

**INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER COMMISSION  
UNITED STATES AND MEXICO**

**Minute No. 292**

**April 28, 1995  
Ciudad Juarez, Chihuahua**

**WORKS OF AN EMERGENCY NATURE THAT SHOULD BE  
UNDERTAKEN PROMPTLY FOR TREATMENT OF SINKHOLES  
THAT HAVE DEVELOPED IN THE RESERVOIR AT AMISTAD DAM**

The Commission met at 10 :00 a.m. on April 28, 1995, in the offices of the Mexican Section in Ciudad Juárez, Chihuahua to review the conclusions and recommendations developed by the Principal Engineers based on those of technical advisers from the United States and México regarding the emergency works that should be undertaken to treat the sinkholes that have developed on the Mexican side of the reservoir at the Amistad Dam and for injection of an impermeable grout curtain.

The Commissioners reviewed Commission Minute No. 235, "Division of Operation and Maintenance Costs at Amistad Dam", signed December 3, 1969, noting that the "Joint Report of the Principal Engineers Concerning the Division of Operations and Maintenance Costs of Amistad Dam", signed December 1, 1969, that forms an integral part of that Minute, stipulates:

"Should it become necessary to perform operation, maintenance, or repair work of an extraordinary or emergency nature which, if not performed promptly might result in risk of serious damage to the project, or in increased cost of its performance, the Commission shall order those works executed which it finds advisable and shall allocate them between the two countries for their performance as soon as possible, understanding that the performance by each Government of the work allotted to it, cannot be undertaken until it has made the necessary financing arrangements therefor."

Further, the Commissioners reviewed and found satisfactory, the "Joint Report of the Principal Engineers Regarding Works of an Emergency Nature that Should be Performed Promptly for Treatment of Sinkholes that Have Developed in the Reservoir at Amistad Dam", signed on February 22, 1995 by Principal Engineers Jose S. Valdez and Gilberto Elizalde Hernandez, of the United States and Mexican Sections, respectively. The Principal Engineers, in that report, described the studies and investigations performed by technical advisers from the two countries, the U.S. Army Corps of Engineers for the United States and the National Water Commission (CNA) and the Federal Electricity Commission (CFE) for Mexico, following detection of sinkholes that have developed on the Mexican side of reservoir some 265 meters from the dam embankment slope and recommended that works of an emergency nature should be undertaken promptly. Work should begin with filling of the sinkholes in a manner described in the report while the storage elevation is low, followed by work preparatory to injection of the grout curtain, installation of piezometric stations and injection in 600 meters of a grout curtain extending 300 meters to each side of Amistad Reservoir Station 7+150. The Commissioners considered that the work at Amistad Dam should be in accordance with the following framework:

INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER COMMISSION

UNITED STATES AND MEXICO

...2

1. Fill the sinkholes in the reservoir with the use of inverted filters, depositing material to its deepest part. The CFE will perform this work immediately directly through force account.
  
2. Work Preparatory to Injection
  - o Instrumentation at three sections to measure groundwater levels, each integrated by three observation wells one at the upstream slope of the embankment of the dam and two between the downstream toe of the dam and the Carmina Arroyo, plus an piezometric station at the downstream toe, with bubble gages at three different depths for independent wells. In four of the six borings, samples will be taken for geology investigations purposes.
  
  - o Basic preliminary laboratory studies by CFE of characteristics of the grout bed and mortar tentatively selected for the injection of the impermeable curtain in the foundation.
  
3. Injection of an impermeable grout curtain at the rock base of the embankment between stations 6+850 and 7+450. The effectiveness of this curtain will be measured through observation wells and piezometers and will allow a definition of the need for additional grout curtains. At the same time, the need will be later evaluated for extending the grout injection zone to one side and the other of the segment indicated above. Mexico will carry out this work based on a contract to be executed by CNA with a specialized company principally covering the following:
  - o Perform six borings from the crown of the curtain through the impermeable core and the foundation to investigate the conditions of the original grout work.
  
  - o Drill from crown to curtain through the impermeable core and foundation rock and inject grout to a depth of about 28 meters.
  
4. A preliminary cost of this work, in U.S. dollars is as follows:
 

o Filling of Sinkholes	\$ 50,000.00
o Work Preparatory to Grout Curtain	
Injection	\$ 52,000.00
o Basic Preliminary Studies	\$ 35,000.00
o Injection of Grout Curtain Along	
600 meters	<u>\$2,600,000.00</u>
TOTAL	\$2,737,000.00

Since the exact geometry of the sinkholes is not known, it is not possible to know the exact quantities of work to perform, especially those amounts for filling the sinkholes. Thus, the CFE

John W. Smith  
Secretary

DUPLICATE ORIGINAL

**INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER COMMISSION**  
**UNITED STATES AND MEXICO**

...3

will develop a detailed list of quantities of work performed to estimate the cost. The total cost of the grout curtain injection will be known once bids are solicited and the contract is adjudicated. Actual costs will be known when the work is completed.

Regarding the total costs of the referenced works, estimated at \$2,737,000.00, the Commissioners considered it appropriate that the distribution between the two countries be at 53.4 percent for the United States and 46.6 percent for Mexico. To arrive at these percentages, the Commissioners relied on the authority provided to the Commission in Minute No. 235 regarding the distribution of costs for operation and maintenance of Amistad Dam. Should the grout injection be necessary beyond that indicated, the cost of additional work would be subject of a further arrangement made through the Commission.

The Commissioners observed that each Section should make arrangements in its respective country to obtain the funds necessary to cover the costs of the emergency work. Further, they made note that since the work is in Mexico, that country would make arrangements for contracting and construction and the United States would reimburse the actual costs corresponding to the United States based on an exchange rate in effect on the date that charges are presented by the country performing the work.

At the same time, the Commissioners noted that in view of the urgency in carrying out the work, should one country obtain funding before the other, such funds may be utilized to cover the cost of filling the sinkholes and installing piezometers, with the understanding that funds provided by the United States will be administered by the Mexican Section, and that amount be credited to the United States in a final accounting of costs covered by each country.

Based on the above considerations, the Commission adopted the following resolutions, subject to the approval of the two Governments:

1. The "Joint Report of the Principal Engineers Regarding Works of an Emergency Nature that Should be Performed Promptly for Treatment of Sinkholes that Have Developed in the Reservoir at Amistad Dam", signed on February 22, 1995 by Principal Engineers Jose S. Valdez and Gilberto Elizalde Hernandez, of the U.S. and Mexican Sections, respectively, is approved and forms a part of this Minute.
2. In accordance with provisions of Commission Minute No. 235, these works are declared to be of an emergency nature, which if not undertaken promptly might result in risk of serious damage to the dam.
3. The Commissioners consider that the filling of the sinkholes, the work preparatory to the impermeable grout curtain injection and the geophysical studies have an estimated cost of \$137,000 U.S. dollars, and the impermeable curtain injection a cost of approximately \$2.6 million U.S. dollars for a total of approximately \$2.737 million U.S. dollars. The Commissioners consider that an appropriate distribution between the two countries be in the following proportion: 53.4 percent for the

John W. Street  
President

DUPLICATE ORIGINAL

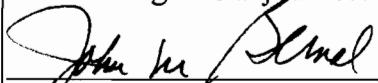
**INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER COMMISSION**  
**UNITED STATES AND MEXICO**

...4

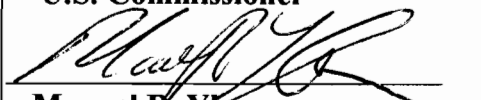
United States and 46.6 percent for Mexico. For this determination, the Commissioners utilized the powers conferred to the Commission in Minute No. 235 relative to the distribution of operation and maintenance costs of Amistad Dam, with the understanding if it becomes necessary to inject the grout curtain beyond 600 meters, the additional cost would be subject to new arrangements through the Commission.

4. The sinkhole filling and the work preparatory to the impermeable grout curtain injection and geophysical studies will be carried out by the National Electricity Commission of Mexico. The impermeable grout curtain injection will be carried out by the National Water Commission through a specialized company.
5. Each Section will make arrangements in its respective country to obtain the funds necessary to cover the costs of the emergency nature work, with the understanding that Mexico would make the contractual arrangements to perform the construction and the United States would reimburse the costs corresponding to the United States.
6. Should one country obtain funding before the other, funds obtained by that country may be utilized to cover the cost of filling the sinkholes and installing piezometers, and work prior to the impermeable grout curtain injection with the understanding that any funds provided by the United States will be administered by the Mexican Section, and that amount be credited to the United States' share of the total work in a final accounting of costs covered by each country.
7. For the purpose of administration of United States' funds and accounting for the distribution of costs, an exchange rate would be utilized corresponding to that in effect on the date that the charges are presented in an amount corresponding to the United States for the work in accordance to the distribution agreed.

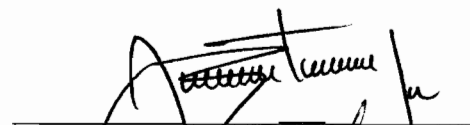
The meeting was adjourned.



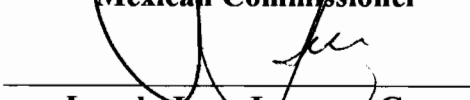
**John M. Bernal**  
U.S. Commissioner



**Manuel R. Ybarra**  
U.S. Section Secretary



**J. Arturo Herrera Solis**  
Mexican Commissioner



**Jose de Jesus Luevano Grano**  
Mexican Section Secretary

**INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER COMMISSION  
UNITED STATES AND MEXICO**

DUPLICATE ORIGINAL

**JOINT REPORT OF THE PRINCIPAL ENGINEERS REGARDING  
WORKS OF AN EMERGENCY NATURE THAT SHOULD BE PERFORMED  
PROMPTLY FOR TREATMENT OF SINKHOLES THAT HAVE  
DEVELOPED IN THE RESERVOIR AT AMISTAD DAM**

**February 22, 1995  
El Paso, Texas**

**To The Honorable Commissioners,  
International Boundary and Water Commission  
United States and Mexico  
El Paso, Texas and Ciudad Juarez, Chihuahua**

**Sirs:**

According to your instructions, we respectfully submit for your consideration this joint report regarding the works of an emergency nature which should be performed promptly for the treatment of sinkholes formed on the Mexican side of the reservoir at Amistad Dam.

The Joint Report of the Principal Engineers "Concerning the Division of Operation and Maintenance Costs of Amistad Dam" of December 1, 1969, which forms an integral part of Minute No. 235 of this Commission, entitled "Division of Operation and Maintenance Costs at Amistad Dam", signed December 3, 1969, provides:

"Should it become necessary to perform operation, maintenance, or repair work of an extraordinary or emergency nature which, if not performed promptly might result in risk of serious damage to the project, or in increased cost of its performance, the Commission shall order those works executed which it finds advisable and shall allocate them between the two countries for their performance as soon as possible, understanding that the performance by each Government of the work allotted to it, cannot be undertaken until it has made the necessary financing arrangements therefor."

**INTRODUCTION**

Since September 1994, the low storage level in the reservoir at Amistad Dam has permitted the observation of formation of sinkholes on the Mexican side of this reservoir, located 265 meters from the toe of the dam's embankment slope. Afterwards, up to 10 sinkholes were discovered, reason for which this Commission proceeded to undertake observations and studies of this phenomenon in order to evaluate the situation and propose the necessary

Joe P. Valby

~~Joe P. Valby~~



INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER COMMISSION  
UNITED STATES AND MEXICO

...2

works to assure the safety of this hydraulic structure. For Mexico's part, the following studies and activities were carried out:

-Immediately after discovery of the first sinkholes, daily inspections were initiated in the sinkhole area, as well as at all the springs and weirs installed downstream of the dam curtain to collect part of the seepage water from the sinkholes.

-On October 27, November 9 & 15, 1994, independent inspections were carried out by the Technical Advisers of this International Commission.

-Between November 9-25, 1994, the first part of a geophysical investigation was conducted in an area of approximately 100,000 square meters between the curtain of the Amistad International Dam and the sinkhole to determine the geologic, geohydrologic and geotechnical characteristics of the subsoil, and by this means try to define the pattern of water circulation through the sinkholes. Afterwards, the geophysical studies were continued to the end of January 1995.

-On December 5, 1994, exploratory soundings were taken with specialized equipment and core sampling at sites close to the sinkholes to determine the thickness of the loam that covers the Georgetown limestone formation and to correlate the data with any detected geophysical anomalies.

-The information concerning the treatment given to the faults discovered in the foundation during construction of the embankment was analyzed, to include the grout injection treatment.

-During the observation period, and on various occasions, tracer dye was applied to the sinkholes to determine the connections between the downstream springs and the sinkholes.

-On December 5, 1994, the clean-up and vegetation removal was initiated at the springs where the dye applied to the sinkholes was observed.

-On December 20, 1994, the United States through its Army Corps of Engineers conducted a sounding of the sinkhole using a video camera to determine the dimensions of the same.

-Also, during January 11, 12, & 13, 1995, two meetings and an inspection tour of the sinkhole area as well as the area of springs downstream of the dam curtain were conducted at Amistad Dam, in which the Advisers of both countries analyzed all the information available in this matter and jointly arrived at the following conclusions:

Jose A. Valdez

INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER COMMISSION  
UNITED STATES AND MEXICO

...3

### CONCLUSIONS OF THE IBWC ADVISERS

On January 13, 1995 at a technical meeting of the International Boundary and Water Commission with the Advisers of both countries at Amistad Dam, the information compiled in the above referred to studies and activities was analyzed, and the conclusion was reached that the dam in its present state does not reflect conditions of risk in the short term as far as its safety is concerned. Nevertheless, the sinkholes must be closed immediately, and works to reinforce the impervious grout curtain must be undertaken as soon as possible in view of the fact that the data reviewed concerning the injection of the grout curtain effected during construction reveals that there exists the possibility of zones of flow below the foundation of the dam. The memorandum of the joint meeting of the Technical Advisers Group of January 11-13, 1995, at Amistad Dam is enclosed.

Taking the above into consideration, the Advisers recommended the following repair work of an emergency nature, which if not performed promptly may result in risk of serious damage to the project:

1. Construct a grout curtain starting with a first reach centered at Station 7+150 and extending for 300 meters to each side. This curtain should extend to elevation 300 meters MSL coinciding with the location of the existing curtain. The construction of this first reach will permit the mitigation of the seepage from the sinkhole.

The construction of these grout curtains in other reaches will be defined after analysis of the information concerning the original grouting in a similar manner to that effected for the reach from Station 6+500 to Station 7+500 and taking into account the results of the grout reinforcement of the first reach.

2. In order to begin the treatment for the initially discovered two sinkholes, a cofferdam must be constructed around them to elevation 332 meters MSL and which will also contain the fissure from which air was expelled during the isolation test for the sinkholes. This treatment will consist of the placement of a metal tube 12 inches in diameter in the first sinkhole down to its deepest part to prevent its closure from cave-ins, and allow sealing with mortar. Next, the sideslopes of the sinkholes will be made more shallow to stabilize them and to uncover the entrance orifices and facilitate the placement of an inverted filter. The extent of these excavations will be defined in accordance with periodic observations by the IBWC Advisers.

3. The two sinkholes closest to the dam curtain within the reservoir should be filled with gravel up to a level 20 cm above the water level. Next, a layer of compacted clay at least 2 meters thick should be placed on top.

Jose L. Valdez



**INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER COMMISSION  
UNITED STATES AND MEXICO**

...4

4. In order to carry out the above works, it will be necessary to maintain the reservoir level at an elevation no greater than 331 meters MSL during these activities.
5. Install at least 3 piezometric stations with 3 independent elevation points each, at the downstream toe of the dam, at Stations 6+950, 7+150, and 7+350. The tips should be 2 meters long, and the deepest one installed at approximately elevation 300 meters MSL, and the other two will be defined according to the results of the bore hole samples of the deepest piezometer, trying to place these tips at the most pervious elevations.
6. Activities 2, 3, and 5 should be accomplished before the initiation of construction of the reinforcement grout curtain.
7. In order to improve the knowledge of the stratigraphy and structural geology of the area of influence of the seepages on the right side of the embankment of the dam and in order to anticipate future problems, it is recommended to make a surface geologic study of the area.
8. The general specifications to carry out these activities and their estimated costs will be prepared jointly by engineers of the Comision Nacional del Agua (National Water Commission) and the Comision Federal de Electricidad (Federal Electricity Commission of Mexico). Later, they will be submitted for consideration to the IBWC for its review and approval.
9. Once the above recommended actions have been approved, the activities related to Points 2 and 3 should be initiated immediately, even if the other specifications are not yet available.
10. During the progress of the above activities, it is recommended to schedule joint evaluation visits of the Advisers of the IBWC, for their review and in order to propose, as necessary, the modifications which they consider pertinent.
11. As a complement to the above activities, it is proposed:
  - a) To continue with the systematic gaging of the spring weirs as well as the qualitative observation of those that have no weirs.
  - b) To determine the elevations of the outlet rims of all springs and of the bore holes that are being drilled.
  - c) To continue with the periodic inspections along the dam.
  - d) To measure the water levels in the sinkholes with the necessary frequency.

Joe A. Valdez  
~~Joe A. Valdez~~

INTERNATIONAL BOUNDARY AND WATER COMMISSION  
UNITED STATES AND MEXICO

...5

**RECOMMENDATIONS**

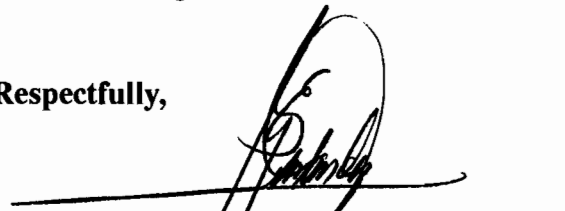
Based on the above conclusions and with which we are in total agreement, we respectfully recommend:

1. That the International Boundary and Water Commission, United States and Mexico, approve the above recommended actions proposed by its Advisers, which are of an emergency nature, which if not performed promptly may result in serious damage to the project.
2. That the Commission order the above emergency nature works executed as soon as possible, consistent with the following schedule:
  - a) That the filling of the sinkholes be carried out before the reservoir is filled since its filling would delay the repair works and cause the cavity beneath the dam to enlarge and cause the possible failure of the structure;
  - b) That the treatment of the sinkholes should be undertaken immediately before a period of 30 to 60 days; and
  - c) That the remaining activities, including the grout curtain that can be undertaken independently of the lake elevation, should be undertaken in a period of six months to a maximum of one year from January 1995.
3. That the Commissioners, establish by a Commission Minute, consistent with Minute No. 235, the distribution between the two Governments of costs of the referenced work to allow each Section of the Commission, to take the necessary actions in its respective country to obtain the funds necessary for their execution in the shortest possible time.



**Jose S. Valdez**  
Principal Engineer  
United States Section

Respectfully,



**Gilberto Elizalde Hernandez**  
Principal Engineer  
Mexican Section

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

Ciudad Juárez, Chih., 28 de abril de 1995.

ACTA 292

**TRABAJOS DE EMERGENCIA QUE DEBERAN REALIZARSE A LA  
BREVEDAD POSIBLE PARA EL TRATAMIENTO DE LOS SUMIDEROS  
FORMADOS EN EL VASO DE LA PRESA DE LA AMISTAD.**

La Comisión se reunió a las 10:00 horas del 28 de abril de 1995 en las oficinas de la Sección mexicana en Ciudad Juárez, Chihuahua, para revisar las conclusiones y recomendaciones de los Ingenieros Principales formuladas con base en aquellas presentadas por los Asesores Técnicos de ambos países, con relación a los trabajos de emergencia que deberán realizarse para el tratamiento de los sumideros formados en el lado mexicano del Vaso de la Presa de La Amistad y el inyectado de la pantalla impermeable de la misma.

Los Comisionados revisaron el Acta 235 de la Comisión, intitulada "División de los costos de operación y mantenimiento de la presa La Amistad", firmada el 3 de diciembre de 1969, tomando nota que el "Informe Cojunto de los Ingenieros Principales acerca de la división de los costos de operación y mantenimiento de la presa de La Amistad", firmado el 1 de diciembre de 1969, el cual forma parte integral del Acta, estipula que:

"Si fuera necesario hacer trabajos de operación, de mantenimiento o de reparación de carácter extraordinario o de emergencia, que de no hacerse con prontitud se corriera el riesgo de daños serios a la obra o de aumentos en el costo de la ejecución, la Comisión ordenará los que juzgue convenientes y los distribuirá entre los dos países para su ejecución a la brevedad posible, entendido que la ejecución por cada Gobierno del trabajo que se le haya asignado, no se llevará a cabo sino hasta que haya hecho los arreglos económicos correspondientes."

Además, los Comisionados revisaron y encontraron satisfactorio el "Informe Conjunto de los Ingenieros Principales, acerca de los trabajos de emergencia que deberán realizarse a la brevedad posible para el tratamiento de los sumideros formados en el vaso de la Presa de La Amistad", firmado el 22 de febrero de 1995 por los Ingenieros Gilberto Elizalde Hernández y José S. Valdez de la Sección mexicana y estadounidense, respectivamente. En el informe referido los Ingenieros Principales describieron los estudios e investigaciones realizados por los Asesores Técnicos de los





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

- 2 -

dos países, - que por parte de México incluyen técnicos de la Comisión Nacional del Agua y de la Comisión Federal de Electricidad, y por parte de Estados Unidos del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de ese país -, desde el descubrimiento de los sumideros formados en el lado mexicano del vaso, aproximadamente a 265 m del pie del talud de la cortina de materiales graduados, recomendando que los trabajos de emergencia deben realizarse a la brevedad posible. Dichos trabajos deberán iniciarse con la obturación de los sumideros como se describe en el informe, aprovechando el bajo nivel del almacenamiento, a continuación se realizarán los trabajos previos al inyectado de la pantalla impermeable, consistentes en la instalación de estaciones piezométricas y finalmente el inyectado de 600 m de la pantalla impermeable que se extenderá 300 m a cada lado del cadenamamiento 7+150. En ese sentido los Comisionados convinieron en que los trabajos emergentes por realizarse en la Presa de La Amistad deberán apegarse al siguiente esquema:

1. **Obturación de los sumideros en el vaso**, mediante filtros invertidos, depositando los materiales a fondo perdido. La Comisión Federal de Electricidad (CFE) de México, iniciará este trabajo de inmediato por administración directa.
2. **Trabajos previos al inyectado.**
  - Instrumentación de 3 secciones para medición de niveles freáticos, integrada cada una de ellas por tres pozos de observación, uno al pie del talud de aguas arriba de la cortina y dos entre el pie del talud aguas abajo de la cortina y el Arroyo Carmina, más una estación piezométrica al pie del talud de aguas abajo, con bulbos de medición a tres diferentes profundidades en perforaciones independientes. En cuatro de las seis perforaciones se recuperarán muestras con fines de investigación geológica.
  - Estudios básicos preliminares en el laboratorio de la CFE de las características de las mezclas de lechada y mortero para inyección, que tentativamente se hayan seleccionado para la inyección de la pantalla impermeable en la cimentación.
3. **Inyectado de la pantalla impermeable original en la roca de cimentación de la cortina, entre las estaciones 6+850 y 7+450.** La efectividad de esta pantalla se podrá valorar mediante las observaciones en pozos y piezómetros y permitirá definir la necesidad de formar o no una pantalla complementaria, asimismo, se evaluará con posterioridad la necesidad de extender la zona de inyectado de la pantalla a uno y otro lado del tramo arriba indicado. México realizará estos trabajos a través de un contrato que celebrará la Comisión Nacional del Agua con una compañía especializada, la cual contemplará principalmente lo siguiente:

Handwritten signature and text, possibly including the name "John W. Ford" and a date or reference number.

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

- 3 -

- Realizar seis perforaciones desde la corona de la cortina, a través del núcleo impermeable y la cimentación, para investigar las condiciones del tratamiento original de impermeabilización.
- Perforación, a partir de la corona de la cortina y a través del núcleo impermeable de la misma y de la roca de cimentación, e inyectado de ésta hasta una profundidad aproximada de 28 m.

**4. La estimación preliminar del costo de estos trabajos arroja los siguientes resultados:**

● Obturación de sumideros	Dls. \$ 50,000.00
● Trabajos previos al inyectado	52,000.00
● Estudios básicos preliminares	35,000.00
● Inyectado de 600 m. de pantalla impermeable	2,600,000.00

---

**TOTAL**                      **\$ 2,737,000.00**

En virtud de no conocerse exactamente la geometría de los sumideros, no es posible conocer con precisión las cantidades de obra a ejecutar, particularmente los conceptos correspondientes a su obturación, por lo que la CFE llevará un registro detallado de las cantidades de obra ejecutada para estimar su importe. El importe global de inyectado de la pantalla se conocerá una vez que se haya llevado a cabo el proceso de licitación y adjudicación del contrato, y el importe preciso hasta la terminación de los trabajos.

En cuanto al costo total de los trabajos referidos, estimado en Dls. \$2,737,000.00, los Comisionados consideraron apropiado que la distribución entre los dos países se efectúe sobre la base de la siguiente proporción: 46.6% a cargo de México y 53.4% a cargo de Estados Unidos. Para la determinación de estos porcentajes los Comisionados han atendido a las atribuciones que le confiere a la Comisión el Acta 235, relativa a la distribución de los costos de operación y mantenimiento de la Presa de La Amistad. En caso de requerirse un inyectado de la pantalla impermeable en una longitud mayor a la indicada, el costo de los trabajos adicionales estará sujeto a un nuevo arreglo en el seno de la Comisión.

Journal  
of the  
Royal  
Society

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

- 4 -

Los Comisionados observaron que cada Sección debería hacer arreglos en su respectivo país, para obtener los fondos necesarios a fin de cubrir el costo de las obras de emergencia y puesto que las mismas se ubican en México, este país realizará los arreglos necesarios para la contratación y construcción de las mismas y Estados Unidos reembolsará el costo que le corresponda, con base al tipo de cambio que rija el día que le sea presentado a cobro la parte de los trabajos que le han sido asignados.

Al mismo tiempo, los Comisionados hicieron notar que por la urgencia con que deben llevarse a cabo los trabajos, si un país obtiene los fondos que le corresponden antes que el otro, dichos fondos se utilizarán para cubrir el costo de la obturación de los sumideros y la instalación de los piezómetros, con el entendido de que los fondos aportados por Estados Unidos, serán administrados por la Sección mexicana y se acreditarán a la parte que le corresponda pagar a este país en la contabilidad final de los costos cubiertos por cada país.

Basados en las consideraciones anteriores, la Comisión adoptó las resoluciones siguientes, las cuales están sujetas a la aprobación de los dos Gobiernos:

1. Se aprueba el "Informe Conjunto de los Ingenieros Principales acerca de los trabajos de emergencia que deberán realizarse a la brevedad posible para el tratamiento de los sumideros formados en el vaso de la Presa de La Amistad", firmado el 22 de febrero de 1995, por los Ingenieros Principales Gilberto Elizalde Hernández y Jose S. Valdez, de las Secciones mexicana y estadounidense, respectivamente, el cual forma parte integrante de esta Acta.
2. Que conforme lo establecido en el Acta 235 de la Comisión, se declaren estas obras con carácter emergente, ya que de no realizarse con prontitud se corre el riesgo de que la estructura de la presa sufra serios daños.
3. Los Comisionados consideraron que la obturación de los sumideros, los trabajos previos al inyectado de la pantalla impermeable y los estudios geofisicos, tendrán un costo aproximado de \$137,000.00 dólares estadounidenses y el inyectado de la pantalla impermeable tendrá un costo aproximado de \$2.6 millones de dólares, que hacen un total de aproximadamente \$2.737 millones de dólares. Igualmente, consideraron apropiado que la distribución entre los dos países se efectúe sobre la base de la siguiente proporción: 46.6% a cargo de México y 53.4% a cargo de Estados Unidos. Para la determinación de estos porcentajes los Comisionados han atendido a las atribuciones que le confiere a la Comisión el Acta 235, relativa a la distribución de los costos de operación y mantenimiento de la Presa de La Amistad, con el entendimiento de que si es necesario inyectar la pantalla impermeable en una longitud mayor a los 600 m, el costo adicional estará sujeto a los arreglos que se lleven a cabo a través de esta Comisión.

John W. Jones  
President

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

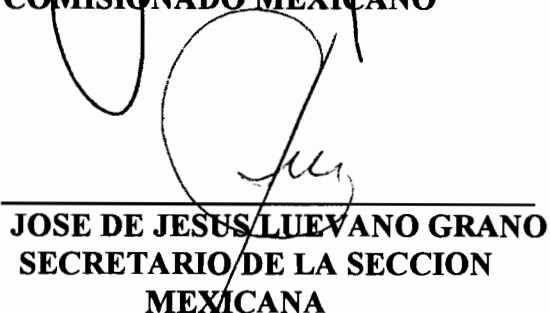
- 5 -

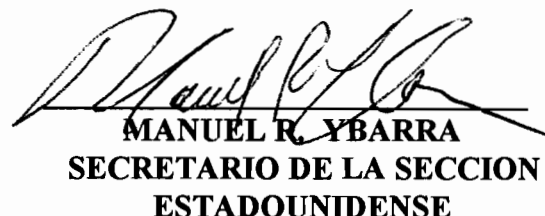
4. Los trabajos de obturación de los sumideros, los previos al inyectado de la pantalla impermeable y los estudios geofisicos, serán llevados a cabo por la Comisión Federal de Electricidad. Por su parte la Comisión Nacional del Agua, a través de una compañía especializada, llevará a cabo los trabajos de inyectado de la pantalla impermeable.
5. Cada Sección hará los arreglos en su respectivo país para la obtención de los fondos necesarios para cubrir el costo que le corresponde de los trabajos emergentes, con el entendido que México llevará a cabo la contratación de las obras para la ejecución de los trabajos y Estados Unidos reembolsará a México el costo que le corresponde de dichos trabajos.
6. Si un país obtiene los fondos que le corresponden antes que el otro, dichos fondos se utilizarán para cubrir el costo de obturación de los sumideros, instalación de piezómetros y trabajos previos al inyectado de la pantalla impermeable, con el entendido de que los fondos transferidos de Estados Unidos a México serán administrados por la Sección mexicana y se acreditarán a la parte que le corresponda pagar a este país en la contabilidad final de los costos cubiertos por cada país.
7. Para el propósito de administración de fondos de Estados Unidos y la contabilidad para la distribución de costos, deberá utilizarse el tipo de cambio que rija en la fecha que sea presentado para su cobro el importe que corresponderá aportar a ese país en estos trabajos, conforme a la distribución acordada.

Se levantó la sesión.

  
J. ARTURO HERRERA SOLIS  
COMISIONADO MEXICANO

  
JOHN M. BERNAL  
COMISIONADO ESTADOUNIDENSE

  
JOSE DE JESUS LUEVANO GRANO  
SECRETARIO DE LA SECCION  
MEXICANA

  
MANUEL R. YBARRA  
SECRETARIO DE LA SECCION  
ESTADOUNIDENSE



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

**DUPLICATE ORIGINAL**

**INFORME CONJUNTO DE LOS INGENIEROS PRINCIPALES ACERCA DE  
LOS TRABAJOS DE EMERGENCIA QUE DEBERAN REALIZARSE A LA  
BREVEDAD POSIBLE PARA EL TRATAMIENTO DE LOS SUMIDEROS  
FORMADOS EN EL VASO DE LA PRESA DE LA AMISTAD**

El Paso, Texas, 22 de febrero de 1995.

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

Señores:

De acuerdo con sus instrucciones, respetuosamente sometemos a su consideración este informe conjunto, respecto a los trabajos de emergencia que deberán realizarse lo antes posible para el tratamiento de los sumideros formados en el lado mexicano del Vaso de la Presa de La Amistad.

El informe Conjunto de los Ingenieros Principales "Acerca de la División de los Costos de Operación y Mantenimiento de la Presa de La Amistad", del 1 de diciembre de 1969, el cual forma parte integral del Acta No. 235 de esta Comisión intitulada "División de los costos de operación y mantenimiento de la Presa de La Amistad", firmada el 3 de diciembre de 1969, estipula que:

"Si fuera necesario hacer trabajos de operación, de mantenimiento o de reparación de carácter extraordinario o de emergencia, que de no hacerse con prontitud se corriera el riesgo de daños serios a la obra o de aumentos en el costo de la ejecución, la Comisión ordenará los que juzgue convenientes y los distribuirá entre los dos países para su ejecución a la brevedad posible, entendido que la ejecución por cada Gobierno del trabajo que se le haya asignado, no se llevará a cabo sino hasta que haya hecho los arreglos económicos correspondientes."

**INTRODUCCION:**

Desde el mes de septiembre de 1994, el bajo nivel del almacenamiento en el embalse de la Presa de La Amistad permitió observar los sumideros formados en el lado mexicano del vaso de la misma, localizados a 265 m del pie del talud de la cortina de materiales graduados. Posteriormente se descubrieron más sumideros hasta hacer un

~~James J. Vallentyne~~  
James J. Vallentyne

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

total de diez, por lo que esta Comisión procedió a realizar monitoreos y estudios del fenómeno a fin de evaluar la situación y proponer los trabajos necesarios que garantizaran la seguridad de esta estructura hidráulica. Por parte de México se llevaron a cabo los siguientes estudios y actividades:

- Inmediatamente después del descubrimiento de los primeros sumideros, se iniciaron inspecciones diarias en el área de los mismos, así como en todos los manantiales y aforadores instalados aguas abajo de la cortina, que recolectan parte de las aguas infiltradas por el mismo.
- Los días 27 de octubre, 9 y 15 de noviembre de 1994, se realizaron inspecciones independientes por los Asesores Técnicos de esta Comisión Internacional .
- Del 9 al 25 de noviembre de 1994, se llevó a cabo la primera parte de la investigación geofísica en una zona de aproximadamente 100,000 metros cuadrados comprendida entre la cortina de la Presa Internacional de La Amistad y el sumidero, para determinar las características geológicas, geohidrológicas y geotécnicas del subsuelo, y con ello tratar de inferir el patrón de circulación del agua que se fuga por los sumideros. Posteriormente se prosiguió con los estudios geofísicos hasta fines de enero de 1995.
- El 5 de diciembre de 1994 se iniciaron sondeos exploratorios con máquina rotatoria y recuperación de núcleo en sitios próximos a los sumideros, con el objeto de definir el espesor de la marga que cubre la formación de caliza Georgetown, y correlacionarlos con las anomalías geofísicas detectadas.
- Se analizó la información acerca del tratamiento que se le dió a las grietas encontradas en la cimentación durante la construcción de la cortina, incluyendo el tratamiento con inyectado de concreto.
- Durante el período de observaciones se colocó en varias ocasiones un trazador inócuo en los sumideros, para determinar con cuáles de los manantiales que se ubican aguas abajo de la cortina están conectados.
- El 5 de diciembre de 1994, se inició la limpieza y remoción de la vegetación en los manantiales donde se observó la presencia del colorante colocado en los sumideros.

El 20 de diciembre de 1994, los Estados Unidos por conducto el Cuerpo de Ingenieros del Ejército llevó a cabo un sondeo del sumidero mediante una cámara de video, con el objeto de recabar información sobre las dimensiones del mismo.

Así mismo, durante los días 11, 12 y 13 de enero de 1995, se llevaron a cabo en la Presa de La Amistad dos reuniones y un recorrido de inspección del área de los

~~6/11/11~~  
Great Valley

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

sumideros, así como de la zona de los manantiales ubicados aguas abajo de la cortina, en la cual los Asesores de ambos países analizaron toda la información disponible sobre el particular, llegando en forma conjunta a las conclusiones siguientes:

**CONCLUSIONES DE LOS ASESORES DE LA CILA:**

El 13 de enero de 1995, en una reunión técnica de la Comisión Internacional de Límites y Aguas con los asesores de ambos países, celebrada en la Presa de La Amistad se analizó la información recabada con los estudios y actividades referidas, llegándose a la conclusión de que la presa en su estado actual no presenta condiciones de riesgo a corto plazo en cuanto a su seguridad, sin embargo, se requiere obturar inmediatamente los sumideros y llevar a cabo trabajos de reforzamiento de la pantalla impermeable lo antes posible, en virtud que la revisión de los datos del inyectado de la pantalla impermeable efectuado durante la construcción, demuestra que existe la posibilidad de zonas de flujo debajo del desplante de la cortina. Se anexa la minuta de la reunión conjunta del Grupo de Asesores Técnicos realizada del 11 al 13 de enero de 1995, en la Presa de La Amistad.

Tomando en consideración lo anterior, los asesores recomendaron llevar a cabo los siguientes trabajos de emergencia, los cuales, de no hacerse con prontitud se correría el riesgo de daños serios a la obra:

- 1.-Construir una pantalla de inyectado que se iniciará en un primer tramo con centro en el cadenamamiento 7+150 y se extenderá 300 m hacia cada lado. Esta pantalla se llevará hasta la elevación 300 msnm coincidiendo con la localización de la pantalla actual. La construcción de este primer tramo permitirá mitigar las filtraciones frente al sumidero.

La construcción de pantallas de impermeabilización en otros tramos, se definirá, al analizar la información del inyectado original de la pantalla restante, en forma similar al efectuado para el tramo 6+500 hasta el 7+500 y tomando en consideración los resultados que se obtengan durante el reforzamiento de la pantalla en el primer tramo.

- 2.-A fin de iniciar el tratamiento de los dos sumideros descubiertos inicialmente, se requiere construir una ataguía alrededor de ellos hasta la elevación 332 msnm que abarque la grieta por donde se expulsó aire durante la prueba de aislamiento de los mismos. Este tratamiento consistiría en la colocación de un tubo metálico de 12 pulgadas de diámetro en el primer sumidero, que deberá apoyarse en la parte más profunda del agujero para evitar que éste se obture con los posibles derrumbes y permitir su sellado con mortero. A continuación se abatirán los taludes de los

~~Handwritten signature~~  
Joe A. Valdes

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

sumideros para estabilizarlos, con objeto de descubrir los orificios de entrada y facilitar la colocación de un filtro invertido. El alcance de las excavaciones deberá definirse de acuerdo con observaciones periódicas por parte de los Asesores de la CILA.

- 3.-Los dos sumideros cercanos a la cortina, dentro del vaso, deberán rellenarse con grava hasta unos 20 cm por arriba del nivel del agua. Enseguida se colocará una capa de arcilla compactada de 2 m de espesor mínimo.
- 4.-Para llevar a cabo los trabajos anteriores será necesario mantener el embalse a una elevación no mayor de la 331 msnm durante estas actividades.
- 5.-Instalar por lo menos 3 estaciones piezométricas con 3 puntas a elevaciones independientes cada una, al pie de aguas abajo de la cortina, en los cadenamientos 6+950, 7+150 y 7+350. Las puntas serán de 2 m de longitud y se instalará la más profunda a la elevación aproximada de 300 msnm, y las otras dos se definirán de acuerdo con los resultados del muestreo del piezómetro más profundo, procurando situar todas las puntas en los tramos más permeables.
- 6.-Las actividades 2, 3 y 5, deberán efectuarse antes de iniciar la construcción de la pantalla de reforzamiento.
- 7.-Con objeto de mejorar el conocimiento de la estratigrafía y la geología estructural de la zona de influencia de las filtraciones de la margen derecha de la presa y preveer futuros problemas, se recomienda efectuar un estudio de geología superficial de esta zona.
- 8.-Las especificaciones generales para llevar a cabo estas actividades y su costo aproximado, serán elaboradas en forma conjunta por parte de los técnicos de la Comisión Nacional del Agua y de la Comisión Federal de Electricidad de México. Posteriormente, serán sometidas a la consideración de la CILA para su revisión y aprobación.
- 9.-Una vez que sean aprobadas las actividades de los puntos anteriores, los trabajos correspondientes a las actividades 2 y 3 deberán iniciarse de inmediato, aunque no se disponga aún de todas las demás especificaciones.
- 10.-Durante el avance de las actividades anteriores, se recomienda programar visitas conjuntas de evaluación de los Asesores de la CILA para su revisión y proponer, en su caso, las modificaciones que se consideren pertinentes.
- 11.-Como complemento de las actividades anteriores, se propone:

  
Josef Valdez



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

- a).-Continuar con los aforos sistemáticos de los manantiales, así como también la observación cualitativa de los que no tienen aforador.
  
- b).-Determinar la elevación de los umbrales de salida de todos los manantiales y de las perforaciones que se realicen.
  
- c).-Continuar con las inspecciones periódicas a lo largo de la cortina.
  
- d).-Registrar las elevaciones del agua en los sumideros con la frecuencia que sea necesaria.

**RECOMENDACIONES:**

Basados en las conclusiones anteriores, con las cuales estamos totalmente de acuerdo, respetuosamente recomendamos:

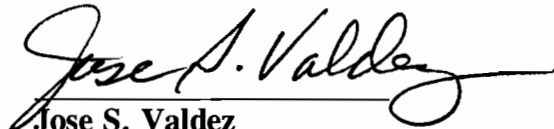
- 1.-Que la Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos, apruebe todas las conclusiones propuestas por los Asesores de la misma, referidas anteriormente, las cuales tienen carácter de emergentes y de no hacerse con prontitud se correría el riesgo de daños serios a la obra.
  
- 2.-Que la Comisión disponga que los trabajos de emergencia referidos se realicen tan pronto como sea posible de acuerdo con el siguiente programa:
  - a) Que los trabajos de obturación de los sumideros se lleven a cabo antes de que se llene la capacidad del vaso, lo cual podría retrasar los trabajos de reparación, ocasionando el agrandamiento de la caverna debajo de la presa con la posible falla de la estructura.
  
  - b) Que el tratamiento de los sumideros se realice inmediatamente, en un período no mayor de 30 a 60 días, y
  
  - c) Que las actividades restantes, incluyendo el inyectado de la pantalla, que se podrán llevar a cabo independientemente del nivel del embalse, se realicen en un período de seis meses a un año máximo, a partir de enero de 1995.

~~Handwritten signature~~  
Jose P. Valdes

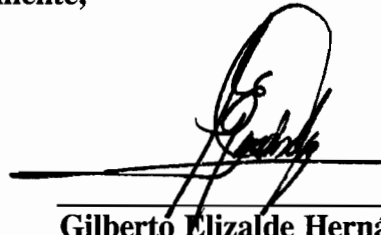
**COMISION INTERNACIONAL DE LIMITES Y AGUAS  
ENTRE MEXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS**

- 3.-Que por medio de una Acta de la CILA, los Comisionados establezcan conforme al Acta 235, la distribución entre los dos Gobiernos de los costos de los trabajos referidos, a fin de que cada Sección de esta Comisión lleve a cabo las acciones necesarias en su país, para obtener en el menor tiempo posible los fondos que le correspondan.

**Respetuosamente,**



**Jose S. Valdez  
Ingeniero Principal  
Sección estadounidense**



**Gilberto Elizalde Hernández  
Ingeniero Principal  
Sección mexicana**