NACIONES UNIDAS

CONSEJO ECONOMICO Y SOCIAL

LIMITADO
ST/ECLA/CONF.7/L.1.01c
10 de julio de 1961

ORIGINAL: ESPAÑOL

SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE ENERGIA ELECTRICA

Auspiciado por la Comisión Económica para América Latina, la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica y la Subdirección de Recursos y Economía de los Transportes de las Naciones Unidas, conjuntamente con el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos

México, 31 de julio a 12 de agosto de 1961

COMO PROYECTA Y CONSTRUYE LA COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DE MEXICO

Trabajo presentado por Carlos Tercero E., Raúl J.Marsal y Raimundo Rieman de la Asesoría Técnica de la Comisión Federal de Electricidad (México)

NOTA: Este texto será revisado editorialmente

1. Antecedentes de la utilización de Técnicos e Instituciones especializadas.

Fué en el año de 1925 cuando se iniciaron en México las obras de riego en gran escala, a través de la Comisión Nacional de Irrigación, que en sus comienzos contó con la colaboración y dirección técnica de un selecto grupo de ingenieros norteamericanos de la G. J. White Co., cuya experiencia fué transmitida a ingenieros mexicanos, algunos de los cuales más tarde formaron parte de la CFE. Gracias a estos elementos, se puede explicar que posteriormente no fuera necesaria la ayuda técnica extranjera. Además, la CFE ha contado para realizar sus trabajos con la valiosa cooperación del obrero mexicano, quien ha heredado la tenacidad y habilidad de sus antepasados para ejecutar obras que hasta hoy son admiradas.

Sus primeros trabajos tuvo que encomendarlos a ingenieros jóvenes, recién graduados, dirigidos por lo que, con más experiencia provenían de otras instituciones oficiales. Era muy escaso, particularmente en ingeniería eléctrica, el personal disponible experimentado, por encontrarse casi todos los ingenieros electricistas empleados en empresas particulares, con buenos sueldos y otras ventajas que no podía superar la CFE. A pesar de ello, las primeras obras que proyectó con tan pocos elementos, no adolecieron de serios defectos técnicos, pues en todas se procuraba estudiar y aplicar las normas de diseño y de construcción empleadas con éxito en otros países. Durante la guerra, por escasez de información, predominaron en la CFE las normas y procedimientos norteamericanos, además de que la totalidad de la maquinaria y equipos de importación eran también de esa procedencia. Mucho de ese personal técnico recién

/salido de

salido de las escuelas de ingeniería, permanecía poco tiempo en la CFE porque las empresas particulares, los contratistas y los fabricantes, les ofrecían mejores sueldos para utilizar la experiencia y conocimientos en ella adquiridos; no obstante, la CFE, y el país en general, no se perjudicaron, pues al irse formando con ese personal grupos técnicos en actividades de proyectos y de construcción, contribuyeron en muchos casos a realizar los propósitos de la CFE, especialmente al trabajar para ella como contratistas.

En los proyectos de obras hidráulicas, la CFE utilizó muchos de los proyectos tipo de la Comisión Nacional de Irrigación que inicialmente fueron adaptaciones de los que usaba el U.S. Bureau of Reclamation. Con el tiempo, sobre todo después de la guerra, aumentaron las posibilidades de obtener normas más recientes y de varios países europeos; pero la necesidad de satisfacer con rapidez la demanda de energía, cuyo crecimiento era proporcionalmente mayor al de elementos y personal de la CFE, no permitió distraer la atención de ese personal en la formación o adaptación de normas para todas sus actividades; más aún, la CFE se vió precisada a utilizar en forma gradual y por contrato a proyectistas y constructores particulares, aunque no pudiera fijarles criterios de diseño o especificaciones de construcción bien detalladas. En 1941 se imprimieron las primeras Normas de Distribución que sin duda, facilitaron la labor de los proyectistas y ahorraron mucho tiempo y dinero en las instalaciones de líneas y redes de distribución. Más tarde se editaron otras normas, pero no se ha logrado aún completar todas las que deben regir las actividades de ingeniería.

2. Resumen histórico de la CFE; su evolución; orígenes de los procedimientos que ha seguido para proyectar y construir sus obras; estado de su organización actual.

La historia de la CFE puede dividirse en dos etapas: la inicial y la actual.

De 1938 a 1949, sus actividades estuvieron bastante restringidas por lo reducido de sus medios económicos y por la segunda guerra mundial; sin embargo pudo obtener del gobierno norteamericano prioridades para la adquisición de maquinaria y equipo, dada la importancia que para México tenía incrementar su producción de energía. Los ingresos de la CFE procedían especialmente de un impuesto de 10% sobre el consumo de energía en todo el país, del producto de la venta de la energía generada en sus propias plantas y de las cantidades que anualmente le asignaba el Gobierno Federal; esos ingresos así como el prestigio que le daban sus obras fueron suficientes para justificar los créditos que obtuvo de varios fabricantes y de instituciones bancarias.

En esa primera etapa, la CFE estaba dirigida por un Presidente, un Vocal Ejecutivo y un Vocal Secretario, quienes directamente informaban y recibían instrucciones de la Presidencia de la República. Sus actividades eran de dos clases, administrativas y técnicas, estas últimas distribuídas en tres oficinas: Planeación, Estudios y Proyectos, y Construcción.

A partir del 14 de enero de 1949, la CFE pasó a ser un organismo descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, regida por un Consejo de Administración integrado por el Secretario de Industria y Comercio y representantes de las Secretarías de Hacienda y Crédito Público, Recursos Hidráu-

/licos e Industria

licos e Industria y Comercio y por el Director General de Nacional Financiera, S.A., bajo la presidencia del primero de los citados. Las decisiones del Consejo de Administración son ejecutadas por la Dirección y Sub-Dirección Generales y por la Oficialía Mayor, que tiene a su cargo las funciones administrativas.

En los aspectos de ingeniería, el Departamento de Planeación y Estudios propone a la Dirección General el plan de obras por ejecutar y proporciona a los proyectistas datos de la región en que se harán dichas obras. La ejecución de los proyectos y las construcciones respectivas están a cargo de dos departamentos, el de Obras Civiles y el de Obras Eléctricas, cuyos jefes dependen de la Sub-Dirección, la que está auxiliada por la Asesorería Técnica; existe también un departamento de reciente creación que maneja las Juntas de Electrificación, formadas en todos los Estados de la República para electrificar poblados pequeños, con la cooperación de ellos mismos y de los gobiernos de los estados; además, otras actividades muy importantes de ingeniería se realizan por la Gerencia General de Operación, encargada de operar y mantener las plantas generadoras, las líneas, subestaciones y redes que construye la CFE y las que en algunos casos adquiere de empresas particulares.

En la actualidad las obras que construye la CFE pueden distribuirse en tres grupos: 1o.- Redes y líneas de distribución, pequeñas subestaciones y plantas diesel. 2o.- Aprovechamientos hidroeléctricos y sus correspondientes líneas de transmisión y subestaciones. 3o.- Plantas Termoeléctricas a vapor.

Grupo 1.- Como ya se dijo, la labor de proyecto y construcción de líneas y redes de distribución se facilitó con la aplicación de normas. Las plantas diesel fueron proyectadas en

/su totalidad

en su totalidad por el personal de la CFE hasta el año de 1950, en que fueron creadas las Juntas Especiales de Electrificación, cuyo volumen de trabajo exigió encomendar a diversos contratistas el proyecto y construcción tanto de esas plantas como de las redes correspondientes.

Grupo 2.- Desde 1938 se iniciaron los proyectos de plantas hidroeléctricas, de varias capacidades, que fueron puestas en servicio en plazos de cuatro a seis años. En 1944 se terminó la primera unidad sw 31 000 KVA del proyecto hidroeléctrico de Ixtapantongo, destinado a la Ciudad de México y que demostró la madurez ya alcanzada por el personal de la CFE, tanto en el proyecto como en la construcción de este tipo de obras; sin embargo, la creciente demanda de energía ha hecho necesario acudir actualmente, como en las obras del grupo primero, a la ayuda de empresas de ingeniería, ajenas a la CFE. En la actualidad, el proyecto de varias presas de concreto en arco está siendo ejecutado por ingenieros consultores europeos de gran renombre. Las obras de carácter civil de este segundo grupo han sido construídas por contratistas mexicanos, bajo la supervisión de la CFE a través de sus ingenieros residentes; las turbinas y generadores se adquieren en el extranjero y otros equipos importantes ya se fabrican en México, como transformadores (hasta de 50 000 KVA y 220 000 V), interruptores, tableros, torres para líneas de transmisión, etc.

Grupo 3.- Con pocas excepciones, el diseño y construcción de plantas de vapor han sido hechos por contratistas mexicanos y últimamente por empresas extranjeras, ya que la CFE no cuenta con personal y experiencia suficientes para resolver adecuadamente los problemas que este tipo de plantas implican. Sin embargo, el personal técnico de la CFE supervisa esas actividades

/e interviene

e interviene directamente en el estudio de sitios para la planta, de las propiedades mecánicas del subsuelo para las cimentaciones y del abastecimiento de agua de refrigeración; en el aspecto electromecánico, tiene una participación más amplia al determinar muchas de las características y capacidades de sus equipos.

En la actualidad, las actividades de ingeniería de la CFE están organizadas para seguir este proceso: La Oficina de Planeación y Estudios elabora los planes y presupuestos de los trabajos de electrificación que el país requiere, basándose en el desarrollo de las industrias, del comercio, de la agricultura, del incremento demográfico y en las recomendaciones hechas por otras instituciones. Los Directores dan a conocer los planes aprobados a la Oficialía Mayor, a los Jefes de los Departamentos de Obras Civiles, de Obras Eléctricas y de Juntas Estatales de Electrificación y a la Gerencia General de Operación, quienes de acuerdo con el presupuesto y el plazo que se les ha fijado para la ejecución total, distribuyen el trabajo entre sus oficinas, preparan sus programas de estudios, proyectos y construcción, especifican las características de las obras, de la maquinaria y el equipo y formulan los contratos de construcción, de fabricación y de montaje. Aceptados éstos por los Directores, se hacen convocatorias públicas o privadas para obtener proposiciones de precios, de cuyo estudio y mediante la aprobación de la Dirección, se decide a quién debe otorgarse esos contratos. Su administración y vigilancia quedan a cargo del departamento que los originó, hasta la completa realización de los trabajos. Las oficinas administrativas, de contabilidad, compras, importaciones, almacenes, etc., dependientes de la Oficialía Mayor, unen sus actividades a las de ingeniería en todos los aspectos

/que les

que les corresponde, tanto en las transacciones con los contratistas y empresas particulares, como en el cumplimiento de las disposiciones legales a que está sujeta la CFE.

3. Departamento de Planeación y Estudios

Con base en los datos que recopila la Dirección General de Electricidad de la Secretaría de Industria y Comercio, este departamento de la CFE estudia el crecimiento de los mercados y hace pronósticos con una previsión de 10 años, a fin de determinar la capacidad de las plantas y su ubicación más conveniente.

Tiene a su cargo los estudios geológicos preliminares, los hidrometeorológicos y los topográficos. Con esta información realiza anteproyectos para definir la solución conveniente en cada caso. Donde existen posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico, la comparación con una alternativa térmica se hace en base al costo de la energía, pero tomando en cuenta el monto de las inversiones. En muchos casos no es posible adoptar la solución más económica, porque no se dispone de los fondos requeridos. Según los criterios actualmente aceptados por la CFE, cuando la capacidad necesaria excede de 5 000 KW, se opta por instalar una planta de vapor. Para potencias menores se recurre a plantas diesel.

4. Proyectos de obras civiles, mecánicas y eléctricas, laboratorios; necesidad de trabajar aceleradamente, con sus inherentes ventajas e inconvenientes.

Las obras pueden clasificarse en tres grupos: civiles, mecánicas y eléctricas. El proyecto en detalle de cada grupo está encomendado respectivamente a ingenieros proyectistas de cada especialidad.

/Los proyectos

Los proyectos civiles requieren un conocimiento total en los aspectos topográfico, geológico e hidrometeorológico de la región en que van a ser realizados. La Oficina de Estudios Civiles se encarga de obtener estos datos, de cuya precisión y oportunidad dependen en gran parte la calidad de los proyectos, la estimación correcta de los presupuestos y el cumplimiento de los plazos para ejecutar las obras. Estos estudios deben hacerse con bastante anticipación a los proyectos, pero desgraciadamente son pocos los casos en que así ocurre, debido a la urgencia que siempre ha existido de terminar las obras en fecha adecuada para atender las demandas del mercado. La falta de estudios con la debida amplitud, es a veces causa de modificaciones en los proyectos durante su construcción, con los aumentos consiguientes de tiempo y de costo. Ante el dilema de posponer por mucho tiempo las obras por falta de estudios previos completos o de correr los riesgos antes señalados, la CFE ha optado en muchos casos por esta última alternativa.

Lo que se ha dicho de los estudios previos respecto a las obras civiles, puede también decirse de los proyectos mismos; algunas veces la urgencia para entregarlos no permite ensayar varias alternativas, ni compararlas con las soluciones adoptadas en otros aprovechamientos semejantes. Muchos de estos inconvenientes no han podido superarse por falta de normas de diseño, la cual a su vez se debe a la necesidad de que el personal técnico dedique todo su tiempo y en forma acelerada a la elaboración de proyectos. Afortunadamente la CFE no ha tenido que lamentar hasta hoy ningún fracaso en sus obras por esta forma acelerada de trabajar, ni tampoco puede decirse que ellas sean anti-económicas; en cambio sí ha contribuído a obtener una rápida electrificación del país, según las estadísticas, cuyas

/gráficas están

gráficas están al final del texto. Sin embargo, la CFE no está satisfecha totalmente con ese sistema de trabajo; en la actualidad estudia su reorganización general y la adopción de normas obligatorias para estudios, proyectos y construcciones.

Respecto a los proyectos mecánicos y eléctricos, las condiciones son diferentes, pues no requieren en general estudios previos tan numerosos y complejos como los que demandan los proyectos civiles; tampoco es tan crítica la falta de normas, pues una vez establecidas las características principales del proyecto que siempre están a cargo del personal experimentado, las soluciones y proyectos detallados de la maquinaria y equipo se obtienen a través de los fabricantes, quienes elaboran sus productos basándose en normas muy perfeccionadas y de uso casi universal. Sin embargo, los contínuos adelantos de la técnica de fabricación y el uso de nuevos materiales, obligan a los proyectistas electro-mecánicos de la CFE a estar atentos a los cambios de esas normas, para aprovechar sus ventajas. El creciente volumen de trabajo ha hecho necesario también, en los proyectos electro-mecánicos, ejecutarlos por contrato, con personal ajeno, supervisados por la CFE. En ciertos casos esa supervisión ha requerido emplear casi el mismo tiempo y ha costado tanto como si el trabajo lo hubiera hecho la CFE. Sin embargo, gradualmente, va mejorando esa situación al aumentar la experiencia de los contratistas nacionales y al contar con la colaboración de empresas extranjeras de prestigio, para obtener proyectos no sólo correctos y económicos, sino también en tiempo oportuno.

Uno de los auxiliares valiosos de los proyectistas civiles y electromecánicos es el laboratorio. La importancia de este hecho se hace notoria en México, con la creación del Departamento

/de Ingeniería

de Ingeniería Experimental en la Comisión Nacional de Irrigación, en 1936. Posteriormente, la Secretaría de Obras Públicas instaló el suyo y la Comisión Federal de Electricidad está desarrollando otro con fines específicos. Hace cuatro años, se constituyó el Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México, que cuenta con medios y personal dedicado a varios campos de la investigación en ingeniería civil.

Con excepción del proyecto de presas en bóveda de concreto que han sido estudiadas por Electroconsult y ensayadas en ISMES, Italia, tanto los diseños hidráulicos y estructurales como las pruebas de calidad de materiales y equipo, se realizan en México. Particularmente, las pruebas de aceptación de aparatos mecánicos y eléctricos, ajustes de dispositivos de medición, control y protección, los estudios de circuitos por medio del analizador de corriente alterna, así como también los de mecánica de suelos y químicos, se realizan en el laboratorio central de la CFE.

5. Construcciones por contrato y por administración; residencias; control de obras civiles, de montaje e instalaciones.

Tanto la Comisión Nacional de Irrigación como la Dirección Nacional de Caminos realizaron sus primeras obras por administración, hace unos 30 años. Debe tenerse en cuenta que en esa época no había en México empresas de construcción importantes; éstas se fueron formando con ingenieros que trabajaron en los citados organismos del Gobierno y ante el desarrollo creciente de las obras materiales en el país. Un estudio comparativo de costos por administración y por contrato a base de precios unitarios, efectuado por varias dependencias federales hacia 1940, demostró que era conveniente ejecutar las obras por contrato, excepto aquellos casos especiales en que no es aplicable ese procedimiento debido a incertidumbres propias del trabajo. Es interesante notar que hay en la actualidad compañías mexicanas,

/con antigüedad

con antigüedad no mayor de 10 años, que construyen obras por valor de más de cien millones de pesos anuales.

Ese criterio ha dado también buenos resultados desde el punto de vista del plazo para ejecutar las obras, pues las sanciones que se establecen al respecto en un contrato, son un incentivo para que el contratista haga lo posible por terminarlas en un tiempo menor que el estipulado.

Las obras civiles sólo se construyen por administración cuando requieren técnicas especiales para ejecutarlas o las características del trabajo no permiten fijar precios unitarios. En las obras electro-mecánicas sucede algo semejante, pues gran parte de los trabajos de construcción de plantas, subestaciones, líneas y redes pueden hacerse por contrato, ventajosamente para la CFE y para el contratista. El montaje de las máquinas de gran capacidad lo ejecuta la CFE por administración y es supervisado por el fabricante, a fin de garantizar su funcionamiento. La CFE mantiene en la actualidad varias brigadas de montaje cuya misión es realizar dichos trabajos así como también la instalación de tableros, cables, equipos de lubricación, ventilación, refrigeración y otros que requieran las plantas y subestaciones. Las líneas de transmisión y las redes de distribución, cuya construcción en muchos aspectos puede considerarse como rutina, se prestan bastante bien a ser construídas por contratistas experimentados y responsables.

Una gran parte de las construcciones civiles pueden ser controladas con bastante precisión, no sólo en cuanto a sus cubicaciones y apego a los dibujos, sino también en cuanto a la calidad de los materiales y a la bondad de la mano de obra y procedimientos de construcción. Todo ello se consigue a través de los Ingenieros Residentes que están en el campo auxiliados por

/ingenieros, topógrafos

ingenieros, topógrafos, inspectores, vigilantes, tomadores de tiempo y otro personal de carácter administrativo, y sobre todo, por los laboratorios de campo que controlan la calidad de los materiales de construcción, el proporcionamiento de las mezclas, el vaciado de los concretos, etc. Esos laboratorios, que dependen de uno central, también atienden los problemas de mecánica de suelos. Periódicamente el Jefe de Obras Civiles y Personal de la Oficina de Construcción y de la Asesorería Técnica, visitan las obras y reciben los informes de los Ingenieros Residentes para, a su vez, informar a la Dirección y Subdirección Generales sobre el estado de los trabajos.

Las construcciones e instalaciones eléctricas, se controlan en forma semejante a las civiles, por medio de los Residentes, del Laboratorio Electrónico y de la atención personal del Jefe de Obras Eléctricas y de ingenieros de la Oficina de Construcción. Ninguna planta generadora, subestación, línea o red de distribución, se pone en servicio sin haber comprobado que está en perfectas condiciones de funcionamiento y de acuerdo con los códigos en vigor.

6. Aspectos relativos a la operación de las obras y a la interconexión con otras empresas; capacitación de obreros.

Antes de que las oficinas de ingeniería de la CFE terminen una obra, le proporcionan a la Gerencia General de Operación los dibujos, especificaciones y memorias descriptivas correspondientes, además del conocimiento personal que adquieren de la obra los encargados de recibirla y operarla, mediante visitas frecuentes durante su construcción.

Para los fines de operación, el país está dividido en ocho zonas, cada una a cargo de una Gerencia que depende de la Gerencia

/General establecida

General establecida en la Ciudad de México, por lo tanto, las obras terminadas pasan a depender de la Gerencia de la zona en que se encuentran.

Los Gerentes de Operación están auxiliados por el personal técnico y administrativo de una oficina central de la zona y por el que reside en los campamentos cercanos a las plantas generadoras o subestaciones de importancia.

Hay zonas en que operan plantas hidráulicas, diesel y de vapor, por lo cual su personal técnico, además de los jefes de planta y de los operadores, incluye uno o varios ingenieros especializados en cada tipo de planta, según la extensión de la zona y la importancia del servicio. Los problemas de rutina y de mantenimiento son resueltos por ese personal; ysólo en casos especiales, los gerentes de zona solicitan ayuda del personal de las oficinas centrales.

Generalmente las obras de la CFE se desarrollan en varias etapas. Las llamadas ampliaciones normales de una planta, subestación, línea o red de distribución son realizadas por la Gerencia de la zona; el cuerpo técnico de las oficinas centrales interviene siempre en el proyecto y construcción en las etapas mayores. De la energía que genera la CFE, parte se vende en bloque a empresas mediante interconexiones a sus redes y la otra es distribuida directamente al consumidor. Actualmente, hay zonas que tienen energía con frecuencia de 50 ciclos, vecinas de otras de 60 ciclos, que no pueden interconectarse; esto ha hecho que la CFE haya instalado en varios de sus aprovechamientos recientes maquinaria y demás equipos para dar servicio con ambas frecuencias.

En la zona que comprende la Ciudad de México, abastecida por por la CFE y por la Compañía Mexicana de Luz y Fuerza Motriz, la frecuencia es de 50 ciclos debido a que los abastecimientos primitivos de energía fueron proporcionados por empresarios y con maquinaria que procedía de Europa, donde esa frecuencia es muy

/ común.

común. Puede decirse que en el resto de la república el servicio se da casi exclusivamente a 60 ciclos; esa diferencia de frecuencias sin duda seguirá siendo motivo de muchos inconvenientes desde el punto de vista de las interconexiones, que cada día son más necesarias. Actualmente la CFE ha encomendado a varios especialistas nacionales y extranjeros estudiar la forma más adecuadas de solucionar este problema.

Uno de los problemas importantes que confronta la Gerencia General de Operación, es la capacitación del personal obrero que maneja y mantiene las instalaciones a su cargo. Con la cooperación del Gobierno de Francia se ha creado el Instituto Franco-Mexicano de Capacitación, que instruye a gerentes de zona e ingenieros residentes, sobre métodos de enseñanza adecuados que se fundan en procedimientos objetivos y parten solamente de la base de un potencial normal de inteligencia humana, para el rápido entrenamiento de los obreros. Se han realizado, en el presente año, ensayos de este tipo en la División Oriente y en el Sistema Hidroeléctrico de Ixtapantongo, con muy buenos resultados.

/7. Comentario

7. Comentario final

Se han expuesto en los incisos precedentes de esta ponencia, en términos generales, la forma cómo trabaja la CFE para proyectar, construir y operar las obras eléctricas. La descripción de sus actividades pone en evidencia su rápida evolución, adaptándose a las necesidades, en los aspectos de organización interna y de ejecución de trabajos. El resumen de su actuación es como sigue:

a) Planeación y estudios. Son realizados exclusivamente por la oficina respectiva de la CFE con la intervención de la Asesoría Técnica y en algunos casos específicos por consultores ajenos a la Institución.

b) Proyectos. Los diseños de obras civiles y eléctricas correspondientes a plantas hidroeléctricas, líneas de transmisión y subestaciones importantes, los ejecuta el cuerpo técnico de la CFE. Las plantas diesel, redes de distribución y línea de transmisión pequeñas, las proyectan contratistas mexicanos. Las plantas a vapor, hasta 1959, eran diseñadas por ingenieros; de 1959 a la fecha, se encargan los fabricantes de equipo, algunos de los cuales se han asociado a empresas nacionales.

c) Laboratorios. El estudio de problemas especiales de la ingeniería civil se realiza en diversos laboratorios de México. En particular, las pruebas de aceptación y de verificación de equipos mecánicos eléctricos y de medición están a cargo del laboratorio central de la CFE. Además, se cuenta con laboratorios de campo en las obras importantes, para vigilar la calidad de los materiales y la bondad de los procesos de construcción en las obras de ingeniería civil.

d) Construcción. Las obras civiles se realizan, casi sin excepción, por contrato con compañías mexicanas, a base de precios unitarios.

El montaje del equipo de obras hidroeléctricas es ejecutado

/por administración

por administración con personal propio y directamente a cargo de la CFE, supervisado por montadores del fabricante. Las plantas a vapor se ejecutan por administración, contratando los trabajos y su dirección con empresas nacionales.

e) Operación de sistemas. La CFE opera las instalaciones construidas por ella. El 25% de la energía que produce la distribuye directamente al consumidor; el 75% restante, la vende en bloque a otras empresas.

f) Consultores. La práctica seguida por la CFE ha sido llamar a consultores nacionales o extranjeros para resolver problemas específicos, cubrir lagunas en su experiencia o conocer opiniones diversas en cuestiones importantes cuya decisión es dudosa. En ningún caso, la CFE ha usado los servicios de consultores extranjeros para resolver problemas de planeación general o los de un proyecto en su totalidad.

De la experiencia adquirida en cerca de 25 años de labor en la CFE, surgen las siguientes observaciones críticas sobre su organización y modo de operar:

a) Se requiere contar con un programa a largo plazo, para estudiar y proyectar oportunamente las obras que deba desarrollar. La coordinación de las actividades de la CFE con otros organismos gubernamentales, universitarios y de la iniciativa privada, debe mejorarse a fin de que la información básica sea más fidedigna y completa.

b) Si bien el proyecto de las obras lo ha ejecutado preferentemente el cuerpo técnico de la CFE, por razones de tiempo o de experiencia profesional, cada vez es más evidente la necesidad de recurrir a firmas nacionales o extranjeras para realizar dichos trabajos con normas CFE y supervisadas por este organismo. De aquí la necesidad imperiosa que se elaboren o adopten normas y especificaciones más completas que las actuales, se

/intensifique la

intensifique la especialización de técnicos e ingenieros en las distintas ramas de las obras eléctricas y se reglamenten mejor las funciones del personal.

c) Debe tenderse a eliminar el empirismo en el personal de operación y mantenimiento de obras que tiene a su cargo la CFE. Los ensayos para capacitar su personal obrero, con resultados positivos, muestran la necesidad de establecer dichos cursos como actividad fundamental de la CFE.

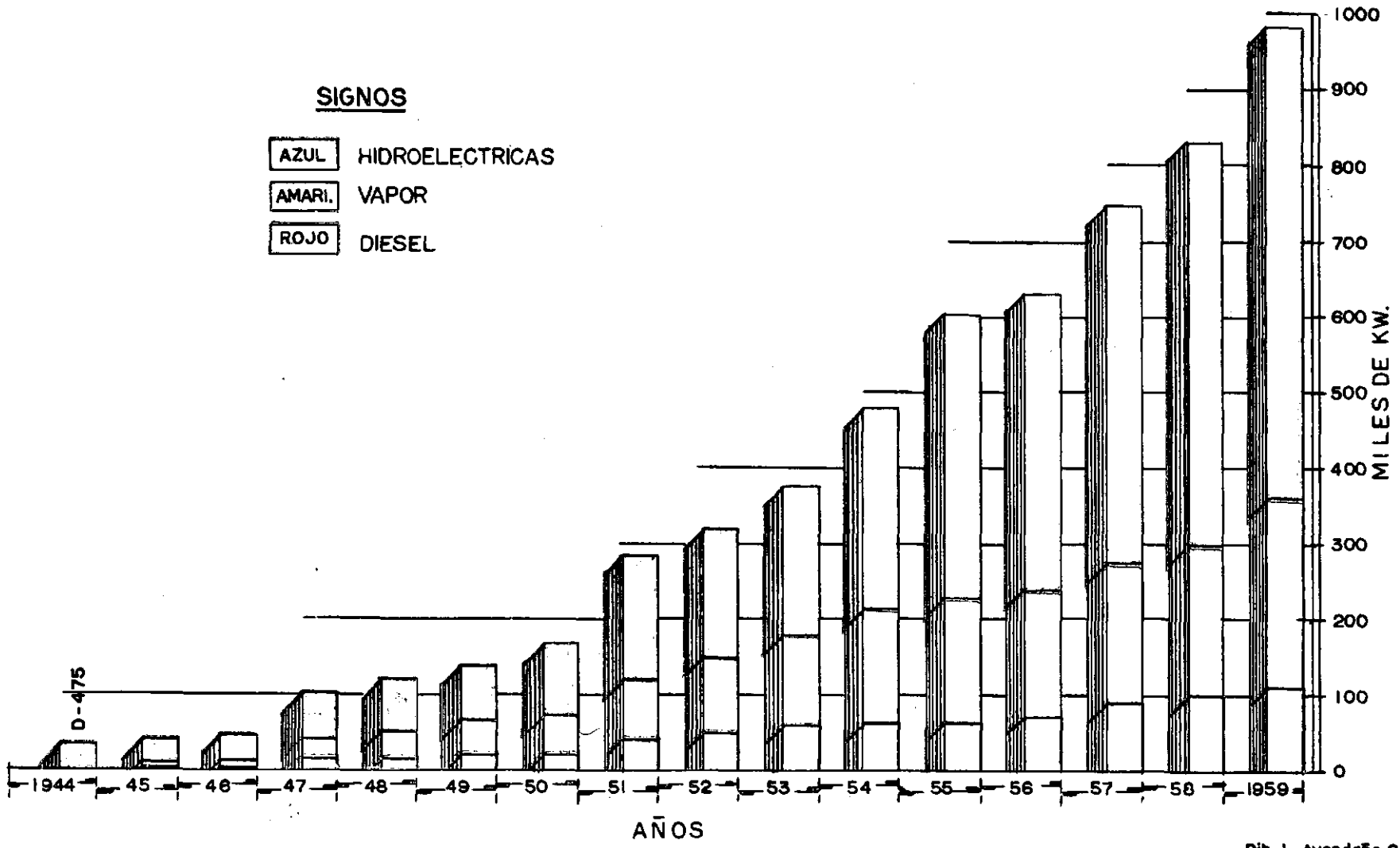
d) La organización de la CFE dista de ser un modelo en su forma presente. Ha sido el resultado de un proceso de adaptación a los problemas planteados por su rápido crecimiento. Especialistas en la materia están estudiando una reestructuración que le permita operar más eficientemente y mejor coordinada con otras instituciones nacionales.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA Y RELACIONES PUBLICAS
OFICINA DE ESTADISTICA

CAPACIDAD INSTALADA POR LA C.F.E. ACUMULADA

POR TIPO DE PLANTA



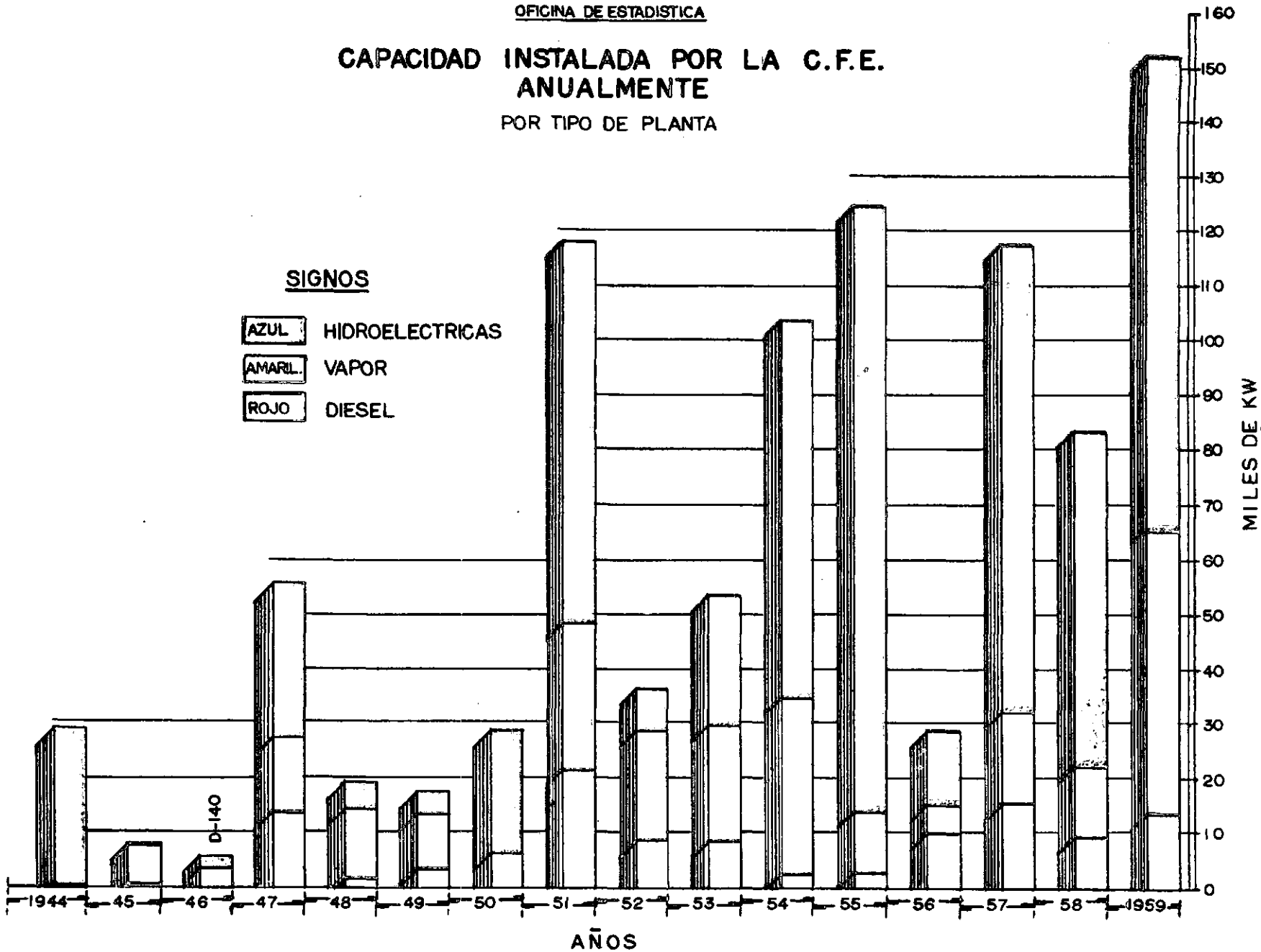
Dib. L. Avendaño C.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA Y RELACIONES PUBLICAS
OFICINA DE ESTADISTICA

CAPACIDAD INSTALADA POR LA C.F.E. ANUALMENTE

POR TIPO DE PLANTA



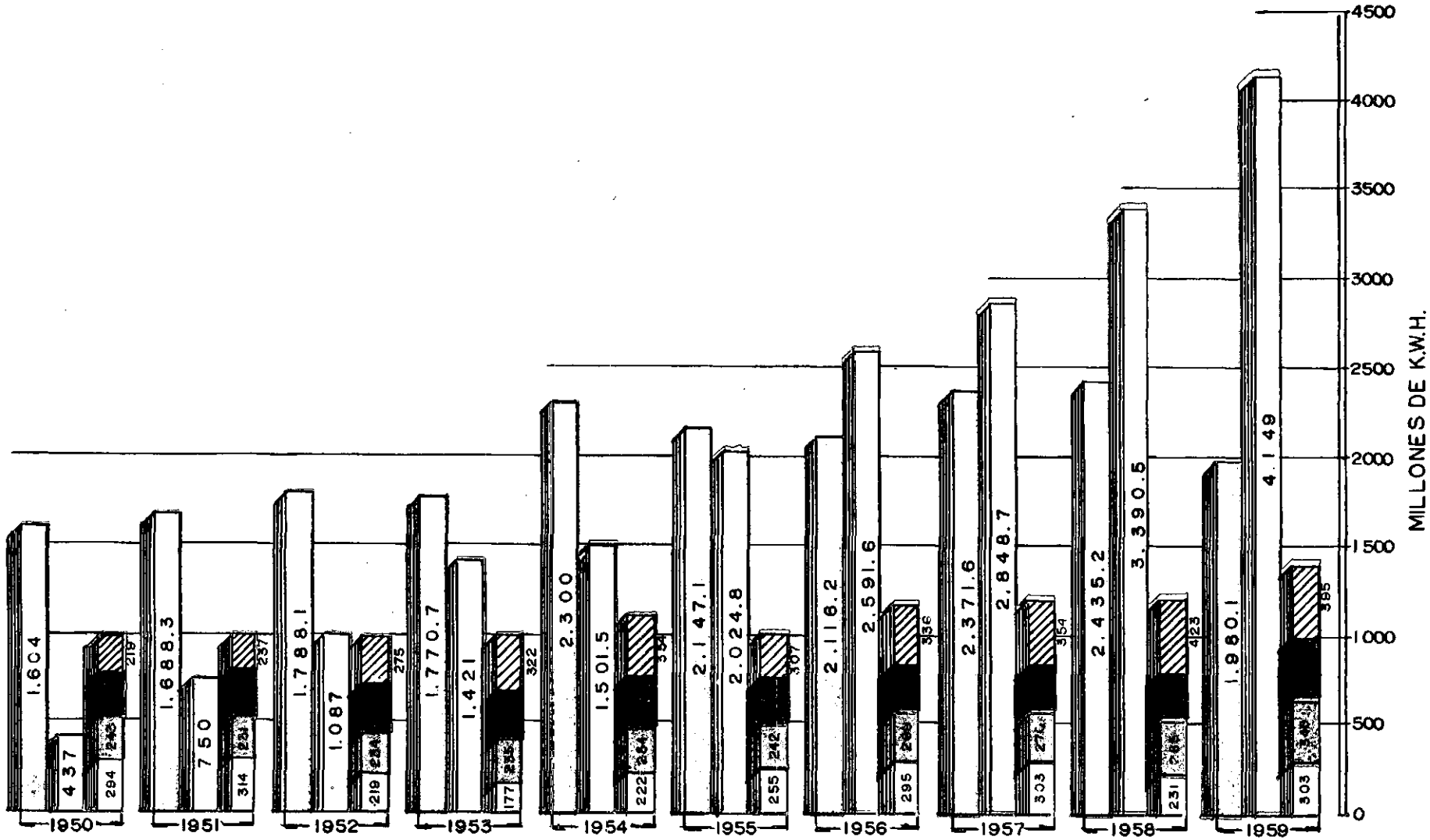
Dib. L. Avendaño C.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA Y RELACIONES PUBLICAS

OFICINA DE ESTADISTICA

GENERACION DE LOS PRINCIPALES SISTEMAS DEL PAIS, EN MILLONES DE K.W.H.



Dib. L. Avendaño C.