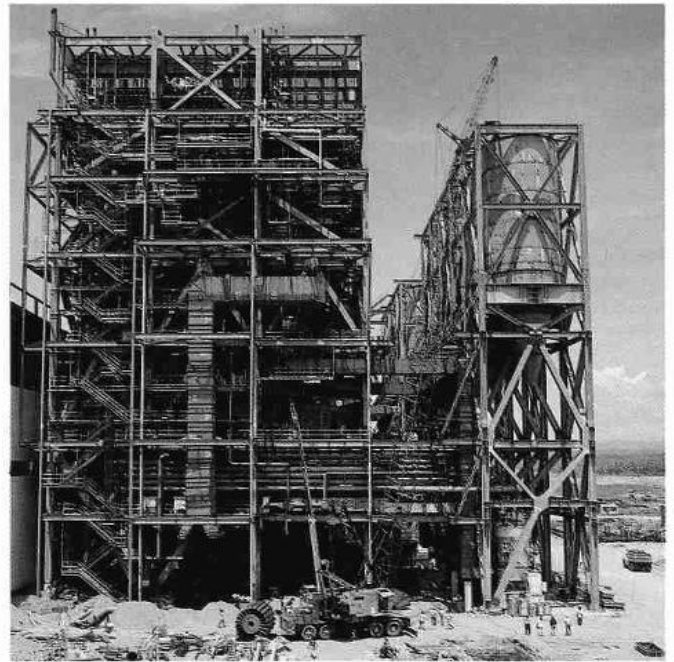
Esta central, cuya primera de tres etapas estará constituida por dos unidades de 350 MW cada una, se está construyendo en un terreno de 154 ha, a la altura del km 89.6 de la carretera Zihuatanejo—Lázaro Cárdenas.

En las otras dos etapas se montarán pares de unidades, también de 350 MW, con lo cual la capacidad total de la central será de 2,100 MW.

Las unidades en construcción se diseñaron para que los generadores de vapor puedan quemar carbón pulverizado o combustóleo y para que el sistema de agua de circulación sea abierto, tomando agua del brazo izquierdo del río Balsas.

El alcance del trabajo que ICA Industrial tiene contratado con la CFE comprende: el montaje de dos

Central termoeléctrica de Petacalco, en Guerrero; enfrente: central termoeléctrica Rosarito II en Tijuana, B.C.

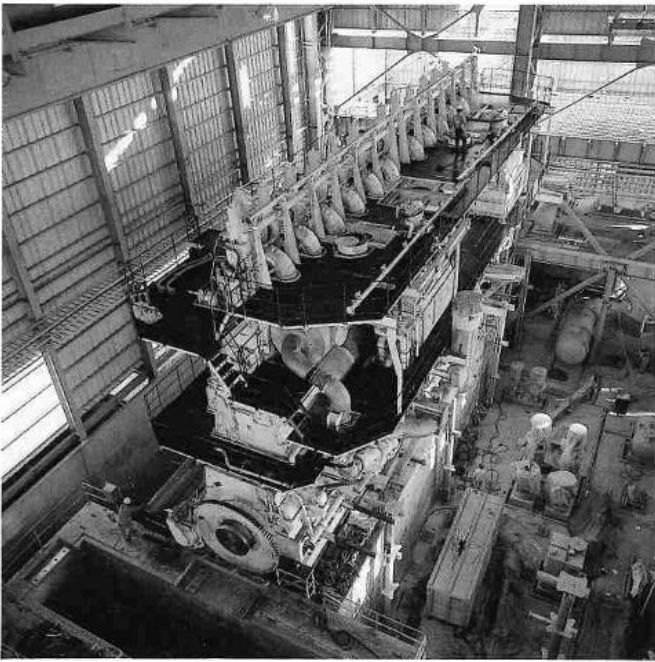


generadores de vapor; el suministro, la fabricación y el montaje de la estructura de la casa de máquinas y del edificio de control; el suministro, la fabricación y el montaje de 12 tanques atmosféricos para almacenar combustóleo, agua y diesel; la construcción de plataformas para los tanques de combustóleo; los caminos de acceso; la urbanización; las cimentaciones de los equipos; los ductos de agua de circulación y los edificios auxiliares.

### **Central diesel eléctrica San Carlos**

Con el objeto de mejorar las características operativas del sistema de Baja California Sur y satis-

Central diesel eléctrica San Carlos en B.C.S.



facier la demanda de energía en la región, la Comisión Federal de Electricidad decidió construir la central diesel eléctrica San Carlos, que se localizará en el km 52 de la carretera de Villa Constitución a San Carlos, B.C.S.

La planta estará constituida en su primera etapa, por dos generadores de 31.5 MW, impulsados por dos motores diesel de 45,200 hp, dentro de una casa de máquinas diseñada para alojar tanto a los dos grupos motor-generator como a los equipos auxiliares requeridos para su operación y control.

El combustible para los motores se bombeará desde el área de tratamiento, donde se separan las impurezas y se mezclan el combustóleo y el die-

sel en proporción del 96% y el 4% respectivamente.

Los gases de escape producidos por la operación de los motores, se conducirán por medio de ductos a los intercambiadores de calor para la producción del vapor que se utilizará en la desaladora de agua, y después se descargarán a la atmósfera por medio de una chimenea de concreto de 70 m de altura, con dos tiros de acero.

Los principales sistemas auxiliares de la planta serán: aire de combustión, agua de repuesto, vapor auxiliar, enfriamiento, gases de escape, combustible, contra incendio y control.

ICA Industrial tiene a su cargo la construcción total de la planta, incluyendo la obra civil, la instalación eléctrica, la obra mecánica, el montaje de equipos, la instrumentación, las pruebas y la asistencia para la puesta en marcha.

## Nuevas contrataciones

Con respecto a los proyectos paquete que la CFE ha estado concursando, podemos mencionar que el grupo formado por GEC Alstom, Turalmex e ICA Industrial, obtuvo el proyecto completo de las unidades 3 y 4 de la central de Tuxpan, Ver., cuya construcción se iniciará en los próximos meses, una vez que concluyan los trámites del financiamiento.

## Recimentación del puente Boca de Panteones en Tabasco

La plataforma costera del Golfo de México, conjuntamente con los estados del sureste mexicano: Veracruz, Tabasco y Campeche, es una de las regiones más ricas en recursos naturales y, por tanto, uno de los polos de desarrollo agropecuario e industrial más importante del país.

Como parte de la infraestructura que requiere esta región, está la carretera Costera del Golfo, cuyo proyecto contempla unir los tres estados mencionados a lo largo de sus costas, para lo cual tiene que salvar innumerables obstáculos, como son las desembocaduras al mar de los ríos Grijalva, San Pedro y Mezcalapa, así como las lagunas de Términos y del Carmen.

Para darle continuidad a la carretera y resolver los cauces, que son sumamente caudalosos, se requiere de grandes puentes, apoyados en ci-

Maniobra de izaje de un pilote en la recimentación del apoyo hundido.



Propuesta de recimentación del puente Boca de Panteones.

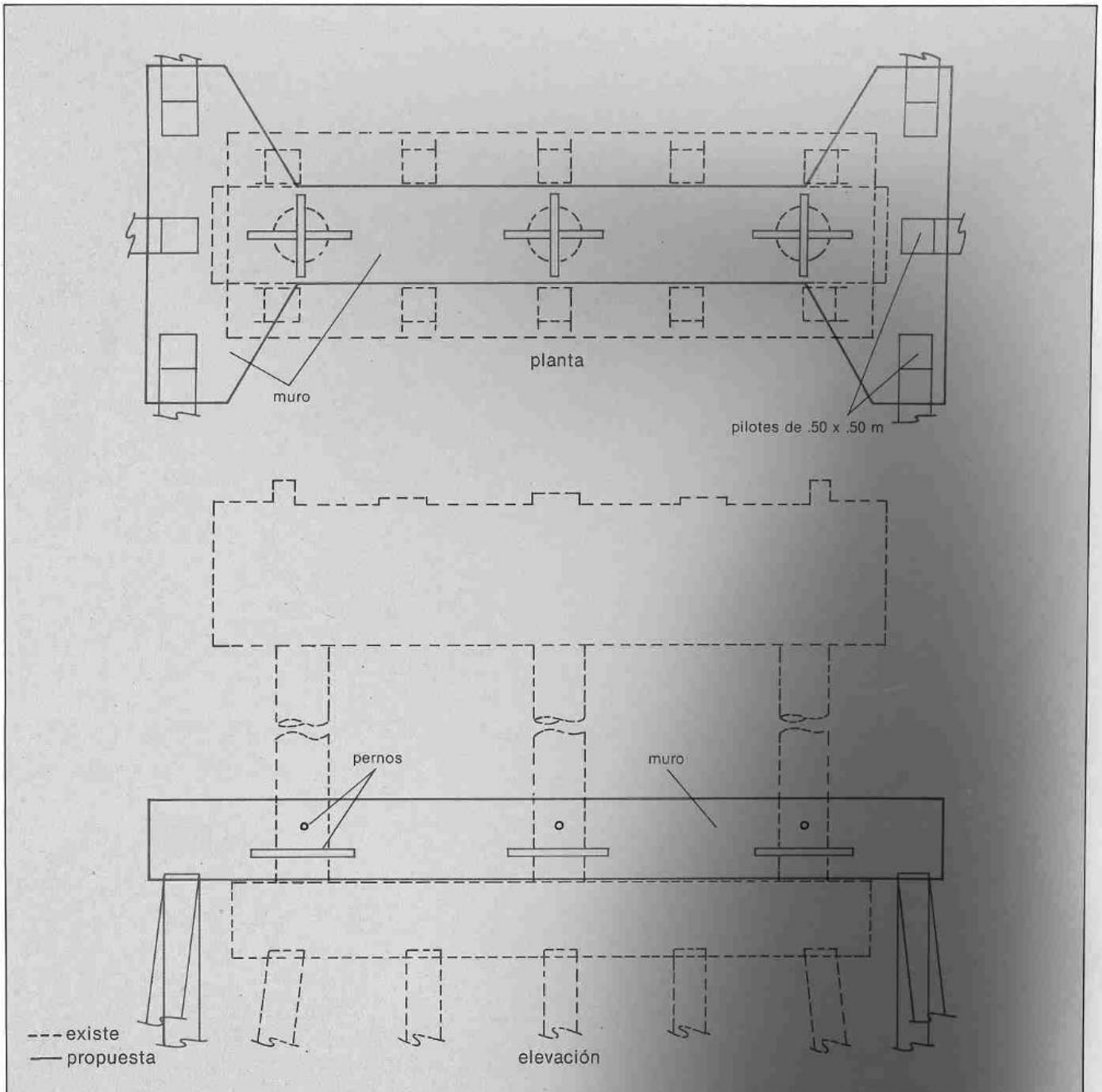


Foto derecha, balancín para despegue y transporte de pilotes; foto izquierda, hincado de pilote con martillo D-36.



mentaciones de tipo profundo, hechas predominantemente a base de pilotes precolados e hincados a percusión. Una de esas estructuras es el puente Boca de Panteones, localizado en la desembocadura de la laguna del Carmen, sobre la carretera que unirá los poblados de Sánchez Magallanes y Frontera, en Tabasco.

### **Características del puente**

Tiene una longitud total de 554 m y está integrado por 18 claros de 30.84 m de largo, que descansan en 19 apoyos formados por un cabezal, tres columnas circulares, una zapata y diez pilotes de concreto reforzado que trabajan a fricción.

El puente fue construido por otra empresa en 1988, y antes de que iniciara operaciones, uno de los apoyos sufrió un hundimiento de 35 cm que deformó la superestructura. Ante ello, Sólum, empresa de la División Construcción Pesada de nuestro Grupo, estudió el caso y presentó una propuesta técnico—económica al gobierno de Tabasco.

### **Descripción del trabajo realizado**

Se efectuaron diversos análisis del subsuelo. La estratigrafía reveló que la mayor parte de los pilo-

tes estaban hincados en un material arcilloso de consistencia muy blanda, desplantados a una profundidad tal, que la punta de éstos se localiza 3 m arriba del estrato resistente; los estudios de capacidad de carga por fricción mostraron que en algunos casos el factor de seguridad de los pilotes era de 1.0, lo cual explica la falla del apoyo que se hundió.

En su propuesta, Sólum planteó la colocación de nuevos pilotes en los costados de los apoyos existentes, trabajando de punta, hincándolos hasta el estrato resistente y en cantidad tal, que soporten la carga que recibe cada apoyo, más el peso propio de éste. Paralelamente recomendó el levantamiento del apoyo hundido por medio de gatos hidráulicos.

El Gobierno del estado de Tabasco determinó reemplazar y reestructurar ocho apoyos, para lo cual Sólum hincó, por medio de chalán, 84 pilotes de concreto reforzado de 50 X 50 cm de sección y 35 m de longitud.

La principal dificultad que presentó esta obra fue el manejo, transporte e izaje de los pilotes, maniobrados en un solo tramo; dificultad que fue solucionada gracias al diseño y construcción de balancines apropiados para repartir uniformemente las cargas de los pilotes, y a la utilización de sistemas de poleas y cables que permitieron el izaje sin dañar las piezas.



# OI/Gerencia Colombia

Vista exterior de la bocatoma del proyecto.

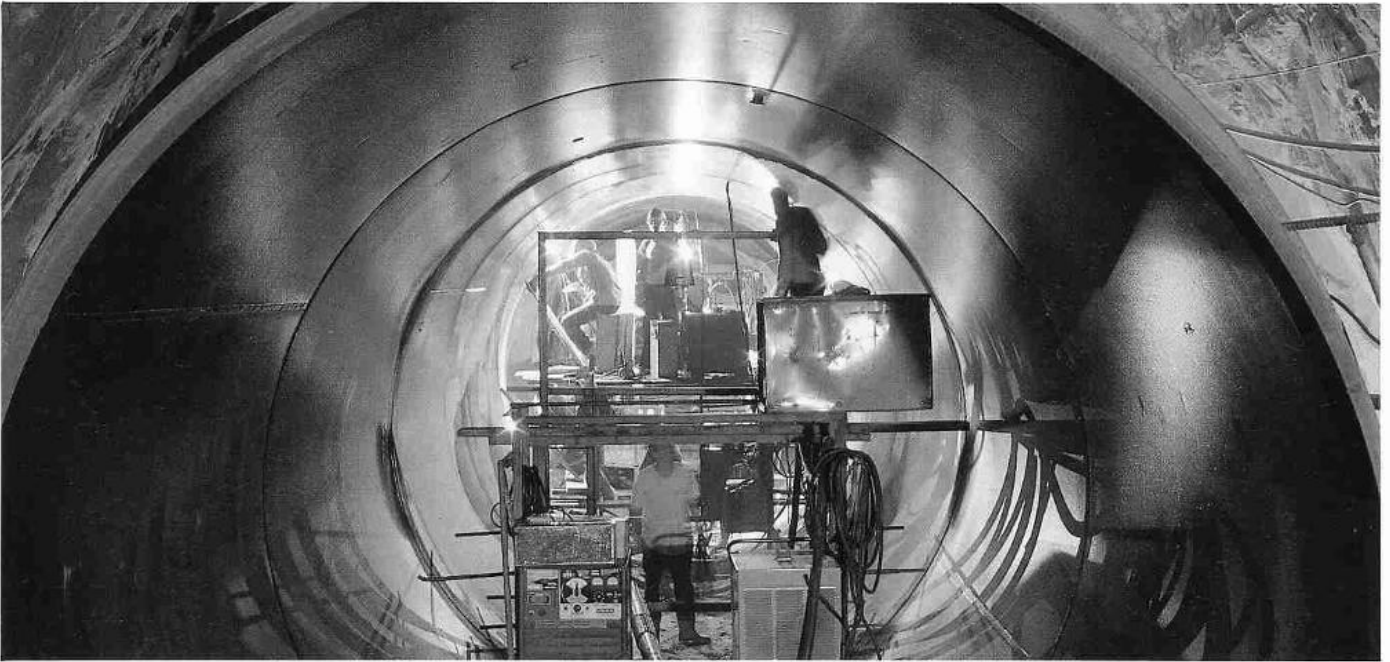
## Proyecto hidroeléctrico El Guavio

El Grupo ICA, a través de la Gerencia Colombia de la División Operación Internacional, se asoció con la firma Termoeléctrica Coindustrial, S.A. de ese país para participar en tres concursos internacionales relativos a las obras del proyecto hidroeléctrico El Guavio, localizado sobre la hoya del río del mismo nombre, 80 km al noreste de Bogotá, en las cercanías de las poblaciones de Ubalá, Mambita y Gachala, en el departamento de Cundinamarca.

Esta hidroeléctrica generará 1,600 MW; en una primera etapa producirá 1,000 MW, aprovechando para ello un salto de 1,100 m que existe entre el embalse y el río Guavio. Las fuentes de agua provienen de este río (62.5 m<sup>3</sup>/seg), del Batatas (5.0 m<sup>3</sup>/seg) y del Chivor (4.2 m<sup>3</sup>/seg).

Como consecuencia de haber ganado la licitación, el consorcio mexicano-colombiano suscribió con la empresa propietaria Energía Eléctrica de Bogotá, los contratos para la colocación de blindajes de alta presión y distribuidores, el montaje de los equipos electromecánicos de la central, la instalación de los equipos en la zona de la pre-





sa, el primer llenado del embalse y otras obras anexas.

### **Colocación de blindajes de alta presión y distribuidores**

Se instalarán 13,414 ton de blindajes, con diámetros variables entre 3.50 y 5.30 m, y se colocarán 139,484 m<sup>3</sup> de concreto hidráulico tanto para el empotramiento de los blindajes como para el revestimiento de los túneles, de los pozos de carga y de los distribuidores, incluyendo inyecciones de consolidación y el suministro e instalación de deformímetros y de otros aparatos de medición. Hasta la fecha se han montado 1,380 ton de blindaje y 12,972 m<sup>3</sup> de concreto para su empotramiento.

### **Montaje de los equipos electromecánicos de la central**

Esta parte de los trabajos contempla la colocación, las pruebas y la puesta en marcha de:

- Cinco puentes—grúa de 5 y 15 ton de capacidad.
- Cinco turbinas Pelton principales de eje vertical, de 211 MW y 450 rpm.
- Ocho válvulas esféricas de 1,400 mm de diámetro y su equipo asociado.

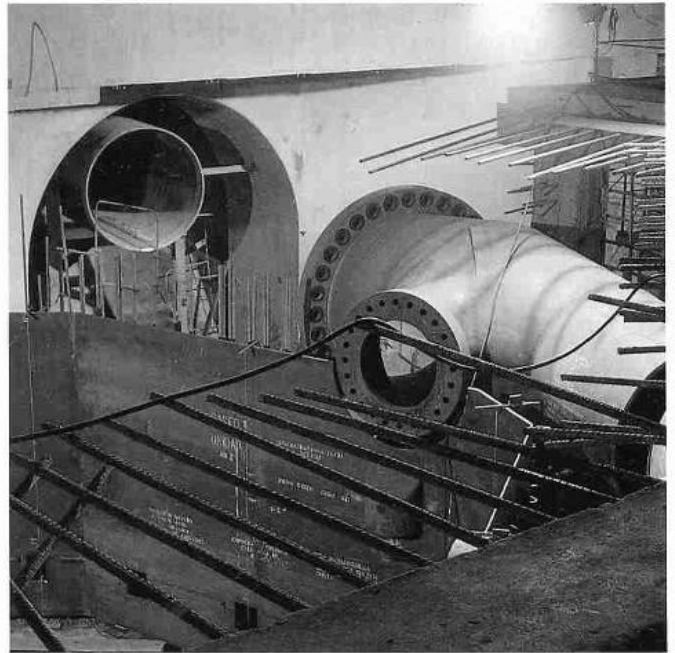
- Cinco generadores sincrónicos trifásicos de eje vertical, de 235 Mva y 13.8 kV para acople directo a las turbinas Pelton.
- Dos grupos de turbinas—generador auxiliares, compuestas por dos turbinas Pelton de 6.5 MW y 120 rpm, dos generadores trifásicos sincrónicos, de 7.5 Mva y 1,200 rpm, y tres válvulas esféricas.
- Sistemas de ventilación, de aire acondicionado y contra incendio, suministro de agua, alumbrado, teléfonos, televisión, control, protección, comunicaciones y otros.
- Subestaciones superficiales y subterráneas, y transformadores.

Hasta el momento se han instalado los caracoles de las dos primeras unidades así como sus cubiertas; se ha iniciado el ensamble del estator de la unidad No. 2 y se ha colocado el concreto de la segunda etapa, conforme al avance del montaje.

### **Instalación de equipos en la zona de la presa, primer llenado del embalse y otras obras**

El tercer contrato comprende la construcción de la bocatoma y de la descarga de fondo; el mon-

Montaje de los caracoles en la casa de máquinas; abajo, aspecto interior de la cámara de válvulas No. 1.



taje y las pruebas de válvulas de cierre del conducto de descarga y guarda del "by-pass"; la construcción de tapones y del edificio de operación del rebosadero, que incluye el suministro y el montaje de sus compuertas; el suministro y la instalación de los sistemas eléctricos, telefónicos, de ventilación y la malla de puesta a tierra; y los trabajos necesarios para efectuar el primer llenado del embalse y su control correspondiente.

Actualmente se tiene un avance de 4,030 m<sup>3</sup> en las excavaciones, de 270 m en las perforaciones para inyección, de 724 m<sup>3</sup> en los concretos y de 1,604 kg en los elementos metálicos y misceláneos.

### Instalaciones temporales

En forma paralela al proyecto principal, se han construido líneas de suministro de agua y de aire comprimido que requieren los distintos frentes de trabajo, como son: el "by-pass", la cámara de válvulas y el centro de operaciones donde funcionan las oficinas, los talleres y las plantas. La energía eléctrica se proporciona a través de dos circuitos energizados a 13.8 Kv, propiedad de la empresa Energía Eléctrica de Bogotá.

Asimismo se han colocado concretos que sirven de apoyo a las válvulas Mariposa y Howell-Bunger que se instalarán en el "by-pass" y en la cámara de válvulas; se han efectuado excavaciones tanto en los pozos inclinados en el estribo derecho de la presa, que auxiliarán para hacer inspecciones geológicas, como en la fundación para la estructura de la bocatoma.

### Principales volúmenes de obra del tercer contrato

Excavaciones	17,145 m <sup>3</sup>
Perforación para inyecciones	8,220 m
Concretos	22,820 m <sup>3</sup>
Elementos metálicos y misceláneos	35,390 kg
Acero de refuerzo	1,095 ton
Montajes	730 ton
Acero estructural	485 ton

## Simulador de un helicóptero Bell 212

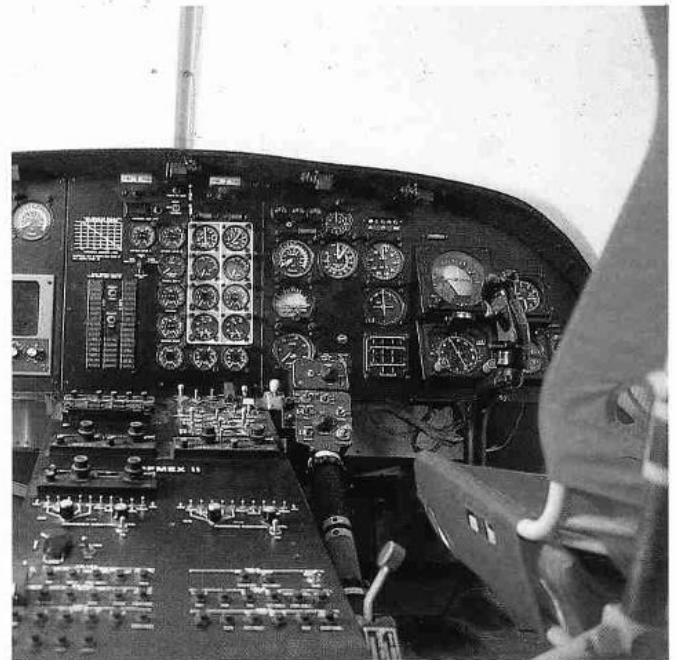
En 1988, nuestra empresa Sidetec firmó contrato con Petróleos Mexicanos para desarrollar el primer simulador mexicano para helicópteros, el cual será utilizado por Pémex para el adiestramiento de los pilotos que realizan vuelos de transporte a las plataformas petroleras situadas en el Golfo de México.

### Componentes del simulador

El simulador está compuesto por una cabina, réplica de la del helicóptero, la cual contiene un sistema de movimiento de seis grados de libertad, un sistema visual proyectado con un rango de 150°, un sistema de ruidos ambientales generados por computadora y un sistema de interfases.

La ambientación de la cabina de pilotos se logra reproduciendo con gran fidelidad los tableros, los instrumentos, los controles, sistemas de navegación y demás componentes.

El sistema de movimiento se basa en una plataforma de seis grados de libertad, que permite presentar las diferentes condiciones de posición y aceleración de la cabina del simulador, para aumentar la sensación de realismo a los pilotos.



Las imágenes generadas por el sistema visual son proyectadas sobre pantallas semicirculares, con un rango de visión de 150° horizontales y 35° verticales. Este sistema tiene la capacidad de reproducir escenas de día, de crepúsculo y de noche, con color y textura.

El sistema de ruidos se reprodujo a partir de grabaciones reales efectuadas en un helicóptero Bell 212. Estas grabaciones son procesadas mediante técnicas digitales de síntesis, que permiten generar, por medio de una computadora, los sonidos característicos del helicóptero en función de las condiciones de vuelo presentes durante la simulación.

Simulador para el adiestramiento de pilotos.



El sistema de interfases, cuya función es transferir las señales entre la computadora principal y el tablero, fue diseñado y construido por la empresa filial Síntec Electrónica.

En suma, estos modelos reflejan con gran precisión los sistemas de navegación, propulsión, vuelo y sistemas auxiliares del helicóptero Bell 212. Son desarrollados en su totalidad por profesionales altamente capacitados de Sidetec, quienes emplean técnicas numéricas novedosas, como el álgebra de cuaterniones para resolver las ecuaciones de movimiento y las técnicas "patchy" para lograr la simulación de turbulencias.

El control total de la simulación se efectúa desde la consola del instructor, que se encuentra instalada en la cabina del simulador. Esta consola per-

mite al instructor un manejo ágil de la sensación de simulación, gracias al uso de menús y ventanas.

## Áreas de aprendizaje

El simulador permite el entrenamiento de los pilotos en las siguientes áreas: familiarización con cabina, operaciones de prevuelo, arranque de motores y verificación en tierra, despegue, ascenso, crucero, descenso y aterrizaje, aproximaciones por instrumentos visuales, paro de los motores, coordinación entre pilotos, procedimientos de navegación y comunicaciones, procedimientos anormales, fallas y emergencias.

Estas características hacen de este simulador el más moderno de la aeronáutica mexicana, y de Sidetec, la empresa nacional líder en esa rama tecnológica; cualidad que le ha sido reconocida por diversas autoridades en materia de simuladores. Cabe mencionar que los trabajos efectuados en el simulador del Bell 212, han sido presentados en congresos de nivel internacional.

Según las normas americanas de certificación de simuladores, con el desarrollado por Sidetec es posible reducir a sólo un 25% el adiestramiento en el helicóptero real, lo que redonda en un beneficio económico considerable y en una mayor seguridad para el usuario durante la etapa de capacitación.

Actualmente el simulador se encuentra en la fase de integración, y se tiene estimado que entrará en operación en 1991.

---

**REVISTA GRUPO**

---



Publicación bimestral, editada por el Departamento de Comunicación del Grupo ICA.

Oficinas: Minería 145, Col. Escandón,  
Deleg. Miguel Hidalgo, 11800 México, D.F.  
Teléfono 516-04-60 ext. 718

Consejo Editorial: Ing. Manuel Salvoch On-  
cins, Ing. Andrés Conesa Ruiz, Ing. Jorge Pérez  
Montaño, Ing. Bernardo Quintana Isaac, Ing. Raúl  
López Roldán, Ing. Federico Martínez Salas, Ing.  
José Tinajero Sáenz, Ing. Daniel Farjeat Páramo,  
Ing. Gumaro Lizárraga Martínez, Ing. Jorge Borja  
Navarrete, Ing. Víctor Cachoúa Flores, Ing. Rafael  
Garcés Montero, Ing. Carlos Martínez Molina, Ing.  
Alejandro Vázquez Vera, Lic. Luis Hidalgo Monroy  
e Ing. Carlos Marrón Vázquez.

Edición:  
Lic. María Rosa Certucha de la Macorra

Redacción:  
Lic. Rogelio Osornio González

Formación:  
Julio García Esquivel

Impresión:  
Litografía Panamericana, S.A. de C.V.  
Galicia 2, México 13, D.F.

Correspondencia de segunda clase  
Registro DGC: 0041079  
Características: 219551435

---

**IV EPOCA AÑO 35 No. 69**  
**SEPTIEMBRE-OCTUBRE**

---

