

Ciudad Juárez, Chih.,
7 de septiembre de 1949.

ACTA NO. 192.

PROYECTOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA PRESA FALCON Y RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCION DE PLANTAS HIDROELECTRICAS EN LA MISMA. -----

La Comisión se reunió en las Oficinas de la Sección Mexicana en Ciudad Juárez, Chihuahua, el día 7 de septiembre de 1949, a las 10 horas, con objeto de revisar y aprobar, sujetos a la aprobación definitiva de los dos Gobiernos, los proyectos que han sido preparados para la presa inferior principal internacional de almacenamiento que será construída en el Río Bravo, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 5 del Tratado de Aguas, firmado el 3 de febrero de 1944, y para revisar y aprobar, de acuerdo con el artículo 7 de dicho Tratado, recomendaciones a los dos Gobiernos referentes a la factibilidad de construir plantas de generación de energía hidroeléctrica en la Presa Falcón. -----

La Comisión revisó las estipulaciones del Tratado de Aguas relativas a la construcción de las presas principales de almacenamiento en el Río Bravo y a la presentación de informes y recomendaciones a los dos Gobiernos referentes a la construcción de plantas de generación de energía hidroeléctrica en dichas presas. Se revisaron los pasos dados hasta ahora en la elaboración de los proyectos para la Presa Falcón y en las recomendaciones y proyectos para la instalación de plantas de generación de energía hidroeléctrica en dicha presa. Esos pasos son los siguientes: -----

Los estudios preliminares hechos por la Comisión con anterioridad a la conclusión del Tratado de Aguas, demostraron de una manera general la factibilidad del proyecto de presas internacionales en el Río Bravo previsto por el Tratado y la factibilidad de generar energía hidroeléctrica en las presas internacionales de almacenamiento. -----

(Continúa en la hoja No. 2)

Ciudad Juárez, Chih.,
September 7, 1949.

MINUTE NO. 192.

PLANS AND PROCEDURES FOR CONSTRUCTION OF FALCON DAM AND RECOMMENDATIONS FOR CONSTRUCTION OF FALCON HYDROELECTRIC PLANTS. -----

The Commission met in the offices of the Mexican Section at Ciudad Juárez, Chihuahua, on September 7, 1949, at 10:00 a.m. for the purpose of review and approval, subject to the final approval of the two Governments, of the plans which have been prepared for the lowest major international storage dam to be constructed on the Rio Grande pursuant to the provisions of article 5 of the Water Treaty concluded February 3, 1944; and for review and approval of recommendations to the two Governments, pursuant to article 7 of that treaty, with respect to the feasibility of constructing plants for the generation of hydroelectric energy at Falcón Dam. -----

The Commission reviewed the provisions of the Water Treaty relating to the construction of the major international storage dams on the Rio Grande and the submission of reports and recommendations to the two Governments concerning the construction of plants for generating hydroelectric energy at such dams. The steps heretofore taken in the development of plans for Falcón Dam and of recommendations and plans for the construction of plants for the generation of hydroelectric energy at that dam were then reviewed. These steps are as follows: -----

Preliminary studies carried on by the Commission prior to the conclusion of the Water Treaty had shown in a general way the feasibility of the Rio Grande International Dams Project provided for by the treaty, and the feasibility of hydroelectric power generation at the international storage dams. -----

(Continued on Sheet No. 2)

COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUAS
ENTRE MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS

En el "Informe Sobre la Conferencia Mixta de Ingenieria" celebrada en la Ciudad de México, D. F., durante los días 4 al 13 de marzo de 1946 por los Ingenieros Consultores y Asesores Técnicos de la Comisión, se mencionan los estudios e investigaciones adicionales y ciertos procedimientos que deberían seguirse en la ejecución de los proyectos definitivos y especificaciones de las presas internacionales principales de almacenamiento. Este informe fué aprobado por la Comisión en su Acta No. 182, firmada el 23 de septiembre de 1946 y posteriormente aprobada, con ciertas interpretaciones, por los dos Gobiernos. Siguiendo las recomendaciones contenidas en este informe, las dos Secciones de la Comisión han llevado a cabo los estudios e investigaciones adicionales.

El Acta No. 187, fechada el 20 de diciembre de 1947 y aprobada posteriormente por los dos Gobiernos, establece, como consecuencia de los estudios e investigaciones hechos hasta esa fecha, las resoluciones de la Comisión sobre la localización y capacidades requeridas de la presa inferior principal internacional de almacenamiento que deberá construirse en el Río Bravo.

El Acta No. 190, fechada el 13 de agosto de 1948 y posteriormente aprobada por ambos Gobiernos, establece la resolución de la Comisión distribuyendo entre sus dos Secciones la ejecución de los trabajos anteriores a la construcción de la Presa Falcón que entonces faltaban de ejecutar. También establece el convenio de la Comisión que las estipulaciones del artículo 5 del Tratado de Aguas, relativas al prorratio entre los dos Gobiernos de los costos de construcción de las presas principales internacionales de almacenamiento en proporción a la capacidad de almacenamiento útil asignada a cada uno, puede cumplirse mejor y apresurarse la construcción asignando partes del trabajo de construcción a las dos Secciones, basándose en los costos estimados y en la proporción establecida. Estas partes de trabajo deberán ser ejecutadas, ya sea por la Sección a la que le fueron asignadas o por algún organismo público o privado de su respectivo país que sea designado por esa

INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER
COMMISSION UNITED STATES AND MEXICO

The additional studies and investigations and certain procedures to be followed in the development of the final plans and specifications for the major international storage dams were set out in the "Report on Joint Engineering Conference" of the Consulting Engineers and Technical Advisers of the Commission, held in México, D.F., March 4-13, 1946. This report was approved by the Commission in Minute No. 182, adopted September 23, 1946, and subsequently approved with certain understandings by the two Governments. Pursuant to the recommendations contained in this report, the additional studies and investigations have been carried on by the two Sections of the Commission.

Minute No. 187, dated December 20, 1947, and subsequently approved by both Governments, set forth the Commission's determinations, in the light of studies and investigations completed to that date, as to site and required capacities of the lowest major international storage dam to be built on the Río Grande.

Minute No. 190, dated August 13, 1948, and subsequently approved by both Governments, set forth the Commission's action in allocating to the two Sections the performance of the then remaining items of work preparatory to construction of Falcón Dam. It also set forth the Commission's agreement that the provisions of article 5 of the Water Treaty relating to proration between the two Governments of costs of construction of the major international storage dams in proportion to the conservation storage capacity allotted to each can best be given effect, and that construction work can best be expedited by allocating items of construction work to the two Sections on the basis of the estimated costs and in the proportion stated, the items of work to be performed by the Section to which allocated or by such public or private agency of its respective country as may be designated by that Section, and under the joint supervision of the two Sections.

COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUAS
ENTRE MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS

Sección, y bajo la supervisión conjunta de las dos Secciones. -----

De acuerdo con la distribución de trabajos convenida en el Acta No. 190, el trabajo técnico de diseño, incluyendo la preparación de planos y especificaciones de la Presa Falcón, fué asignado a la Sección de los Estados Unidos, para ser ejecutado en las oficinas del Ingeniero en Jefe del Bureau of Reclamation de los Estados Unidos, en Denver, Colorado, bajo el control y supervisión de la Comisión. -----

A medida que iban progresando los estudios e investigaciones y la ejecución de los trabajos del diseño, se celebraron conferencias mixtas de ingeniería de la Comisión, con sus Ingenieros Principales y Asesores Técnicos, para revisar y aprobar o para requerir modificaciones al trabajo hecho, y acordar y establecer principios y procedimientos para la ejecución de las etapas de trabajo faltantes. Entre otras conclusiones, se decidió que los planos de la Presa Falcón y de las plantas de generación de energía hidroeléctrica en la Presa deberían ser preparados al mismo tiempo, y que los planos de la Presa y las recomendaciones para las Plantas, deberían ser presentados juntos a la consideración de los dos Gobiernos. -----

Además de los Comisionados, de los Ingenieros Principales y de otros ingenieros de las dos Secciones, han participado en las diversas conferencias mixtas de ingenieros, los siguientes Asesores Técnicos: -----

Por México: Antonio Coria, Sub-Jefe del Consultivo Técnico, Aurelio Benassini, Primer Ingeniero en Jefe de Irrigación, Oscar Vega Argüelles, Director General de Estudios y Proyectos, Andrés García Quintero, Director General de Hidrología, y Armando Bravo Hollis, Jefe del Departamento de Ingeniería Electromecánica, todos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos. -----

Por los Estados Unidos: L. N. McClellan, Ingeniero en Jefe, W. H. Nalder, Ingeniero en Jefe de Diseño, y H. G. Arthur, Ingeniero, del Bureau of Reclamation; Coronel Henry Hutchings, Jr., del Cuerpo de Ingenieros; y los Ingenieros Consultores R. J. Tipton y Walker R. Young, de Denver, Colorado. -----

INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER
COMMISSION UNITED STATES AND MEXICO

Under the allocation of work items provided for in Minute No. 190, the technical design work, including the preparation of plans and specifications for Falcón Dam, was allocated to the United States Section for performance in the Offices of the Chief Engineer of the Bureau of Reclamation of the United States in Denver, Colorado, under the control and supervision of the Commission. -----

As the studies and investigations and performance of design work progressed, joint engineering conferences of the Commission, Principal Engineers and Technical Advisers were held to review and approve or require modifications of the work accomplished and to agree upon and prescribe principles and procedures for accomplishment of the remaining stages of work. Among other decisions, it was concluded that plans for Falcón Dam and for plants for the generation of hydroelectric energy at that dam should be developed concurrently and that plans for the dam and recommendations as to hydroelectric plants should be submitted together for the consideration of the two Governments. -----

In addition to the Commissioners, the Principal Engineers and other engineers of the two Sections, the following Technical Advisers have participated in the several joint engineering conferences: -----

For México: Antonio Coria, Assistant Chief of the Technical Consulting Department, Aurelio Benassini, First Chief Engineer of Irrigation, Oscar Vega Argüelles, Director General of Studies and Designs, Andrés García Quintero, Director General of Hydrology, and Armando Bravo Hollis, Chief of the Department of Electromechanical Engineering of the Ministry of Hydraulic Resources. -----

For the United States: Chief Engineer L. N. McClellan, Chief Designing Engineer W.H. Nalder and Engineer H.G. Arthur, of the Bureau of Reclamation; Colonel Henry Hutchings, Jr., of the Corps of Engineers; and Consulting Engineers R. J. Tipton and Walker R. Young, of Denver, Colorado. -----

COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUAS
ENTRE MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS

Después de considerar lo anterior, la Comisión revisó el "Informe Común Acerca de los Proyectos de la Presa Inferior Principal Internacional de Almacenamiento y Plantas de Fuerza en el Río Bravo", presentado por los Ingenieros Principales Joaquín C. Bustamante y C. M. Ainsworth, el día 12 de julio de 1949. Este informe, cuyos textos en español y en inglés con sus doce anexos se adjuntan a la presente y forman parte de esta Acta, describe en detalle los proyectos que han sido preparados para la Presa Falcón y para las plantas de generación de energía hidroeléctrica propuestas para su construcción en esta presa, y expone las recomendaciones de los Ingenieros Principales acerca de los procedimientos que deberán seguirse en la construcción.

La Comisión tomó las siguientes resoluciones:

- "(1) Queda aprobado el "Informe Común Acerca de los Proyectos de la Presa Inferior Principal Internacional de Almacenamiento y Plantas de Fuerza Sobre el Río Bravo", incluyendo sus doce anexos, presentado por los Ingenieros Principales Joaquín C. Bustamante y C. M. Ainsworth con fecha 12 de julio de 1949.
- (2) Se recomienda a nuestros respectivos Gobiernos la aprobación de los proyectos para la Presa Inferior Principal Internacional de Almacenamiento que se describen en el Informe Común de los Ingenieros Principales y que se muestran en los planos anexos al mismo, sujetos a las modificaciones que posteriormente la Comisión considere necesarias para llevar a cabo una construcción correcta y expedita.
- (3) Se considera factible, tanto desde el punto de vista de ingeniería como del económico, la construcción de las plantas de generación de energía hidroeléctrica en la Presa Falcón, que deberá ejecutarse simultáneamente a la construcción de la Presa, de acuerdo con los proyectos descritos en el Informe

INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER
COMMISSION UNITED STATES AND MEXICO

Following consideration of the foregoing, the Commission reviewed the "Joint Report on the Plans for the Lowest Major International Storage Dam and Power Plants on the Rio Grande", submitted by Principal Engineers C. M. Ainsworth and Joaquín C. Bustamante under date of July 12, 1949. This report, the English and Spanish texts of which, together with its twelve exhibits, are attached hereto and form part hereof, describes in detail the plans which have been prepared for Falcón Dam and the plants for the generation of hydroelectric energy proposed for construction at that dam, and sets forth the recommendations of the Principal Engineers as to procedures which should be followed in construction.

The Commission then adopted the following resolution:

- "(1) The "Joint Report on the Plans for the Lowest Major International Storage Dam and Power Plants on the Rio Grande" including the twelve exhibits attached thereto, submitted by Principal Engineers C. M. Ainsworth and Joaquín C. Bustamante under date of July 12, 1949, is approved.
- (2) The approval by our respective Governments of the plans for the lowest major international storage dam as described in the Joint Report of the Principal Engineers and shown on the drawings attached thereto is recommended, subject to such modifications as may subsequently be found by the Commission to be necessary for sound and expeditious construction.
- (3) The construction of plants for the generation of hydroelectric energy at Falcón Dam is found to be feasible from both engineering and economic standpoints and should be undertaken concurrently with the construction of the dam and in accordance with the plans described in the Joint Report

COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUAS
ENTRE MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS

Común de los Ingenieros Principales y con los planos anexos al mismo, con las modificaciones que posteriormente considere necesarias la Comisión para llevar a cabo una construcción correcta y expedita.

(4) Por lo tanto, se recomienda que cada Gobierno apruebe, tan pronto como sea viable, la construcción de las plantas de generación de energía hidroeléctrica en la Presa Falcón, de acuerdo con los proyectos descritos en el Informe Común de los Ingenieros Principales y con los planos anexos al mismo, sujetos a las modificaciones que la Comisión considere posteriormente necesarias para llevar a cabo una construcción correcta y expedita. También se recomienda que cada uno de los dos Gobiernos haga los trámites necesarios para que su Sección correspondiente pueda emprender la parte de la construcción que le corresponda de dichas plantas al mismo tiempo que la construcción de la Presa Falcón. Queda entendido y convenido que como el Tratado de Aguas requiere la aprobación específica de los dos Gobiernos para la construcción de plantas de generación de energía hidroeléctrica en las presas principales internacionales de almacenamiento en el Río Bravo, de acuerdo con la excepción contenida en el artículo 25 de dicho Tratado ninguno de los dos Gobiernos está obligado a comunicar a la Comisión, dentro del término de 30 días a que se refiere el mismo artículo, su acuerdo aprobatorio o reprobatorio para la construcción de las plantas de generación de energía hidroeléctrica en la Presa Falcón que aquí se recomiendan.

(5) La distribución de las partidas de trabajo y la asignación correspondiente, para su ejecución por las dos Secciones de la Comisión, recomendadas en el capítulo "Asignación de Costos y Obras" del Informe Común de los Ingenieros Principales, se considera que es razonable desde el punto de vista de ingeniería, y satisface el prorrateo de los costos

INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER
COMMISSION UNITED STATES AND MEXICO

of the Principal Engineers and shown on the drawings attached thereto, with such modifications as may subsequently be found by the Commission to be necessary for sound and expeditious construction.

(4) It is therefore recommended that each Government approve as soon as practicable the construction of plants for the generation of hydroelectric energy at Falcón Dam, in accordance with the plans described in the Joint Report of the Principal Engineers and shown on the drawings attached thereto, subject to such modifications as may subsequently be found by the Commission to be necessary for sound and expeditious construction. It is also recommended that all necessary arrangements be made by each Government in order that its Section of the Commission may undertake its share of the construction of such plants concurrently with the construction of Falcón Dam. Inasmuch as the Water Treaty requires the specific approval of the two Governments of construction of plants for the generation of hydroelectric energy at the major international storage dams on the Rio Grande, it is understood and agreed that under the exception provided in article 25 of the Water Treaty neither Government is required to communicate to the Commission within the thirty-day period referred to in that article its approval or disapproval of the construction herein recommended of plants for the generation of hydroelectric energy at Falcón Dam.

(5) The division of work items and the allocation thereof to the two Sections of the Commission for performance, as recommended in the discussion of "Allocations of Costs and Work" in the Joint Report of the Principal Engineers, is found to be sound from the engineering standpoint and to provide for proration of construction costs in

COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUAS
ENTRE MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS

de construcción previsto en el artículo 5 del Tratado de Aguas. Queda aprobada la citada distribución de partidas de trabajo y asignación a cada una de las dos Secciones, sujeta a las modificaciones que la Comisión considere necesarias por cualquier aumento o disminución de importancia que sufran de hecho las cantidades estimadas en el Informe Común de los Ingenieros Principales para determinadas partidas de trabajo, así como a canjes entre las dos Secciones de partidas de trabajo o porciones de las mismas que en la opinión de la Comisión se consideren necesarios o deseables para una construcción correcta y expedita, siempre que dichos canjes no signifiquen la ejecución de una parte desproporcionada de trabajo por cualquiera de las dos Secciones. Se conviene, además, que las reasignaciones que se hagan necesarias como consecuencia de aumentos o disminuciones en las cantidades de las partidas de trabajo estimadas en el Informe Común de los Ingenieros Principales, serán llevadas a cabo principalmente por la reasignación de las cantidades de excavaciones del vertedor. Si cualquiera de los dos Gobiernos no aprobara la construcción de las plantas de generación de energía hidroeléctrica en la Presa Falcón, como se recomienda, será necesario modificar los diseños y reasignar las partidas de trabajo resultantes basándose únicamente en la construcción de la Presa.

(6) -----
Cada Sección de la Comisión emprenderá la ejecución, dentro de su propio país y por su cuenta, de las partidas generales de trabajo a que se refiere el Informe Común de los Ingenieros Principales, en el párrafo número 4 de las "Conclusiones y Recomendaciones". -----

(7) Se aprueba el programa de construcción recomendado en el Informe Común de los Ingenieros Principales, sujeto a las -----

INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER
COMMISSION UNITED STATES AND MEXICO

accordance with the provisions of article 5 of the Water Treaty. The said division and allocation of work items to the two Sections is approved subject to such modifications as the Commission may find to be necessary in the light of any material increases or decreases in actual quantities of particular items as estimated in the Joint Report of the Principal Engineers, and subject also to such exchanges between the two Sections of work items or portions thereof as may in the opinion of the Commission be necessary or desirable for sound and expeditious construction, provided that such exchanges shall not result in the performance by either Section of a disproportionate share of the work. It is agreed further that reallocations necessitated by increases or decreases in quantities of work items as estimated in the Joint Report of the Principal Engineers will be accomplished mainly through reallocation of the quantities of excavation for the spillway. If either Government should not approve the construction of plants for the generation of hydroelectric energy at Falcón Dam as recommended, it will be necessary to modify the plans and reallocate work items on the basis of construction of the dam only.

(6) -----
Each Section of the Commission will undertake the performance within its own country and at the expense of that country of general work items of the nature referred to in paragraph 4 of "Conclusions and Recommendations" of the Joint Report of the Principal Engineers. -----

(7) The construction program recommended in the Joint Report of the Principal Engineers is approved subject to such -----

COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUAS
ENTRE MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS

modificaciones que la Comisión conside
re posteriormente necesarias o conve--
nientes de acuerdo con las necesidades
de la construcción. -----

- (8) Quedan aprobados los procedimientos re
comendados en el Informe Común de los
Ingenieros Principales para la publica
ción de especificaciones y adjudica---
ción de contratos, tanto de los traba
jos de construcción como de adquisicio
nes de materiales, y para la supervi--
sión, trabajos de ingeniería e inspec
ción." -----

Se levantó la sesión. -----



Comisionado de México



Comisionado de los Estados Unidos



Secretario de la Sección de México



Secretario de la Sección de los Estados
Unidos.

INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER
COMMISSION UNITED STATES AND MEXICO

modifications as the Commission may --
subsequently determine to be necessary
or desirable in the light of construc
tion requirements. -----

- (8) The procedures recommended in the ----
Joint Report of the Principal Engi----
neers for the issuance of specifica---
tions and awarding of contracts cover
ing both construction work and the ---
purchase of materials, and for the ---
supervision, engineering and inspec
tion of the work, are approved." -----

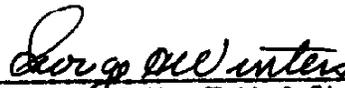
The meeting then adjourned. -----



Commissioner of the United States



Commissioner of Mexico



Secretary of the United States Section



Secretary of the Mexican Section

COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUAS
ENTRE MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS.
SECCION MEXICANA

México, D. F.,
12 de julio de 1949.

INFORME COMUN ACERCA DE LOS PROYECTOS PARA LA PRESA INFERIOR
PRINCIPAL INTERNACIONAL DE ALMACENAMIENTO Y PLANTAS DE
FUERZA EN EL RIO BRAVO.

A los Honorables Comisionados,
Comisión Internacional de Límites y Aguas,
Entre México y los Estados Unidos,
Ciudad Juárez, Chih. y El Paso, Texas.

Señores:

De acuerdo con sus instrucciones, presentamos aquí nuestro informe acerca de los planes que deberían adoptarse para la construcción de la Presa Inferior Principal Internacional de Almacenamiento y Plantas de Fuerza en el Río Bravo.

En el "Informe Acerca de la Conferencia Mixta de Ingeniería" celebrada en México, D. F. del 4 al 13 de marzo, inclusive, de 1946, que fué posteriormente adoptado por la Comisión y aprobado por los dos Gobiernos, se asentaron las investigaciones adicionales y los procedimientos que deberían seguirse en el desarrollo de los planes y especificaciones finales para las presas internacionales en el Río Bravo.

Se han emprendido ya las investigaciones recomendadas y los dos Gobiernos han aprobado el sitio "Falcón" para la Presa Inferior Principal Internacional de Almacenamiento en el Río Bravo, el alineamiento del eje de la cortina, la capacidad total del vaso, las capacidades para las diversas funciones, y la división de la capacidad

útil

útil entre los dos países, de acuerdo con lo recomendado por la Comisión.

En fecha 13 de agosto de 1948, la Comisión acordó la distribución entre las dos Secciones de los trabajos preparatorios para la construcción de la Presa Falcón que todavía faltaban. De acuerdo con esta distribución, aprobada posteriormente por los dos Gobiernos, el trabajo técnico necesario para el diseño de la cortina, incluyendo la preparación de planos, estimaciones y especificaciones, se ha llevado a cabo en la Oficina del Ingeniero en Jefe del Bureau of Reclamation, Departamento del Interior de los Estados Unidos, en Denver, Colorado, bajo el control de las dos Secciones de la Comisión, y el trabajo de campo adicional incluyendo exploraciones adicionales del subsuelo, la busca de fuentes de los materiales de construcción necesarios, etc., se ha llevado a cabo por personal de campo de las dos Secciones.

De tiempo en tiempo, conforme se han presentado problemas de diseño, se han verificado juntas informales de la Comisión y los Asesores Técnicos de ambos países, y como resultado de estas juntas y discusiones, se adoptaron las normas de diseño que en lo que sigue se presentan con el encabezado de "Normas para Diseño", y se llegó a un acuerdo sobre los puntos principales siguientes:

1. Que deberán incorporarse en los planos dos plantas de fuerza interconectadas con una localizada en cada país y que las dos plantas sean idénticas en capacidad y apariencia hasta donde los factores de ingeniería lo permitan.
2. Que el vertedor deberá localizarse en el tramo izquierdo de la cortina.

3. Que la corona de la cortina deberá estar a la elevación 98.45 metros.
4. Que la capacidad de la toma de Estados Unidos deberá ser de 127.43 metros cúbicos por segundo (4 500 pies cúbicos por segundo), con superficie del agua en el vaso a la elevación de 75.59 metros (248 pies).
5. Que la capacidad de toma para México deberá ser de 100 metros cúbicos por segundo (3 531 pies cúbicos por segundo), con superficie del agua en el vaso a la elevación 78 metros (255.9 pies) y de 180 metros cúbicos por segundo (6 357 pies cúbicos por segundo), con superficie del agua en el vaso a la elevación de 81 metros (265.7 pies).

Los detalles de los proyectos que se han desarrollado para la Presa Falcón y plantas de fuerza siguiendo estos acuerdos, se muestran en los doce (12) planos anexos y se describen en los párrafos siguientes. Estos dibujos tal vez tendrán que ser modificados en cierto sentido al hacerse estudios posteriores de materiales de construcción y de condiciones de cimentación, y conforme se avance en los detalles de diseño.

GENERALIDADES

La Presa Falcón es la presa inferior de las presas internacionales de almacenamiento que se construirán en el Río Bravo de acuerdo con el Tratado de Aguas del 3 de febrero de 1944, y, como lo dispone el Tratado, es la primera de las presas internacionales que se construirá. Su localización ya aprobada se muestra en el Anexo No. 3. Esta diseñada como una presa de propósitos múltiples para conservación de agua, protección contra crecientes y generación de fuerza. El vaso formado por la presa proporcionará también recreo y otros beneficios incidentales.

La estación de ferrocarril más cercana en México es Ochoa,

Tamps.

Tamps., como a 64 kilómetros hacia aguas abajo, y en Estados Unidos es Río Grande City, como a 40 kilómetros por la carretera río abajo.

En México, la carretera de Ochoa pasa por el tramo mexicano de la cortina, atraviesa parte del vaso hacia Ciudad Guerrero y se une con la carretera Nuevo Laredo-Monterrey. En Estados Unidos la carretera federal número 83 de Laredo a Río Grande City pasa como a 1.5 kilómetros de la cortina en Estados Unidos.

Además de la construcción de la Presa Falcón y plantas de fuerza que se ejecutará conjuntamente bajo la supervisión de la Comisión, hay algunos trabajos que serán ejecutados por cada Sección dentro de su propio territorio. Estos trabajos incluyen la adquisición de los terrenos necesarios para la cortina, las casas de fuerza y el vaso; la relocalización de carreteras y líneas de servicio; el desmonte que sea necesario en el vaso; y la construcción de caminos de acceso y campamentos adecuados de construcción para alojar al personal que dirija la obra y los que después se requieran para la operación y mantenimiento. La localización de estas partes de trabajo se muestra en los Anexos 4 y 5.

Normas para el Diseño.

Para el desarrollo de los proyectos para la cortina y plantas de fuerza, se adoptaron por la Comisión las siguientes normas:

1. Carga tolerable en la arenisca de cimentación, 20 kilogramos por centímetro cuadrado.
2. Factor de esfuerzo cortante-fricción no menor de 5, y factor de deslizamiento no mayor de 0.7, incluyendo efectos de temblores.

Estos

(5)

Estos factores se definen por las siguientes ecuaciones:

$$\text{Factor esfuerzo cortante-fricción} = \frac{(W - U)f + A(s)}{H} \text{ y}$$

$$\text{Factor de deslizamiento} = \frac{H}{W - U} ; \text{ en las que}$$

W = peso total de la sección analizada

U = subpresión en la sección

f = coeficiente de fricción interna de la roca de cimentación

A = área de la base de la sección

s = unidad de resistencia tolerable de la roca al esfuerzo cortante (Tomada como la mitad de la unidad de resistencia final al cizalleo)

H = fuerza horizontal total en la sección

3. Coeficiente de fricción interna en la roca de cimentación = 0.65

4. Resistencia tolerable al cizalleo = 18 kilos por cm.²

5. La subpresión se considera que variará desde presión hidrostática completa en la cara de aguas arriba hasta cero o la presión del agua de salida en la cara de aguas abajo, obrando sobre dos tercios del área de la base.

6. Suposiciones de temblores (para el diseño de la cortina, el vertedor, tubos de presión y estructuras de toma).

Período de vibración = 1 segundo

Aceleraciones horizontal y vertical = 0.1 de gravedad

7. Carga debida al viento = 10 gramos por centímetro cuadrado

8. La planta de fuerza se diseñará para la elevación máxima del agua de salida sin factor de temblores.

9. El estanque amortiguador abajo del vertedor se diseñará de modo que el gasto máximo de descarga no exceda de 70 metros cúbicos por segundo por metro de anchura (750 pies cúbicos por segundo por pie.)

Las normas 1, 3 y 4, están basadas en resultados preliminares

de

de pruebas de muestras de corazones de roca de cimentación, y se modificarán si las pruebas posteriores indican que sea necesario.

En todos los demás casos se siguieron las normas establecidas por el Bureau of Reclamation para el desarrollo de la planeación de las estructuras.

Dibujos

Se agregan a este informe los siguientes dibujos de la Presa Falcón y plantas de fuerza que muestran la localización de la cortina, el vaso y los planes generales para la cortina y las plantas de fuerza:

Anexo No.	Bureau of Reclamation No.	Sría. de Rec. Hidráulicos No.	Título
1			Presa Falcón y Planta de Fuerza; perspectiva de toda la cortina.
2			Presa Falcón y Planta de Fuerza; perspectiva que muestra la parte central de la cortina, incluyendo el vertedor y casas de fuerza vista desde México.
3	QA-4-1	2416-C-28	Plano de localización.
4	QA-4-3	2416-C-29	Plano del vaso.
5		2416-C-30	Plano general de la Presa Falcón y plantas de fuerza y cercanías.
6	QA-4-38	2416-C-31	Perfiles y secciones de terraplén.
7	QA-4-31	2416-C-32	Estructuras, lado de Estados Unidos, planta, elevación y secciones.
8	QA-4-32	2416-C-33	Estructuras, lado de México, planta, elevación y secciones.

9	OA-4-33	2416-C-27	Planta de fuerza, elevaciones arquitectónicas exteriores, lado de Estados Unidos.
10	OA-4-34	2416-C-26	Planta de fuerza, elevaciones arquitectónicas exteriores, lado de México.
11	OA-4-5	2416-C-25	Planta de fuerza, distribución general, secciones transversales.
12	OA-4-12	2416-C-24	Planta de fuerza, distribución general, planta a la elevación 72.01 metros.

Descripción General.

El Anexo No. 4 es un plano de la Presa Falcón y del vaso. La cortina está proyectada de tierra rodillada con longitud total por el eje de 8 014.5 metros, de los cuales 4 926 quedan en México y 3 088.5 en Estados Unidos. La altura máxima de la cortina sobre el lecho actual del río es como de 45.72 metros y el ancho de la corona es de 10.69 metros.

El vertedor está localizado en el tramo de Estados Unidos como a 427 metros de la margen izquierda del río. Es de diseño convencional y consta de una cresta vertedora con compuertas y una rápida larga abocinada que termina en un estanque amortiguador de 182.8 metros de anchura. Al formular el diseño para el vertedor se adoptó un coeficiente de descarga menor que el usado en el diseño preliminar, porque el canal de llegada al vertedor no es tan profundo como el considerado en el diseño preliminar. Por el uso de este coeficiente más bajo resultó una superficie del agua a la elevación 95.77 metros para

la creciente máxima, lo que hizo necesaria la corona de la cortina a la elevación 98.45 metros. Ambas elevaciones son mayores que las asentadas en el informe común de ingeniería anexo al Acta No. 187, que eran 94.4 metros y 97.14 metros para el nivel máximo del agua y para la corona de la cortina, respectivamente.

Adyacente al vertedor por el lado del río está la estructura de toma para las obras de descarga de Estados Unidos para fines de riego y ^{de} fuerza. La estructura de toma consiste en una cortina de concreto de gravedad de 36.58 metros de altura que contiene tres aberturas controladas por compuertas, que conectan con los tubos de presión. En el lado mexicano la obra de toma consiste en una estructura de torre de toma de tipo convencional desde la cual se lleva el agua para descargas para riego y fuerza por un conducto de concreto de 6.71 metros de diámetro interior, seguido por un solo tubo de presión de acero de 6.71 metros de diámetro encerrado en una galería de concreto de 8.53 metros de diámetro interior, debajo del terraplén. Se harán nuevos estudios para determinar si deberá reemplazarse la galería de 8.53 metros y tubo de presión separado por un tubo de presión de acero de 6.71 metros revestido de concreto.

Las plantas de fuerza, una a cada lado del río, están localizadas cerca del pie del talud de aguas abajo de la cortina y en general son idénticas en construcción y equipo.

El vaso formado por la presa tiene una capacidad de 5 038 800 500 metros cúbicos y un área superficial de 46 134 hectaras a la curva máxima de embalse a la cota 95.77 metros.

Aguas arriba de los poblados de San Ignacio, Tamaulipas y San Ignacio, Texas, las aguas del vaso quedan contenidas dentro del cauce actual del río; pero de San Ignacio hacia la cortina, en una distancia axial como de 64 kilómetros, la anchura media del vaso a la cota de máximo embalse es alrededor de 7 kilómetros.

Las partes principales de construcción de la cortina y casas de fuerza se han estimado como sigue:

Excavación común	10 868 206 m3.
Excavación en roca	2 269 364 m3.
Terraplén y rellenos	8 222 832 m3.
Rellenos con roca, enrocamientos y revestimientos de camino	1 129 865 m3.
Concreto	226 730 m3.
Aceros de refuerzo	13 456 273 kgs.
Drenes	16 612 mts. lineales
Perforaciones e inyecciones	17 678 mts. lineales
Compuertas, válvulas y accesorios	3 590 388 kgs.
Tubos de presión	1 579 409 kgs.
Guarda caminos	17 374 mts. lineales
Otras obras de metal	1 671 148 kgs.
Turbinas y generadores, capacidad de 10 500 KW	6 de cada uno

CORTINA DE TIERRA

El alineamiento de la cortina de Falcón se muestra en el Anexo No. 5 y el perfil a lo largo del eje y secciones típicas del terraplén se muestran en el Anexo No. 6. La parte de terraplén en el extremo de Estados Unidos es de 2 530 metros de longitud, terminando en el vertedor en la margen izquierda del río; el terraplén en la sección del río es de unos 500 metros de longitud, y el terraplén desde la sección del río hasta el extremo en el lado de México es de 4 054 metros de largo. El volumen total del terraplén en la sección en Estados Unidos es de 1 414 400 metros cúbicos, el de la sección del río es de 3 004 700 metros cúbicos y el tramo en México es de 4 740 300 metros cúbicos.

Toda

Toda el área que ocupa la cortina se excavará a una profundidad conveniente para remover todos los materiales como tierra vegetal, basuras, materia vegetal, raíces y otros materiales perecederos u objetables que no sean apropiados para la cimentación del terraplén. Se excavará una zanja de dentellón hasta la roca o dentro de ésta en donde la superficie de roca aceptable quede abajo del nivel de capacidad útil final de invierno del lago, elevación de 93.48 en el vaso. La zanja para dentellón variará en anchura desde un mínimo de 6.10 metros hasta un máximo de 45.72 metros y penetrará a través de la capa superficial hasta una capa de roca suficientemente impermeable. Las exploraciones hasta la fecha indican que no será necesaria una excavación mayor de 4.57 metros dentro de la zona intemperizada de la roca de cimentación. Debido a la naturaleza de la cimentación y el tratamiento para el dentellón propuesto, no se piensa hacer inyecciones para la cimentación de la cortina de tierra.

En el Anexo No. 6 se muestran una sección típica de terraplén y la sección máxima de la cortina de tierra. Estas secciones son provisionales y podrán modificarse al completarse las pruebas de laboratorio y de campo de la cimentación y de los materiales de construcción. El talud de aguas arriba es de 3:1 desde la corona hasta la elevación 68.58 metros donde hay una berma de 6.10 metros y abajo de ésta el talud es de 4:1 hasta la superficie original del terreno. Tendrá una capa de 0.91 metros de enrocamiento entre la corona de la cortina y la elevación 76.20 metros. El talud de aguas abajo es de 2:1 desde la corona hasta la elevación 76.20 metros y de 4:1 de la elevación 76.20 metros a 57.91 metros, excepto donde se interrumpa por los caminos de acceso de la corona

de la corona a las plantas de fuerza y el que conecte directamente a las plantas.

El terraplén, aparte del enrocamiento, está compuesto de cuatro zonas separadas de material. La parte del terraplén de la Zona 1, es la sección central de la cortina y consiste en una mezcla impermeable de arcilla, limo, arena y grava, obtenidas de las áreas de préstamo y de las excavaciones para la cortina y obras accesorias. Será rodillada y consolidada con la humedad apropiada a capas de 0.15 metros.

Las porciones de la Zona 2 de la cortina están localizadas aguas arriba y aguas abajo del talud de la Zona 1. Están compuestas de una mezcla permeable de arena y grava obtenidas de las áreas de préstamo y de las excavaciones para la cortina y obras accesorias y será consolidada a capas de 0.30 metros. La Zona 2 de aguas arriba, protegida por el enrocamiento, forma la cara de aguas arriba de la cortina, y la Zona 2 de aguas abajo forma la transición entre la Zona 1 y la Zona 3. La Zona 3 consiste en material de roca seleccionada del mejor tipo desde el punto de vista de durabilidad y dureza que se obtenga de las excavaciones para las estructuras accesorias. La roca será graduada toscamente en tamaño a fin de obtener un terraplén denso, y colocada en capas horizontales que no excedan de 0.91 metros de espesor. Arriba de la elevación 76.20 metros, la Zona 3 forma la cara de aguas abajo de la cortina. Abajo de la elevación 76.20 metros en el talud de aguas abajo de la cortina, se provee un pie de terraplén de material de la Zona 4. La Zona 4 está compuesta de material permeable

permeable seleccionado consistente en roca y pedacería de roca (que pueden ser de calidad inferior a la roca seleccionada para la Zona 3) obtenida de las excavaciones de las estructuras accesorias, depositada al volteo en capas aproximadamente horizontales que no excedan de 0.61 metros de espesor y sin requisitos especiales de graduación y consolidación. En la sección del río, la Zona 4 se extiende arriba de la elevación 76.20 metros como una chapa del talud de aguas abajo de la cortina para formar explanada para los caminos de acceso que se extienden desde la corona de la cortina hasta las dos plantas de fuerza.

En la sección del río el pie del talud de aguas arriba de la cortina, abajo de la berma a la elevación 68.58 metros, se construirá de material de la Zona 1 para que pueda usarse como una atagüa permanente. Al pie del talud de aguas abajo se proveen drenes consistentes en tubos de barro vitrificado de diversos diámetros, tendidos sin cementar sus juntas en una zanja poco profunda rellena de grava, para recoger el agua que pudiera filtrarse a través del terraplén y de los cimientos. Cuando las condiciones topográficas lo requieran, se construirán zanjas de drenaje para evitar la formación de charcos en las descargas de los drenes del pie del talud. Se necesitarán aproximadamente 3 960 metros lineales de drenes.

Todos los materiales para el terraplén, con excepción del enrocamiento, se obtendrán de las zonas de préstamo muy cercanas a la cortina, como se muestran en el Anexo No. 5, o de las excavaciones para la cortina y obras accesorias.

No se han completado las exploraciones para materiales de enrocamiento; pero hasta ahora hay indicaciones de que puede obtenerse roca aceptable en afloramientos dispersos en México a distancias de 24 á 40 kilómetros de la cortina.

La corona de la cortina está a la elevación 98.45 metros. Se proveen una calzada y una banqueta en toda la longitud de la corona con un puente a través del vertedor. La calzada y la banqueta consisten en un revestimiento a base de aceite de 0.05 metros sobre una subrasante de 0.15 metros de roca triturada o grava. Las anchuras libres de la calzada y de la banqueta son de 7.92 metros y 1.22 metros, respectivamente, separadas por una guarnición de concreto. En ambos acotamientos de la corona se proveen guarda caminos de lámina de acero sostenida por postes de concreto.

Hay zonas de estacionamiento localizadas a cada lado del vertedor en el talud de aguas arriba de la cortina, en los taludes de aguas arriba y de aguas abajo donde la línea divisoria internacional cruza la cortina, en el talud de aguas arriba en el terraplén de acceso al puente de la estructura de toma mexicana, y en el talud de aguas abajo donde la carretera en México empalma con el camino de la corona de la cortina.

Se instalarán en el terraplén de la cortina aparatos para medir la presión-poro, asentamientos de la cimentación y consolidación del terraplén. También se instalarán bancos de referencia para medir los movimientos de la estructura ya sean verticales u horizontales, así como el terreno original cerca de la estructura.

En el

EL VERTEDOR

En el Anexo No. 7 se muestra en planta, elevación y secciones la estructura del vertedor. El vertedor consiste en una estructura de concreto controlada por compuertas, localizada en el tramo de Estados Unidos con su línea central en la estación 25 + 60.32 metros del eje de la cortina. Incluye un canal de llegada, una estructura de seis compuertas de 15.24 metros por 15.24 metros; una rápida revestida hacia aguas abajo de la estructura de compuertas, un estanque amortiguador y un canal de salida. La capacidad máxima de diseño para el vertedor es de 13 000 metros cúbicos por segundo con superficie del agua en el vaso a la elevación 95.77 metros con la correspondiente superficie de agua de salida a la elevación 71.63 metros.

El agua entrará a la estructura por un canal recto de llegada de 106.68 metros de anchura, cuyo fondo estará a la elevación 73.15 metros. Hasta un punto a 60.96 metros aguas arriba de la estructura de compuertas el canal no estará revestido, desde este punto habrá un tramo de 30.5 metros con enrocamiento seguido por otro tramo de 30.5 metros revestido de concreto.

La estructura de compuertas está cimentada en roca y consiste en un cimacio, seis compuertas de 15.24 metros por 15.24 metros, separadas por pilas, un puente de operación, una casa de malacates de compuertas y un puente carretero a través del vertedor.

La rápida del vertedor es de 106.68 metros de anchura al terminar la estructura de compuertas y se amplía uniformemente en su

longitud

longitud de 334.37 metros a una anchura de 182.88 metros al principio del estanque amortiguador. El muro izquierdo sirve en parte como muro de retención para la zona de estacionamiento localizada adyacente a la estructura de compuertas hacia aguas arriba y varía la altura desde un máximo de 25.91 metros en la estructura de compuertas hasta un mínimo de 6.40 metros en el punto en que la rápida cae al estanque amortiguador. El muro derecho varía en altura de 9.14 metros a 6.40 metros. El estanque amortiguador, de 182.88 metros de ancho por 54.86 metros de largo, tiene muros de contrafuerte de 21.34 metros de altura y está provisto de umbrales almenados. Sin embargo, este diseño de la rápida del vertedor y del estanque amortiguador podrá ser modificado si las pruebas de modelo y el estudio de la experiencia en instalaciones similares muestran que pueden sustituirse, en todo o en parte, los muros verticales por taludes revestidos.

El canal de descarga al río es aproximadamente de 1 859 metros de largo, con 182.88 metros de ancho en el fondo a la elevación 53.35 metros. Para proteger los aleros del estanque amortiguador, hay una sección de 91.44 metros de largo y 3.05 metros de espesor de roca al volteo; el resto de canal no tiene revestimiento.

Las seis compuertas deslizantes de ruedas, de 15.24 por 15.24 metros están fabricadas de placas de acero y perfiles de acero estructural y son de construcción remachada y soldada. Los tableros de las compuertas están montados en ruedas que, a su vez, caminan sobre vías de acero localizadas en las ranuras de las compuertas.

Gada

Cada compuerta tiene su contrapeso y es operada por medio de un malacate de engranes movido por motor eléctrico. La compuerta y el contrapeso están conectados por una cadena de eslabones que pasa sobre la rueda dentada del mecanismo izador.

Las compuertas pueden operarse en cualquier posición, desde completamente abiertas hasta completamente cerradas. Hay dispositivos para agujas aguas arriba de las compuertas para permitir inspección y mantenimiento de las compuertas con nivel de agua arriba del umbral del vertedor.

En el puente de malacates está localizada una grúa de pórtico de 27 toneladas para facilitar la instalación y mantenimiento del equipo para izar las compuertas del vertedor y el manejo de las agujas.

OBRAS DE TOMA

Estados Unidos.

La estructura de toma de Estados Unidos está adyacente al vertedor por el lado del río. En el Anexo No. 7 se muestran planta, elevación y secciones de esta estructura. Consiste en una cortina de gravedad de concreto de 36.58 metros de altura sobre la cimentación, de aproximadamente 82.30 metros de largo, con suficiente anchura en la corona para alojar una calzada, una banqueta, grúa de pórtico y malacates para las compuertas de los tubos de presión.

El agua llegará a la estructura a través de un canal en curva de unos 335 metros de largo con su fondo de 22.86 metros de ancho a la elevación 65.53 metros. Los últimos 67 metros del canal de entrada

están

están protegidos por una sección de 30.5 metros de enrocamiento al volteo continuada por una sección de 36.5 metros revestida de concreto.

La cara de aguas arriba de la cortina de gravedad es vertical. La porción superior de la estructura, arriba de la elevación 88.70 metros, es de 9.14 metros de espesor, y la cara de aguas abajo, abajo de esa elevación tiene un talud de 0.7:1. Se proveen galerías dentro de la estructura para operación, drenaje e inspección.

La sección de entrada de 22.86 metros de anchura comienza 15.24 metros a la derecha del vertedor y está separada de éste por una pila de forma elíptica para dividir el escurrimiento del agua entre el vertedor y la toma. Un muro de concreto sostiene el terraplén de la cortina en el lado derecho del canal de entrada.

Las aberturas rectangulares para los tres tubos de presión de acero de 3.96 metros de diámetro, están protegidas por una estructura de parrilla de 22.86 metros de ancho por 30.5 metros de altura. Sin embargo, se harán más estudios de la estructura de parrilla para determinar si sería adecuada una estructura de menor altura.

Como compuerta de guardia está instalada una compuerta deslizante de ruedas de 3.28 por 6.27 metros aguas arriba de la entrada de cada uno de los tubos de presión. Estas compuertas están fabricadas de placas de acero y perfiles de acero estructural y son de construcción de remaches y soldadura. Las compuertas están montadas en ruedas que caminan en vías de acero instaladas en la cara de la estructura de toma. Cada compuerta es operada por medio de un malacate hidráulico montado en la parte superior de la estructura. Normalmente las

compuertas

compuertas se mantendrán en una posición justamente arriba de las aberturas de los tubos de presión. Por lo común se operarán en condiciones de presiones de agua equilibradas, pero pueden cerrarse en casos de emergencia en condiciones desequilibradas.

Se provee una grúa de pórtico de 60 toneladas para facilitar la instalación y mantenimiento de las compuertas y malacates. Esta grúa se usará para colocar las agujas cuando se requiera.

Las turbinas en la planta de fuerza de Estados Unidos se alimentarán por tres tubos de presión de acero de 3.96 metros de diámetro. Estos tubos de presión están ahogados en la estructura de toma desde su principio (en un punto 4.57 metros aguas abajo del eje de la estructura) hasta la cara de aguas abajo de la estructura, y estarán forrados de concreto en los últimos 36.58 metros antes de entrar a la casa de fuerza. Las porciones no forradas de los tubos de presión están apoyadas en pilas de concreto y serán drenadas por debajo por una capa de grava, y después de colocada ésta se rellenará el área hasta una elevación conveniente.

En un punto aproximadamente 46 metros aguas arriba de la pared posterior de la casa de fuerza, se separa del tubo de presión más cercano al río un tubo de acero de descarga de 2.74 metros de diámetro. Inmediatamente aguas arriba de la casa de fuerza el tubo de descarga se divide en "Y" en dos tubos de 1.83 metros de diámetro que entran al cuarto de válvulas situado debajo de la crujía de servicio de la casa de fuerza. La capacidad de descarga requerida de 127.4 metros cúbicos por segundo con superficie del agua a la elevación 75.59 metros se provee por la descarga de dos turbinas combinada con el gasto de

las válvulas de descarga.

Las descargas están controladas por medio de dos válvulas tipo "hollow jet" de 1.83 metros de diámetro, operadas por motor, diseñadas para operar en cualquier posición, desde completamente abiertas hasta completamente cerradas. Aparte de las compuertas de deslizamiento de ruedas en la cara de aguas arriba de la estructura de toma, no se proveen compuertas de guardia ni para las válvulas de descarga ni para las turbinas.

Las válvulas de descarga descargan al estanque amortiguador que está en parte debajo de la crujía de servicio de la casa de fuerza. El estanque amortiguador tiene unos 10.67 metros de ancho por 18.29 metros de largo y el canal de salida sube con una pendiente de 4:1 hasta la elevación 53.34 metros. Más allá de este punto, por una distancia de 426.72 metros al río, los gastos de las válvulas de descarga y de las turbinas son conducidos por un canal común de 55.63 metros de anchura.

México.

Las obras de descarga en México están localizadas aproximadamente en la estación 32+95 del eje de la cortina. En el Anexo No. 8 se muestran estas estructuras en planta, perfiles y secciones.

La estructura de toma está localizada aproximadamente a 122 metros aguas arriba del eje de la cortina. Consiste en una torre rectangular de concreto reforzado de unos 47.24 metros de altura, 12.80 metros de ancho y 15.24 metros de largo en la dirección de la corriente. Se llega a ella desde la corona de la cortina por un puente de servicio apoyado en machones que se extienden hasta el
conducto

conducto subterráneo. El terraplén de acceso de la corona de la cortina al puente de servicio es suficientemente ancho para que pueda usarse el terraplén como zona de estacionamiento.

La torre contiene marco, vía y guías para una compuerta deslizante de ruedas de 6.34 metros por 10.72 metros en la entrada del conducto y apoyos para el malacate de compuerta. Se proveen cinco aberturas verticales arregladas en semicírculo y protegidas por parillas contra la entrada de basuras.

Se provee la compuerta deslizante de ruedas de 6.34 metros por 10.72 metros, a fin de que el conducto pueda cerrarse en condiciones de emergencia. Esta compuerta está fabricada de placas de acero con perfiles de acero estructural y es de construcción de remaches y soldadura. Está montada en ruedas que caminan en vías de acero instaladas en la cara de la torre de toma. La compuerta será operada por un malacate hidráulico y comúnmente se mantendrá en posición justamente arriba de la transición de la toma. Normalmente se subirá y bajará con presión equilibrada de agua; pero puede bajarse con gasto completo en caso de emergencia. En la torre de toma se provee una compuerta de deslizamiento cuadrada de 0.76 metros por lado, operada por motor, y con su correspondiente conducto para salvar la compuerta deslizante deruedas al llenar los tubos de presión para equilibrar las presiones.

El conducto principal, que proporciona agua para las turbinas y obras de descarga, está construido de concreto reforzado con paredes de 2.13 metros de espesor. En la estructura de toma, el conducto es de 6.34 metros de ancho y 10.72 de alto, con plantilla a la elevación 62.27 metros. De la entrada el conducto se inclina hacia abajo y

forma

forma una transición a un conducto de sección circular de 6.71 metros de diámetro. Una curva vertical conecta la parte inclinada del conducto con una sección que tiene pendiente aproximada de 0.004.

El conducto funciona como un tubo de presión de concreto desde la entrada hasta un punto a 30.48 metros aguas arriba del eje de la cortina. En este punto, el conducto se amplía de una sección circular de 6.71 metros de diámetro a una galería en herradura de 8.53 metros de diámetro, a través de la cual se conduce el agua en un tubo de presión de placas de acero de 6.71 metros de diámetro. La galería en herradura se extiende a través de la sección impermeable del terraplén de la cortina y termina debajo de la sección de relleno de roca de la cortina en un punto a 79.25 metros aguas abajo del eje. Se provee acceso a la galería cerca de su extremo inferior por medio de una lumbrera de concreto. Como se ha explicado antes, se harán nuevos estudios para determinar si deberá reemplazarse la galería de 8.53 metros y tubo de presión separado por un tubo de presión de acero de 6.71 metros revestido de concreto.

Aguas abajo del extremo de la galería, el tubo de acero de presión de 6.71 metros de diámetro se extiende como 42.67 metros para formar un cabezal para un sistema de tubos múltiples. Del cabezal se desprenden en ángulo de 45° tres tubos de presión de 3.96 metros de diámetro para alimentar las turbinas y se extienden hasta la casa de válvulas de guardia de las turbinas.

La casa de válvulas de guardia de las turbinas es una estructura subterránea de concreto reforzado adyacente al muro de aguas arriba de la casa de fuerza. Es de unos 37.80 metros de ancho, de 8.53 metros de largo en el sentido de la corriente, y de 19.81 metros de profundidad. La parte superior de la casa de válvulas queda al ras del relleno colocado aguas arriba de la casa de fuerza. Se provee

acceso

acceso a la casa de válvulas por medio de vanos de puerta de la casa de fuerza y por escotillas desde la parte superior de la estructura.

Desde el extremo del cabezal el tubo de presión se va reduciendo de su diámetro de 6.71 metros hasta un punto como 21.34 metros aguas abajo, donde se divide en "Y" en dos tubos de descarga de 2.29 metros de diámetro. Las ramas de descarga parten de la extensión del cabezal en ángulo de 45° y se extienden hasta la casa de válvulas de guardia.

La casa de válvulas de guardia de descarga es una estructura de concreto reforzado adyacente también a la casa de fuerza. Es de 13.72 metros de anchura, 8.53 metros de longitud en el sentido de la corriente y de 16.76 metros de profundidad.

Todas las ramas de tubos de presión y el cabezal de tubos múltiples desde el extremo de la galería hasta la parte exterior de los muros de las estructuras de la casa de válvulas de guardia, están embebidos en concreto.

Además de la compuerta deslizante de ruedas provista en la estructura de toma para cerrar el sistema entero de fuerza en caso de emergencia, se provee una válvula de mariposa de 4.27 metros en cada una de las ramas de tubos de presión que alimentan las turbinas como compuerta de paso de emergencia. Estas válvulas están localizadas a corta distancia aguas arriba de las turbinas y están alojadas en la casa de válvulas de guardia de las turbinas. Las válvulas se operarán hidráulicamente y por lo común se operarán bajo presiones equilibradas de agua; pero pueden cerrarse en condiciones

de

de descarga libre cuando sea necesario. Se provee una grúa de 60 toneladas para instalar y mantener estas válvulas. La grúa está instalada arriba de la superficie del terreno y da servicio a las válvulas a través de escotillas provistas en las estructuras de la casa de válvulas.

Las descargas están gobernadas por dos válvulas tipo "hollow jet" de 2.29 metros, operadas por motor y situadas en la casa de fuerza debajo de la crujía de servicio. Estas válvulas descargan en un estanque amortiguador situado parcialmente debajo de la crujía de servicio de la casa de fuerza. El estanque amortiguador es de unos 10.67 metros de ancho y 24.38 metros de largo. El canal de salida del estanque amortiguador está separado del canal de descarga de las turbinas por un muro-guía corto, más allá del cual los dos forman un solc canal. Este canal tiene una longitud total de 91.44 metros y anchura en el fondo de 55.63 metros a la elevación 53.34 metros.

Los emisarios están también provistos de válvulas de cierre de emergencia situadas aguas arriba de las válvulas regularizadoras "Hollow jet". Las válvulas de emergencia son válvulas de mariposa de 2.74 metros, operadas hidráulicamente y alojadas en la casa de válvulas de guardia de descarga.

Se usará la grúa principal de la casa de fuerza para instalar y mantener las válvulas "hollow jet".

Las válvulas de guardia de mariposa para la descarga se instalarán y mantendrán a través de escotillas en la estructura de la casa de válvulas

de válvulas por la misma grúa que dé servicio a las válvulas de guardia de las turbinas.

Las capacidades de descarga requeridas de 100 metros cúbicos por segundo con superficie del agua a la elevación 78.00 metros y 180 metros cúbicos por segundo con superficie del agua a la elevación 81 metros, serán proporcionadas por la descarga de dos turbinas combinada con la de las válvulas "hollow jet".

PLANTAS DE FUERZA

Los sistemas de vías de agua necesarios para la generación de fuerza se han descrito previamente en este informe bajo el encabezado de "Obras de Toma". Se muestran en los Anexos 7 y 8, y el Plan General y las Secciones de las Casas de Fuerza se muestran en los Anexos Nos. 9, 10, 11 y 12. Las dos plantas de fuerza son idénticas en tamaño, espacio, equipo de generación y de servicio, dispositivos para servicio, facilidades de operación y -- acceso y dispositivos para acomodar visitantes.

Cada casa de fuerza es una estructura de concreto reforzado de unos 25.91 metros de ancho, 60.96 metros de largo y 38.10 metros de altura.

Arquitectónicamente, los edificios son de diseños agradables y funcionales, con amplias áreas de ventanas para la buena apariencia y suficiente iluminación.

La parte de estructura de generación de cada casa de fuerza es de unos 42.67 metros de largo, por 25.91 metros de ancho y 38.10 de alto. Aloja las turbinas, generadores, equipo de control mecánico y eléctrico

y eléctrico, equipo de estación de servicio, equipo de calefacción y ventilación y transformadores de estación de servicio. La mayor parte de la subestación está apoyada en el techo de esta estructura.

Además de la sala principal de generadores y la galería de turbinas, la estructura generadora contiene cuartos separados para distribución de cables, cuarto de mando, oficina, cuarto de acondicionamiento de aire, etc. Se proveen facilidades apropiadas para la operación y servicio del equipo de las plantas de fuerza y compuertas de control. Los transformadores principales están situados en una cubierta exterior. Los visitantes pueden ser conducidos desde una zona de estacionamiento cerca de la crujía de servicio a un balcón que domina el piso de generación. Se provee una cubierta de observación que domina el canal de descarga.

La parte de la estructura de cada una de las casas de fuerza que constituye la crujía de servicio, es de unos 18.29 metros de ancho, 24.08 metros de largo y 39.62 metros de alto. Provee espacio para descarga y erección de quipo, y en su techo sostiene la parte de la subestación que no está en el techo de la estructura generadora. Se proveen un taller para reparaciones menores y cuartos separados para diversos usos, tales como cuarto de herramientas, cuarto oscuro, taller de reparaciones eléctricas, cuarto de bombas y compresores, etc. Las válvulas regularizadoras de descarga y el estanque amortiguador están situados debajo del piso inferior de esta parte de la casa de fuerza.

Cada planta de fuerza contiene tres turbinas tipo Francis de

eje vertical, de impulsor sencillo, cada una de las cuales puede desarrollar 14 750 caballos de fuerza con 30.48 metros de carga y 163.6 revoluciones por minuto. La carga neta de las turbinas varía desde un mínimo de 19.81 metros hasta un máximo de 37.49 metros. El mejor rendimiento se obtendrá a la carga normal de 30.48 metros.

Los gobernadores son capaces de operar las compuertas de las turbinas en un recorrido desde completamente cerradas hasta completamente abiertas en cinco segundos, y están equipados con medios para ajustar esta relación de movimiento entre 5 y 15 segundos.

Cada planta contiene tres generadores trifásicos, de 60 ciclos, de rueda hidráulica vertical, del tipo totalmente encerrado, con enfriadores superficiales de aire, y calibrados a 10 500 KW y 6 900 voltios.

Aunque las dos plantas de fuerza estarán interconectadas para transferir energía eléctrica de una a otra, cada una tiene cuartos de mando centralizados y las facilidades de cada una son separadas e independientes. Los tableros de los teléfonos están situados en los pupitres de mando para permitir la comunicación rápida entre el cuarto de mando y todos los puntos claves de la planta. En cada planta hay instalados transformadores para la central de servicio. Los generadores en cada planta están conectados por interruptores automáticos a una barra colectora de bajo voltaje que alimenta un grupo de transformadores unifásicos conectados en triángulo. Los transformadores están situados en la cubierta de aguas abajo del edificio de cada planta y consisten en un grupo de tres transformadores unifásicos, de 60 ciclos, ahogados en aceite, de enfriamiento propio para

cada planta. Se provee espacio en cada cubierta de transformadores para una unidad unifásica de reserva. El equipo de la estación principal de servicio instalado en cada planta consiste en bombas de drenaje, compresores de aire, indicadores de nivel de aguas en el vaso y la descarga, bombas de aceite, purificadores de aceite y depósitos para almacenar aceite. Además, en cada planta hay instalados aparatos apropiados para protección contra incendio.

Los canales de descarga, que se extienden desde el extremo de aguas abajo de los tubos de descarga hasta el cauce del río, son de 55.63 metros de anchura. El canal en el lado de Estados Unidos es de unos 427 metros de largo y de 91 metros el del lado de México. Se proveen muros guía verticales cortos de concreto en ambos lados del canal abajo de cada planta de fuerza.

COSTOS ESTIMADOS

El costo estimado para la Presa Falcón y Plantas de Fuerza es de Dls. 46,065,000.00⁽¹⁾, dividido en las siguientes partidas principales:

Cortina	10 950 000
Vertedor	14 710 000
Obras de Toma y Sistemas de Fuerza	20 405 000
Total:	46 065 000

Esta suma no incluye algunas partidas que deberán sufragarse separadamente por cada país, tales como costo de terrenos, campamentos de construcción, relocalización de carreteras y líneas de servicio, caminos de acceso, y administración, superintendencia e ingeniería. Puesto que el Tratado establece que el costo de las presas in-

(1) (Estimación del Bureau of Reclamation del 5 de mayo de 1949).

ternacionales de almacenamiento se prorratará entre los dos Gobiernos en proporción a la capacidad útil asignada a cada país, y que la asignación de costos de las plantas de fuerza se prorratará por partes iguales entre los dos países, se ha hecho una estimación del costo de la cortina sin plantas de fuerza. Este asciende a Dls. 33,407,000.00⁽¹⁾. El costo estimado resultante para las plantas de fuerza es la diferencia entre esta cifra y el costo total dado arriba o sean Dls. 12,658,000.00.

ESTUDIOS DE FUERZA

Las determinaciones de la capacidad del vaso de Falcón y la distribución de la misma, y de la capacidad de las plantas de fuerza, se basaron en un gran número de estudios de operación del río, tomando en cuenta no sólo la operación del vaso de Falcón, sino también la operación de vasos aguas arriba. Tales estudios indican que el vaso de Falcón y los vasos superiores pueden operarse de una manera coordinada a fin de que puedan suplirse las demandas de agua para riego abajo de Falcón y pueda generarse una cantidad firme de energía sin despilfarro de agua. Las demandas de riego abajo de Falcón, influenciadas directamente por las lluvias, son de un carácter variable. Se presume que cuando las demandas de riego sean grandes, prácticamente toda la energía se generará en las plantas de fuerza de Falcón y cuando las demandas de riego sean pequeñas, la mayor parte de la energía se generará en las plantas superiores.

A fin de que las descargas de agua de las presas superiores para generación de energía, cuando las demandas de riego abajo del

vaso

(1) (Estimación del Bureau of Reclamation del 20 de junio de 1949).

vaso de Falcón sean pequeñas, no resulten en un desperdicio de agua, se podrá usar una capacidad en el vaso de Falcón hasta de 863 450 000 metros cúbicos para captar dicha agua descargada. Si la operación del vaso de Falcón y las plantas de fuerza se coordinan con la operación del vaso y plantas de fuerza superiores, el único almacenamiento requerido abajo de Falcón será el que sea suficiente para captar el agua que se haya descargado y cuyo uso se haga innecesario a causa de lluvias; y la que se requiera para permitir que las plantas de Falcón se usen para cubrir demandas extraordinarias si se desea usar las plantas de Falcón para este objeto.

Los estudios indican que en un período como el de 1900-1945, el vaso de Falcón, operando solo, en las condiciones actuales de desarrollo arriba de Falcón, daría un rendimiento medio anual de unos 2 467 millones de metros cúbicos de agua para riego sin faltantes. Bajo esta condición podrían generarse 23 000 KW de energía el 100% del tiempo si se dispone abajo de Falcón de una capacidad de 247 millones de metros cúbicos además de la capacidad mencionada antes, para armonizar las descargas para energía con las demandas de riego.

Es probable que para cuando el vaso de Falcón entre en operación, las demandas de riego de ambos países abajo de Falcón excedan de su rendimiento medio anual seguro. Por consiguiente, parece conveniente que la construcción de las presas y plantas de fuerza superiores se inicie antes de que el vaso de Falcón entre en operación.

Los estudios de operación del río indican que con suficiente almacenamiento aguas arriba para proveer un rendimiento económico

máximo

máximo para fines de riego, y con desarrollo completo de riego arriba de Falcón, puede obtenerse un rendimiento medio anual de 3 330 millones de metros cúbicos de agua para fines de riego abajo de Falcón con faltantes acumulados que ascienden al 1% de las demandas totales para riego. Si la operación de los vasos y plantas de fuerza superiores se coordina con la operación del vaso y plantas de fuerza de Falcón, pueden generarse 60 000 KW de energía el 29% del tiempo. El monto de energía podría aumentarse con desarrollo adicional de carga de fuerza en la región de Big Bend. Se están haciendo estudios para determinar hasta dónde podría hacerse esto.

Si, bajo la condición de desarrollo pleno de riego arriba de Falcón, el rendimiento de todos los almacenamientos tiene un promedio de 3 330 millones de metros cúbicos por año para las zonas aguas abajo de Falcón, y si las plantas superiores y las de Falcón no se interconectarán para obtener una operación coordinada, se necesitarían como 493 millones de metros cúbicos de almacenamiento de recaptación abajo de Falcón para poder generar 20 000 KW en las plantas de Falcón el 90% del tiempo. Esta capacidad de recaptación es adicional a la requerida para armonizar las descargas para riego con las demandas de riego modificadas a causa de la precipitación, y la requerida para permitir que las plantas de Falcón se usen para cubrir demandas extraordinarias.

ECONOMIA DE LAS PLANTAS DE FUERZA

Se estima que el total de la fuerza generada anualmente en las plantas de Falcón será de unos 200 000 000 KWH de energía primaria

y 50 000 000 KWH de energía secundaria. Los estudios del mercado de fuerza en los dos países han indicado que existe una necesidad combinada de esta energía y que se absorbería inmediatamente. La energía generada tendría un valor estimado de por lo menos .005 y .002 de dólar, respectivamente, por KWH en Falcón, o un valor total de Dls. 1.100,000.00 al año.

El costo total anual de las plantas de fuerza, con exclusión de los costos generales de administración y supervisión, es de Dls. 847,000.00, derivado como sigue:

Costo Anual

Amortización de las plantas de fuerza en un período de 50 años al 3%		
Dls. 12,658,000 x 0.03886	Dls.	492,000
Depreciación y reserva para artículos depreciables, en un período de 30 años al 2%	"	
Dls. 7,800,000 x 0.0246		193,000
Operación y mantenimiento	"	<u>162,000</u>
Total:	Dls.	847,000

Ingresos Anuales por Energía

200,000,000 KWH a .005	Dls.	1,000,000
50,000,000 KWH a .002	"	<u>100,000</u>
Total:	Dls.	1,100,000

De la tabulación anterior se desprende que las instalaciones de fuerza están justificadas económicamente aún operando las plantas de fuerza de Falcón solas.

ASIGNACION

ASIGNACION DE COSTOS Y OBRASCostos.

Las capacidades útiles repartidas hasta ahora por el Acta No. 187 son: A México 1,072 millones de metros cúbicos, o sea el 41.4% y a los Estados Unidos 1,518 millones de metros cúbicos, o sea el 58.6%. Usando estos porcentajes y dividiendo por mitad el costo de las plantas de fuerza entre los dos Gobiernos, el costo de la presa y plantas de fuerza se divide como sigue:

	México	Edos.Unidos	Total
Costo de la Presa	Dls. 13,830,500	19,576,500	33,407,000
Costo de las Plantas de Fuerza	" 6,329,000	6,329,000	12,658,000
Total:	Dls. 20,159,500	25,905,500	46,065,000

Partidas de Trabajo.

Se ha hecho un estudio cuidadoso de la asignación más conveniente de las partidas de trabajo de construcción a las dos Secciones de la Comisión para su ejecución, de acuerdo con el párrafo 3 de la Resolución asentada en el Acta No. 190 adoptada por la Comisión el 13 de agosto de 1948. En concordancia con el acuerdo en principio asentado ahí, las estimaciones de costos se han dividido en relación con las diversas partidas de trabajo, y se hicieron estudios para determinar la asignación más conveniente de las mismas para llevar a cabo la ejecución por cada país de su cuota en el trabajo y al mismo tiempo asegurar el programa de construcción más ordenado y expedito. Como resultado de estos estudios, recomendamos la siguiente asignación sujeta a las modificaciones que la Comisión determine que son necesarias a la luz de los requisitos reales de construcción:

TABLA I. - ASIGNACION DE TRABAJOS

	<u>México</u>	<u>Edos. Unidos</u>
(Véanse estimaciones del Bureau of Reclamation del 5 y 16 de mayo de 1949)		
<u>Estados Unidos:</u>		
(1) Cortina de tierra, desde el extremo en E. U. hasta el vertedor		1,945,000
(2) Planta de Fuerza en E. U.		9,742,000
(3) Estructura del vertedor		9,490,000
(4) Excavación de canales de acceso y de descarga del vertedor		757,800
(5) Proporcionar tubos de presión, turbinas, generadores, compuertas, válvulas, equipo de control, equipo de subestación y accesorios para la planta mexicana, como se muestra en la Tabla II		3,970,700
<u>México:</u>		
(1) Planta de fuerza mexicana y estructura de toma, excepto los materiales proporcionados por Edos. Unidos (véase Tabla II)	6,692,300	
(2) Cortina de tierra, desde la estructura de toma de Edos. Unidos hasta su extremo en México		9,005,000
(3) Excavación de canales de acceso y de descarga del vertedor, excepto lo asignado a Edos. Unidos		4,462,200

	TOTAL: Dls. 20,159,500	25,905,500

COSTO TOTAL DE LA PRESA FALCON Y PLANTAS DE FUERZA: Dls. 46,065,000

TABLA II.- ASIGNACIONES DEL SISTEMA DE FUERZA EN MEXICO

	<u>México</u>	<u>Edos. Unidos</u>
	<u>Mano de Obra-Materiales</u>	<u>Materiales</u>
(Véase Sección IV, Estimaciones del Bureau of Reclamation del 5 de mayo, 1949)		
A. Edificio de la Planta de Fuerza	Dls. 1,311,328	551,628
B. Estructura de Toma, con- ductos y tubos de presión, obras de descarga y canal de descarga		
Partidas 1 á 23	2,426,990	734,659
Partidas 24 á 26	29,940	112,800
Partidas 27 y 28	5,200	36,200
Partidas 29 á 36	157,426	708,840
Partidas 37 á 40	9,649	11,108
Partidas 41 á 44	36,400	173,465
C. Turbinas, Generadores y Gober- nadores		
Partidas 1 á 3	148,500	1,325,250
Partidas 4 y 5	18,850	22,750
Partidas 6 á 11	37,780	264,190
Partidas 12 á 14	108,000	38,860
D. Equipo de control y miscelánea, equipo eléctrico de la planta de fuerza		
Partidas 1 á 24	44,395	272,915
E. Grúas, taller de máquinas y mis- celánea y equipo mecánico de plantas de fuerza		
Partidas 1 á 7	12,675	64,900
F. Estructuras de planta de dis- tribución y transmisión		
Partida 1	20,000	28,000
G. Equipo de planta de distribu- ción y transmisión		
Partidas 1 á 9	56,490	502,090
Subtotal:	4,423,623	1,395,205
Imprevistos:	664,035	209,437
Total: Dls. 5,087,658	1,604,642	3,970,700
Asignación total a México:	Dls. 6,692,300	
Asignación total a Estados Unidos:		3,970,700
Total de la estimación:	Dls. 10,663,000	

PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

Después de una consideración cuidadosa de todos los factores, se ha llegado a la conclusión de que el método más factible para llevar a cabo la construcción es por contrato, con especificaciones para la obra acordadas y lanzadas por la Comisión, tanto en español como en inglés, usando estipulaciones técnicas idénticas preparadas por el Bureau of Reclamation y aprobadas por la Comisión y estipulaciones legales preparadas por cada Sección, según lo requieran las leyes de su país. Habrá dos programas de trabajo sobre los que se solicitarán posturas; una postura en pesos para los trabajos asignados a México y otra postura en dólares para los trabajos asignados a los Estados Unidos.

Inmediatamente después de recibidas las posturas, serán revisadas por la Sección respectiva a la luz de los requisitos legales de su país, y conjuntamente por las dos Secciones a la luz de la construcción correcta y expedita de las obras, después de lo cual deberán otorgarse los dos contratos, uno para cada país y de acuerdo con los requisitos legales respectivos.

Cuando los materiales que formarán parte de la presa completa y plantas de fuerza y obras accesorias, tales como turbinas, generadores, transformadores, compuertas, acero de refuerzo, cemento, etc., tengan que adquirirse por cualquiera de los dos países, las especificaciones correspondientes deberán ser preparadas por la Sección respectiva usando las estipulaciones técnicas recomendadas por el Bureau of Reclamation y aprobadas por la Comisión. Las especificaciones así preparadas deberán ser revisadas y aprobadas por la Comisión, después

después de lo cual deberán ser publicadas, y otorgados los contratos de acuerdo con los requisitos legales del respectivo país.

Durante el desarrollo de la construcción, la Comisión deberá tener en general a su cargo la supervisión, dirección e inspecciones de los trabajos, teniendo cada Sección a su cargo directo la supervisión, dirección e inspecciones de los trabajos asignados a su país.

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

Hemos concedido consideración cuidadosa a alternativas de programas de construcción y hemos llegado a la conclusión de que es enteramente factible el completar la construcción de la Presa Falcón y plantas de fuerza por lo menos para el 8 de noviembre de 1953, como lo requiere el Artículo 5 del Tratado de Aguas. En nuestras deliberaciones sobre este asunto se reconoció que cualquier programa de construcción que pudiera formularse ahora, tendría que ser tentativo, sujeto a aquellas modificaciones que pudieran ser propuestas por el Contratista o los Contratistas para una construcción más económica y expedita y aprobadas por la Comisión y a otras modificaciones que la Comisión considere que son necesarias para hacer frente a eventualidades que pudieran presentarse durante la construcción real.

Como resultado de nuestros estudios, hemos llegado a la conclusión de que el programa siguiente es el más factible y, por consiguiente, recomendamos su adopción como el programa tentativo para la construcción de la Presa Falcón y plantas de fuerza, sujeto a aquellas modificaciones que la Comisión más tarde determine que son necesarias o deseables:

Presumiendo que el trabajo de construcción se iniciará al principio del año calendario de 1950, deberán completarse por lo

menos

mencos los siguientes trabajos para octubre de 1952:

- (a) El terraplén de la cortina hasta la elevación 86.87 metros, excepto la sección en el cauce del río donde se dejará una abertura de 152.4 metros de ancho para el escurrimiento del río.
- (b) La estructura del vertedor, con excepción de que no es necesario colocar concreto en el umbral arriba de la elevación 73.15 metros.
- (c) La estructura de toma mexicana, el conducto y el tubo de presión principal.
- (d) La porción de las obras de descarga y planta de fuerza en Estados Unidos que sea necesaria para permitir el gasto controlado requerido a través de las válvulas de descarga.

Al completarse para octubre de 1952 las partidas de trabajo listadas arriba, el programa de construcción recomendado exige la desviación del río a través de las obras de descarga mexicanas y el principio de la construcción del terraplén en el cauce del río.

Se han tomado medidas en el diseño de las obras de descarga en México para dar paso al escurrimiento bajo del Río Bravo en el período de invierno. En la base de la estructura de toma mexicana se proveen dos aberturas cuadradas de 3.66 metros por lado. Estas aberturas tienen su plantilla a la elevación 53.95 metros, que es también la elevación del canal de acceso a la estructura de toma. Se provee una compuerta de mampara de concreto para cerrar una de las aberturas de desviación y una compuerta deslizante de ruedas para la otra.

El gasto del río pasará a través del conducto y tubo de presión y un canal de desvío o puente canal rodeando la casa de fuerza mexicana. Si la construcción de la planta de fuerza mexicana está suficientemente avanzada, el escurrimiento del río puede pasarse a través de las obras de descarga terminadas o a través de los caracoles de las turbinas y de las válvulas "hollow jet". En este caso, el escurrimiento a través de cada caracol se limitará a un gasto máximo de 49.5 mts. cúbicos por segundo regularizado por las válvulas de guardia de las turbinas.

En el período de octubre de 1952 a abril de 1953, se recomienda la siguiente secuela de operaciones:

- a. Construcción de una ataguía temporal para efectuar la desviación inicial del escurrimiento de estiaje.
- b. Detrás de la protección de la ataguía temporal, deberá limpiarse la cimentación de la cortina, y construirse el pie del talud de aguas arriba del terraplén permanente de la cortina como una primera etapa de la ataguía permanente de altura suficiente para manejar las mayores crecientes de invierno que se espere que ocurran durante este período, con gasto máximo instantáneo de 784 metros cúbicos por segundo y un volumen en 8 días de 195 millones de metros cúbicos. La parte de aguas arriba del terraplén de la cortina en el cauce del río deberá construirse de material impermeable para adaptarla a este uso.
- c. Detrás de la protección de la primera etapa de la ataguía permanente

permanente, deberá excavarse y rellenarse la zanja del dentellón en la sección del río, y construirse el terraplén como una segunda etapa de la atagüa permanente con suficiente altura para hacer pasar por el vertedor la creciente que puede esperarse que se presente una vez en un período de 10 años. Dicha creciente tiene un gasto máximo instantáneo de 4 134 metros cúbicos por segundo y un volumen de 1 221 millones de metros cúbicos en 8 días. Los gastos bajos del río pasarán por las aberturas de desviación en la estructura de toma mexicana.

Para cerrar la abertura de desviación en la estructura de toma mexicana para poder completar esta parte de la obra, y colocar el tapón de desviación, se utilizarán las compuertas de desviación provistas.

Se tiene proyectado que la compuerta de mampara se cerrará primero y la compuerta deslizante de ruedas se cerrará gradualmente para permitir el paso de agua para suplir las demandas de aguas abajo mientras se eleva el nivel del agua en el vaso a una altura que permita la salida por las obras de descarga de Estados Unidos (u otras estructuras) y entonces se cerrarán completamente las compuertas de desviación. Luego se removerá el equipo de malacates y se sellarán las aberturas de desviación a través de la obra de toma con un tapón de concreto.

Después de completada la desviación del río, como se ha descrito arriba, el programa de construcción exige la terminación de cualesquiera trabajos pendientes para noviembre de 1953, como lo requiere el Tratado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

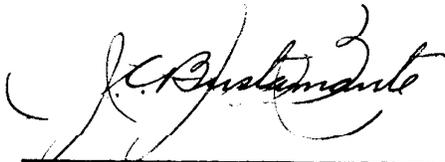
Compendiando la discusión que antecede, se presentan con todo respeto las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. La Presa de Falcón deberá construirse de acuerdo con los planos anexos y discutidos arriba, con aquellas modificaciones que puedan ser necesarias en opinión de la Comisión.
2. La generación de energía hidroeléctrica en la Presa Falcón es enteramente factible desde el punto de vista tanto de ingeniería como económico, y la construcción de las plantas de fuerza de acuerdo con los planos anexos y discutidos antes, con las modificaciones que se hagan necesarias en opinión de la Comisión, deberá recomendarse a los dos Gobiernos de acuerdo con lo estipulado por el Artículo 7 del Tratado de Aguas.
3. La división de las partidas de trabajo recomendadas arriba en la discusión de "Asignación de Costo y Obras" es la más factible desde los puntos de vista de requisitos de ingeniería y de prorrateo de costos de construcción de acuerdo con las estipulaciones pertinentes del Tratado, y recomendamos su adopción sujeta a aquellas modificaciones que puedan ser necesarias en opinión de la Comisión a la luz de necesidades reales de construcción o modificaciones del diseño.
4. De acuerdo con el Tratado, cada Sección adquirirá dentro de su propio territorio las tierras necesarias para la cortina, las casas de fuerza y el vaso. Además, cada Sección debe ejecutar dentro de su propio territorio partidas generales de obras, tales

como

como localización de carreteras y líneas de servicio; el des-
monte que sea necesario en la zona del vaso; y la construcción
de caminos de acceso y campamentos de construcción adecuados pa-
ra alojar el personal que dirija la construcción y después el
personal necesario para la operación y mantenimiento.

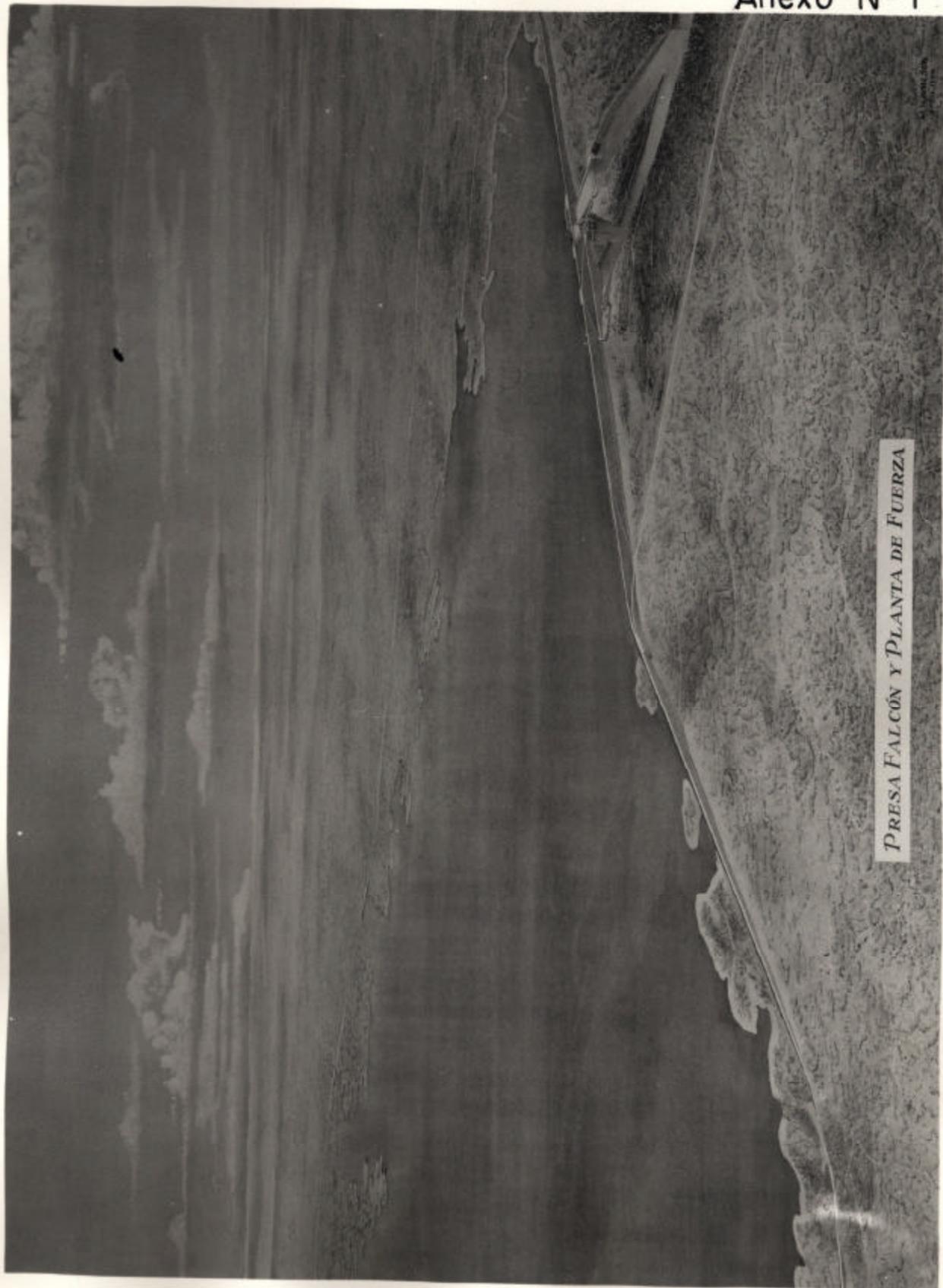
5. Recomendamos la adopción del programa descrito arriba como un programa tentativo para la construcción de la Presa Falcón y plantas de fuerza, sujeto a las modificaciones que la Comisión pueda considerar necesarias o deseables.
6. Recomendamos la adopción de los procedimientos descritos antes para (a) el lanzamiento de especificaciones y adjudicación de contratos que cubran tanto los trabajos de construcción como la compra de materiales, y (b) para la supervisión, dirección e inspecciones de las obras.



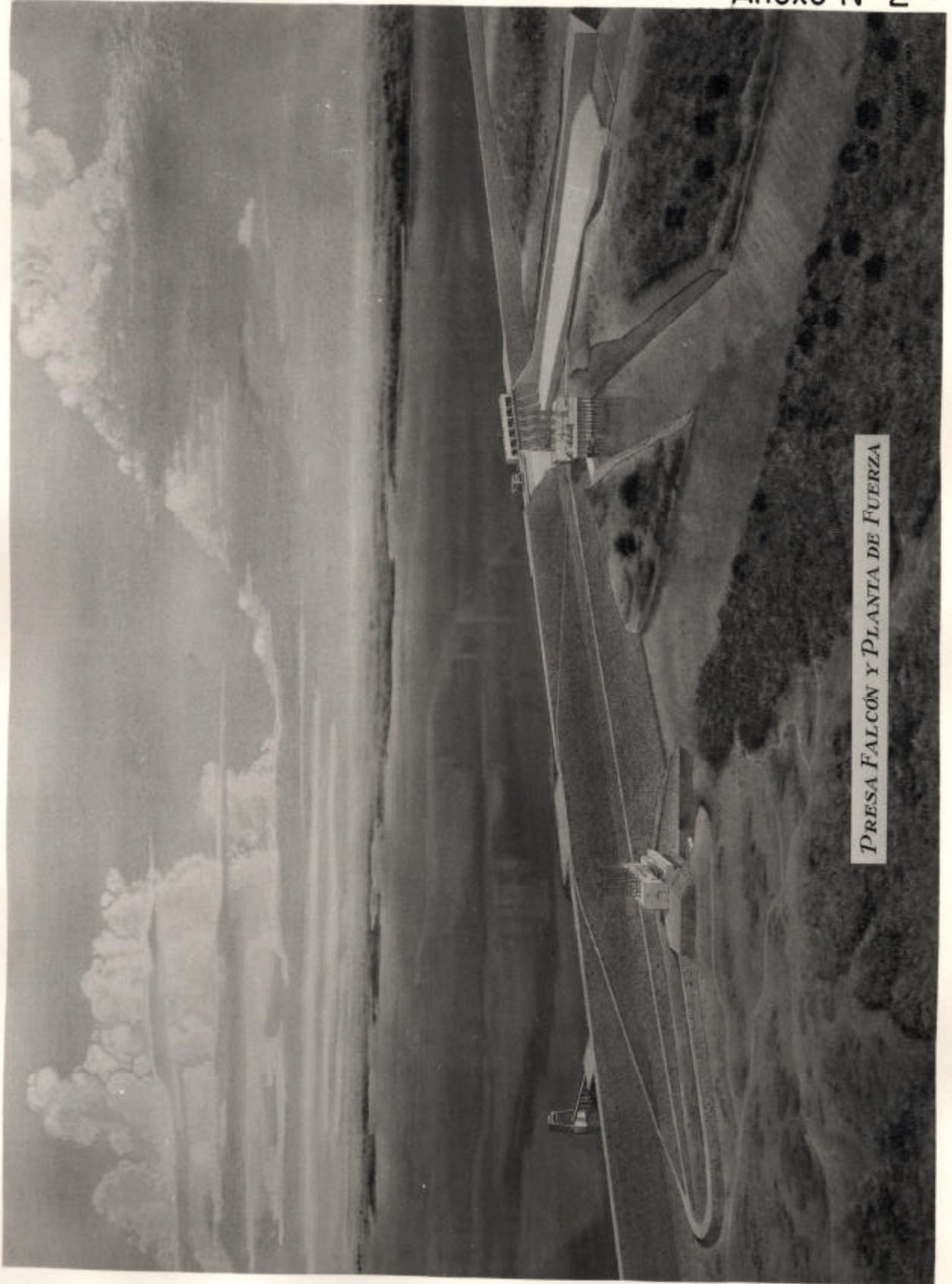
Ingeniero Principal de la Sección
de México.



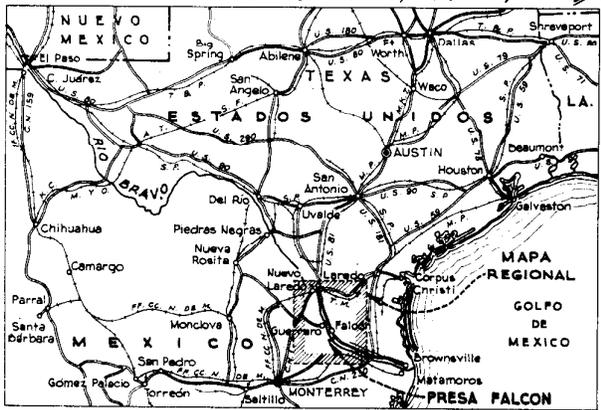
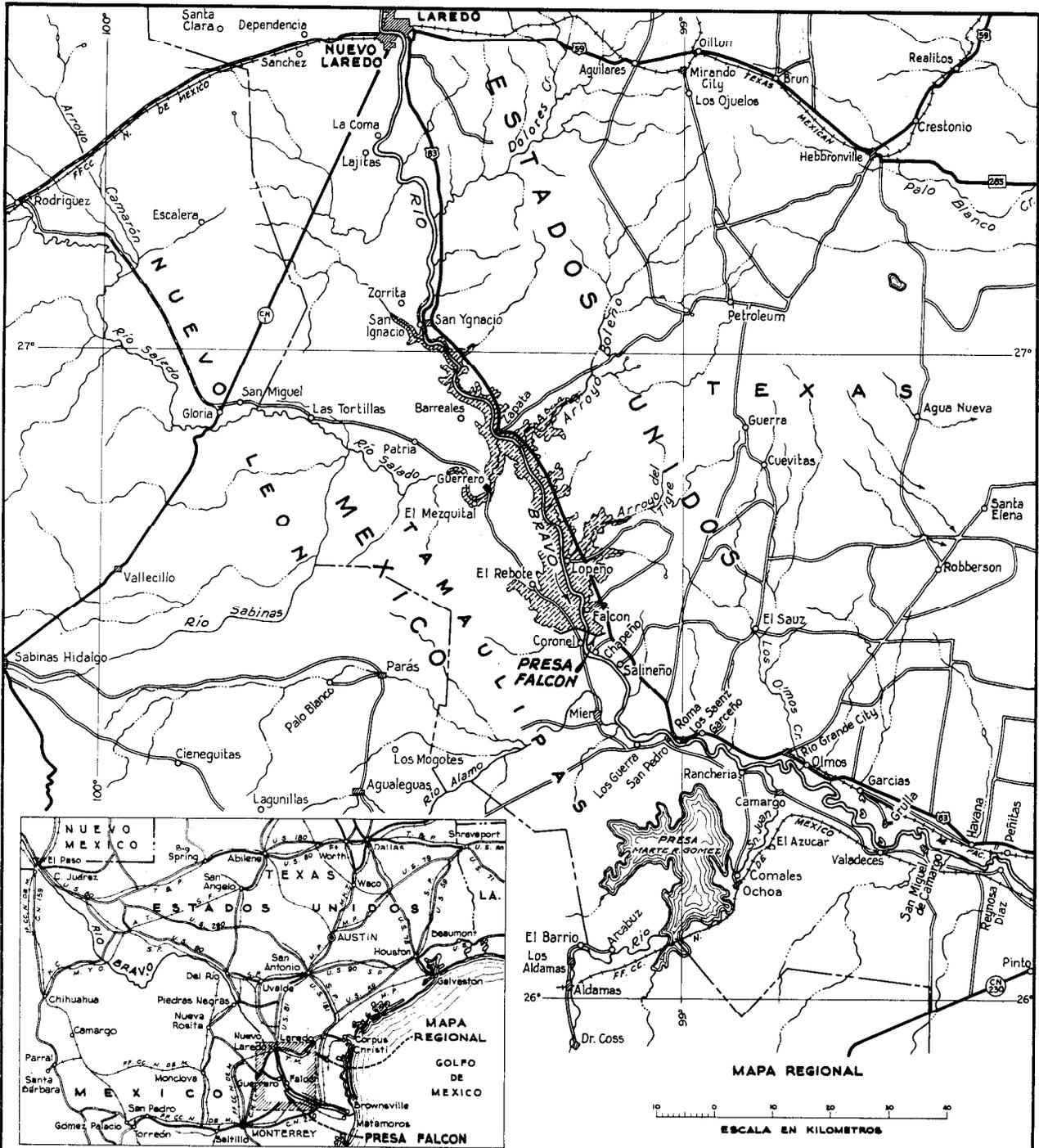
Ingeniero Principal de la Sección
de los Estados Unidos.



PRESA FALCÓN Y PLANTA DE FUERZA



PRESA FALCÓN Y PLANTA DE FUERZA



MAPA INDICE

- SIGNOS**
(MAPA REGIONAL)
- CAMINOS PAVIMENTADOS
 - CAMINOS REVESTIDOS
 - CAMINOS CONFORMADOS



MEXICO
SECRETARIA DE RECURSOS HIDRAULICOS
IRREGACION Y CONTROL DE RIOS

ESTADOS UNIDOS
DEPARTAMENTO DEL INTERIOR
BUREAU OF RECLAMATION

2416-C-28 MEXICO, D.F.

0A-4-1 DENVER, COLORADO, 2-AUGUSTO-1948

COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUAS
MEXICO Y ESTADOS UNIDOS

SISTEMA DE PRESAS INTERNACIONALES
DE ALMACENAMIENTO EN EL RIO BRAVO

PRESA FALCON
PLANO DE LOCALIZACION

POR MEXICO: <i>[Signature]</i> COMISIONADO <i>[Signature]</i> INGENIERO PRINCIPAL	POR ESTADOS UNIDOS: <i>[Signature]</i> COMISIONADO <i>[Signature]</i> INGENIERO PRINCIPAL
---	---

APROBADO: AGOSTO, 1948

31E-1800