

Historia y construcción de la Presa de San Pedro (siglo XIX), Guanajuato, Gto.

26 |

El objeto de estudio, comúnmente conocido como la Presa de Rocha, se encuentra ubicado en el estado de Guanajuato, al noreste de la ciudad de Guanajuato, en el cuartel núm. 15, manzana 9a., que se forma entre los barrios de Rocha, ladera de Cañada Honda y Transversal del Nejayote. Antiguamente era parte de las instalaciones de la hacienda de San Pedro de Rocha, de manera que, en sus antecedentes históricos, se hace mención de su presencia en el protocolo de cabildo de la ciudad de Guanajuato, año 1864,¹ siendo un escrito de compraventa en la que, el 27 de abril del citado año, se realiza la transacción de un terreno ubicado en el lado de arriba de la presa de la hacienda de San Pedro de Rocha. Si bien, en el protocolo de cabildo, año 1782,² se menciona una presa en la hacienda de San Pedro Apóstol, señalando que se realizaban en ese lugar procesos de azogue, no se puede tener la certeza de que se trata del mismo inmueble.

Por historia y construcción se comprenderá la descripción de los sucesos que dieron origen a la necesidad cultural de construir una presa dentro del contexto histórico al que pertenece el objeto de estudio. Por otro lado, se pretende entender cómo fue edificada, ya que, de esa manera, se puede apreciar qué es lo que le hacía funcional, comprendido este último término como la utilidad que prestaban los espacios físicos naturales y arquitectónicos, o limitados por diversas necesidades antrópicas, para que en ellos se desarrollaran de manera favorable las acciones encaminadas a satisfacer las necesidades de los grupos humanos.

En la restauración es evidente que, dentro del análisis funcional de una construcción antrópica, se relaciona el análisis estructural, siendo que éste, en las obras arquitectónicas a restaurar, se hace necesario. Considerando que las intervenciones físicas, en

* Instituto Tecnológico de Zacatecas SEP-SEIT (ITZ).

¹ Archivo Histórico de Guanajuato (AHG), Protocolo de Cabildo 1864, libro 166, escritura 50, ficha 50.

² AHG, Protocolo de Cabildo 1782, libro 84, escritura 14, foja 26.

los edificios, requieren de un estudio de sus características estructurales, para que los elementos que sean agregados se adapten a los elementos originales. De esta manera es como pueden funcionar o, de lo contrario, una incompatibilidad puede ocasionar daños mayores.³

En otro orden de ideas, la historia funcional de los edificios es parte de la reconstrucción histórica cultural de los mismos, pues al ser detectados los sistemas de los que se valieron para su edificación, se denotan a la vez las condiciones contextuales tanto técnico-constructivas como científicas, sociales y geográficas. De lo anterior proviene su aporte a las ciencias sociales y a una realimentación de la cultura misma, mediante el proceso de investigación, el cual contribuye con nuevos datos a los de partida.

Entre los estudios acerca de las presas de Guanajuato, en particular de los siglos XVIII y XIX, se encuentra el de Díaz-Marta de 1974.⁴ Este autor presenta un panorama general acerca de las presas, abocándose en algunos ejemplos destacados en la ciudad. Dicho artículo se utilizará para establecer un contexto histórico. Por otra parte, se hace mención, no sólo por el autor citado, sino por otros, respecto a la peculiar forma de las presas de Guanajuato, que caen en la clasificación de “presas-muros con contrafuertes”, éstos casi verticales. La característica anterior se puede atribuir, como se verá más adelante, a tradiciones constructivas empíricas probadas sobre la fuerza hidráulica, que fueron evolucionando con base en ciertos cálculos geométricos.

³ Análisis de Fernando Pulín Moreno, “Curso de rehabilitación. El proyecto”, en *Léxico y criterios de rehabilitación*, núm. 2, Madrid, Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, s. f., pp. 7 y 23.

⁴ Manuel Díaz-Marta, “La Ingeniería colonial en el nuevo mundo. Alardes constructivos en Guanajuato”, en *Revista de obras públicas*, núm. 3111, España, julio de 1974, pp. 495-500.

El cuestionamiento inherente al propósito del presente tema es ¿cómo funcionaba el objeto de estudio? Como hipótesis general, se considera que la aparente sencillez constructiva mostrada por la estructura en exposición, basaría su sistema edificatorio y estético en la fábrica de una masa de rocas con un inteligente diseño geométrico, cuyo fin era crear una obra sólida para contrarrestar los empujes del agua y que conllevó a una obra especializada para la función que realizaría, siendo que involucró quizá simbolismos en su hechura, como varias de las edificaciones de su tiempo.

Para efectos del análisis estructural, se presentan a continuación los puntos que se desarrollarán en el presente estudio: generalidades acerca de las presas; antecedentes históricos; la Presa de Rocha en su contexto histórico-constructivo; descripción de la Presa de Rocha en el ámbito geográfico; materiales y técnicas de construcción; geometría y aspectos del diseño constructivo y estético; relación geométrica e ideológica, y conclusiones.

El aporte específico que se pretende obtener con el presente análisis, consiste en observar cómo se presenta dicha funcionalidad, dentro del género al que pertenece el bien inmueble en rescate de su memoria.

Actualmente ya no contiene agua; lo anterior es significativo debido a que perteneció a un género de presas conocidas como “tipo muro con contrafuertes”, características de la ciudad de Guanajuato y que se ha visto, a lo largo de los años, en los casos en que aún son utilizables; llegan a prestar gran estabilidad y duración. Se atenderán también los aspectos culturales en general, en relación con el contexto histórico en que eran edificadas las mencionadas construcciones y, si el caso lo presenta, la subjetividad en el diseño del constructor.

Cuadro 1. Condicionantes que influyen en el ciclo del agua

<i>Condicionante atmosférico</i>	<i>Condicionante geológico</i>	<i>Condicionante hidrológico</i>
Temperatura	Erosión	Evaporación
Presión atmosférica	Transporte	Condensación
Régimen de vientos	Sedimentación	Precipitación
	Enterramiento	Escurrimiento
		Infiltración

Generalidades acerca de las presas

Para la creación de cualquier obra hidráulica, es conveniente atender los aspectos culturales como el técnico-constructivo e ideológico, que para la subsistencia de un asentamiento humano influirán en el aprovechamiento del medio natural, que a su vez es determinante de cuáles deben ser las soluciones antrópicas a seguir para la funcionalidad óptima de la edificación, en una retroalimentación. En especial, es de tener en cuenta el llamado “ciclo del agua”, que se puede esquematizar de la manera que se muestra en el cuadro 1.⁵

El factor cultural en relación con el asentamiento humano, resolverá qué tipo de obra hidráulica es la conveniente. De ahí se proyectará, en atención a las condiciones medioambientales, surgiendo de entre las edificaciones posibles para aprovechar el agua, la de las pre-

sas. Éstas se pueden definir como barreras artificiales, cuyo fin es retener un determinado cauce para embalsar el agua. De entre las funciones que puede tener una vez contenido el caudal, está el dirigirlo a canales y sistemas de abastecimiento y así generar electricidad o usarlo para fines laborales más concretos.⁶ La primera presa construida de la que se tiene evidencia, fue en Egipto en el 4000 a.C., con el fin de desviar el cauce del Nilo y despejar terrenos a la ciudad de Menfis. Otras que destacan son las de los babilonios, que se usaban en complejos sistemas de riego.⁷

Como se aprecia en la reconstrucción histórica de la presa, en particular en Guanajuato, era común que éstas fueran usadas para las labores mineras, como el proceso del azogue. Lo anterior en cuanto al ámbito laboral se refiere, pues, en sí, varias surgieron como abastecedoras de agua para la población. La función de la presa será una determinante de su diseño, de manera que una presa particular de un contexto histórico y región determinados, presentará características diferentes a una presa planeada para generar electricidad, aunque se pueden considerar, por sus fundamentos, como de un mismo tipo de obra hidráulica. Entre los aspectos generales que se deben considerar para la construcción de las mencionadas edificaciones, están los siguientes.



Ilustración 1. Croquis de localización de la presa, tomado del plano de catastro.

⁵ Leonardo F. Icaza Lomeli, *Arquitectura para el agua*, México, DEH-INAH, s. f., p. 10.

⁶ http://es.wikipedia.org/wiki/Presas_hidráulicas

⁷ *Idem.*

1. Deseccación y preparación de los cimientos: la primera se consigue mediante una o varias ataguías, que se diseñan para eliminar el agua del terreno donde se va a construir; éstas pueden ser presas de tierra o chapas de acero, asentadas sobre pilotes y sujetas con tierra, además de usarse también a los lados del río para evitar su desborde, antes y después de la construcción de la presa. En cuanto a los cimientos, dependerán del terreno y del diseño de la obra.

2. Impermeabilidad: las filtraciones de agua, a través o debajo de la presa, deben ser controladas lo mejor posible para evitar la salida del agua y el deterioro de la estructura.

3. Resistencia a las fuerzas que se ejercen sobre ella:

- Gravedad, empuja a la presa hacia abajo.
- Presión hidrostática: fuerza que ejerce el agua contenida.
- Presión hidrostática, en la base produce una fuerza vertical hacia arriba que reduce el peso de la presa.⁸
- Fuerza del agua si se helase.
- Tensión de la tierra; por ejemplo, los sismos.
- Geología del lugar: es necesario considerar si son terrenos con riesgo de filtraciones y que puedan soportar las cargas de la presa y el agua contenida.

4. Altura de la presa: depende de varios factores; aunque está determinada por la topografía del lugar, el volumen del agua embalsada es mayor cuanto mayor es la altura de la presa.

5. Aliviaderos: procedimientos constructivos que aseguran mantener, por seguridad, cierto nivel del agua de la presa. Los aliviaderos descargan el excedente de líquido con soluciones como el derrame (sistema de la parte superior que es más baja y que usualmente se cierra con compuertas móviles). En presas de altura moderada,

⁸ Se aprecia mejor en objetos más ligeros que tienden a flotar.

se emplea el llamado “salto de agua”, que consiste en un canal de hormigón de considerable pendiente, que se construye en la base.

6. Desaguaderos: elementos constructivos que extraen, de modo constante, el agua del embalse, y son conductos o túneles cuyas entradas se encuentran a la altura del nivel mínimo del embalse; poseen compuertas o válvulas que regulan la entrada de agua.

7. Protección contra la erosión: se emplea un elemento constructivo, como una falda horizontal o poco inclinada de hormigón, construida río abajo desde la base de la presa, de manera que disipan la energía destructiva del agua al caer, haciendo que el flujo rápido y de poca profundidad se convierta en un flujo profundo y lento.⁹

Las presas se encuentran dentro de las obras hidráulicas destinadas al almacenamiento del agua; para dicha función, es necesaria la resolución de la definición de un espacio adecuado y que se pueda realizar la constante renovación del líquido: las soluciones constructivas estaban en relación con las fuentes de abastecimiento, es decir, de acuerdo con el nivel del agua, por debajo o sobre éste.¹⁰ Entonces, las determinantes o constantes a considerar en la solución son el nivel del agua y la fuerza de gravedad, de manera que, para algunas obras, la pendiente es de influencia directa sobre el tipo de construcción a realizar. Otra determinante es la topografía; una vez analizada la inclinación del terreno, será necesaria la observación de otros aspectos que se han enunciado, como la permeabilidad y el nivel de filtración. Las variables constructivas, entonces, vendrían más abocadas a las soluciones arquitectónicas dentro del mismo género de edificación, buscando una óptima funcionalidad.

⁹ http://es.wikipedia.org/wiki/Presa_%28hidr%C3%A1ulica%29

¹⁰ Leonardo F. Icaza, *op. cit.*, p. 24.

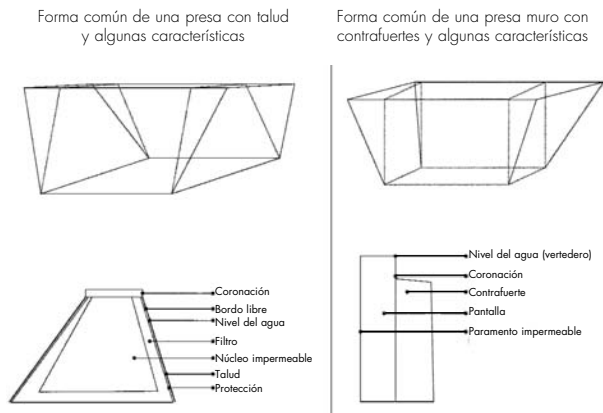


Ilustración 2.

Las presas son recipientes artificialmente construidos que aprovechan la topografía del terreno, en particular cuencas y barrancas, para almacenar agua, siendo su principal fuente de abastecimiento las corrientes de ríos o arroyos. Las presas surgen de manera cultural para solucionar un problema de abastecimiento del vital líquido y relacionándose, a la vez, con sistemas de conducción.¹¹ El uso que se le dé al agua dependerá de las necesidades de la comunidad con la que interactúa el edificio. Éstas pueden ser laborales, en casos como las presas de haciendas, o para satisfacer las necesidades básicas de agua que pudiera presentar un asentamiento humano.

Para el funcionamiento normal de la presa, ésta necesita tener determinados elementos constructivos, siendo generalmente para los siglos XVI a XIX, época en que se sitúa el objeto de estudio:¹²

1. Dique o cortina: contrarresta el empuje del agua y es el elemento diagnóstico mediante el cual se le puede tipificar.

2. Compuerta: se ubica en la confluencia de las pendientes del depósito; su función es el con-

trol. En este elemento se localizan los sistemas de obturación, derivando del mismo los de seguridad (como desagües y aliviaderos), así como los de filtración y mantenimiento (como desarenadores).

3. Medidor de nivel de agua: se localiza en un determinado lugar del depósito y sirve para calcular el volumen medio del abastecimiento.

Antecedentes históricos

La presa, cuyo nombre completo es “San Pedro de Rocha”, es una construcción a la que se puede citar, cronológicamente al menos, como perteneciente a la segunda mitad del siglo XIX. Tal vez el origen de la presa también se da en circunstancias que iban más allá de los satisfactores de producción, en un contexto histórico marcado por el entusiasmo de particulares por darle solución a un problema de abastecimiento de agua en la ciudad, mismo que duró siglos y trajo graves consecuencias económicas y sociales.

La hacienda de San Pedro era considerada de beneficio; ésta era una empresa industrial compuesta de un espacio físico en el cual se beneficiaba el mineral argentífero.¹³ La proporción de este tipo de haciendas era variada, desde pequeños conjuntos con uno o dos arrastres hasta construcciones fortificadas. Los beneficiadores del mineral de estas propiedades iban desde grandes empresarios hasta pequeños refinadores. Estas haciendas surgían por colonización o por la dádiva de alguna merced.¹⁴

A partir de 1774, el crecimiento de la ciudad de Guanajuato estuvo asociado al aumento de las haciendas de beneficio, necesarias para la demandante explotación de minerales.¹⁵ Las

¹³ Mineral que contiene plata.

¹⁴ Irene Victoria, *Haciendas de la cañada de Marfil*, monografía, Guanajuato, s. f., p. 16.

¹⁵ Ada Marina Lara Mesa, “Haciendas de beneficio en Gua-

¹¹ *Idem.*

¹² *Ibidem*, p. 25.

haciendas compraban el mineral directamente al dueño de la mina o a rescatadores;¹⁶ después era trasladado a las haciendas a lomo de mula para que fuera trabajado.¹⁷ El proceso de beneficio se daba por medio de la fundición o por el azogue;¹⁸ este último exigía ubicar a las haciendas cerca de una abundante fuente de agua.

El proceso de beneficio por azogue consistía en limpiar la plata y el mercurio de otros minerales, aplicando diversas sustancias químicas (como las sales alcalinas y vegetales). El mineral seleccionado se molía, lo que requería de agua y de un mortero que funcionaba con animales de carga. Se hacían montones del producto final y se colocaban en un patio enlosado; se les agregaba sal, tierra, magistral y azogue para cebarlos; después el metal molido se colocaba en estanques o presas. El proceso continuaba con una serie de pasos, hasta que se obtenía una mezcla de plata y azufre, evaporando éste con fuego para depurar a la plata. Se estima que el proceso tenía una duración de dos meses.¹⁹

Las anteriores condiciones de producción exigían una abundante fuente de agua; lógicamente esto fue de gran influencia en el surgimiento de la Presa de Rocha, aunque hubo otros factores hidrológicos y culturales que propiciaron la necesidad de su edificación. La ciudad de Guanajuato, desde sus orígenes, careció, debido a su ubicación geográfica, de agua potable. Al estar sobre cerros y cañadas, se dificultó la dis-

ponibilidad de mantos acuíferos; sin embargo, por la presencia en ese lugar de la veta madre, se decidió fundar Santa Fe y Real de Minas de Guanajuato.²⁰ La planeación de la ciudad fue prácticamente nula; aún así, la gente ingeniaba métodos para obtener y almacenar el agua, como el uso de norias o pozos superficiales en la cañada de los cerros.²¹ No obstante, y debido a la actividad minera, que empleaba gran cantidad de líquido en el proceso del azogue, además del abastecimiento para los animales y las necesidades cotidianas de los habitantes, el agua escaseó, lo que le acarreó a la ciudad una serie de problemas económicos y sociales.

En 1714 la ciudad se vio afectada por la sequía y el hambre, provocando robos y homicidios. En dicho año recibió el título de “Muy noble y leal ciudad”, pero se encontraba en graves problemas a causa de la escasez de agua, por lo que se inició el proyecto para la creación de la presa “La Olla grande”, que fue concluida en 1749.²² Los problemas de suministro del vital líquido no cesaron, e incluso se incrementaron con el crecimiento de la ciudad, por lo que en 1777 fue proyectada la presa “Los Pozuelos”, previendo un desarrollo más controlado de la ciudad en dirección de esta nueva obra, concluida en 1791.²³

Sin embargo, los problemas de escasez del vital líquido siguieron. A mediados del siglo XVIII y principios del XIX se construyeron otras presas de carácter particular: San Pedro de Rocha (construida por Felipe Velásquez de Rocha), San Renovato (por Marcelino Rocha), Zaragoza (por Francisco y Felipe Parkman), Saucillo y Santa Gertrudis que, junto con la del Oro, sirvieron

najuato, tecnología y usos del suelo 1770-1780”, tesis para obtener la licenciatura en Historia, Guanajuato, Facultad de Filosofía y Letras-Universidad de Guanajuato, s. f., p. 33.

¹⁶ Los rescatadores compraban el mineral mediante subastas que se ofrecían en los patios de las minas, y luego lo vendían a las haciendas de beneficio.

¹⁷ Irene Victoria, *op. cit.*, p. 2.

¹⁸ Nombre del mercurio.

¹⁹ José Luis Lara Valdés, *Historias urbanas de la ciudad de Guanajuato*, Guanajuato, Presidencia Municipal de Guanajuato, Guanajuato fin de siglo, 1999, pp. 54-55.

²⁰ Alfonso Alcocer Martínez, *El agua en la ciudad de Guanajuato, problema de siglos; Proyecto Puentecillas 1983*, Guanajuato, Gobierno del Estado de Guanajuato/Universidad de Guanajuato, 1983, p. 21.

²¹ *Ibidem*, p. 22.

²² *Ibidem*, p. 23.

²³ *Ibidem*, pp. 27-29.



Ilustración 3. La Presa de Rocha en la actualidad.

para solucionar el histórico problema del agua en Guanajuato.²⁴

De esta manera, la conjunción de los factores económicos y productivos, además de las necesidades sociales, destinadas a la supervivencia humana dentro de la ciudad, dieron origen al surgimiento de las mencionadas presas y algunas otras más, estando entre ellas la Presa de Rocha. Desde hace años hasta la actualidad, la presa se encuentra inoperante como tal, aunque aún es cauce de aguas. Los terrenos en donde se ubicaba la hacienda de San Pedro son ocupados por el hotel Real de Minas, siendo que el monumento en estudio es usado como improvisado puente peatonal. Para finalizar este apartado, es necesario señalar que en 2001 se realizó un trabajo de taller terminal en el área de arquitectura, que comprende un detallado levantamiento de las alteraciones y deterioros que sufre el bien inmueble.²⁵

²⁴ *Ibidem*, p. 31.

²⁵ Martha Patricia Mena Flores, "Estudio para la preservación de la presa de San Pedro de Rocha, en Guanajuato, Gto.", trabajo de taller terminal para obtener el título de arquitecto, Guanajuato, Facultad de Arquitectura-Universidad de Guanajuato, enero de 2001.

Contexto histórico-constructivo

En la organización laboral de las obras hidráulicas en el actual territorio mexicano, en un contexto histórico comprendido entre la segunda mitad del siglo XVI y la primera del XIX, previamente a una compleja y estructurada concesión en el orden legislativo, se procedía a la construcción hidráulica, en la cual el "alarife de agua", era el supervisor general, quien podía también ser el obrero mayor. Su función era encargarse de vigilar las obras y darles el visto bueno para su aprobación, además de ser el encargado de repartir las mercedes de agua.²⁶ Después, en la estratificación técnica, se encontraban los buscadores de agua llamados "geománticos o zahoríes" y los ejecutores de la obra, como el maestro de las aguas. También intervenían el maestro y veedor de cañerías, mayordomos, sobrestantes y los indios del agua, entre los que se encontraban el aguador y el guardián de las cañerías, que las mantenía en buen estado.²⁷ En la estructura anterior se observa una jerarquización, siendo de destacar la insistencia que se hace acerca de la especificidad de cada cargo, es decir, todos aluden al término "de agua", lo que aclara una preparación definida respecto a la arquitectura hidráulica, y es de presumir que existía una pericia constructiva de los ejecutantes, que brindarían garantías de estabilidad, aun para edificaciones que podrían ser llamadas empíricas. Anteponiendo que éstos tendrían sus propios cánones en cuanto al manejo de la seguridad.

Para comenzar a hablar de las técnicas constructivas empleadas en la Presa de Rocha, es necesario ubicarse en el contexto histórico en que se erigió, el cual pudo ser en la segunda mitad del siglo XIX. Las medidas de muros y bóvedas se

²⁶ Leonardo Icaza, *op. cit.*, p. 11.

²⁷ *Idem*.

daban por reglas empíricas de los siglos XVI al XVIII; en lo que respecta a diseños de presas que se emplearon en el contexto histórico en que se sitúa el objeto de estudio, en específico, en el Bajío. En las calles subterráneas de Guanajuato es donde se manifiestan con más destreza constructiva los llamados “muros contrafuertes”, los cuales se tienen como los elementos constructivos más usados en la arquitectura urbana que dieron origen a la ciudad, apareciendo en cuantos lugares requerían de una preparación del terreno para contrarrestar los efectos de fuertes desniveles.²⁸

No es de extrañar que varias presas de la ciudad sean muros de contrafuertes, dada la gran versificación que se realizó sobre dicho elemento constructivo. Existía un antecedente en la experiencia previa de presas españolas construidas de esa manera. En la ciudad de Guanajuato se originaron, durante los siglos XVIII y XIX, presas como “La Olla” en 1742, que consiste esencialmente en

un muro vertical de 15 m de altura, reforzado con contrafuertes de taludes casi verticales.

Como ejemplos del mismo esquema están la presa de San Renovato, construida en 1838; la de Los Santos, en el suburbio minero de Marfil, con 8 estatuas sobre pilares edificados encima de los contrafuertes de la presa y que presenta, en semejanza con La Olla, el muro con paramento vertical aguas arriba y contrafuertes aguas abajo, con una altura que no rebasa los 11 m; la presa de Los Infantes, situada a 30 km de la anterior, pero en pleno campo, consiste en un muro de mampostería vertical del lado del agua y con talud en el opuesto, y de contrafuertes espaciados en las porciones más altas.²⁹ Este tipo de presas, contemporáneas o del mismo contexto histórico que la Presa de Rocha, también presentan un muro de mampostería reforzado con contrafuertes casi verticales, aunque su altura es menor, con sólo 4 m aproximadamente.

**Presa de la Olla
Planta y alzado**

Dibujó: Víctor Hugo Zapata Cerdá
Fecha: 10 de Noviembre del 2006.

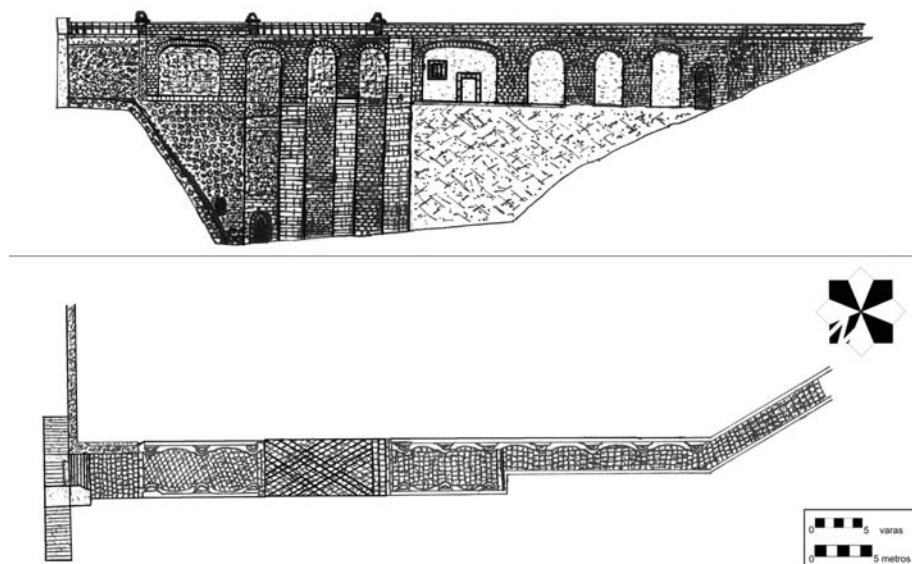


Ilustración 4. Planta y alzado de la Presa de la Olla.

²⁸ Manuel Díaz-Marta, *op. cit.*, p. 496.

²⁹ *Ibidem*, pp. 497-499.

Las presas de Guanajuato, pese a ser esencialmente soluciones antes empleadas en España,³⁰ en especial en Extremadura, difieren en presentar el talud y el muro “de pantalla” casi en vertical, siendo este último más delgado, lo que las hace más esbeltas que sus similares de la península ibérica. No obstante, como generalidad, el empuje del agua se centra en el muro y no en los contrafuertes, desafiando la teoría de la estabilidad.³¹

Aun cuando no se hayan empleado ciertas ecuaciones matemáticas actuales, se logró una gran duración estructural en estas construcciones, usando y perfeccionando el muro de contrafuertes, del que conocían bien sus alcances y resistencia. Volviendo a lo mencionado, el término “de agua” que precede al cargo de los constructores de obras hidráulicas de la época en estudio, de alguna manera garantizaría su especialidad en la obra y ofrecía garantías sobre la misma.

Descripción de la Presa de Rocha en el ámbito geográfico

La ciudad,³² en su hidrología, se encuentra en la región Lerma-Santiago, en la cuenca Río Lerma-Salamanca. La mayor parte del municipio se localiza dentro de la subcuenca del río Guanajuato, que tiene origen en la vertiente sur del Cerro de Santa Rosa, localizado a 11 km al NE de la ciudad. Existen aguas superficiales, que son corrientes que confluyen en el estrecho valle, en el cual se encuentra la ciudad, tales como San Antonio, Durán, Cata, San Matías, Llano Grande,

Melchores, La Taponá, El Duraznillo; presas o cuerpos de agua como La Esperanza, La Soledad, La Peregrina, San Renovato, Los Santos, La Olla, Pozuelos.

La ciudad tiene unidades de escurrimientos superficiales, con una pendiente de 10 a 20%. En época de lluvias, el desprendimiento de los adoquines que recubren los callejones ofrece peligros, ya que, en su mayoría, en éstos hubo arroyos pluviales que provocaban el golpeteo continuo de agua en algunos paramentos, de ahí la presencia de humedades y flora parasitaria. El clima se presenta semicálido-subhúmedo y templado-subhúmedo con lluvias de verano, considerado también como templado de montaña. Su temperatura durante el año oscila entre los 3 a 36 °C, y la media de la temperatura es de 18 °C. Las lluvias, en promedio anual, son de 692.5 mm.

Volviendo a las condiciones específicas del caso de estudio, según Mireles: “Para una cuenca pequeña la forma y cantidad de escurrimiento están infundidas principalmente por las condiciones físicas del suelo.”³³ El tipo de corriente con que cuenta la presa es perenne; es decir, que contiene siempre agua, ya que el nivel freático permanece por arriba del fondo del cauce. Su cuenca hidrográfica corresponde al arroyo, para después desembocar en la del río. A diferencia de este último, el primer tipo de cuenca mencionado presenta escaso caudal, que puede incluso desaparecer en el estiaje. Durante la época actual, el cauce que sale de la presa crece considerablemente en la época de lluvias.

Se menciona que la corriente es perenne; para que esta condición ocurra, las zonas deben ser templadas y de humedad tropical, con precipitaciones pluviales constantes, lo que repercute

³⁰ Se habla como canon generador a la presa de Zalamea de la Serena.

³¹ Manuel Díaz-Marta, *op. cit.*, p. 500.

³² Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), cartas: Climática 1:1 000 000; Hidrológica de Aguas Superficiales 1:1 000 000, México, 2002.

³³ José Luis Mireles, “Presas en línea”, tesis de http://www.ingenieria.unam.mx/biblioteca_digital/ingenieria_civil.php/http://www.construaprende.com/tesis03/.

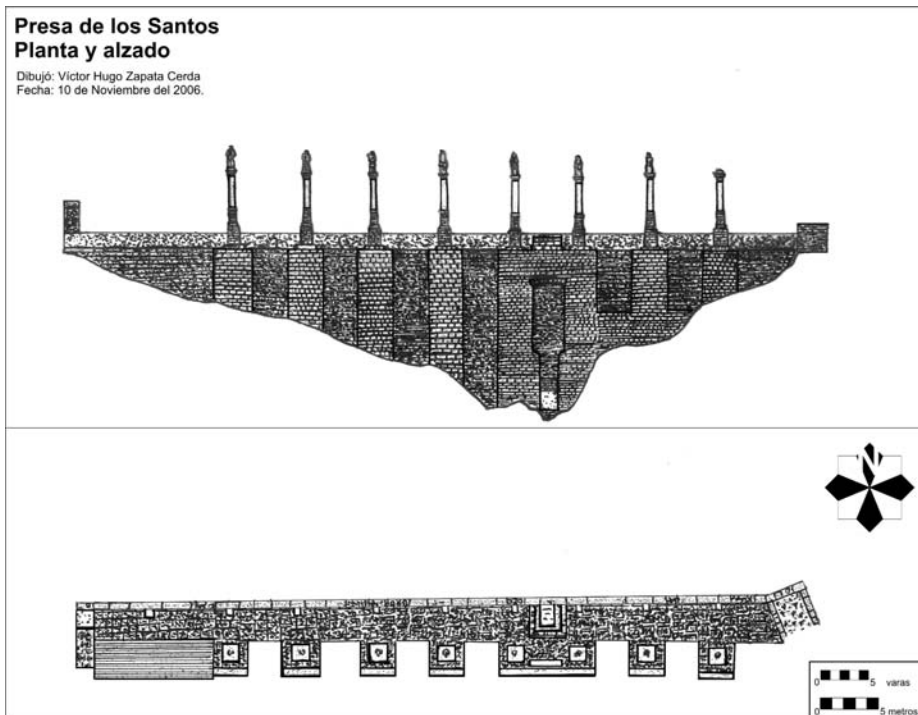


Ilustración 5. Planta y alzado de la Presa de los Santos.

en los cambios frecuentes en el caudal. Se recordará lo enunciado en la descripción climática de la ciudad: la característica de ser semicálido-subhúmedo y templado-subhúmedo con lluvias de verano, que en promedio anual son de 692.5 mm. Cumpliéndose entonces los satisfactores naturales geográficos y climáticos para la creación en esa zona de la presa, y habiendo justificaciones plenas para su presencia en la complacencia de las necesidades culturales que le dieron origen, sólo faltaría observar su adecuado desarrollo desde el punto de vista constructivo.

Materiales y técnicas de construcción

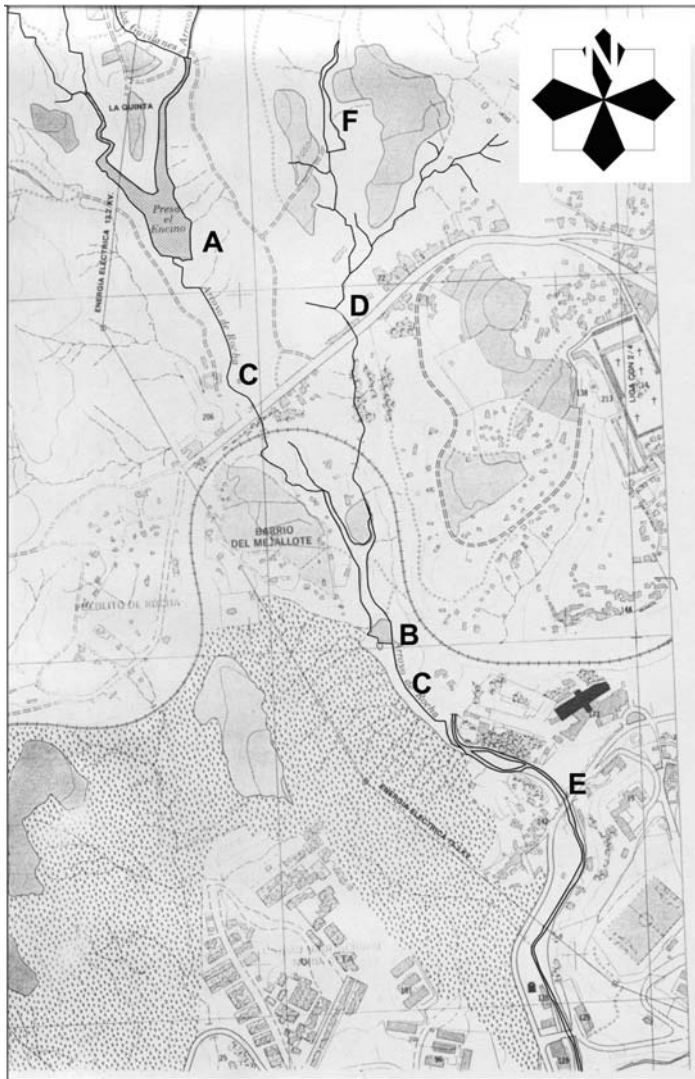
La observación del terreno fue fundamental para la elección de la altura y la ubicación de la presa. En un pozo de sondeo,³⁴ para apreciar el nivel

³⁴ Dicho pozo se realizó con maquinaria especializada de mecánica de suelos y aún está presente, por lo que los resultados son observables, pero cabe decir que no fue producto de esta investigación.

del suelo efectuado a unos 50 m frente a la presa, fue esclarecido que sólo una capa de arcilla de aproximadamente 30 cm bajo el manto de rocas de río por el que corre el agua, cubría la peña; de igual manera puede verse ésta en el mismo cauce. Lo anterior manifiesta un terreno de gran firmeza para la edificación. Esto, aunado a que las piedras de río son en gran cantidad de basalto, propició un lugar apto para realizar la estructura. Hace casi 15 años se emprendieron obras de drenaje en torno de la presa, quedando algunas de las alcantarillas pegadas al vaso, por lo que es posible que el volumen de éste haya sido modificado por terrazas, aunque sólo parcialmente.

No se puede saber con certeza si los constructores aplicaron criterios como el de Benassini³⁵ para calcular la tolerancia de la nivelación de sitios para presas. Si es factible que hicieran uso de observaciones cualitativas y cuantitativas del

³⁵ $T_n = 10 \sqrt{K}$, siendo T_n = tolerancia en milímetros y K = kilómetros nivelados.



- A Presa del Encino.
- B Presa de Rocha.
- C Arroyo de Rocha.
- D Conjunción de otras corrientes.
- E Río Guanajuato.

La Presa de Rocha, presenta por coordenadas aproximadas: N 21° 1' y E 101° 16' 16'', dentro de la curva de nivel 1 990 m. Debe verse como parte de un sistema de abastecimiento de agua de la ciudad, con el aprovechamiento de las diferentes corrientes, siendo la principal el Río Guanajuato, de tal manera que las diferentes presas se encuentran comunicadas por la conformación de esta red, misma que tiene sus orígenes como ya se apreció entre los siglos XVIII y XIX, siendo la obra central la de la Olla, existen otras de menor tamaño y relativa importancia, así como de aparente rusticidad constructiva, pero conformando también el sistema. Así, por ejemplo, para el caso de estudio, la vertiente de agua que principalmente recibe en su embalse es "el arroyo de Rocha" que procede de la presa del Encino, y otras vertientes más al este que provienen de F, después, dicho arroyo continúa su trayecto para unirse al cauce del Río Guanajuato.

Por la fuerza de gravedad, dados los desniveles en relación con las fuentes de las que recibe sus aguas la Presa de Rocha y su disponibilidad a desaguar hacia el Río Guanajuato, es de observar que si el terreno del lugar en que se erigió le favorecía, era el sitio adecuado, lo mismo para la construcción de las otras obras. La presa del Encino es de mayores dimensiones y como es de esperarse, se encuentra a una altura un poco mayor de 2 030 m, aproximadamente a un poco más de 5 km rumbo al noroeste del objeto de estudio, y recibe sus aguas esencialmente de los arroyo de Los gavilanes y Piedras azules.

Ilustración 6. Parte del Mapa Urbano CETENAL, Guanajuato, Gto. 3/4. En él se puede observar la Presa de Rocha, misma que recibe sus aguas del Encino y otras fuentes.

terreno, como el uso de la medida "de la altura de los ojos del observador", estatal y niveles, relacionándolos con registros previos de la capacidad de contención de embalse. La posibilidad de lo mencionado se manifiesta en la media obtenida de las curvas de nivel, que es de 2 m, y la altura de la cortina es de 4 m, en una clara relación 2/1.

Realizando una descripción general, la cortina en estudio está hecha de mampostería; consta de siete contrafuertes, seis de ellos con desplantes; un nicho ornamental en la coronación,

una caja de agua adosada de dos partes: un desagüe en la base con forma de arco y dos muretes a los extremos, presentando su planta cierta inclinación angular. Se puede considerar como rígida dentro de la clasificación de flexibles, mixtas y rígidas, siendo que, de las últimas, las más comunes son las hechas de mampostería con mortero de cal y canto en este caso. En la elección de los materiales constructivos, como aspectos generales se deben observar:³⁶

³⁶ José Luis Mireles, *op. cit.*, p. 13.

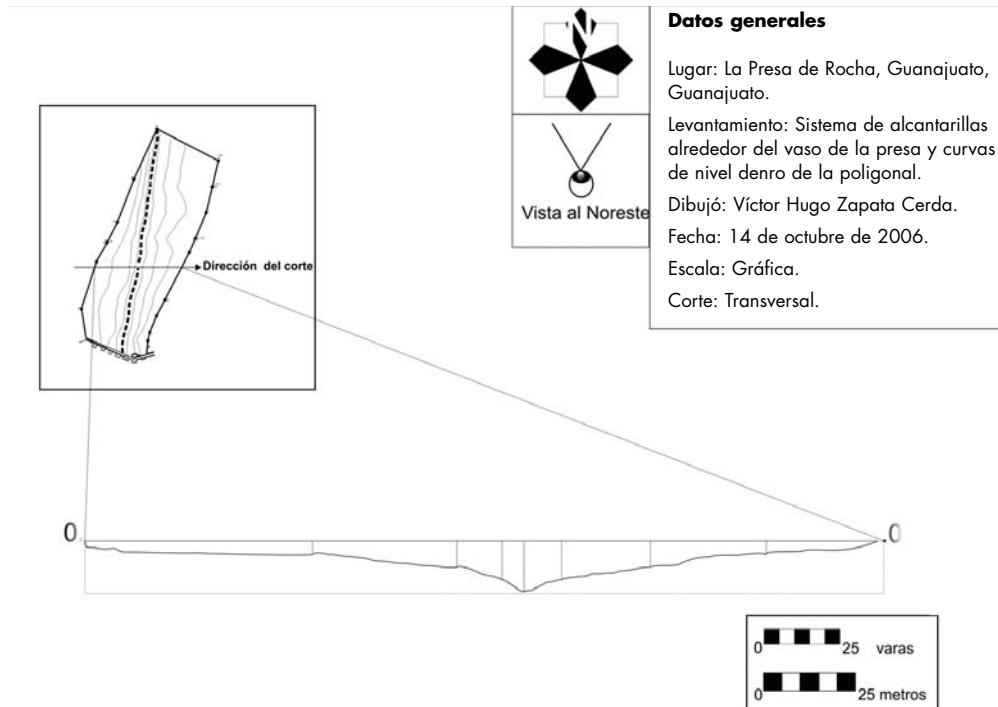


Ilustración 7. Presa de Rocha. Datos generales.

1. Materiales del lugar: al seleccionar materiales del lugar y combinarlos con la geología del cauce se beneficia la economía y el gasto de energía.³⁷

2. Perfil geológico del cauce: es una expresión del tipo de corriente con que se cuenta (efímera, intermitente y perenne).

3. Altura de la cortina: para las cortinas rígidas la altura dependerá de la estabilidad.

Como antecedente orográfico, se presenta que el municipio de Guanajuato se encuentra entre dos provincias fisiográficas, la primera de ellas es "La Mesa del Centro", la cual es abarcada por

las subprovincias "Sierras y llanuras del Norte de Guanajuato" y "Sierra de Guanajuato". La segunda provincia, que también comprende al municipio, es la del "Eje Neovolcánico", ubicándose Guanajuato en la subprovincia "Bajío Guanajuatense".³⁸

Los materiales de construcción de la Presa de Rocha son la piedra de basalto en la fábrica de la cortina y la toba riolítica en la caja de agua, con predominio en los contrafuertes. Respecto al último rasgo mencionado en la orografía, el basalto está clasificado como roca ígnea; su presencia es el resultado de la actividad volcánica y se divide en intrusiva, cuando solidifica bajo la superficie, y extrusiva, cuando lo hace en ésta. En sí, se

³⁷ Además de tener cierta certeza empírica de que el terreno sustentará mejores elementos que ya están presentes en la superficie.

³⁸ INEGI, Carta Orográfica 1:1 000 000, México, 2002.

les define como rocas cristalinas o vítreas según la composición del magma que las originó y la temperatura y presión mediante las que cristalizaron. La llamada masa cristalina es una matriz aglutinante de cristales o minerales.³⁹ El basalto, en su aspecto, es una roca compacta, pesada y de gran dureza, de color gris a gris oscuro.

Para la unión de los materiales se usó una resistente y dura mezcla de cal-arena-grava, con preponderancia de fragmentos de basalto y canto. En contraste con las demás presas de tipo “muro con contrafuertes”, se emplearon sillares de cantera como castillos en la construcción de sus contrafuertes, siendo que generalmente éstos eran por completo de sillares en las otras obras hidráulicas. En común con las otras presas, se presenta la piedra laja cubriendo la coronación de la cortina; aparentemente, en el caso de estudio, gran parte de ésta se encontraba recubierta con un mortero de argamasa hecho de la misma mezcla que la empleada para el junteo.

En cuanto al nicho, éste presenta una hechura de sillares de cantera unidos con la misma mezcla que los otros elementos constructivos, además de poseer molduras de argamasa meramente decorativas y una capa de aplanado fino con pigmentación en color rojo. Los materiales quizá fueron obtenidos de la misma zona, a excepción de los sillares de cantera labrados y la cal. En el cerro contiguo a la presa se puede observar una constitución básica de riolita con algunos fragmentes de basalto y otros minerales. En cuanto al arroyo de Rocha, en el sedimento por el que corre el agua, se aprecia gran cantidad de basalto, por lo que su obtención

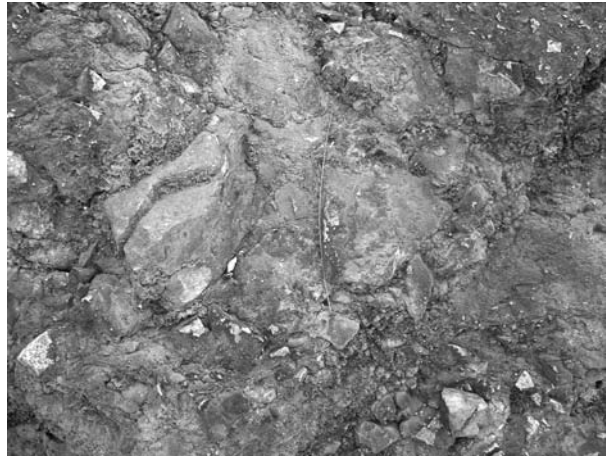


Ilustración 8. Imagen del cerro contiguo a la presa.

no sería problema, escogiendo las rocas que más favorecieran a la construcción y colando la grava.

Pasando a las técnicas de construcción, la parte de piedra está dividida en cantería y mampostería; es en esta última donde se elabora con la roca irregular, usando las más duras, pesadas y de formas más angulosas o cuadradas para que pueda sentarse y trabajarse mejor, evitando las que se aproximen a la figura esférica.⁴⁰ La piedra tosca que se halla en la superficie o en lugares de fácil accesibilidad, de figura irregular, se puede emplear de diferentes maneras para hacer piedras y paredes: la primera es usándola tosca, angulosa e irregular, sin mezcla. Se señalan los límites del muro con estacas u otras marcas en los ángulos; después se colocan las rocas más grandes, de mayor dureza y de difícil labrado, de modo que forman el zócalo o basa de la pared, escogiendo el paramento más lineal y se acomoda en dirección de la pared, para que no sobrepase su grueso; se reduce su tamaño con el ins-

³⁹ Valeria A. García Vierna, “Conservación preventiva de materiales arqueológicos pétreos”, en *Conservación in situ de materiales arqueológicos, un manual*, México, INAH, 2001, p. 119.

⁴⁰ Pedro Zengotita Vengoa, *Arte de albañilería o instrucciones para los jóvenes que se dediquen á él*, 1a. ed., Madrid, Oficina de don Francisco Martínez Dávila, 1827, Editora Nacional, 1984.

Medidas de la Presa de Rocha

Si se toma la vara como 0.8359 y se toma su equivalencia con 4 palmos, éste medirá 0.2089 m, si se construye un triángulo rectángulo de catetos = 4 palmos, la hipotenusa medirá 5 palmos, o 1.04 m, que es aproximado a lo que mide L2, por tanto una hipotenusa de 10 palmos medirá 2.08 m, que es aproximado a L1, presentando una relación de 2:1.

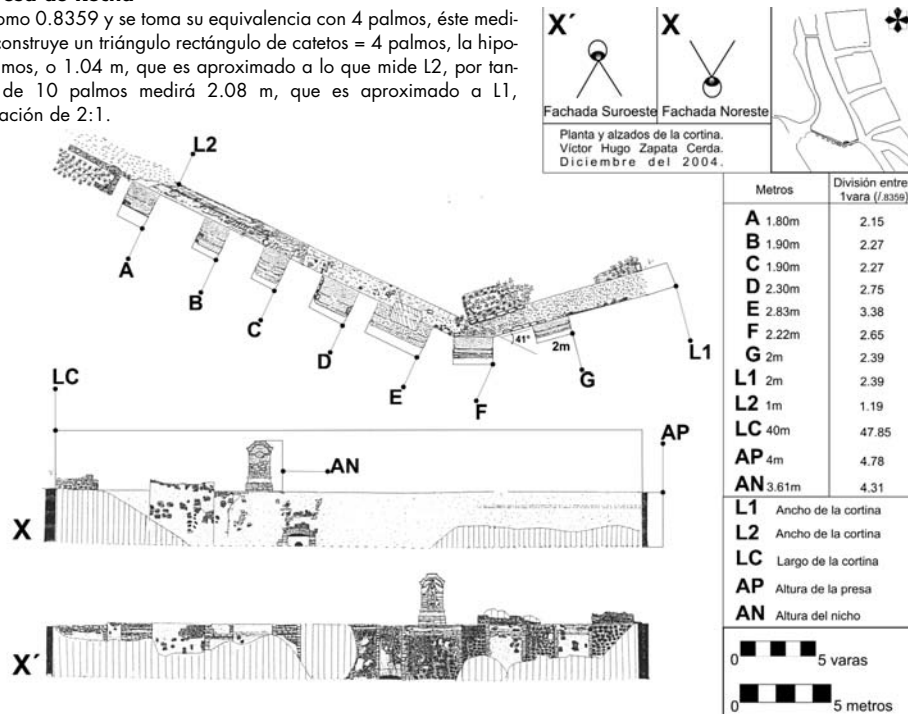


Ilustración 9. Presa de Rocha. Medidas.

trumento de labrado, de modo que no exceda las marcas.⁴¹

En el caso en estudio, podría pensarse que, por ser una presa, sus dimensiones requerirían de otras técnicas más complejas, lo cual pudo ocurrir, aunque bastase con el uso de andamiajes y otros artefactos para la movilización de las piedras, ya que la altura que presenta la cortina es de casi 4 m. El ancho del muro, aunque varía en un tercio de su extenso, es de 2 m, y el largo es de casi 40 m, por lo que es posible que, sólo respecto al sistema constructivo, no requirieron de técnicas más complejas que la expuesta.

Las rocas de base se dejan lo más alineadas posible; se cuida que sus paramentos sean perpendiculares, tratando de no dejar aberturas al ubicarse sobre la tierra, procurando que por encima queden lo más planas posible para colocar

sobre éstas las otras rocas, mismas que se van calzando o colocando dejando la mínima abertura posible, lo que se logra levantándolas con rajas y cantos menores que las afirman, traban y consolidan de manera que formen un cuerpo regular.⁴²

Para sujetar o entrelazar las rocas, se usan también las “llaves”, que son piedras que atraviesan de largo a largo la pared, que contienen a las demás y las atan.⁴³ En cuanto a su colocación, se debe acomodar por un lado de la pared el tizón, que es la punta de la piedra que se introduce en el grueso, de modo que su mayor largo siga la dirección de la pared para que, en conjunto, se aten y unan unas con otras.⁴⁴ Para los cimientos, cuya función es transmitir la carga a las capas de suelo por debajo de la estructura, se abren zanjas hasta el fondo firme, se desaguan si presentan

⁴² *Ibidem*, p. 79.

⁴³ *Idem*.

⁴⁴ *Idem*.

⁴¹ *Ibidem*, p. 77.

dicho líquido, y se colocan dentro de la zanja las piedras de mayores dimensiones, para que sobre éstas se asiente la basa y, consecutivamente, las otras rocas hasta formar el muro.⁴⁵ En conjunto con la cortina, se construirían los contrafuertes, siendo éstos construcciones macizas de mampostería sobre los que actuarán principalmente las cargas a soportar por la edificación. Es necesario mencionar que la densidad del muro de piedra fue constatada, cuando en tiempos actuales se perforó el costado cercano a la caja de agua, para realizar labores de alcantarillado.

En cuanto a la fábrica de roca empleada en específico sobre las presas, es importante que se identifique el caso en estudio como dentro de las presas muros de contrafuertes y no entre presas de enrocamiento, las cuales están presentes desde 1800, pero sus técnicas constructivas suelen ser diferentes y de mayor complejidad.

Para finalizar los aspectos básicos de construcción, una de las características que debería cumplir el objeto de estudio es el de impermeabilidad, lo cual se logró con un mortero a base de cal aplicado en la pantalla sobre el paramento que da a las aguas. En cuanto a los granos de los cantos y grava de mezcla, corresponden a la naturaleza de los materiales de construcción de mayor volumen, como el basalto, toba, piedra de río, aunque unidos con fragmentos de tezontle, el cual no se observa presente en el lecho del arroyo, por lo que es un agregado que se puede considerar externo.

Lo cierto es que, al pasar la corriente de agua por un sedimento compuesto por los mencionados elementos líticos, empíricamente se puede asegurar que éstos son impermeables y, por tanto, sirven para ser usados en una mezcla que se requiere lo sea también. En cuanto a la cal, al ser del tipo hidráulico, sus propiedades de fraguado le hacen apta como aglomerante para la consti-

tución de un mortero impermeable. La mezcla observada en la cortina podría corresponder a 1-cal, 2-arena, 1-grava, y el agregado del canto.

En cuanto al tezontle como agregado, en su razón de uso, se manifiesta que existen materiales con propiedades aislantes de la humedad, que causan una disminución o extinción en la ascensión capilar, siendo dichos materiales el tezontle o los basaltos de origen volcánico.⁴⁶ Concluyendo este apartado, por los materiales y técnicas empleados, se puede apreciar que la Presa de Rocha es impermeable refiriéndose al ámbito constructivo.

Aparentemente no se usaron cálculos de estabilidad en la presa. Para el ingeniero Manuel Díaz-Marta,⁴⁷ son presas audaces “cuyas dimensiones están muy por de bajo de las que requiere la teoría de la estabilidad”. Sólo por observar cuál podría desenvolverse en este último aspecto con base en fórmulas, la aplicación de una de éstas, llamada “cálculo rápido del volumen de una presa de fábrica”⁴⁸ —aplicada a las presas españolas a principios de 1900—, resulta inconsistente, porque debe ser estudiado de manera minuciosa el perfil, de acuerdo que en todos los puntos del paramento la compresión de la fábrica sea igual a la presión hidrostática (en tanto a los respectivos puntos de su curva dentro del tercio medio de la junta en cuestión), aludiendo a la necesidad de que ambos, o al menos uno de los paramentos, sean inclinados, lo cual hace que la presión sea paralela en sus elementos próximos. Tal ejemplo es ajeno al caso de estudio, que presenta muros verticales; por tanto, no

⁴⁶ Ramón Salvador Medina López, “El problema de la humedad en los bienes culturales arquitectónicos y algunos ejemplos para combatirla y detener el efecto nocivo en los bienes arquitectónicos construidos”, en *Seminario de Arquitectura para la Producción*, Morelia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 2004, p. 18.

⁴⁷ Manuel Díaz-Marta, *op. cit.*, p. 500.

⁴⁸ Atribuido a D. José Nicolau por Paulo Fernández Quintana.

⁴⁵ *Ibidem*, p. 81.

aplica a las propiedades del triángulo en forma vertical ni a la función seno presente en la fórmula,⁴⁹ aunque, como se observará más adelante, la inclinación de las paredes sí era empleada para contrarrestar los empujes del agua, pero en su planta. En especial, resulta controvertida su estabilidad por poseer un perfil casi vertical, mientras que normalmente al menos los contrafuertes suelen presentar el talud, de manera que el empuje del agua es anulado por la reacción o peso de una sección de muro en el nivel de la junta sobre la que se aplica, creando una resultante en diagonal que corta la curva de presiones, y siendo que tal carga es pasada de la pantalla al paramento posterior, resulta en la necesidad del talud. Aun así, la teoría de Levy contempla los perfiles verticales como de $m = 0$.⁵⁰

Díaz-Marta menciona: “La resistencia al empuje del agua en este tipo de presas parece confiada al muro más que a los contrafuertes.”⁵¹ En sí, la presa en estudio funciona por gravedad, siendo que su altura es apenas de 4 m, y teniendo en cuenta la firmeza del terreno en que fue construida, así como su posible relación 2/1 con el nivel del agua y el ancho de los contrafuertes, que es casi igual al de la cortina (1.90 m en promedio). Así funcionaría como un muro de contención; no así otros tipos de cortina de presas en la región en estudio, cuyas pantallas son proporcionalmente más delgadas en relación con su altura y de contrafuertes también distributivamente de menores dimensiones en relación con el paramento que recibe la carga hidráulica. Este tipo de muros contrafuertes se encontraban en las calles subterráneas de Guanajuato, aunque

los mismos muros ya se habían usado para delimitar el río con anterioridad,⁵² por lo que estaba probado y experimentado su diseño ante la fuerza del agua. Más allá de lo que se pudiera mostrar con teorías y cálculos que tal vez no aplicaron, la presa en estudio muestra un elemento que le ayuda a manejar la afluencia del agua; se trata de la caja adosada a la cortina del paramento que da al embalse, pues dicho elemento resulta en una multifuncionalidad, ya que podría ser por su ubicación y función un aliviadero en auxilio del desagüe, siendo también un partididor por su forma doble y poseer, además, un sentido constructivo funcionalmente útil, que se apreciará con detalle más adelante.

Geometría y aspectos del diseño constructivo y estético

Del griego *geo* (“tierra”) y *metrein* (“medir”), se puede considerar que la geometría busca las relaciones de proporción en el mundo tangible y los ciclos naturales, en una abstracción formal basada en el cuadrado y el círculo, para derivar en sus diferentes nexos y polígonos, manifestando, después, dichas proporciones y sus resultantes figurativos en medidas y elementos aplicables en la cultura materi y, como es de esperarse, en una reflexión antrópica, relacionadas a las proporciones anatómicas y con distintas inclinaciones ideológicas y funcionales, en acuerdo con un grupo social en determinada etapa histórica.

Para comenzar el análisis, es necesario establecer consideraciones respecto a cómo se intentó aplicar a la geometría sobre el diseño, de

⁴⁹ Relación entre el cateto opuesto y la hipotenusa.

⁵⁰ Enrique Granda G., “Aplicación de la teoría de Levy a las presas vertedero”, en *Revista de obras públicas, fundada y sostenida por el cuerpo nacional de ingenieros de caminos, canales y puertos*, núm. 1791, t. 1, Madrid, 7 de enero de 1910.

⁵¹ Manuel Díaz-Marta, *op. cit.*, p. 500.

⁵² Dolores Helena Álvarez Gasca, María Eugenia Cervantes Mac Swinney y Eloy Juárez Sandoval, *Calle subterránea de Guanajuato, su estudio y conservación*, Guanajuato, Facultad de Arquitectura-Universidad de Guanajuato, 2000, p. 79.

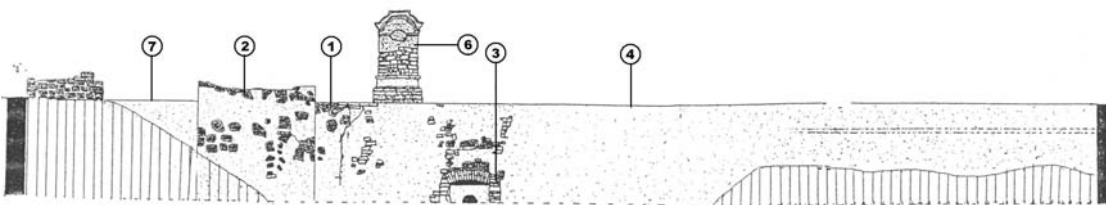
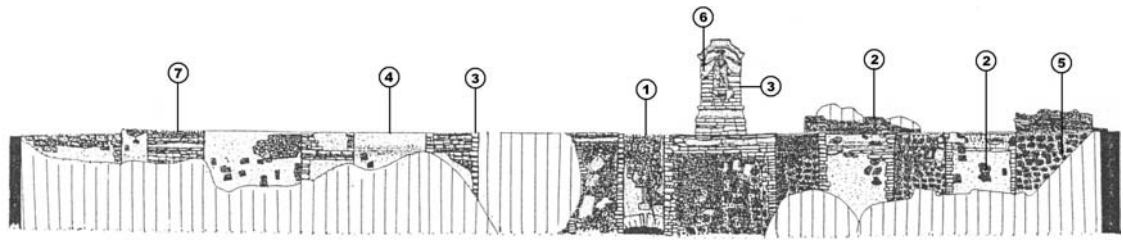


Ilustración 10. Materiales de construcción: 1) basalto (cortina); 2) toba de rialita; 3) sillares de cantera; 4) argamasa (mortero); 5) mezcla cal-arena y con canto (junteo); 6) aplanado fino (en el nicho); 7) piedra laja (sobre la cortina).

modo que favoreciera la estabilidad de la estructura. Generalizando en el caso de las presas según Granda,⁵³ se presenta como antecedente el uso del trazo del arco como base para su diseño;⁵⁴ esto es un ejemplo de empirismo constructivo, aunque aplicando principios geométricos, pues se tenía por creencia por la comparación con los arcos en cerramientos, que la curva pronunciada sería garantía de estabilidad. Aun así, la curvatura normalmente era arbitraria, y en cuanto a las presas rectas en el caso geométri-

co, éstas eran comparadas con un dintel o bóveda plana, que podría reemplazar al arco escarzano de pequeña flecha, siendo que, desde el punto de vista estereotómico, el efecto de cuña del dovelaje se reflejaría en este tipo de presas, aunque trabajarían por gravedad, es decir, resistiendo por principio la carga del agua con su propio peso.⁵⁵

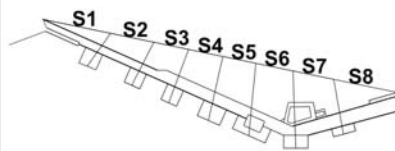
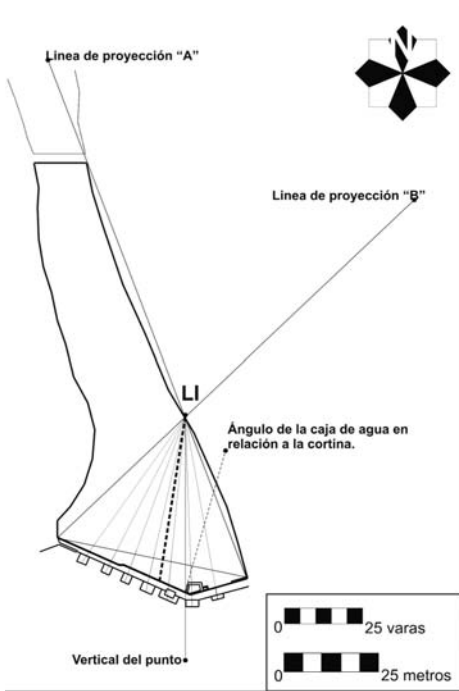
Los constructores del caso en estudio pudieron usar principios geométricos similares, como en la inclinación que presenta la cortina. Las formas curvas o angulares de los diques son adecuadas para resistir el empuje del agua intempestiva,⁵⁶ por lo que existía un precedente funcional de adoptar ese tipo de forma en muros destinados a la contención de agua, de manera que triangulando la cortina se lograría un receptáculo del agua, que a su vez se dividiría en dos por la caja de agua, generando una repartición

⁵³ Enrique Granda G., "Apuntes sobre la forma en planta de las presas-muro", en *Revista de obras públicas...*, núm. 2558, t. 1, Madrid, 1930, p. 452.

⁵⁴ Según Granda, "La planta, que pudiéramos llamar clásica, o sea la curva circular, tiene a su favor, a parte de su repetida experiencia, el argumento, más intuitivo que técnico, de buscar el apoyo horizontal ofrecido por las laderas del desfiladero en la cerrada, como garantía complementaria de la resistencia del dique contra el empuje hidráulico; y otro, de mayor lógica y fuerza, circunscrito a aumentar la elasticidad de la obra, para sus cambios de dimensiones con las variaciones de temperatura, facilitando, en caso de producirse grietas verticales, la tendencia a su cierre por la misma presión del agua." *Ibidem*, p. 452.

⁵⁵ *Idem*.

⁵⁶ Leonardo Icaza, *op. cit.*, p. 27.



Desde el punto L1, que es perpendicular al límite de la caja de agua y el contrafuerte que la sustenta, sus proyecciones cortan a las juntas de la planta de los contrafuertes en su tercio medio, siendo que se crean mediante la triangulación de la planta de la presa, secciones de agua a la manera de dovelas, las cuales presentan diversas magnitudes, pero con un patrón lógico, es decir, que las secciones S5, S6 y S7, que son las de mayor volumen, se sustentan por los contrafuertes más grandes, de mayor peso; por otro lado, S1, S2 y S3 son carga hidráulica de la sección de la planta que mide un metro de ancho, con contrafuertes de menores dimensiones que los de las tres primeras secciones de agua mencionadas. En sí, se puede ver un desarrollo armónico de magnitudes, que son carga hidráulica del mismo desarrollo en el tamaño de los contrafuertes, hasta S8, donde la menor magnitud de agua es soportada por un contrafuerte de proporcional tamaño. Al usar L1 como el punto a proyectar, se establecería el ángulo del paramento inclinado de la caja de agua.

Sección horizontal S5

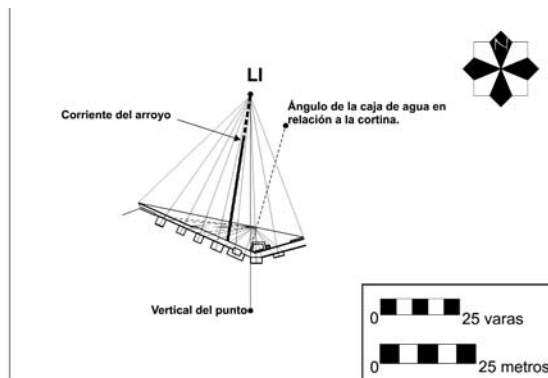
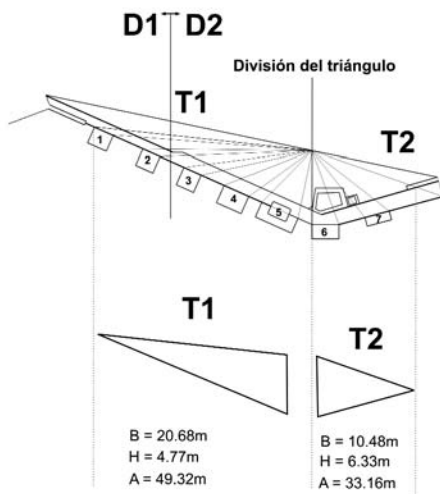
Peso del contrafuerte S5-S6: 51,075.84 kg/m³.
 Peso del contrafuerte S4-S5: 48,576 kg/m³.
 Peso del nicho: 14,280 kg/m³.
 Peso de la sección de la cortina: 120,640 kg/m³.
 Peso total: 234,571.84 kg/m³.

Promedio general de datos:

Peso estimado de la cortina: 832,000 kg/m³.
 Peso promedio por contrafuerte: 37,346.4 kg/m³.
 Peso estimado de los siete contrafuertes: 261,424.8 kg/m³.
 Peso estimado del nicho: 14,280 kg/m³.
 Peso estimado total: 1,110,753.2 kg/m³.

Ilustración 11. Geometría de la planta de la cortina.

En otra aplicación general, la cortina, al tener un ángulo de inclinación en su planta, genera un triángulo; éste, a su vez, es dividido en dos por la caja de agua. El primer triángulo genera un receptáculo adecuado para el empuje del agua debido a su forma angular; el agua, a su vez, divide su fuerza en dos triángulos de áreas más o menos proporcionales. Aunque la figura de menor proporción es la que sustenta la caja de agua, que a su vez se apoya sobre el contrafuerte paralelo a la misma, y ambos elementos contrarrestan el empuje que se desvía sobre el ángulo del dique. Debe recordarse que la presión del agua es expansible a todas direcciones, por lo que se pretendió manipularla mediante la desviación del cuerpo sólido sobre el que tendría efecto.



En la imagen SN, se muestra la sección de manera normal, con un factor de seguridad en la base de $6.9 \geq 2$. Esta última, por ser vertical, trabajaría por gravedad. Si presentaba vertedero, pudo ser la parte redondeada de la corona. Al ser el muro de 4 m, 1/3 de la base correspondería a una planta de 1.3 m para efectos de estabilidad. El caso de estudio presenta una variación de 1 m en D1 a 2 m en D2 en el ancho de la planta, por lo que no presenta problemas en ese aspecto, tomando en cuenta que la mayor carga se presentaría en D2 por la desviación angular. P1, al ser predominantemente de basalto, presentaría de 10,400 kg/m, en D1 a 20,800 kg/m en D2. En sí, la función de contrarrestar el empuje hidráulico se efectuaría con salvedad desde P1 en D1, siendo que la primera sección con el contrafuerte 1 ostenta un factor de seguridad de 4.5 en la base. Los casos varían en cuanto a las otras presas de muros con contrafuertes de Guanajuato, que llegan a presentar el triple en altura que el caso de estudio, con aspersores similares.

SN

Por la altura y peso de la pantalla, serían prescindiéndose los contrafuertes.

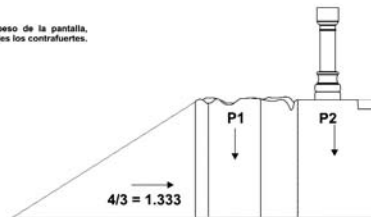
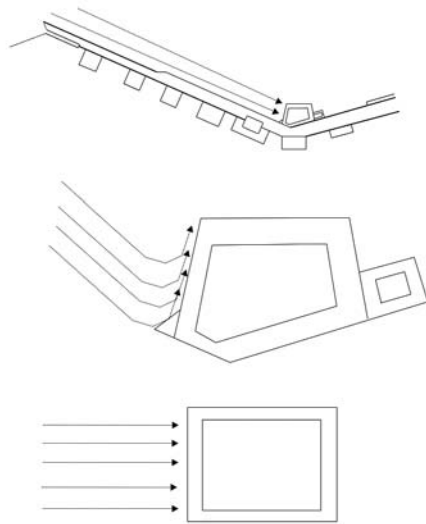
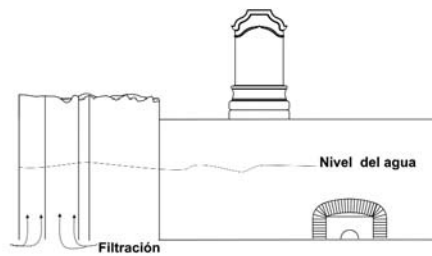
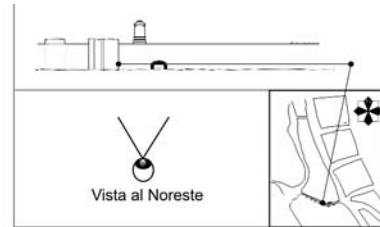


Ilustración 12. Geometría de la planta de la cortina.

El agua se filtraba a la caja; el nivel que presentaba era el mismo que la media de la presa; por esta razón, al estar adosada, servía a la vez como medidor de nivel; entre otras funciones, participaba como aliviadero y partidor. A diferencia de otras cajas de agua adosadas y de forma cuadrada como la de la presa de los Santos, ésta se encontraba en el paramento que da al vaso, no al exterior; esa es la razón de su forma, pues el ángulo de la planta de la cortina ocasionaría que su lado mayor desviara el agua hacia la caja, por lo que se encontraría sometida a un esfuerzo de flexión, de ahí que su propio lado angular desviara el empuje hidráulico; de ser cuadrada, la caja recibiría la carga de manera directa.



En caso de que el paramento de la caja de agua fuera vertical, recibiría los empujes de manera directa.



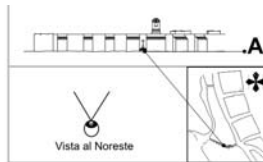
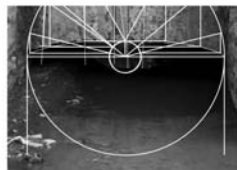
Sin escala

Ilustración 13. Caja de agua.

La forma del arco del desagüe en la fachada, corresponde a un arco elíptico y puede ser obtenido mediante los procedimientos de trazo del mismo, aunque en este caso, algunas dovelas parecen no encajar, lo que se debe a que está construido de sillares de piedra angulares.



A



La forma del arco del desagüe en la parte posterior de la cortina corresponde tentativamente a un arco escarzano, aunque es probable, por su hechura, que haya sido trazado como arco elíptico, cuyos focos marcaron los sillares por el movimiento angular; en éstos la línea del arranque a la luz se encuentran dispuestos, al parecer, en sección áurea; presenta su fábrica en sillares prismáticos.

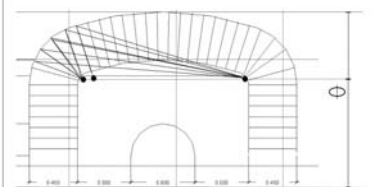


Ilustración 14. Geometría de los arcos de la presa.

Ilustración 15. Geometría de los arcos de la presa.

La forma de los arcos del nicho ornamental y del interior del desagüe, en la parte posterior de la cortina, corresponden a la forma de trazo del arco de medio punto, el cual es una semicircunferencia cuya flecha es igual a la mitad de la línea de luz.

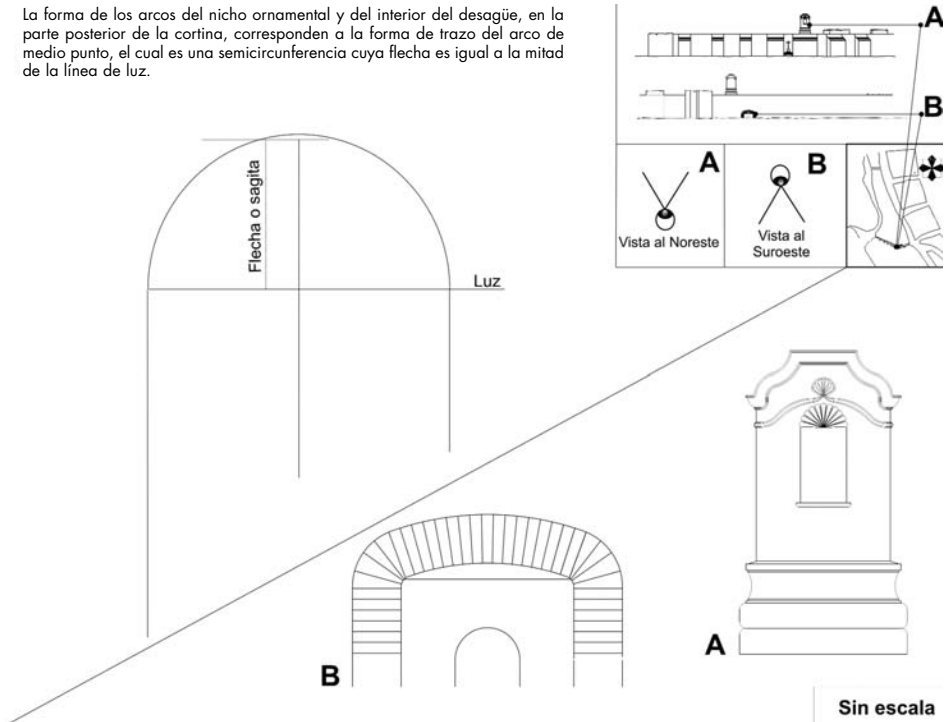


Ilustración 16. Geometría de los arcos de la presa.

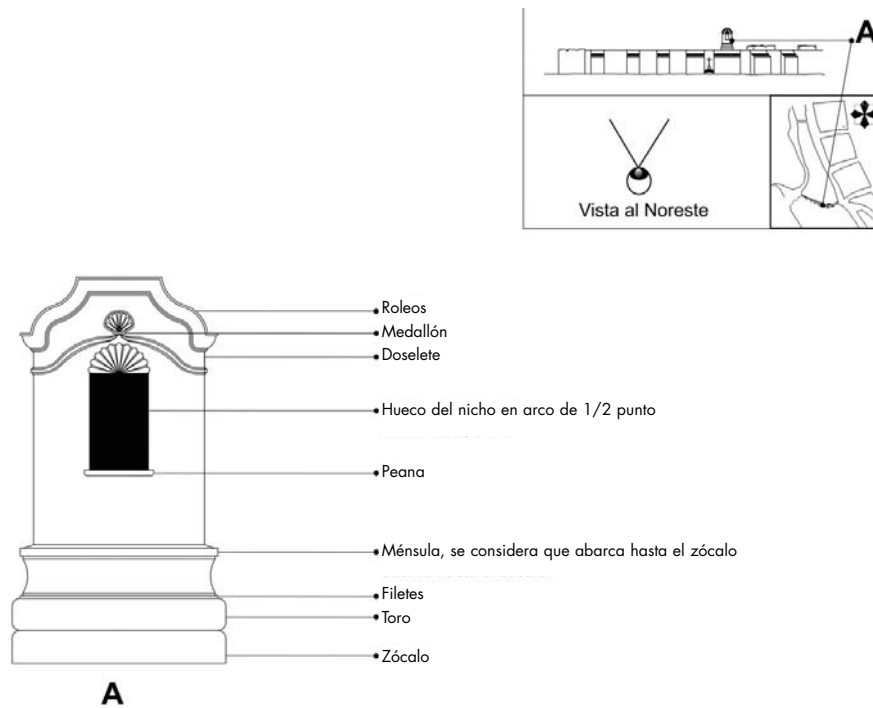


Ilustración 17. Geometría de la cortina. Partes del nicho.

equilibrada de las cargas hidráulicas, siendo que el triángulo de menor área sería el que contendría a la caja de agua; en cambio, el mayor, que recibiría la superior cantidad del vital líquido, presentaría más contrafuertes.

Desde luego, todo examinado desde un punto de vista lógico y empírico, considerando que la media del nivel de agua sería regular dentro de la figura geométrica, acertándose en 2 m. Podría ser ésta la causa por lo que el largo de los contrafuertes va de 1.80 a 2.22 m, a excepción del que ostenta al nicho, que es de 2.83 m. También el ancho de la cortina del lado de la caja de agua es de casi 2 m. Aludiendo a las aplicaciones del triángulo sobre la presa, se ejemplifica en la inclinación que presenta la caja de agua en uno de sus paramentos, para desviar el agua a manera de tajar; de esa manera disminuye un esfuerzo de flexión por el empuje, por lo que su razón formal es geométrica y obedece a las propiedades físicas de la figura.⁵⁷ En las ilustraciones 10 y 11 se muestran imágenes, a manera de explicación, respecto al uso de la geometría en la construcción de la presa. Los dibujos de elementos constructivos (la cortina, el nicho a excepción del dibujo estereotómico y la caja de agua) se efectuaron con base en los planos del arquitecto Pedro Aguilera.

En la ilustración 12, T1 ejercería el empuje hidráulico sobre una sección triangular de muro tomada del primer contrafuerte al ángulo divisorio, con peso de 388 143.6 kg/m³, asegurado a la vez sobre cuatro contrafuertes con un peso estimado de 186 732 kg/m³, mientras que a T2 correspondería una sección de muro con un peso sumado de 303 534.4 kg/m³, que descansaría sobre tres contrafuertes con un peso sumado de 74 692.8 kg/m³, siendo proporcionalmente menor la se-

gunda sección que la primera; sin embargo, ésta presentaría la caja de agua, misma que mostraría también un trabajo estructural para desviar el empuje hidráulico y como un aliviadero auxiliar.

Pero, ¿cuál es la relación con el buey de agua o alguna otra medida hidráulica? Éstas se usaban para apreciar el volumen de agua que pasaba por un cauce, tomando formas cuadriláteras. Acerca de estas medidas, se presenta la siguiente información:⁵⁸

1. Buey de agua = data cuadrada de una vara por lado = .8359 m³ = afluencia de 9331.20 litros/minuto.

2. Naranja de agua = data rectangular de 8 dedos de largo y 2 de ancho = afluencia de 68.4 litros/minuto.

3. Real de agua o limón de agua = data rectangular de 2 dedos de largo y 1 de ancho = afluencia de 8.1 litros/minuto.

4. Surco de agua = data rectangular de 8 × 6 dedos = afluencia de 0.014630 litros/minuto, siendo la 48a. parte del buey de agua.

Es evidente que las medidas marcan un flujo, por lo que su presencia en la presa se manifiesta en el desagüe. Es importante mencionar que la toma de las medidas sobre ese elemento es aproximada, pues aparte de ser un lugar de difícil acceso por la vegetación, éste se encuentra parcialmente enterrado. No obstante, se puede identificar la luz del arco que es de 1.60 m, lo que equivaldría al doble de una vara, aunque tal vez el elemento interno que diera paso al líquido si equivaldría al buey de agua. Actualmente consta de un agregado contemporáneo de hormigón armado, que presenta un arco de medio punto con luz de 50 cm, pues el afluente original se aterró y tapó.

La aplicación sobre los otros elementos constructivos queda de manifiesto en los arcos del

⁵⁷ Comunicación personal con el ingeniero mecánico Antonio Yebra Loredó.

⁵⁸ Leonardo Icaza, *op. cit.*, p. 37.

desagüe y el nicho ornamental sobre la presa, comenzando el análisis con los del primer elemento. En el caso del arco de la parte posterior de la cortina y quizá también el de la fachada principal, se presenta una fábrica de sillares de cantera de formas rectangulares, acomodados para darle la forma.

Los aparejos de ladrillo difieren de los de cantería en que en estos últimos las piezas se labran como cuñas y las juntas son prismáticas, mientras que en los primeros los cortes son prismáticos y las juntas las hacen de cuñas.

En este último caso, no obstante ser un arco elíptico, su hechura está basada en el tipo de acomodo que suele presentar su similar, el arco carpanel. Estos últimos se forman por arcos de círculos convenidos entre sí con las mochetas; su curvatura está dada por la divergencia de escopetas, que en este caso es mínima por la forma dada a los sillares.

En los arcos elípticos normalmente las dovelas varían su forma desde los arranques a la clave.⁵⁹ No es así en el caso en estudio, pues son sillares regulares producto de la fábrica de mampostería, los cuales son usuales en obras rústicas y las piedras se disponen de modo que las juntas sean estándares al intradós del arco, procurando la regularidad de su espesor para que el asiento sea uniforme y macizando las juntas mal cerradas con mortero.

Las piedras se ordenan en tamaño para que las de menor magnitud queden sobre la clave, y las consideradas de mayor calidad en los arranques, para brindar estabilidad a la estructura mediante la gravedad, siendo que las piedras se obligan a quedar estrechadas, por lo que la clave debe entrar a presión. Dada la hechura de estos elementos constructivos, no es de sorprender que en una obra

bien aplicada en método, como lo es la bóveda del desagüe de la Presa de Rocha, presente a la fecha una gran estabilidad y firmeza. Por el gran espesor de estos arcos, se dejan cimbrados por un periodo más largo que el de otro tipo de fábrica, para que el mortero fragüe, pues de lo contrario los asientos comprometerían la estabilidad del arco.⁶⁰

Los arcos del agregado del desagüe y del nicho ornamental presentan la forma de medio punto. Para éstos se divide la línea del intradós en dos partes iguales, y por los puntos de división y el centro de la curva, se pasan las rectas y diagonales que son representantes de los planos de las juntas, obteniéndose las dovelas de la manera más conveniente, aunque, es preciso que la clave presente mayor ancho que el resto.

Es de notar que el arco de la fachada de la presa se observa casi como una parábola, esto tal vez se debe a los llamados “tirantes de arcos”, que tienen por objetivo contrarrestar los empujes hacia los estribos. Estos tirantes se forman regularmente por hierros redondos que se empotran en la fábrica y traspasan un ojal en el extremo del mismo, y para evitar el movimiento se aprieta con una cuña metálica.⁶¹ El ensamble de este sistema da un aspecto antiestético a la obra, por lo que conviene que quede oculto, resultando en la no visibilidad de los arranques del arco, sólo de la curva. En la bóveda se considera como una estructura que cierra a un espacio en su parte superior. Siendo tridimensional a diferencia del arco, gravita sobre el vacío y, para su sostén —siendo que sólo soportan esfuerzos de compresión—, transmite su peso y las cargas que soporta hacia sus apoyos, que son continuos o aislados, dependiendo del diseño.⁶² Para el caso en estudio, la bóveda, como es evidente, se

⁶⁰ *Ibidem*, p. 75.

⁶¹ *Ibidem*, p. 86.

⁶² *Ibidem*, p. 91.

⁵⁹ Francisco García Moreno, *Arcos y bóvedas*, Barcelona, Monografías CEAC de la construcción, 1992, pp. 56-69.

encuentra en el desagüe que atraviesa ambos lados de la cortina; sus apoyos son los muros sobre los cuales descansa y se le puede identificar como una bóveda de cañón seguido, cuya forma básica es un medio cilindro, y su directriz está trazada por sus propios arcos oblicuos, con un eje horizontal. En las ilustraciones 15-18 se muestra el uso de la geometría en el nicho ornamental de la presa.

Relación geométrica e ideológica

En este apartado se observará cuál pudo ser la intención ideológica en la aplicación de la geometría en el diseño de la presa; por tanto, al tratar con la subjetividad de un constructor de un

contexto histórico diferente, los planteamientos son hipotéticos. No obstante, se intentará encontrar el sentido simbólico basándose en conceptos probados de aplicación geométrica al diseño, los cuales han perdurado de modo generalizado durante varios horizontes cronológicos en la cultura occidental: tal es el caso del uso de simbolismos cristianos en abstracciones geométricas como la *vesica piscis*, y otras connotaciones detectadas en este estudio, como el constante uso del triángulo y el teorema de Pitágoras.

Por símbolo se puede entender un elemento morfológico, cuya representación en la mente del observador da lugar a la evocación de conceptos con el que éste les asocia; además, los símbolos pueden ser combinados, evocando así nuevos resultados conceptuales. Tales percep-

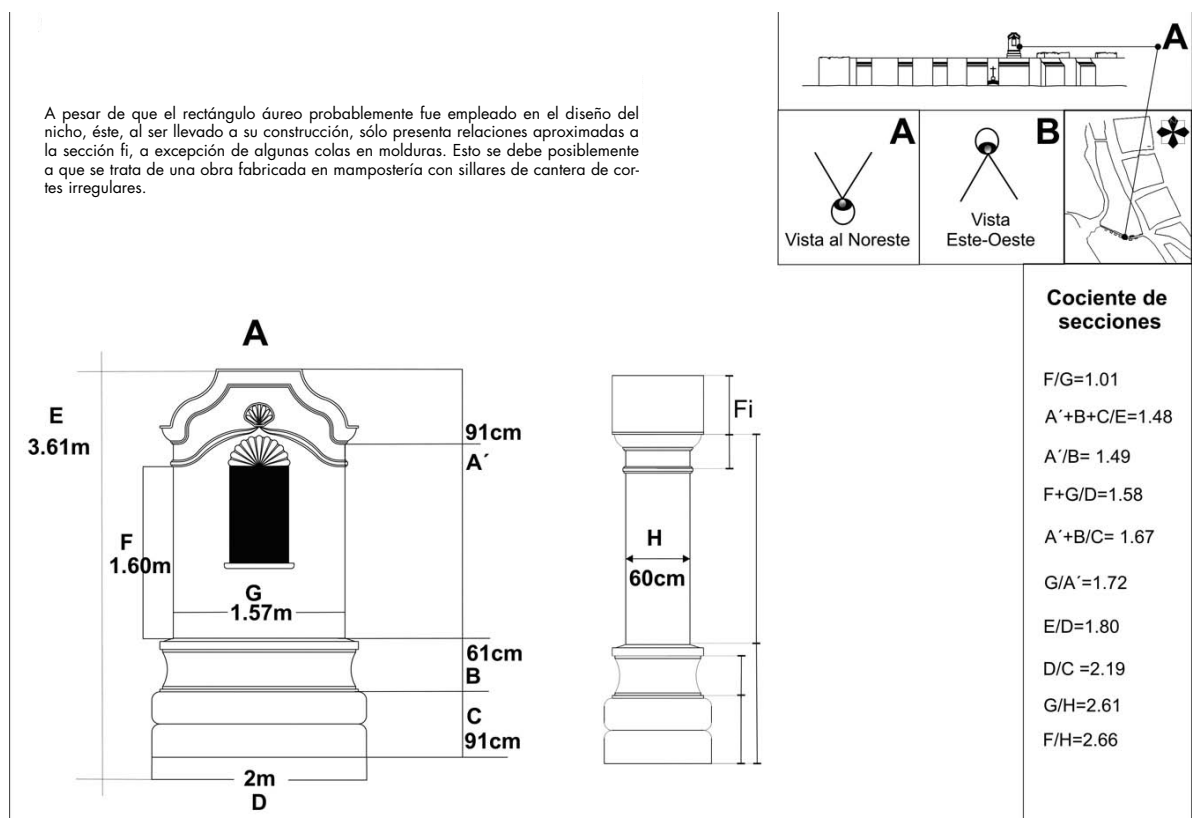


Ilustración 18. Geometría de la cortina. Medidas y proporciones.

No obstante de haber un trazo geométrico intencionado a ciertos simbolismos en la elaboración del nicho, su sistema constructivo es muy sencillo, con sillares de piedra de formas irregulares como "D" o "A", otras cúbicas como "C" o "E", aunque de diferentes dimensiones, en un aparejo que se puede describir como a tizón, aunque con un orden constructivo, como colocar las de mayores dimensiones en la base, siendo que éstas son las mejor labradas. Se pueden observar algunos elementos labrados en las molduras como el caso "B", y algunos otros en el remate, aunque este último es casi completamente de argamasa en moldeado.

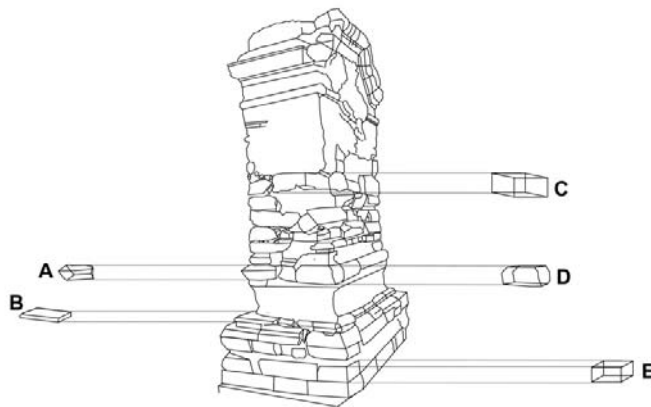
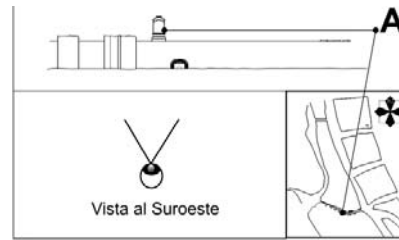


Ilustración 19. Geometría de la cortina. Estereotomía del nicho.

- A. Fachada principal de la cortina.
- B. Fachada posterior que da a las aguas de la presa.
- C. Obtención del centro de la estructura mediante diagonales, así como de los rectángulos de enmarcamiento de los contrafuertes y el nicho.
- D. Módulo del rectángulo de enmarcamiento de la cortina (altura/base), no tomando en cuenta su desviación.

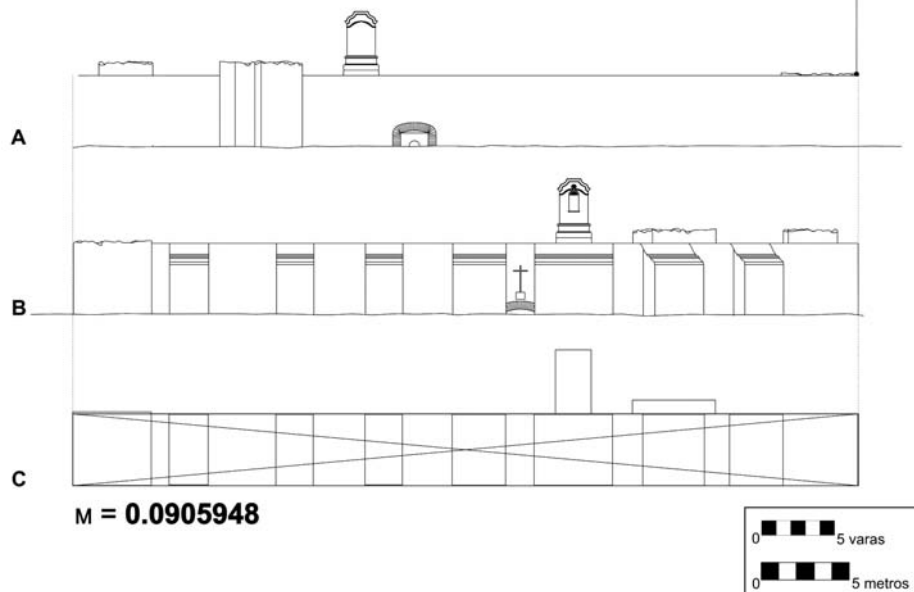
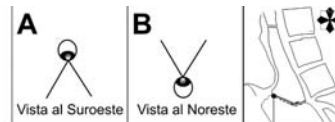


Ilustración 20. Geometría de la cortina.

- A'. Fachada principal de la cortina.
- B'. Descomposición en cuadrados de 4 m^2 , la diferencia con 5 varas² es de 0.1795 m por lado, mientras que el diámetro de la *piscis* se aproxima a 2.5 varas.
- C'. Unión progresiva de círculos desde su radio o *vesica piscis* para obtener las relaciones de ubicación de los elementos simbólicos cristianos.
- D'. Sobreposición de la *vesica piscis* sobre la fachada.

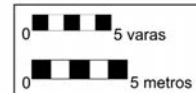
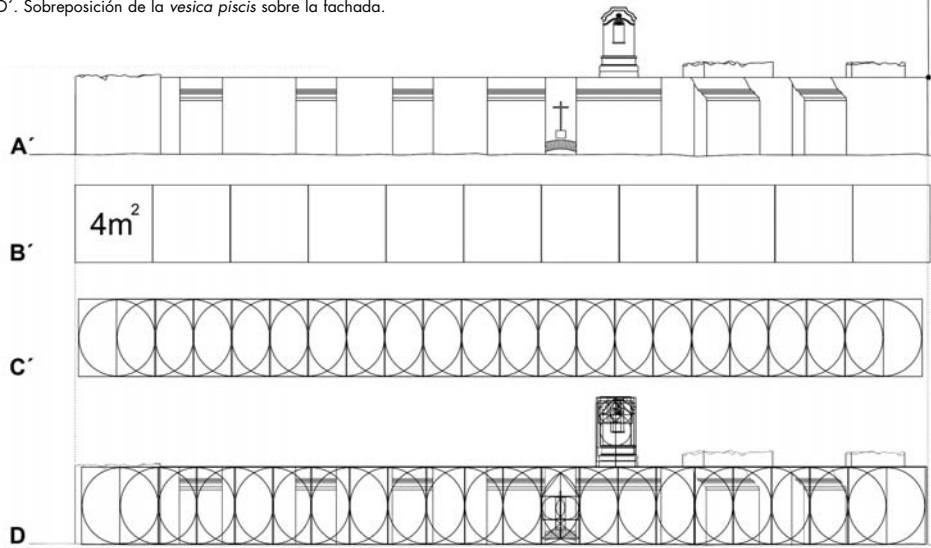
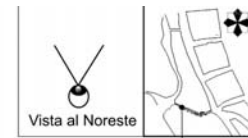


Ilustración 21. Geometría de la cortina.

50 |

- N. Fachada posterior de la cortina que da al vaso.
- Ñ. Unión progresiva de círculos desde su radio o *vesica piscis* para obtener las relaciones de ubicación de los elementos simbólicos.
- O. Sobreposición de la *vesica piscis* sobre la fachada.

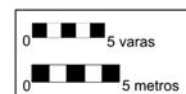
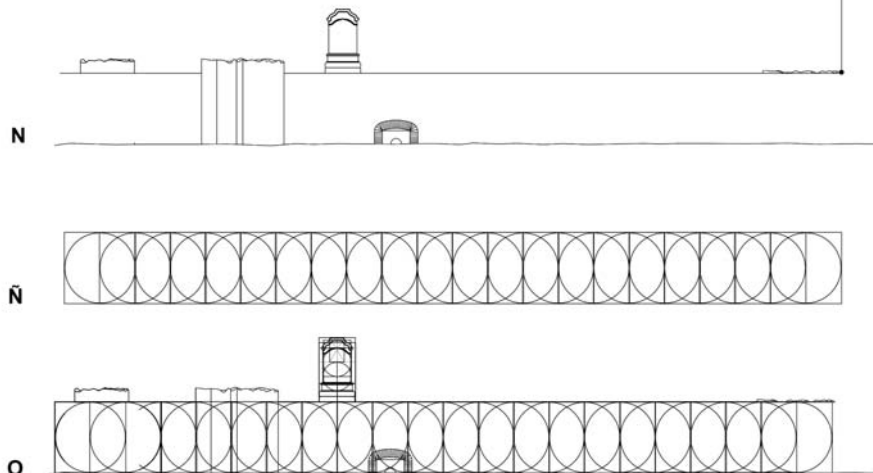
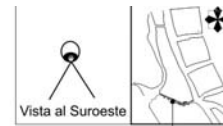


Ilustración 22. Geometría de la cortina.

- E. Sobreposición de la vesica piscis sobre la fachada.
- F. Descomposición del área del nicho en rectángulos fi, triángulos. Círculos y cuadrados.
- G. Descomposición de la cruz ornamental del desagüe en la vesica piscis, triángulos y cuadrados generados por éstos.

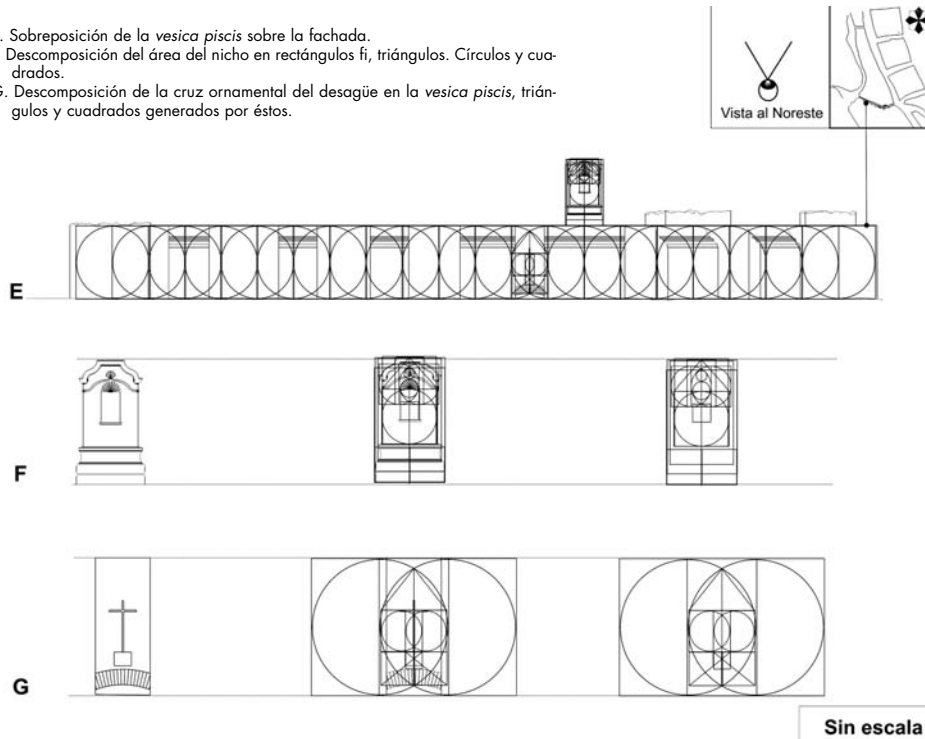


Ilustración 23. Geometría de la cortina.

ciones son manifiestas de una ideología que le antecede; de lo contrario, lo que el observador ve le parecerá inteligible, o tomará otra connotación relacionada a otras corrientes de pensamiento, que son acertadas dentro de su propio contexto histórico y social, siendo en algunos casos muy distintas a las que pretendía que tomara quien plasmó originalmente el símbolo en el elemento observado.

Al hablar de simbolismos es importante destacar que las manifestaciones en imágenes que de éstos se pudieran presentar, pueden ser visibles a simple vista o formando códigos, como el caso de cuantiosos componentes geométricos en las artes plásticas o los diseños arquitectónicos. Por tanto, el mensaje del símbolo es uno para quien lo instituye y uno y diverso para quien lo recibe. A tal mecanismo ideológico se le identifica como símbolo-significado-significante.

Al buscar la subjetividad ideológica del diseñador,⁶³ se busca el significado o lo que él trató de manifestar en el símbolo, de ahí la importancia de situarse en un contexto ideológico que le haga cronológicamente partícipe; tal es el caso del cristianismo y sus símbolos de mayor perduración y argumentación. Estas consideraciones se han tomado como evidentes, debido a que al estar la presa y la hacienda, como su nombre lo indica, dedicadas a San Pedro Apóstol, es evidente la afinidad devota que se materializa en la cruz de la fachada de la presa, siendo el primer símbolo gráfico visible. Por otro lado, los atributos más comunes del referido apóstol son las llaves, el gallo, la red, la roca y la cruz invertida.

⁶³ En otro orden de ideas, y advirtiendo otras áreas ajenas a este estudio, las manifestaciones simbólicas también pueden ser inconscientes.

Presentándose la cruz como un visible antecedente, se buscarán elementos similares ilustrados mediante figuras geométricas que se pudieron emplear en el esquema. Antes de presentar los datos obtenidos, es necesario mencionar, como último aspecto, el cual es una conjetura hecha por Díaz-Marta, referida a las presas de Guanajuato: “fueron construidas en su mayor parte por mineros y hacendados, y en algunos casos por municipalidades, cooperativas y conventos.”⁶⁴ No obstante, ya fue enunciada la rigurosidad con que eran tomadas las construcciones hidráulicas en la Nueva España; por tanto, se les puede atribuir su construcción a especialistas o, en ese bosquejo, a clérigos muy instruidos.

Conclusiones

La ciudad llamada “Real de Minas y Santa Fe de Guanajuato” ha sido, desde su establecimiento, en la segunda mitad del siglo XVI, por las etnias indígenas que trabajaban en las minas,⁶⁵ una ciudad con una manifiesta ideología católica, como lo demuestran dichos grupos que, al asentarse, comenzaron sus barrios con la construcción de hospitales y capillas.⁶⁶ Por tanto, no es de extrañar la propensión del uso de elementos iconológicos propios del cristianismo en construcciones fuera de la arquitectura meramente religiosa.

El primer componente geométrico que destaca en el caso de estudio es la vesica piscis. Según la geometría sagrada,⁶⁷ es la superposición de dos círculos, uno representa la divinidad masculina y el otro la femenina; la tercera forma me-

dia y resultante es el hijo, la cual tiene figura de pez o de almendra, y los cristianos primitivos las asociaban a Jesús. Numerosos ejemplos se ven en la iconología de iglesias propias de los periodos románico y gótico, siendo Cristo enmarcado por la *piscis*, recibiendo, en su acepción de almendra, también el nombre de mandorla.

Es importante destacar que la *vesica piscis* como elemento geométrico asociado a construcciones, sobre todo de índole religiosa tuvo, como se dijo, su auge expresivo en periodos anteriores al caso de estudio y en lugares diferentes; sin embargo, no por eso deja de estar presente como elemento de gran importancia en la iconología cristiana, volviéndose atemporal a la subjetividad de algunos individuos y digno de ser retomado en diferentes expresiones de la arquitectura religiosa o con una inclinación hacia la misa. Entre los atributos de San Pedro puede estar la cruz invertida, que pudo ser plasmada en el diseño, como se puede apreciar en la figura “J” de la ilustración 24. Otro atributo afín es la red, pues es un símbolo del pescador; es este último el que puede estar representado por el pez en el hueco del nicho en la figura “L”, en la misma ilustración.

Aludiendo a las representaciones de la cruz en la Presa de Rocha, tanto la observable a simple vista en la fachada como las posiblemente incorporadas al diseño, no debe extrañar su presencia y avocación subjetiva en el confiar, mediante su inscripción, a Dios; una presa como obra hidráulica abocada a satisfacer las necesidades humanas, en la mente de un individuo inmerso en un grupo social perjudicado históricamente por problemas con el agua y con un alto fervor cristiano.

Por último, es necesario destacar el constante uso del triángulo en la construcción de la presa, no sólo en lo que pudo ser su incorporación simbólica al diseño. Tal figura puede ser característica de la

⁶⁴ Manuel Díaz-Marta, *op. cit.*, p. 500.

⁶⁵ Entre los que se incluían mexicanos, otomíes y mazaahuas, entre otros.

⁶⁶ Dolores Helena Álvarez Gasca *et al.*, *op. cit.*, pp. 19-20.

⁶⁷ Para mayores referencias, consulte <http://www.portalteluraluz.com>

- H-H'. Sobreposición de figuras en el área del nicho.
- H'. Despeje de los rectángulos áureos o aproximados.
- J-J'. Despeje de simbolismos relacionados con el cristianismo y el teorema de Pitágoras.
- K. Cuadrado de los catetos en la parte superior del área del nicho y cuadrado de la hipotenusa.
- L. *Vesica piscis* en la parte superior del nicho; el círculo interno de la *piscis*, engloba el área del medallón.
- M. Molduras de la parte superior del nicho, en donde se reflejan proximidades a la sección fi.

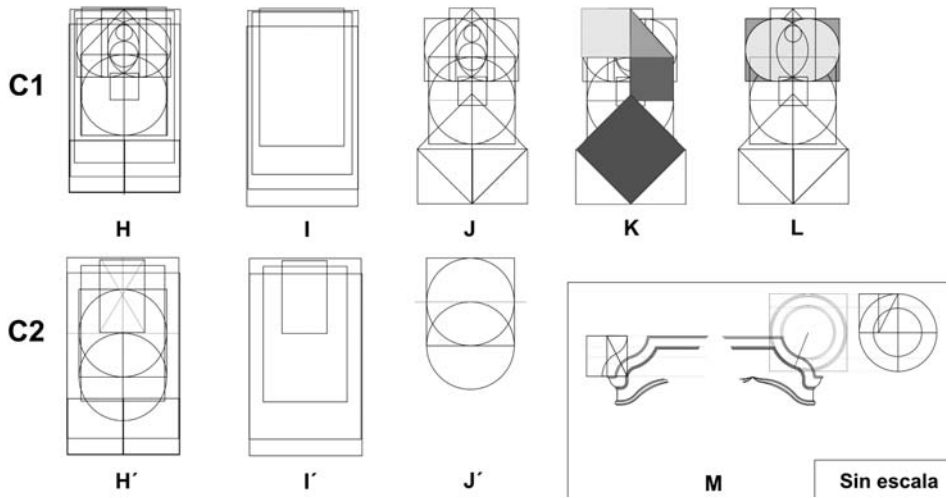
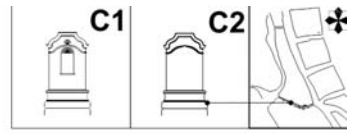


Ilustración 24. Geometría de la cortina.

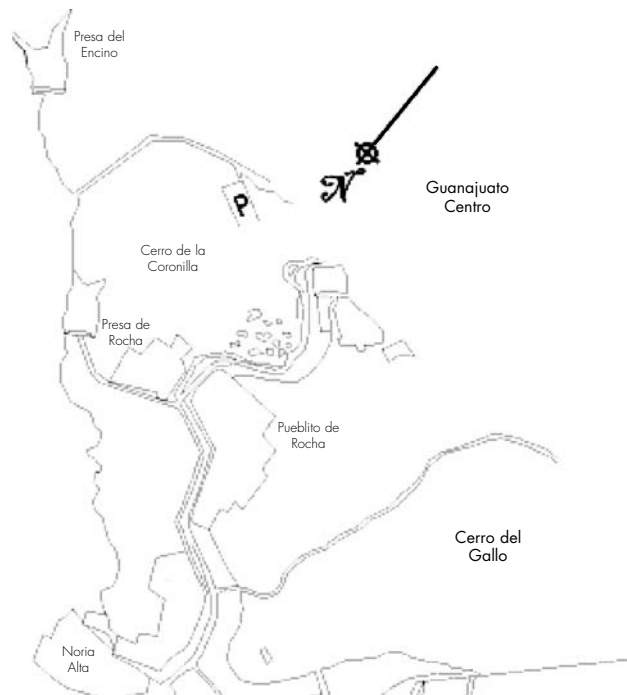


Ilustración 25. Fragmento del plano topográfico de la ciudad de Guanajuato, 1857. Archivo General del Estado de Guanajuato (AGE), Plano topográfico de la ciudad de Guanajuato, 1857. Copia digitalizada.

“Santísima Trinidad”, aunque su aparente aplicación constante parece estar inclinada a registrar el teorema de Pitágoras, en lo que podría ser una ilación de ambos conceptos, ya que del triángulo se generan cuadrados, que son representantes, en la arquitectura religiosa occidental, de la tierra, y las cuatro orientaciones en sus esquinas. En cualquier caso, es algo que atañe a la percepción, formación e ilustración del individuo que le plasmó.

Para observar la tecnología del periodo en estudio y que sirva de hipótesis para la historia funcional del inmueble, es necesario considerar los procesos con que se trabajaba, pues el aplicar criterios de cálculo sirve para su conservación actual, pero no para acercarse al pensamiento científico del periodo al que pertenece la edificación en estudio. En cuanto a la respuesta buscada al cuestionamiento inicial de si la presa era una obra rústica, de ser así no debe tomarse sólo como si hubiese sido hecha por la pericia de mineros en su manejo del muro contrafuerte, pues ya se vieron las condiciones laborales respecto a obras hidráulicas, ya que se requiere de un acertado manejo de materiales y un planeado diseño estructural. Por otro lado, tampoco se podría esperar la aplicación de rigurosos cálculos estructurales por parte de los constructores; sólo un empirismo constructivo con base en experiencias anteriores, aplicaciones geométricas que ellos consideraban lógicas y cálculos incipientes.

En cuanto a la interpretación funcional que se le pudiera dar, la caja de agua denota al partidador para la división del líquido en dos secciones y, vistos con anticipación, los antecedentes, se puede deducir que una era para uso particular, quizá la parte de menor dimensión, y la otra de uso público, aunque no se aprecian caños conectados, por lo que su acarreo podría haber sido mediante aguadores. Para las labores correspondientes a los trabajos de la hacienda de San

Pedro, como el proceso del azogue, se pudo emplear el vado propiciado por el desagüe en la base de la cortina.

Retomando el problema de la temporalidad, como lo presenta la investigación de Alcocer,⁶⁸ lo más probable es que la Presa de Rocha pertenezca a una serie de construcciones hidráulicas del siglo XIX, emprendidas en general por los particulares para resolver el problema de abastecimiento de agua en la ciudad. Prueba estructural de ello es su misma tipología, “las presas muros con contrafuertes”, características del periodo en estudio. Se puede manejar como salva fehaciente de su existencia y ubicación, el plano topográfico de Guanajuato de 1857, donde se le puede ubicar en todos los aspectos, incluyendo el formal, de manera que la presa, tal vez pertenece a la segunda mitad del siglo XIX.

Haciendo de lado la urgente necesidad de mejorar la calidad de vida de la población de Guanajuato, el impulso de los particulares por resolver el problema hidráulico también se debió al poco control del desarrollo económico de la minería. Si se tiene en cuenta lo ya expuesto acerca de que a partir de 1774 el crecimiento de la ciudad se asoció al aumento de las haciendas de beneficio necesarias para la demandante explotación de minerales,⁶⁹ cuyo proceso mediante la fundición y el azogue, requiriendo este último de grandes cantidades de agua controlada, representó otro factor para el surgimiento de obras hidráulicas especializadas.

Actualmente la presa presenta un riesgo sanitario para la población por ser cauce de aguas negras y albergar un hábitat natural de alimañas, como ratas y culebras poco afables para los residentes aledaños. La cortina ha perdido casi la totalidad del aplanado que le cubría, siendo la parte de la

⁶⁸ Alfonso Alcocer, *op. cit.*, p. 21.

⁶⁹ Ada Marina Lara Mesa, *op. cit.*, p. 33.

coronación desgastada por el constante paso peatonal a la que está sujeta. Aludiendo a este último uso, no sería de extrañar que desde sus inicios fungiera como puente por la gran utilidad que presenta para pasar de un lado a otro del cauce del arroyo. El nicho ornamental es el elemento más deteriorado de la presa, por ser de cantera con molduras de argamasa, ya que la humedad le ha ocasionado la casi total pérdida de su aplanado, pigmentación y gran presencia de líquenes.

Para finalizar, es posible apreciar que el sistema de construcción de la presa es sencillo en lo arquitectónico, pero con un gran sentido en el ámbito de la ingeniería. La solidez que le da el ba-

salto, como su piedra principal de construcción, se aúna a un muro de apropiado espesor, transmitiendo las cargas a través de sus contrafuertes y siendo que la presión hidrostática del agua se transmite hacia abajo, es justo ahí donde se ubica el desagüe, en una bóveda de trazos elípticos y de mampostería, que descansa en apoyos de gran espesor, como lo son los propios lados en que su traspaso divide a la presa en dos partes casi simétricas. Por otro lado, el arco, por su propio diseño, es capaz de recibir una compresión considerable. Se puede afirmar que la Presa de Rocha, más allá de ser una obra rústica, presenta un diseño estructural simple, ingenioso y efectivo.

