



ESTUDIO DE OBRAS DE DEFENSA, PARA PONER A SALVO DE

I N U N D A C I O N E S

A LA CIUDAD DE PACHUCA E. DE HIDALGO.

C. PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.  
P R E S E N T E .

Honrada la Comisión que suscribe con la misión que se sirvió usted encomendarle, relativa a proponer la manera de desazolver el río de Pachuca Estado de Hidalgo, y estudiar los medios apropiados de defensa para garantizar a la Ciudad de ese nombre del peligro de inundaciones, procedió a verificar su cometido, resultando lo siguiente:

Estudiada la localidad desde los puntos de vista orográfico e hidrográfico respectivamente, puede decirse, de una manera general, que la Ciudad se asienta al Sur de uno de los cañones principales de las últimas ramificaciones de la sierra; y que al "río de Pachuca", (si tal nombre puede dársele al que sirve para drenar ese cañón y varios otros adyacentes) atraviesa la Ciudad de Norte a Sur en una extensión aproximada de 2 1/2 kilómetros y con anchura media de 10 metros, (desde la Hda. de Loreto al Norte, hasta su intersección con el F.C. de Real del Monte, al Sur) quedando limitado en sus bordes por construcciones de diferentes clases, en su mayoría destinadas a casas de habitación y de comercio. Del punto último citado, el trayecto que recorre está casi des poblado, y pasa después en 11 kilómetros en llano abierto hasta las cercanías de la Estación de Telles correspondiente al F. C. Central, extendiendo sus aguas en este lugar, en forma de pequeño lago en tiempo de lluvias, y perdiéndose éstas por completo (por absorción y evaporación) en el estiaje.

Fácil es comprender los peligros a que estará suje

ta una ciudad como la de que nos ocupamos, si se tiene en -- cuenta que dicho río (propriadmente "canal", en la ciudad), re coge las aguas de toda la zona montañosa correspondiente, y que tienen éstas por única salida el canal referido, sin cau ce suficiente y el cual disminuye rápidamente de día en día, toda vez que el azolve es cada vez mayor. Este seguirá en -- progreción creciente en lo futuro, puesto que será mayor la cantidad de materias sólidas que arrojan sobre el río algu-- nas Compañías Mineras llamadas a crecer constantemente, si no se pone remedio rápido y adecuado, y esto sin tener en -- cuenta las materias propias de arrastre; y como si con lo an terior no fuera ya demasiado, todavía se aumenta ese azolve, arrojando al cauce todo género de basuras y haciendo descar gar sobre el mismo, no pocos albañales.

Encontrándose la Ciudad en las pésimas condiciones señaladas, el derrumbe de la presa del Xotol, ocurrido última mente, vino a empeorarlas; toda vez que el material que cons tituía dicha presa, agregado al de derrumbe de algunos muros de casas de la ciudad y aumentado del azolve propio del Vaso de la repetida presa (hecho este de una manera inopinada), - acabaron casi por cerrar la ya raquítica salida del agua. Pa rece increíble que desde el año de 1557 en que Bartolomé de Medina inventó su "Procedimiento de Patio" en Pachuca, se ha yan estado arrojando desechos al río, sin jamás haber tomado siquiera, precauciones rudimentarias de defensa y habiéndose producido, como era natural, no pocas inundaciones. Ahora es casi seguro que de nuevo se producirán, por no existir la an tes dicha presa del Xotol, que en parte regulaba el caudal - de las corrientes.

Siendo el objeto de la Comisión hacer este informe

lo más lacónico posible, reasume lo anterior como sigue, para entrar después en el detalle del estudio que lo motiva.

10.- La Ciudad de Pachuca es atravesada en el sentido Norte-Sur, por el "río de Pachuca" (propiamente un canal dentro de la ciudad) en 2 1/2 kilómetros aproximadamente.

20.- Este río descarga las aguas pluviales de la región montañosa situada al Norte de la Ciudad.

30.- Tiene que descargar, además de las anteriores,

a).- Las que arrojan la mayor parte de las Compañías Mineras unidas a los desechos de las mismas.

b).- El material de arrastre propio del río.

c).- Las basuras que sobre él se arrojan y el producto de algunos albañales.

40.- Todo lo anterior se viene verificando desde hace algunos siglos; y en los últimos años el incremento de la cantidad de materias sólidas arrojadas es enorme.

50.- El derrumbe de la presa del Xotol, produjo un aumento considerable de azolve,

a).- Por el material arrastrado propio de la presa.

b).- Por el igualmente transportado y que constituía el azolve del Vaso de la misma.

c).- Por el material de muros y escombros de las construcciones destruidas por la última inundación.

Las condiciones en que se encuentra la Ciudad son pésimas, por estar sujeta a nuevas y más desastrosas inundaciones, pues el "río" está completamente azolvado, con fondo más alto en algunas partes, que el nivel de las calles principales de la Ciudad y no existe ya la presa del Xotol, tantas veces citada, que servía para almacenar agua y "tales" - regularizando, en parte, las grandes avenidas.

Siendo punto capital en este estudio, el conocer la cantidad de agua y desechos que deben pasar por el río, para poder determinar la sección recta necesaria, teniendo en cuenta su pendiente y ancho forzado dentro de la ciudad, se procedió en primer lugar a verificar un levantamiento topográfico de la parte requerida para determinar la zona de captación que era del caso: Pero como no solamente es el agua de lluvia la acarreada por él, sino que tiene que dar salida, como en un principio queda dicho, a la que extraen las Compañías Mineras de sus minas, se hizo un estudio en este sentido y resultó:

Que la mayor parte de esas Cías. almacenan esta agua además de la pluvial, en vasos naturales existentes dentro de sus terrenos y dotados de presas de mayor o menor importancia. De esos vasos, algunos son utilizados para almacenar agua solamente, o para depositar agua y jales a la vez. Las Compañías que solamente almacenan agua (de sus minas y pluviales) lo hacen con el objeto de emplearla en sus Hdas. de Beneficio durante todo el año, pero principalmente en el estiaje; y los que almacenan agua y jales, lo verifican así para tomar la primera una vez que los jales se han asentado. Uno de estos vasos era el de la presa del Xotol, es decir, constituía un depósito de doble almacenamiento, las aguas del cual eran reextraídas por medio de potentes bombas, para utilizarlas de nuevo.

Pero como no sería posible que esos vasos pudieran almacenar de una manera indefinida dichos "jales", pues llegaría la época de tenerlos completamente azolvados y reducido el volumen de agua por utilizar a un mínimo o a nada, algunas Cías. aprovechan la temporada de lluvias para

lavar sus vasos, descargando el azolve sobre el río.

Esto explica claramente el por qué del rápido incremento del azolve en los últimos años o sea cuando algunas Cías. Mineras, aumentaron considerablemente su capacidad de trabajo.

Otras Cías. transportan sus jales mezclados con agua (La Cía. Real del Monte y Pachuca, por ejemplo) fuera de la ciudad por medio de canales especiales, a tanques de decantación; beneficiando después el agua, que con un gasto insignificante les produce 6 gramos de plata por tonelada de líquido.

Se ve cuales son las causas principales que harán que el tan repetido río, cambie de curso, si se sigue procediendo de esta manera; y de no poner el remedio necesario, llegará un momento en que el agua y los desechos, se esparcirán en gran parte de la ciudad, por haberse obstruido por completo su salida natural.

Se ve también que el agua de lluvia y la de las minas, es insuficiente para las necesidades de estas, pues ya captada, la utilizan formando ciclo como sigue:

El agua pluvial y de las minas es captada y utilizada en las Hdas. de Beneficio y la que de estas sale, vuelve a llevarse a los vasos para ser de nuevo aprovechada. Si hay excedente de agua pluvial, caso poco común, se emplea para lavar los vasos, usando la existente dentro de ellos, para arrastrar en lo posible a los jales depositados, como antes se ha dicho.

Resulta así que por riguroso que fuera el estudio de la zona de captación desde los puntos de vista topográfico y geológico y aunque fueran magníficos los datos relativos a precipitación etc. podría llegarse a conclusiones per

fectamente falsas al determinar el gasto verdadero que tendría el río, si no se tuvieran muy en cuenta las observaciones anteriores relativas a la utilización que hacen las --- Cías. Mineras de las aguas disponibles. Teniendo en cuenta lo anterior puede afirmarse que la cantidad de líquido que escurre por el río es pequeña, dada su pendiente y sección recta, no estando azolvado. Esto quedó demostrado al hacer el cálculo relativo de los volúmenes de agua por descargar, y las pérdidas; resultando necesarios cuando más, 50 metros cuadrados de sección si se verifica el desazolve; como el espesor de éste es de 6 o 7 metros, con un ancho medio de 10 metros, se tendrían 65 metros cuadrados, que es más que suficiente para la descarga. Es de notarse, como puede verse en los planos adjuntos, que en toda la ciudad, el lecho del río está más alto que el pavimento de las calles adyacentes; por consecuencia, estando el río limitado en sus riberas por edificios de diferentes clases, las salidas de agua tendrán verificativo en las bocacalles en donde se tienen establecidos puentes con barandales de defensa reticulada. Pero algunos de esos puentes tienen por límites laterales, muros de mampostería, estos servirán como represas si su resistencia es suficiente, pero de no ser así, el agua tomará como salida, la mesa misma del puente. A fin de conocer la sección del río, disponible para descarga, trayecto de recorrido de las aguas, y pendientes generales, se llevaron a cabo los trabajos topográficos necesarios consistentes en el levantamiento de su eje, nivelaciones según el mismo y otras en sección recta, (extendiéndose estas hasta las calles adyacentes para hacer comparaciones de niveles en diferentes puntos). Este estudio dió por resultado, como antes se expresa, el poder afirmar que la capacidad del cauce



es insuficiente (si no se desazolva) para dar salida al volumen total de agua. Hay lugares dentro de la ciudad, como puede verse en los planos que acompañan a este informe, en que el espacio disponible para desfogue, es solamente de 10 metros cuadrados. El otro caso que pudiera presentarse sería el de que el agua al hacer presión sobre las construcciones establecidas en las riberas hiciera trabajar a algunos muros, a manera de presas: y si varios de ellos están bien acondicionados para este objeto, la mayoría no llenando las condiciones necesarias serían destruidos, como sucedió en la última inundación.

Todo lo dicho es suficiente para fundar el proyecto de obras de defensa, tema principal de este estudio y que en su parte fundamental consiste en lo siguiente:

1o.- Desazolvar el río.

2o.- Reforzar los muros de las construcciones que limitan el cauce lateralmente, recimentándolos si así lo necesitan.

3o.- Obligar a las Cías. Mineras a que canalicen debidamente los desechos que ahora arrojan al río llevándolos a lugares en donde no perjudiquen.

4o.- Establecer una presa que regularice las grandes crecientes.

5o.- Bajar el nivel de los puentes, una vez hecha la canalización, para facilidad del tráfico en las calles, reponiendo estribos y cimientos en caso necesario.

#### DESAZOLVE DEL RIO.

El volumen de azolve es de  $13,500^m \times 6^m.5 = 877,500$  metros cúbicos que al removerse, producirán 1.000,000 metros

cúbicos, dado que el coeficiente de abundamiento que se determinó fué 25 %; De estos corresponden 200,000 metros cúbicos al tramo de río dentro de la ciudad y 800,000 metros cúbicos al tramo en despoblado; a lo anterior hay que agregar ----- 1.500,000 metros cúbicos de azolve del vaso de derrame (cerca de la estación de Telles ya citada) y que habría que remover también.

En resumen:

Azolve dentro de la ciudad.-----	200,000 m <sup>3</sup>
" fuera " " " -----	800,000 "
" En el vaso de derrame.-----	<u>1.500,000</u> "
	<u>TOTAL.---- 2.500,000</u> "

Como no sería apropiado depositar los desechos a uno y otro lado del río a medida que fueran extraídos (dentro de la ciudad esto sería imposible) sino que tendrían que transportarse a lugares bien distantes, se ha tenido en cuenta esto para hacer el cálculo del precio de acarreo y se han fijado tres puntos intermedios de concentración y uno final (en el punto de derrame) por ser éste el dispositivo más económico a la vez que para facilitar el beneficio de los jales en caso necesario por tener (sobre todo los que están a una profundidad de más de dos metros) ley de plata principalmente, que pudiera ser costeable el explotarla.

De los diferentes sistemas para la extracción se ha escogido el de "Palas de mano y Zapapico" para el trabajo dentro de la ciudad; y el de "Palas de Vapor" con dispositivo de lanzamiento lateral simple o doble, en el tramo de despoblado; resultando igualmente económico el empleo de cortadoras de disco movidas con tractores y dotadas también de -- dispositivo de lanzamiento como el citado.

Los sistemas de transporte a los puntos de concentración se han proyectado por medio de varios trenes de "Volcadoras" remolcadas por locomotoras eléctricas. (En el primer trabajo, en la ciudad, la tracción tendría que ser hecha a mano, en vista de que hay puentes cuyo lecho bajo, dista solamente 80 centímetros del fondo del río).

Dado que el tiempo de que se dispondría para efectuar los trabajos anteriores, es limitado, (porque en la temporada de lluvias no sería fácil efectuarlo) y en vista de la gran cantidad de tierras por remover y transportar, no sería práctico hacer un "trabajo seccionado", (el costo de ademes y sostenimiento de muros de las construcciones existentes, sería sumamente grande) sino que toda la obra habría -- que llevarla a cabo en una sola temporada, la de estiaje; y si bien es cierto que esto traería consigo el empleo de gran cantidad de maquinaria así como de obreros, no lo es menos ( y esto quedó demostrado con cálculos de costos ejecutados al efecto) que sería el procedimiento más económico.

Tal vez sería por demás hacer una exposición de -- los diferentes métodos y sistemas que ideó la Comisión para lograr su objeto, relativo a excavación y transporte, pero -- como quiera que es factor de gran importancia para esto, el saber la cantidad de dinero de que se dispondría para llevar a cabo la obra, y ésta normaría en gran parte el dispositivo de trabajo, se han hecho las estimaciones pecuniarias par-- tiendo de la base de que se tendrían todos los elementos ne-- cesarios en tiempo oportuno, a fin de que al metro cúbico de material (excavado, transportado y almacenado) le resulte -- precio mínimo,

REFUERZO DE LOS MUROS DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES  
EN LAS RIBERAS.

De las diferentes construcciones que constituyen - en realidad los costados del río, unas (principalmente las - que se encuentran en la parte Norte y media de la ciudad) es - tán cimentadas sobre roca y son las más antiguas; y las otras - tienen por superficie de asiento, mantos de sedimento, más o - menos profundo, y son en general las de construcción más re- - ciente. De aquí, que al verificarse el desazolve, habrá que - recimentar algunos muros, de manera apropiada, porque no lle- - gando en su base a terreno firme, quedarían sin estabilidad - suficiente y más si por los efectos de erosión del agua queda - ban minadas las tierras situadas abajo de sus cimientos. El - trabajo de recimentación sería relativamente sencillo si se - efectuaba en el estiaje y los espesores de los muros bastante - reducidos puesto que la presión del agua quedaría en parte -- - contrarrestada por el empuje de las tierras del lado opuesto - a esta, es decir, que en general cada muro trabajaría como -- - presa y muro de contención de tierras, a la vez, o como esto - último solamente, habiendo la ventaja de que el peso del mu- - ro y su carga vertical contribuiría en gran parte a la estabi- lidad.

Respecto a la componente vertical, peso, antes se- ñalada y que habría que componer con las de los empujes, pue- de decirse que es de nueve toneladas por metro lineal de mu- ro, como máximo en las construcciones más pesadas, y de seis toneladas en las más ligeras. Los casos de apuntamiento de - muros son pocos y además de fácil ejecución, por lo cual el costo de estas obras si bien es cierto que resulta caro pue-

de casi eliminarse del costo total de las obras porque podría ser reportado por los propietarios de las casas o construcciones que ameritaran esta clase de trabajo.

Lo dicho anteriormente y de una manera general para los edificios, puede también aplicarse a los puentes (con la excepción correspondiente a costo) pues hay algunos, cuyos estribos tienen cuatro metros de profundidad y dado el nivel del fondo del lecho del río una vez desazolvado, obligaría a darles cuando menos de 7 a 8 metros. Para la ejecución de estos estribos podría utilizarse la piedra que en gran parte forma el conglomerado que constituye el azolve.

Obligar a las Cías. Mineras a que canalicen sus "jales"

El no haber hecho esto en tiempo oportuno y con proyectos especiales, es la causa principal de todos los desastres y trastornos que han sufrido, tanto la ciudad como sus habitantes, y lo cual producirá mayores daños, casi incalculables, porque al efecto de obstrucción que producen hay que agregar el de envenenamiento de las aguas a que van mezclados, esterilizando campos, en otras épocas de magníficas tierras de labor y sembrando muerte en hombres y animales.

Como cada Compañía tendrá que llevar a la práctica la canalización de sus desechos, atravesando por terrenos casi todos de propiedad particular y no correspondería realmente el estudio respectivo a este proyecto, se limita la Comisión a dar como bases para esto, las siguientes:

10.- Los canales por establecer deberán ser de tipo "permanente" y no de tipo "provisional" como algunas de los que ahora existen.

20.- Deberán tener las dimensiones necesarias para

que nunca haya derrames.

3o.- Los puntos finales o de derrame deberán ser --  
aquellos en que ni los líquidos, ni las materias sólidas arras-  
tradas produzcan daño.

#### PRESA DE REGULARIZACION.

Hubiera podido la Comisión, con motivo del encabe-  
zado de este párrafo, presentar un proyecto completo de pre-  
sa, y con todo género de detalles patentizar el sistema o --  
sistemas de regularización de las aguas, que a su juicio fue-  
ra el mejor; pero esto, además de ser casi inútil sería has-  
ta perjudicial en cierto sentido, por haber intereses encon-  
trados entre las mismas Cías. Mineras, y entre éstas y las -  
correspondientes a la ciudad de Pachuca y sus habitantes, lo  
que sólo podrá definirse cuando se termine la construcción -  
de la "Presa de Jaramillo" que estará lista para ponerse en  
servicio en el próximo mes de septiembre y se sepa, de una -  
manera efectiva, de qué cantidad de agua se va a disponer y -  
cómo será distribuida. Por esto no se hace el estudio de de-  
talle sobre este particular manifestando solamente la necesi-  
dad de que se construya una "presa de regularización" o que  
cuando menos se reconstruya la del Xotol en debida forma y -  
se reglamente el servicio de ésta, y el de las demás que aho-  
ra existen, para sus respectivos funcionamientos, aislados o  
en conjunto.

#### BAJAR EL NIVEL DE LOS PUENTES.

El ideal para una ciudad industrial o de comercio  
es que sus calles estén a nivel, pero si los accidentes del  
terreno obligan a que existan pendientes, es lógico el pre--

tender que estas sean regulares y mínimas. Es por esto por lo que se pretende bajar el nivel de los puentes, que si en la actualidad se ha elevado, ha sido para dar paso al agua, que de otra manera lo tomaría por encima de ellos, derramándose sobre la ciudad. Claro es, que esta obra no es de urgencia, pero sí necesaria; y por esto figura como parte complementaria del proyecto.

NOTA.- La obra realmente indicada sería la de entubar las aguas del río dentro de la Ciudad y el sistema sería el de dos ductos de cemento armado, con sus vasos de admisión y sistema de descarga, mas como esto implicaría un gasto bastante grande, se ha limitado la Comisión solamente a indicarlo por su conveniencia.

Finalmente, con todos los datos necesarios y con suficiente detalle, se han tomado los precisos, para dar en el anexo que acompaña a este estudio un presupuesto aproximado, del importe de las obras, que pondrán a salvo, del peligro inminente que amenaza a los habitantes, de la capital de un Estado de la República, dignos, por muchos motivos, de mejor suerte.

Protestamos a usted nuestro respeto y muy distinguida consideración.

México, 10 de marzo de 1921.

Luis J. Massieu

Felipe Salido

Pedro A. Collado

