



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

CAMPO DE CONOCIMIENTO
RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS

“CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO DURANTE EL SIGLO XVI”

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN ARQUITECTURA
PRESENTA

ARQ. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

DIRECTOR DE TESIS

DOCTOR LUIS ARNAL SIMÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA

SINODALES

DOCTORA DIANA RAMIRO ESTEBAN
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DOCTOR JOSÉ LÓPEZ QUINTERO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

DOCTOR TARSICIO PASTRANA SALCEDO
FACULTAD DE ARQUITECTURA

MAESTRA GABRIELA VÁZQUEZ GARCÍA
FACULTAD DE ARQUITECTURA

MÉXICO, D.F. OCTUBRE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

CAMPO DE CONOCIMIENTO
RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS

**“CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO
EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO DURANTE EL SIGLO XVI”**

ARQ. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

2014

Agradecimientos

Durante el camino para elaborar este trabajo existieron obstáculos, que siempre fueron afrontados y superados gracias al apoyo de muchas personas que me ayudaron a enriquecer este trabajo.

Al Doctor Luis Arnal, quien como tutor mostró siempre atención e interés por el avance de la presente tesis, enriqueciéndola con sus valiosos comentarios, opiniones y observaciones que me motivaron a concluirla con un particular interés.

A mis sinodales, quienes siempre estuvieron interesados en el tema de investigación que aborda la presente tesis, enriqueciéndola con comentarios que me ayudaron a consolidar una idea para el desarrollo de este trabajo.

A todos mis profesores de la maestría, por sus grandes enseñanzas, las cuales han forjado en mí las bases para tener un criterio para actuar, defender y valorizar la arquitectura de nuestro país.

A mis padres Carlos Toral Luna y Laura Echegaray Santander, así como a mis hermanos, por su apoyo incondicional, amor y consejos en todo momento.

A la UNAM por darme la oportunidad de concluir una nueva etapa en mi vida.

A centro INAH Puebla, por su interés y apoyo, facilitándome la información requerida para esta investigación.

Al CONACyT por otorgarme una beca para realizar mis estudios de maestría.

Índice

Introducción	iii
---------------------------	-----

Capítulo I:

El pueblo de Tochimilco

1.1 Ubicación geográfica	1
1.2 Antecedentes de Tochimilco	5
1.3 La traza urbana en el siglo XVI	7
1.4 El agua y la elección del sitio de asentamiento en la época virreinal	9
1.5 Los ojos de agua para el beneficio del pueblo de Tochimilco	11
1.6 Primeros trabajos para el aprovechamiento del agua durante el siglo XVI	13
1.7 Establecimiento de los frailes franciscanos en Tochimilco.....	16

Capítulo II:

El agua en Tochimilco: aspectos económicos, políticos y culturales

2.1 Infraestructura hidráulica	21
2.2 El aprovechamiento del agua para la producción.....	27
2.3 Aspectos legales para el repartimiento del agua	31
2.3.1 Legislación del agua	31
2.3.2 Reparto del agua.....	35
2.3.3 Distribución de los manantiales de Tochimilco, (1594) Siglo XVI	39
2.3.4 Adquisición del agua.....	42
2.4 Medidas hidráulicas para el repartimiento equitativo.....	44

Capítulo III:

Sistemas hidráulicos para el abastecimiento del convento franciscano de Tochimilco

3.1 El sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial	46
3.1.1 El aljibe como sistema de almacenamiento	53
3.2 Sistema hidráulico beneficiado por el ojo “del Arco”	59
3.2.1 El ojo “del Arco”.....	59
3.2.2 La caja almacenadora, sistema captación de agua	61
3.2.3 Sistemas de conducción en Tochimilco	66
3.2.3.1 Acequias.....	68
3.2.3.2 Puente como sistema de conducción.....	73

3.2.3.3 El acueducto "Los Arcos", el canal por barda y el Acueducto 2.....	76
3.2.4 Distribución y control.....	82
3.2.4.1 La caja repartidora 1.....	84
3.2.4.2 La caja repartidora 2.....	87
3.2.5 Sistemas de almacenamiento.....	90
3.2.5.1 La pila del acueducto "Los Arcos".....	90
3.2.5.2 La pila del puente.....	94
3.2.5.3 La fuente de la plaza.....	95
3.2.5.4 Los lavaderos y el desenlace del sistema hidráulico.....	99
Capítulo IV:	
Plan de manejo para el aprovechamiento cultural del convento franciscano y su sistema hidráulico	
4.1 Los valores culturales y naturales en el pueblo de Tochimilco	101
4.2 Estrategias de dignificación.....	103
4.3 Integración de la infraestructura hidráulica con la arquitectura conventual	104
4.4 Acondicionamiento de los espacios del claustro	107
4.4.1 Programa de necesidades para el Museo del Agua	107
4.4.2 Programa de necesidades para la Escuela Taller de Artesanías	109
Conclusiones.....	112
Glosario.....	114
Bibliografía.....	119

Introducción

La presente investigación surgió por el interés de estudiar las soluciones constructivas que se realizaron en la Nueva España durante el siglo XVI para manipular con eficiencia el agua. Para su estudio fue fundamental encontrar un caso de estudio que me permitiera analizar ese fenómeno.

El actual municipio de Tochimilco en el estado de Puebla, es una región que favoreció mi búsqueda por estudiar una época en la que se combinaron conocimientos por dos culturas totalmente diferentes (indígena y española), y se emplearon técnicas que facilitaron la conducción del agua para diversos fines, creando sistemas hidráulicos eficientes para dotar del vital líquido a toda una población.

En Tochimilco encontré una gran variedad de obras hidráulicas, siendo de mi particular interés el aljibe y el acueducto “Los Arcos” situados en el ex convento de “La Asunción de Nuestra Señora” y la fuente de la plaza. Estos elementos fueron el motivo de muchos cuestionamientos, y para respondérmelos, primero me di a la tarea de caminar siguiendo la ruta de conducción del acueducto para encontrar su origen (fuente de abastecimiento), durante el trayecto me encontré con la sorpresa con diversas construcciones que aún desempeñan su función original. Y estas fueron las principales razones que me incitaron para investigar su función, el papel que desempeñaron, sus sistemas constructivos, la época en la que se realizaron, y su relación con el pueblo y el convento franciscano.

El agua, es la materia prima que permite el análisis de la presente investigación, de ahí la importancia de indicar como se establecieron los pobladores en el pueblo de Tochimilco. También los frailes buscaron el vital líquido, razón que les dio para su establecimiento y construir su convento.

El trabajo de investigación consistió en la consulta de archivo, siendo importante para fundamentar los aspectos funcionales de cada obra, así como buscar casos análogos que me permitieran comprender su actividad específicamente. Otro aspecto importante, fue los trabajos de campo que consistieron en muchos recorridos en el municipio, en donde se levantaron y se registraron las obras hidráulicas más representativas, me refiero con esto a las relacionadas con el ex convento franciscano.

Este trabajo también busca propiciar el entendimiento de la infraestructura hidráulica en Tochimilco como soluciones arquitectónicas, siendo parte de la arquitectura civil, por ello es importante su preservación, ya que al ser un testimonio de conocimientos, técnicas y soluciones empleados por dos culturas diferentes, tienen un valor histórico considerable; pues para la culminación del convento franciscano durante la década de 1560, el sistema hidráulico ya funcionaba, y de esa forma el agua llegó al mismo.

Estructura de la investigación

El presente trabajo aborda el estudio de los sistemas hidráulicos que abastecieron al pueblo y convento franciscano en Tochimilco, los cuales impulsaron el desarrollo agrícola del pueblo y permitió a los franciscanos manipular este recurso para el abastecimiento de sus convento. Se compone de cuatro capítulos, teniendo como eje principal las soluciones constructivas que generó la posesión del agua. También enfatizo en las imágenes, planos y fotografías que no tienen fuente fueron realizadas por mí.

El primer capítulo, dedicado al pueblo de Tochimilco, se hace una breve revisión desde la época prehispánica, profundizando en el siglo XVI, siendo el agua importante tanto para los habitantes originarios como para los colonizadores y religiosos. Un factor importante fueron las principales razones de asentamiento y establecimiento de los frailes franciscanos en territorio de la Nueva España.

El segundo capítulo expone el uso y aprovechamiento del agua, el cual fue fundamental para que se desarrollara en Tochimilco una agricultura intensiva que fue un factor de desarrollo para la producción, principalmente de trigo. Además, la posesión del agua, trajo consigo grandes cambios que generó para su reparto y control.

El tercer capítulo aborda la configuración de los sistemas hidráulicos que se beneficiados por las distintas fuentes de abastecimiento de agua que se aprovecharon en el pueblo de Tochimilco, mismas que suministraron de agua al convento que fueron pluviales y de manantial. Las aguas pluviales utilizaron para beber, mientras que las de manantial se destinaron en la producción de huertas, para la irrigación de los cultivos y para diversos usos domésticos.

El cuarto capítulo concluye con un plan de manejo con el objetivo de aprovechar los valores culturales del convento franciscano y su infraestructura hidráulica, empleando estrategias de dignificación y recuperación de espacios en abandono del ex convento.

Capítulo I: El pueblo de Tochimilco

1.1 Ubicación geográfica

1.2 Antecedentes de Tochimilco

1.3 La traza urbana en el siglo XVI

1.4 El agua y la elección del sitio de asentamiento en la época virreinal

1.5 Los ojos de agua para el beneficio del pueblo de Tochimilco

1.6 Primeros trabajos para el aprovechamiento del agua durante el siglo XVI

1.7 Establecimiento de los frailes franciscanos en Tochimilco



Capítulo I:

El pueblo de Tochimilco

En este capítulo entenderemos como el agua –como elemento vital– fue indispensable para el asentamiento de los precolombinos en el siglo XII, y españoles durante el siglo XVI.

Entre los ojos de agua que se aprovecharon en Tochimilco durante la época virreinal, el ojo “del Arco” fue el más representativo, para su captación los franciscanos realizaron diversas obras hidráulicas con un fin en particular: llevar el agua a su convento.

Por ello, también haré un especial énfasis en el Convento franciscano de "La Asunción de Nuestra Señora" explicando espacialmente la ubicación de cada edificio representativo del conjunto conventual, la función que desempeñaron y la labor de los franciscanos para su construcción

1.1 Ubicación geográfica

Tochimilco es uno de los 217 municipios que integran el Estado de Puebla. Se localiza en el centro oeste del Estado, sus coordenadas son los paralelos 18° 49' 12" y 49° 02' 54" de latitud norte y los meridianos 98° 31' 42" y 94° 43' 00" de longitud occidental.

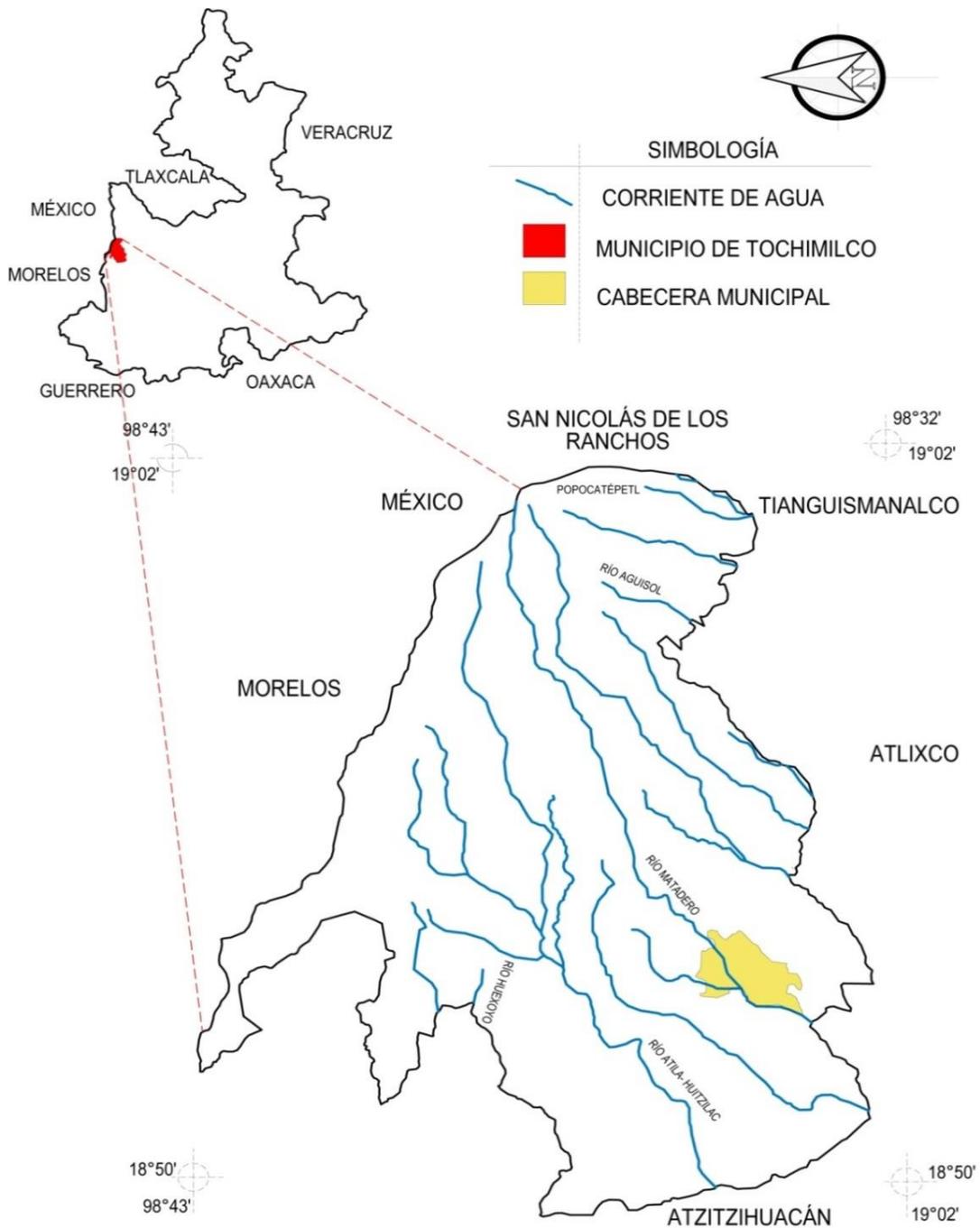
La altitud promedio del municipio es de 2060 msnm. Colinda al norte con el municipio de San Nicolás de los Ranchos, al sur con los municipios de Atzizihuacán y Cohuecán, al este con los municipios de San Juan Tianguismanalco y Atlixco, al Oeste con el Estado de Morelos y el volcán Popocatepetl.

Respecto a la hidrografía, Tochimilco pertenece a la cuenca del Río Atoyac, que proviene de las estribaciones del volcán Popocatepetl que dan origen a la gran cantidad de barrancas y ríos permanentes como son: el río Atila¹, Nexapa, Huetzoyo y el Matadero. (Ver mapa 1).

El pueblo de Tochimilco aprovecha diversos ojos de agua que se forman de los escurrimientos que provienen del volcán Popocatepetl y tradicionalmente se han utilizado para la irrigación de los cultivos y el suministro de agua potable a los habitantes del municipio. Además, los ventisqueros o zonas de la montaña donde se forman grandes acumulaciones de nieve del volcán Iztaccíhuatl, almacenan agua y alimentan poblados y terrenos en época de sequías.

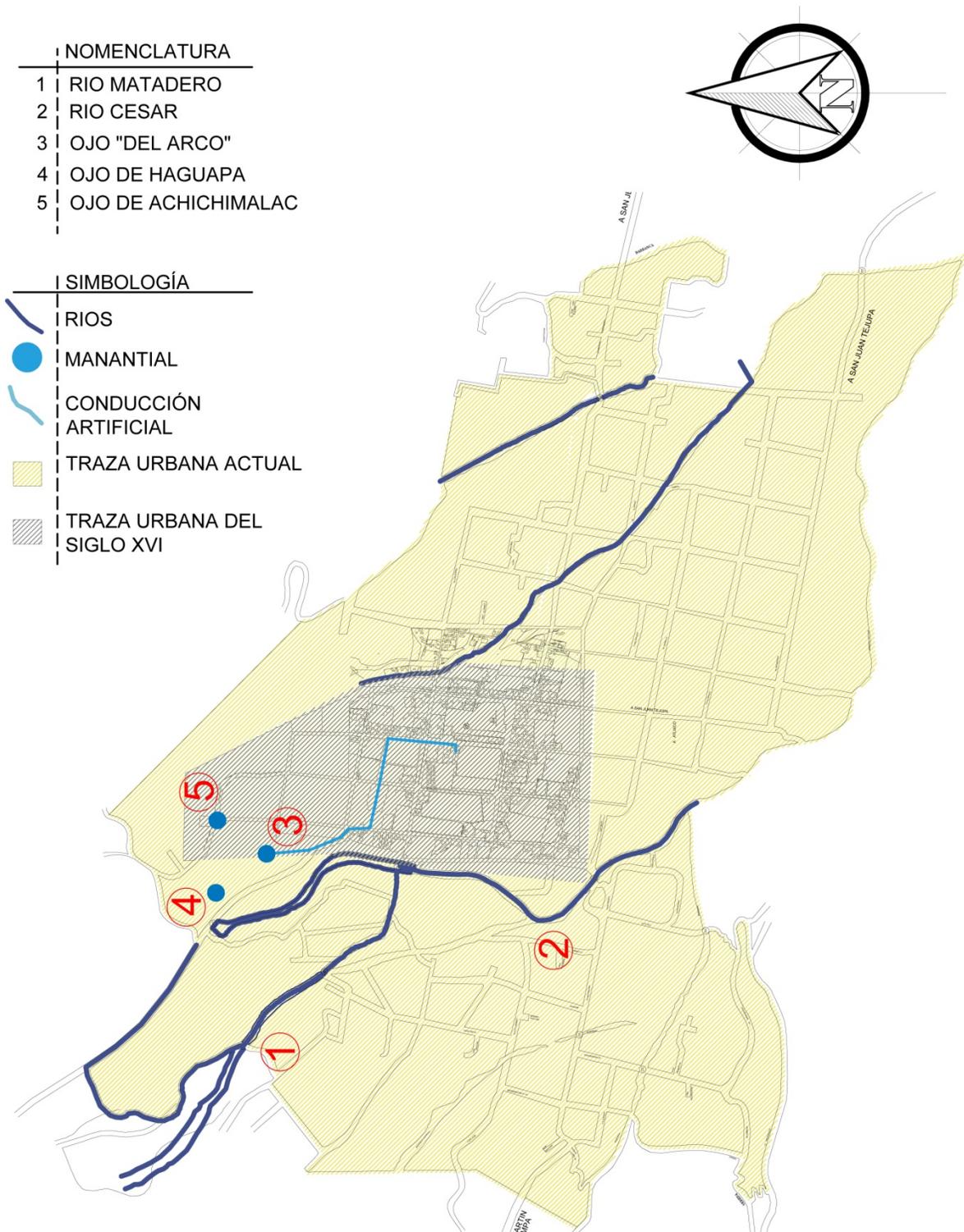
Las rocas y suelo son infiltrados por el agua a través de los poros que hay en las rocas que están a grandes profundidades, y con ello se puede obtener agua de pozos al pie de los volcanes durante todo el año. (Arredondo, 1991).

¹ Este río también es conocido como el río Huitzilac, teniendo un papel muy importante durante la época prehispánica.



Mapa 1. Localización e hidrografía de Tochmilco, Puebla. En el mapa se aprecia el recorrido que realizan los ríos que cruzan el municipio. El río Atila realiza un recorrido de 10km bañando la porción centro sur del mismo, para después unirse al río Nexapa. El río Huetzoyo baña el sur y forma el Axuxuca, también afluente del río Atoyac; el río Matadero cruza la cabecera de Tochmilco y baña el sureste, para posteriormente unirse al río Atila.

Fuente: elaboración propia, en base a INEGI-CONAGUA, (2007), Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México



Mapa 2. Actual traza urbana del Pueblo de Tochimilco, que muestra el crecimiento urbano con respecto al siglo XVI. También obsérvese la ubicación de las principales fuentes de agua y la ruta del sistema hidráulico beneficiado por el ojo "del Arco".

1.2 Antecedentes de Tochimilco

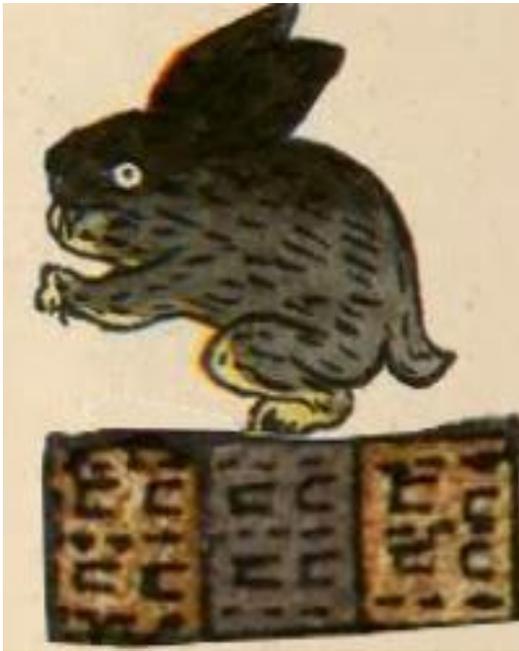


Imagen 1. Glifo de Tochimilco, se presenta en forma ascendente “Tochtli”; conejo, y un grupo de tres rectángulos que representan el “milli”; milpa.

Fuente: disponible en zonasarqueologicaspuebla.blogspot.mx

La palabra Tochimilco proviene de las raíces nahuas: **tochtli**, que significa “conejo”; que significa “posesión”, **milli**; que significa “sementería” y **co** que significa “en”, es decir:

“En la sementería o madriguera de los conejos”. (Ver imagen 1).

La región que actualmente ocupa el municipio de Tochimilco, recibió las corrientes migratorias de diversos grupos mesoamericanos, destacando entre ellos, los Nonoalcas, Tolteca-Chichimecas y Olmeca-Xicalancas, quienes pretendieron establecerse definitivamente en la región desde el siglo XII.

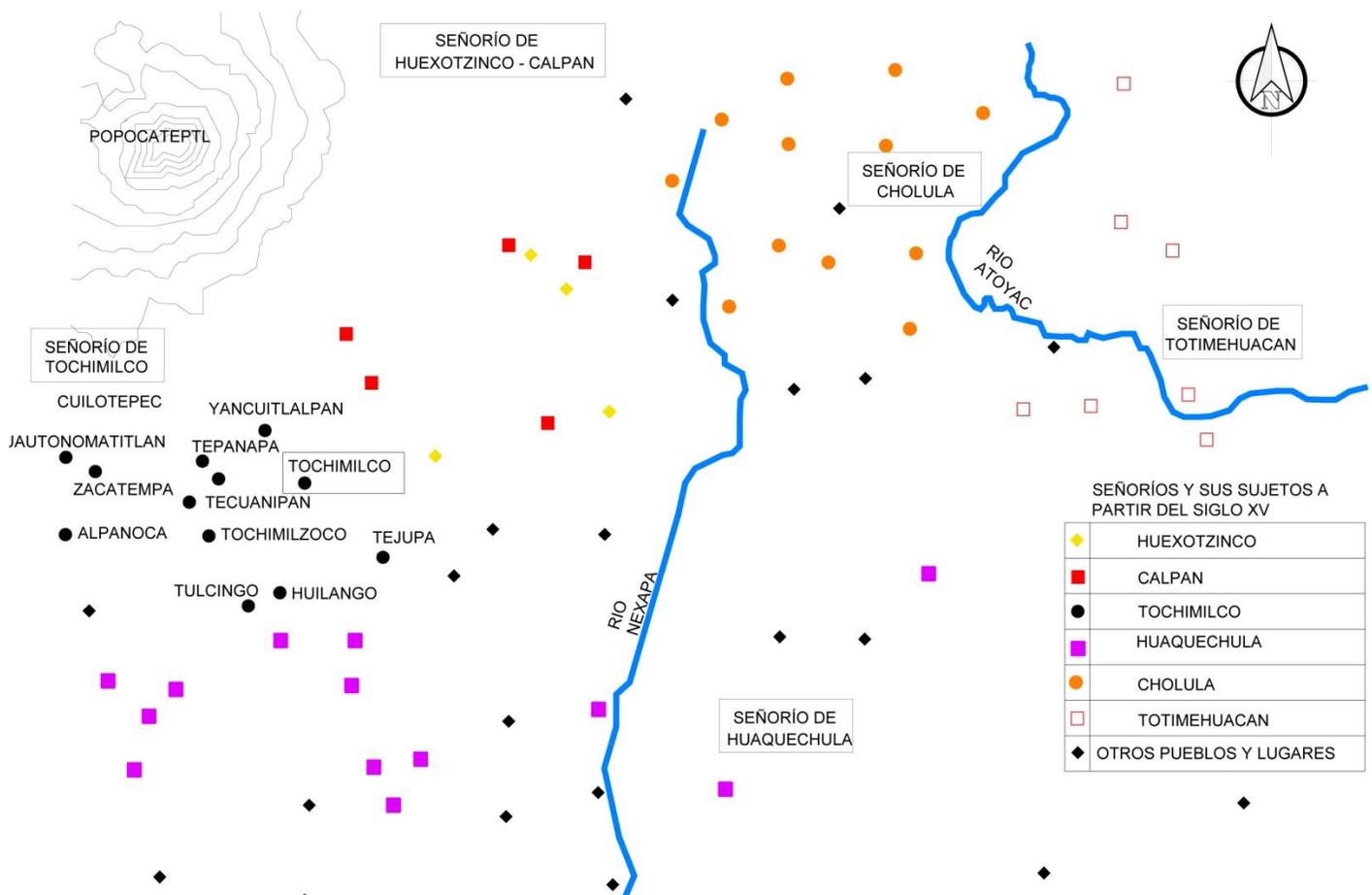
Además, Tochimilco, es uno de los señoríos² con el registro más antiguo de sus gobernantes, pues en el siglo XII D. C. Yzcoctl, proveniente de Tula, inició su peregrinación pasando por Atlixco, Xuctectitl, y por Ocotepalyuca-Tochimilco, siendo este último el lugar donde se asentó, y a partir de él se inició la descendencia de gobernantes en Tochimilco”. (García Icazbalceta, J. 1886. Pp. 105-106).

Huaquechula fue un señorío que dependió de Tochimilco, como resultado de las constantes batallas entre Huaquechula y Huejotzingo-Calpan. Habiendo sido derrotados los habitantes de Huaquechula se les expulsó de su territorio, que fue ocupado por los tochimilcas, y ellos se asentaron en el territorio de

² Entiéndase como señorío, el dominio tanto político como territorial de una zona. En cuanto a la conquista de un grupo sobre otro, significaba la imposición de tributo y servicios.

Tochimilco.³ Sin embargo, este hecho provocó el uso del agua proveniente del río Huitzilac, destacando el derecho a cobrar tributo a cambio de cacao y maíz.

Además de Tochimilco, en el siglo XII, surgieron y se consolidaron los señoríos de Totimehuacan, Cholula, Huaquechula y Huexotzinco-Calpan. En el transcurso del siglo XV se presentaron cambios políticos y sociales provocados por los mexicas, afectando a los pueblos conquistados por ellos y a los pueblos que hasta ese momento habían logrado mantenerse independientes. El señorío de Tochimilco fue beneficiado por la protección de los mexicas, pues ello, les permitió ampliar sus fronteras para el intercambio comercial.



Mapa 3. Los pueblos y sus territorios en el valle de Puebla durante el siglo XVI. En donde puede apreciarse en color rojo el territorio dentro de la jurisdicción de Tochimilco.

Fuente: Paredes Martínez, (1991), Mapa 1.

³Debido a que el señorío de Tochimilco era aliado de los Mexicas, permitieron a los habitantes huaquechultecas asentarse en su territorio, impidiendo que los Huejotzincas la persecución contra los Huaquechultecas, evitando así enfrentamientos con Moctezuma I

1.3 La traza urbana en el siglo XVI

Aunque no se tienen datos precisos sobre los primeros repartimientos de tierra durante la época virreinal, el mapa 3 confirma que en 1594 el pueblo de Tochimilco estaba formado de la siguiente manera:

- Veintidós manzanas, de las cuales, algunas se destinaron para el conjunto conventual franciscano y otra más para la plaza del pueblo.
- Tierras de la comunidad destinadas al cultivo de maíz.
- Tierras para los labradores españoles, utilizadas como corrales y para el cultivo de trigo.
- Camino a Atlixco, principal vía de entrada y salida del pueblo de Tochimilco
- Camino a Aguacapucas.

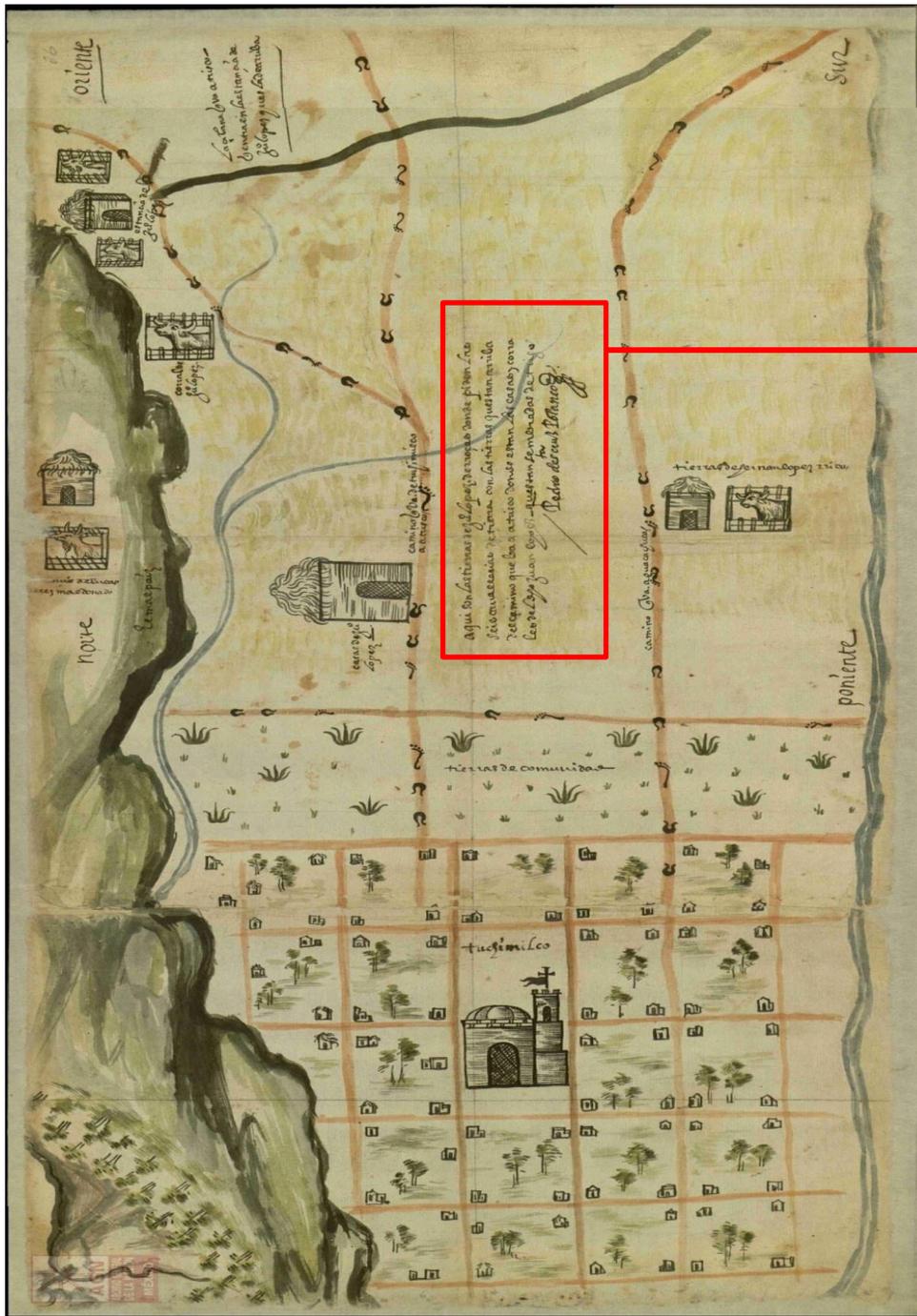
Aunque en dicho mapa únicamente se puede observar el ojo de “Amizaque” y su aprovechamiento para las tierras de Juan López, por lo menos el ojo “del Arco”, como veremos en el capítulo 3, también se aprovechó en el siglo XVI.

La traza urbana que se consolidó en el pueblo de Tochimilco durante el siglo XVI fue en forma de damero y cada solar que lo integró –excepto el convento y la plaza– se subdividió en cuatro, de esta manera, cada casa tenía su propio huerto o tierras para el cultivo.

Pese a que la traza del pueblo se diseñó reticularmente, las dimensiones de los solares fueron concebidas bajo un trazo irregular, en promedio cada solar midió aproximadamente 155 varas x 233 varas⁴, es decir, 129.5 m x 194.7 m.

Una de las principales razones por la cuales se delimitó el trazado del pueblo fue la existencia de ríos, barrancas y canales artificiales provenientes de la captación de los diversos ojos de agua, dificultando el crecimiento del pueblo hacia el Norte, Poniente y Norponiente.

⁴ La Vara es una medida de longitud antigua española y equivale a 838,905 mm



“Aquí son las tierras de Juan López donde piden las seis caballerías de tierra con las tierras que están arriba del camino que va a Atlixco donde están las casas y corrales de Juan López que están sembradas de trigo”

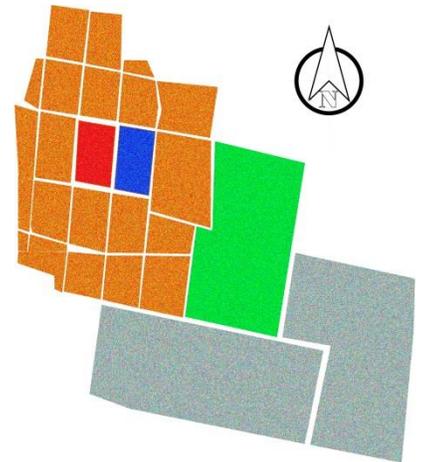


Imagen 2. En donde se puede observar un planteamiento hipotético en cuanto a la traza del pueblo de Tochimilco durante el siglo XVI, en donde se aprecia:

En color verde; las tierras de la comunidad, en gris; las tierras de labradores españoles, en naranja; los solares, en rojo; el conjunto conventual, y en azul; la plaza del pueblo.

Mapa 4. Pueblo de Tochimilco en el año 1594. En donde se puede apreciar el convento franciscano que colinda con la plaza del pueblo. Además, nótese la traza reticular en forma de damero con veintidós solares, que a su vez cada uno de ellos se dividió en cuatro y contó con su huerta. Asimismo el pueblo ya contaba con el camino hacia Atlixco y el camino a Aguacapucas, las tierras de la comunidad destinadas al cultivo de maíz y las tierras de labradores españoles para el cultivo de trigo.

Fuente: De Santa Cruz, (1594). 635, cuad.4, f.36 (AGN).

1.4 El agua y la elección del sitio de asentamiento en la época virreinal

El agua, para cualquier asentamiento humano, fue fundamental, ya que la posesión del vital líquido influyó tanto en aspectos políticos como económicos, así como en el misticismo y creencias que se tenían entorno a la misma.⁵

Después de la conquista de México Tenochtitlan en 1521, los españoles desplegaron una gran actividad de exploración de los territorios mesoamericanos y fundaron ciudades, pueblos y/o villas en los lugares que por sus características geográficas y climatológicas les parecieron más favorables. Las regiones que más llamaron su atención para establecerse fueron aquellas donde se suponía la existencia de minas de oro y plata. Los territorios apropiados para la producción agrícola y ganadera también fueron de interés para los conquistadores.

Este gran movimiento colonizador, generó en la Nueva España grandes cambios en la organización política, social, económica y religiosa, de los pueblos sometidos a la soberanía de la corona española. Una de las preocupaciones de los españoles, igual que en su momento lo hicieron los pueblos mesoamericanos, al momento de elegir el lugar para su establecimiento, fue la existencia de agua suficiente que les asegurara la satisfacción permanente de sus necesidades. Entre sus preferencias de elección se encontraban los lugares con topografía plana y protegida por los vientos.

El agua también fue una de las principales razones para que los frailes eligieran el establecimiento de sus congregaciones, por ello, buscaron los lugares más cercanos a algún río, arroyo, ojo de agua, etc., de esta manera según la fuente de abastecimiento de agua, implementarían sus conocimientos para la construcción de obras de captación, conducción y almacenamiento de dicho recurso.

⁵ Fray Diego Durán señalaba que había existido una diosa denominada chalchihtlicuye, quien fungía como la diosa de los ríos y fuentes del volcán Popocatepetl.

Otro factor que tomaron en cuenta los frailes para su asentamiento fue la topografía, generalmente buscaron una zona más baja que las fuentes de abastecimiento, porque esto les permitiría una conducción más fácil para conducirla.

En Tochimilco los frailes franciscanos aprovecharon el relieve del territorio, que al ubicarse en una zona alta, con topografía accidentada, con presencia de barrancas y cerros de escasa elevación y abastecida por diversos yacimientos de agua, permitió que se aprovecharan los manantiales para emplear sistemas hidráulicos funcionales por la acción de la gravedad, sirviendo para impulsar una agricultura intensiva. (Paredes, 1991).

Menciona Duverger, que los franciscanos se dedicaron a controlar los dos valores del agua, por una parte el de uso profano, y por otro el simbolismo místico: la fuente pública y la pila bautismal. También menciona que durante la época virreinal se estableció que el agua debía ser repartida por los frailes, por lo que se decidió, que la fuente pública se colocara en la plaza pública cerca del convento, así aseguraban su control, por esta razón, el agua tenía que ser conducida por medio de acequias, ductos subterráneos y acueductos. La ventaja que implicaba la cercanía de estas fuentes a las plazas, era facilitar el acceso al agua para la comunidad. (Duverger, 2003)

1.5 Los ojos de agua para el beneficio del pueblo de Tochimilco

La relativa abundancia de afluentes, proveniente de diversos ojos de agua, ha favorecido durante años el cultivo de chile, trigo, amaranto y aguacate en las tierras con vocación agrícola del pueblo de Tochimilco.

Para el aprovechamiento de los ojos de agua de Tochimilco, se realizaron obras de captación y conducción principalmente. Posteriormente se implantaron a estas obras, sistemas de distribución y control de agua, de esta manera se garantizó un reparto equitativo entre los demandantes del servicio, utilizando cajas repartidoras, tomas de agua, acequias distribuidoras y compuertas.

- Las cajas repartidoras recibieron el agua proveniente del ojo del Arco.
- La toma de agua solucionó la distribución de los ojos de agua de Amizaque y Achichimalac.

Analizando los principales ojos de agua en Tochimilco, (Ver Tabla 1), se pudo comprobar que el aprovechamiento de estas fuentes de agua hizo necesaria la construcción de acequias principales, por ser indispensables para la distribución entre los distintos grupos sociales del municipio. Dichas acequias, desempeñaron, así mismo, el papel de limitantes territoriales de Tochimilco y sus barrios.

Tabla 1. Principales Ojos de Agua de Tochimilco

Fuente: Elaboración propia basada en el mapa 5

Nombre del ojo de agua	Beneficiarios o característica
Ojo de San Juan	Ranchos de Romero y el de Aguilar y Barrios de Tochimilcalpa y de San Juan.
Ojo de Acachichintla	Barrio de San Juan y de Tzantzinco
Ojo de los arcos	El ojo del Arco, es una de las fuentes de abastecimiento de agua que requirió de la realización de una serie de obras hidráulicas durante el siglo XVI, sirvieron para la conducción y suministro de agua al convento franciscano y a la población de Tochimilco. Esta fuente de agua se incorporó a la acequia de Hacuapan, y también benefició a la fuente de la plaza.
Ojo de Haguapa	Se une a la acequia del pueblo, beneficiando las tierras al sur poniente del pueblo
Ojo de Achichimalac	Incorporado a la acequia del pueblo, sirvió para el cultivo de maíz en las tierras de los indios. El agua fue controlada y distribuida mediante una toma para medir el reparto de agua entre tierras de cultivo entre indios y españoles.
Ojo de Amizaque	Barrio de Xalaxicca y de Zazalpa. Su incorporación a la acequia de la hacienda proveía de agua a la hacienda de Santa Teresa y casillas de la hacienda". Este ojo de agua también fue controlado con la toma a la que llegó el agua del manantial de Achichimalac.

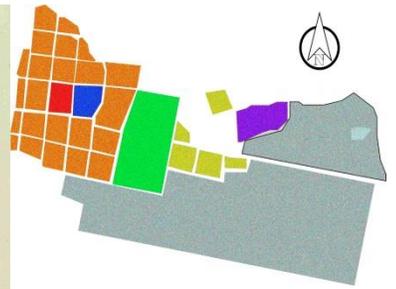


Imagen 3. En donde se puede observar un planteamiento hipotético en cuanto a la traza del pueblo de Tochimilco a mediados del siglo XVIII, en donde se aprecia:

En color verde; las tierras de la comunidad, en gris; las tierras de labradores españoles, en naranja; los solares, en rojo; el conjunto conventual, en azul; la plaza del pueblo, en amarillo el crecimiento urbano entorno a la hacienda de Santa Teresa de Chapulapa (color morado).

Para el año de 1743, se tienen registrados de acuerdo a este mapa, los caminos más importantes para la comunicación con Tochimilco que eran los siguientes:

- 1) Camino hacia la hacienda de Huejocupan.
- 2) Camino a Huejotzingo.
- 3) Camino a Atlixco.
- 4) Camino de la Laja.
- 5) Camino a Yancuitalpan.

Mapa 5. Pueblo de Tochimilco en el año 1743

En donde se puede ver el crecimiento urbano experimentado en el pueblo de Tochimilco entorno a los manantiales, mismos que inicialmente fueron captados para conducir el agua mediante acequias para el beneficio de las tierras, barrios, ranchos y haciendas.

Fuente: Santa María Olmos, (1743), 635, exp1, cua.4, f.48

1.6 Primeros trabajos para el aprovechamiento del agua durante el siglo XVI

Desde la época de las culturas mesoamericanas hasta la época colonial, los habitantes originarios y luego los españoles, tuvieron que resolver diversos problemas para el óptimo aprovechamiento del agua y su disposición en las actividades económicas; siendo su principal utilización para la agricultura y satisfacción de las necesidades básicas de uso doméstico de las familias. Ello implicó la obtención, disposición y aprovechamiento del agua.

Al inicio, los españoles se sorprendieron al presenciar la forma como los indígenas controlaban de manera eficiente la captación y distribución del agua, por lo que no impusieron ningún control sobre el agua, sino que se limitaron a introducir adaptaciones y realizar obras de mantenimiento.

El resultado de la conquista también se manifestó en la riqueza cultural, producto de mezclar conocimientos, técnicas, herramientas y materiales utilizados por los españoles e indígenas para la construcción de obras hidráulicas. Se combinaron por un lado la capacidad de los indios para realizar obras hidráulicas con diversos fines (agrícolas, cría de plantas y animales acuáticos, navegación), y la técnica de los españoles, sobre nuevos sistemas y tecnología que terminaron por imponer.

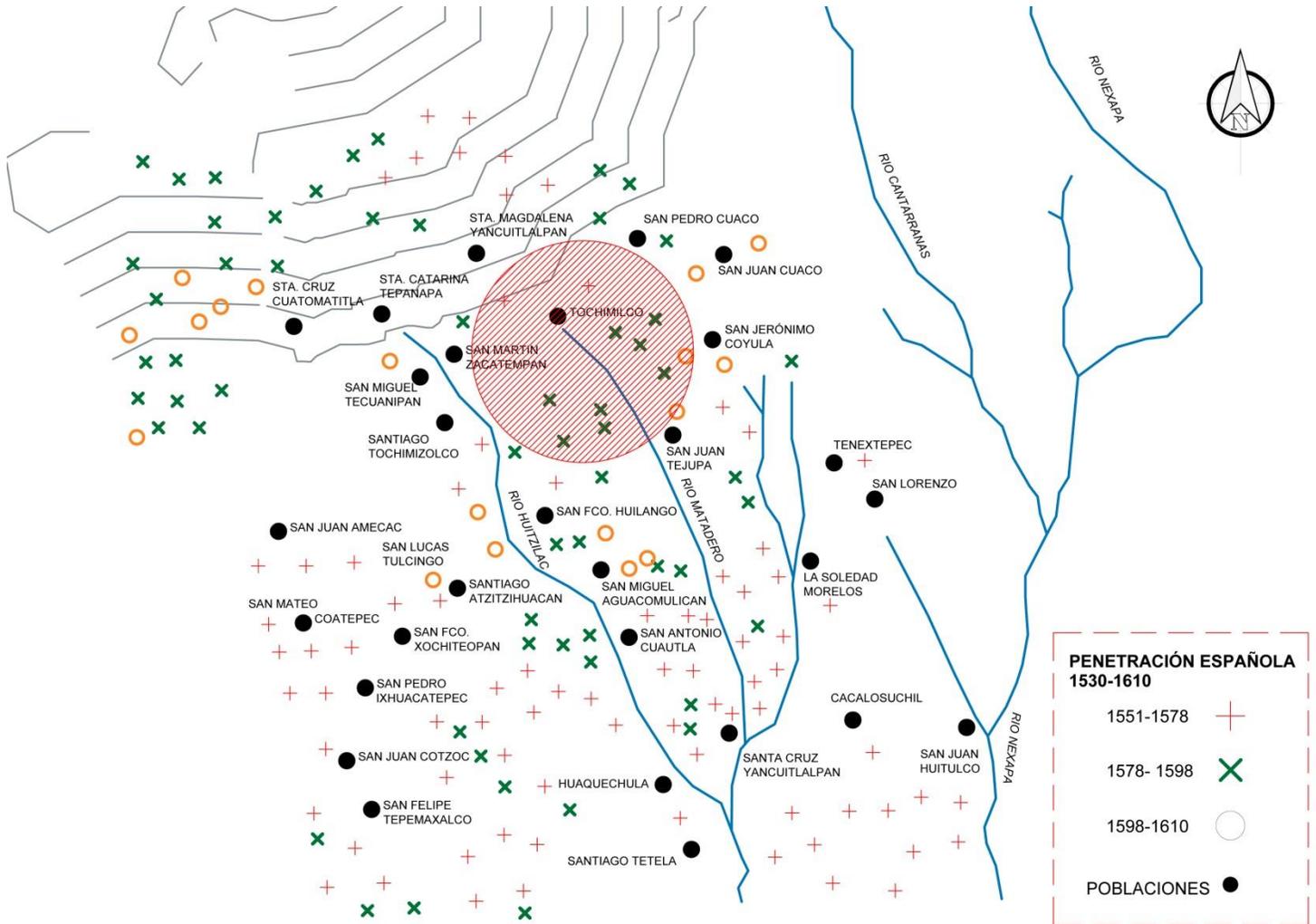
Los colonizadores españoles aprovecharon las instalaciones hidráulicas prehispánicas existentes. Ejemplo de ello son los sistemas de distribución que consistían en piedras con agujeros de diferente tamaño, que obstruían el paso del agua y que dejaban pasar solo cierta cantidad de fluido por canales o acequias, que es un sistema parecido al de compuertas, que regula el paso del agua, dejando pasar solo cierta cantidad.

En el pueblo de Tochimilco, antes de la llegada de los españoles, ya se contaba con una acequia general que distribuía el agua a Huilango. Posteriormente con la llegada de los frailes franciscanos se construyó otra acequia para beneficiar al convento franciscano de Huaquechula.

(AGN, 11, 1ra pte., exp. 1.)

Desde la época prehispánica hasta 1530, los habitantes de Tochimilco, aprovecharon principalmente el agua de los ríos Huitzilac y Matadero, destacando los siguientes puntos derivados de dicho aprovechamiento.

- La disposición del río Huitzilac fue impuesta por los Tochimilcas, en las siguientes tierras y poblaciones que formaban parte de sus dominios: Santa Catalina Tepanapa, San Martín Zacatempa, San Miguel Tecuanipan, Santiago Tochimilzoco, San Francisco Huilango y San Lucas Tulcingo.
- La distribución del río Huitzilac se limitaba a un área relativamente pequeña ya que sólo abarcaba 12km² aproximadamente. Fue aprovechado como un sistema de irrigación para tierras dominadas por Tochimilco, hasta que la llegada de los franciscanos a Huaquechula condujo a las autoridades españolas a presionar a los tochimilcas a ceder parte del agua del río Huitzilac a Atzizihuacán y Huaquechula.
- Las poblaciones que dependían del río Matadero eran Tochimilco, San Juan Tejupa, San Miguel Aguacomulcan, San Antonio Cuautla y Huaquechula. Los tochimilcas ejercían cierto control sobre este río, impidiendo el libre uso de su caudal a los habitantes de Huaquechula, quienes debía pagar tributo por el uso del agua.



Mapa 6. La penetración española por periodos: 1530-1610.

En donde se aprecia en color rojo el territorio dentro de la jurisdicción de Tochimilco, en el periodo comprendido de 1530 a 1610, viéndose la penetración de los españoles. También, nótese la influencia que tuvieron los ríos para el establecimiento de las poblaciones en esta región del sur-oriente del Valle de Puebla.

Fuente: elaboración propia, basado en Secretaria de la Defensa Nacional (1953).

1.7 Establecimiento de los frailes franciscanos en Tochimilco

Tochimilco, en el año de 1570, tenía una población aproximada de tres mil indios tributarios, cuando llegaron los frailes, quienes consideraron que dicho territorio era ideal para su establecimiento, estableciendo ahí su convento, dándose a la tarea de evangelizar a los indios tochimilcas

Sin embargo, a causa principalmente de las epidemias, el número de indios, disminuyó. Siendo probable que los españoles también sufrieran una baja en su número por dicha causa. A consecuencia de esto, para 1588, existían alrededor de 1206 tributarios, para 1623; 474, hacia 1643; 342, en 1688; 891, en 1743; 891, en 1755; 1030. Esta situación se revirtió al final del siglo XVIII y principios del XIX, cuando la población recupero su crecimiento; ubicándose en 1672 familias en 1789 y 1215 indios tributarios en 1801.



Fotografía 1. Templo del convento franciscano de "La Asunción de Nuestra Señora". En donde puede apreciarse, la espadaña, la torre con campanario y el púlpito.

La construcción del convento franciscano llamado "La Asunción de Nuestra Señora", se atribuye al constructor franciscano Fray Diego de Olearte, quién lo construyó durante la década de 1560; sin embargo, se cuenta con registros que indican que dicha construcción se realizó en dos etapas. La primera de 1530 a 1540, y la segunda de 1590 a 1600. La información disponible al respecto permite suponer que en la primera etapa construyó la capilla abierta, y que en la segunda se culminó la edificación del convento.

Respecto al estilo arquitectónico del convento franciscano, se aprecia el carácter renacentista y está integrado por los siguientes elementos: templo, atrio, capilla abierta, claustro, y aljibe principalmente.

Templo: está constituido por una nave raza con testero plano, cubierto por bóvedas de nervadura. La portada principal es de estilo renacentista, está flanqueada por columnas delgadas; además, incluye contrafuertes interiores que llegan hasta medio muro, a diferencia de los exteriores dispuestos en el resto del edificio en forma diagonal y en su caso el contrafuerte norte; contrasta con el de su torre con campanario que se encuentra paralelo a la fachada. (Ver Fotografía 1).



Fotografía 2. Atrio del convento, en donde se puede observar la barda atrial coronada por almenas, su acceso sur y la cruz atrial.

Atrio: Para describir esta parte del convento hay que señalar que este elemento arquitectónico es en realidad un patio, y su origen está en algunos templos romanos de donde paso a la arquitectura paleocristiana y de esta a la medieval.

En las iglesias, el atrio es un patio porticado situado a los pies de los templos y su función es servir de acceso. Algo relevante sobre el papel que desempeñaban los atrios es que el acceso de las personas era libre hasta el atrio, dejando reservado el interior del templo para los fieles. En los templos antiguos había cierta delimitación de los recintos sagrados externos, pues en ocasiones el templo se reducía a un altar sin cubierta, con un recinto delimitado, considerado sagrado, por lo que no debía profanarse. En el caso del convento de Tochimilco, éste se encuentra delimitado por la barda atrial, que esta coronada por almenas y dispone de tres accesos ubicados a sur, al poniente y al oriente, respectivamente, y en el cruce de la prolongación de los accesos se encuentra la cruz atrial. (Ver Fotografía 2).



Fotografía 4. Capilla abierta, nótese en su parte inferior los portales y en su parte alta la capilla abierta, compuesta por un gran arco rebajado.



Fotografía 3. Claustro. Donde se puede apreciar el claustro bajo y alto, la fuente al centro del patio y la decoración con pintura mural que tiene en forma de medallones.

Capilla abierta: Se le denomina así a la solución arquitectónica que los frailes del siglo XVI en la Nueva España dieron como solución para el adoctrinamiento a la gran cantidad de indígenas que acudían a ser evangelizados al concluir la Conquista. Las capillas abiertas funcionaban como presbiterio externo al de la nave principal de la iglesia y ocupaban el atrio como nave a cielo abierto. En este caso, la capilla abierta del convento de Tochimilco es de un solo arco y en su parte baja se ubica la portería conformada por tres arcos de medio punto.

(Ver Fotografía 3).

Claustro: Esta palabra proviene del latín *claudere*, cuyo significado es cerrar o clausurar. Se trata de un patio de forma cuadrangular que posee en sus cuatro lados una galería porticada con arquerías que descansan en columnas o dobles columnas. (Ver Fotografía 4).

El claustro es un lugar de recogimiento que consta de un patio con un jardín que tiene en el centro una fuente o un pozo.

El claustro del convento del municipio de Tochimilco tiene planta alta y baja; en la parte baja, se encuentra el refectorio, cocina y sala profundis, también tiene un patio al centro, y en planta alto se encontraban las aulas de los frailes. Actualmente en los muros de ambos claustros se aprecia cierta cantidad de

pintura mural. Otra característica del claustro son sus arquerías que sostienen una serie de columnas en las que se apoyan arcos rebajados.



Fotografía 5. Aljibe. Nótese la arquería de medio punto coronada por volutas y la gran pila con almacenamiento para 1600,000l litros aproximadamente.

Aljibe: Es el espacio destinado por los frailes como área de almacenamiento, permitiendo la recolección de agua de lluvia proveniente de las gárgolas y bajantes pluviales de los edificios, para ser canalizada mediante atarjeas para su acopio. (Ver [Fotografía 5](#)).

El convento también contaba con un portal de peregrinos o sitio que acogía a los visitantes y viajeros en el que se llevaba a cabo las confesiones de los indios.

También había un espacio destinado a la huerta de aguacate, que contaba con elementos hidráulicos que facilitaban la conducción del agua proveniente del ojo “del Arco”. (Ver [Fotografía 6](#)).



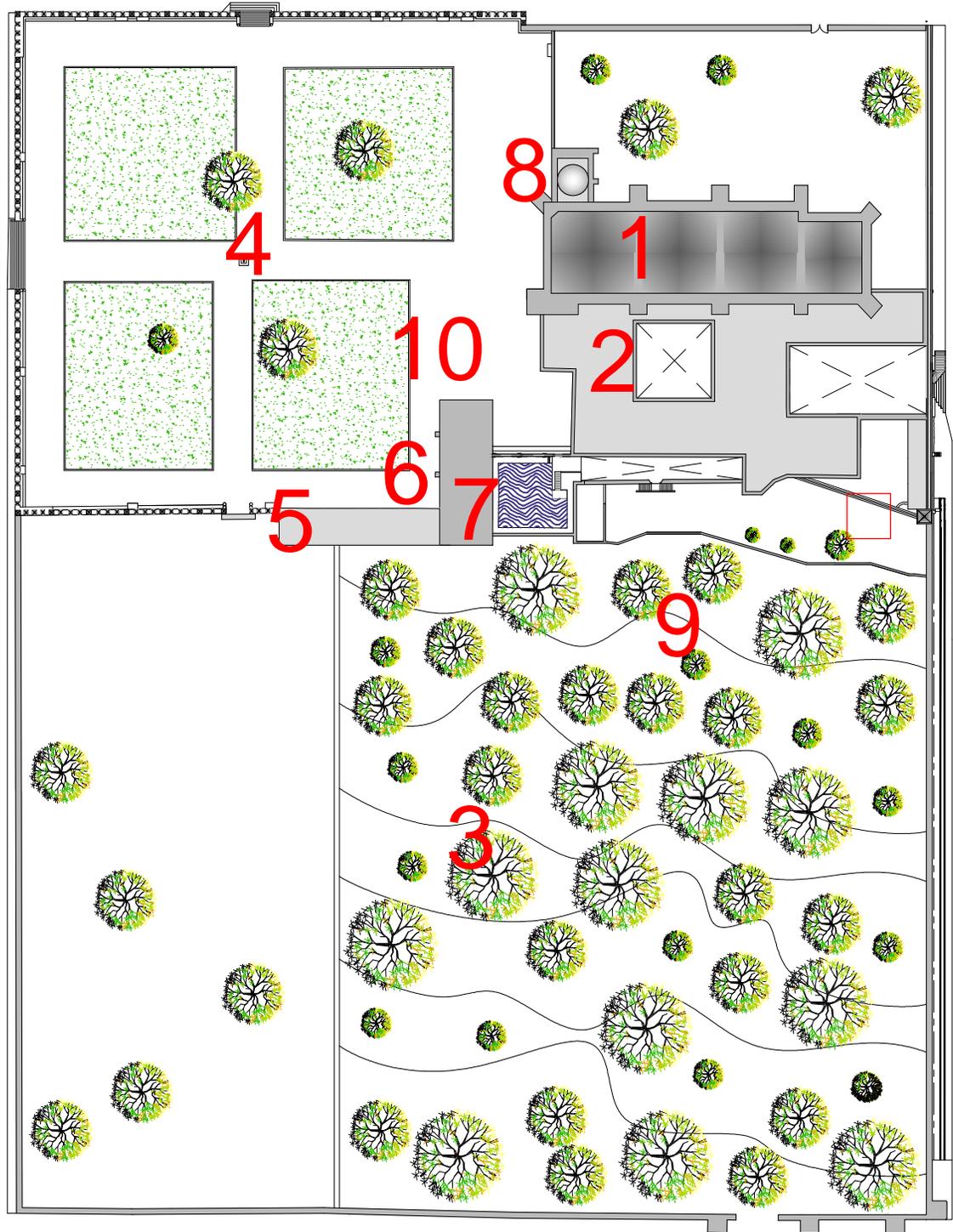
Fotografía 6. Huerta del convento. En donde se puede observar el portal de peregrinos y el acceso poniente al atrio.

Las funciones asignadas al agua fueron muy importantes ya que, entre otras cosas, se utilizó para evacuar los contenidos de la cloaca. Por ello los frailes franciscanos tomaron en cuenta la ubicación del pueblo de Tochimilco con respecto a los afluentes naturales vecinos para el beneficio de su convento.

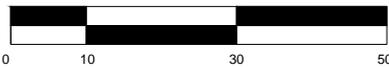
Edificios representativos del convento franciscano "La Asunción de Nuestra Señora"

NOMENCLATURA

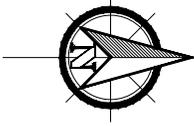
1. TEMPLO
2. CLAUSTRO
3. HUERTA
4. ATRIO
5. PORTAL DE PEREGRINOS
6. CAPILLA DE LA TERCERA ORDEN
7. ALJIBE
8. SACRISTÍA
9. CAJA REPARTIDORA
10. CAPILLA ABIERTA



Escala Gráfica 1:1000



Planta de conjunto del ex-convento de "La Asunción de Nuestra Señora" en Tochimilco, Puebla. En donde puede apreciarse los edificios más representativos del conjunto conventual que forman parte de la arquitectura religiosa del siglo XVI.

NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
	CLAVE DEL PLANO: P-1	
PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO		ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICO, PLANTA DE CONJUNTO DEL EX-CONVENTO DE TOCHIMILCO, PUEBLA		

Capítulo II:

El agua en Tochimilco: aspectos económicos, políticos y culturales

2.1 Infraestructura hidráulica

2.2 El aprovechamiento del agua para la producción

2.3 Aspectos legales para el repartimiento del agua

2.3.1 Legislación del agua

2.3.2 Reparto del agua

2.3.3 Distribución de los manantiales de Tochimilco, (1594) Siglo XVI

2.3.4 Adquisición del agua

2.4 Medidas hidráulicas para el repartimiento equitativo



Capítulo II:

El agua en Tochimilco: aspectos económicos, políticos y culturales

A continuación se presentan aspectos en los que influyó el agua en Tochimilco para la producción y desarrollo agrícola, los cambios y normas que se establecieron para la adquisición y el reparto equitativo del vital líquido. Además se explicará brevemente las diferentes fuentes de abastecimiento de agua que se aprovecharon en el pueblo de Tochimilco que fueron el detonante para realizar obras hidráulicas durante el siglo XVI.

2.1 Infraestructura hidráulica

Para implementar un sistema hidráulico, es fundamental que exista al menos una fuente de abastecimiento y pueden ser: pluviales, superficiales o subterráneas. Las aguas pluviales son resultado de la captación del agua de lluvia, las fuentes superficiales las constituyen los ríos, manantiales, arroyos y lagos y las aguas subterráneas proceden del agua que se infiltra en el suelo y para obtenerlas es necesaria su explotación mediante galerías filtrantes⁶, pozos, etc.

En Tochimilco, se construyeron obras para captar, conducir, distribuir y almacenar el agua proveniente de las diversas fuentes de abastecimiento. Ya lo mencionaba así Fray Andrés de San Miguel sobre el cuidado del agua desde la época virreinal: "...*la primera que la halléis, la segunda que le guiéis, la tercera que la escojáis, la cuarta que la conservéis...*" (Baéz, 1969. Pp.289-290)

⁶ Una galería filtrante está formada por una serie de pozos verticales –lumbres o respiraderos–, los cuales están interconectados por un túnel subterráneo que va siguiendo los desniveles del terreno captando los venteros hasta salir a la superficie, en donde es conducida por un canal a depósitos de almacenamiento.

Cada actividad está compuesta por un sistema encargado de cumplir una función específica y así poder manipular el vital líquido de manera eficiente.

En el convento franciscano de Tochimilco, las aguas pluviales fueron captadas en los techos del claustro, la nave y la capilla de la tercera orden, posteriormente, el líquido fue conducido por medio de gárgolas y bajantes pluviales.

Las aguas superficiales fueron aprovechadas en Tochimilco por seis ojos de agua: del Arco, San Juan, Acachichintla, Haguapa, Achichimalac y el de Amizaque. Los diferentes tipos de elementos y obras hidráulicas que se realizaron para dirigir el líquido se pueden apreciar en la Tabla 2 que se presenta a continuación.

Tabla 2. Obras y elementos que forman parte de los sistemas hidráulicos en Tochimilco.

TIPO OBRA HIDRÁULICA	FUNCIÓN
Caja almacenadora	Captación
Bajantes pluviales	
Gárgolas	
acequias	Conducción
punte	
acueducto	
atarjeas	
Canal por barda	Distribución
Cajas repartidoras	
Acequias distribuidoras	
Registros	Control
Compuertas	
Aljibe	Almacenamiento
Fuente	
Pilas	

Para el aprovechamiento del ojo “del Arco” se implementaron diversas construcciones que configuraron un sistema integral con el objetivo de dirigir la trayectoria del agua para el beneficio de la población, ya sea para beber, para realizar labores domésticas, de agricultura o ganadería. El ojo “del Arco” cumplió un papel muy importante durante el siglo XVI, ya que de este se beneficiaron los frailes para surtir de agua a su convento.

En la Guía del Archivo Municipal de Tochimilco, (Pérez Macuil, 2004) aparece la documentación de algunas obras que forman parte del sistema hidráulico, a partir de la articulación de éstas se deduce el funcionamiento de un sistema integral existente desde mediados del siglo XVI. Durante este periodo la construcción del convento ya había culminado, por ello, tanto el acueducto como los canales por barda, acequias, la fuente de la plaza y el aljibe, son obras que se presupone tuvieron que haber sido concluidas para ese tiempo. En el caso de la fuente de la plaza, se lee al poniente de la orla de su escudo “*Tecuanipa Xivhtevhctitli año de 1560*”, (Ibídem, p.16) que al parecer es la fecha de conclusión de esta obra, es decir, para ese año la fuente fue surtida de agua proveniente del ojo “de Arco”.



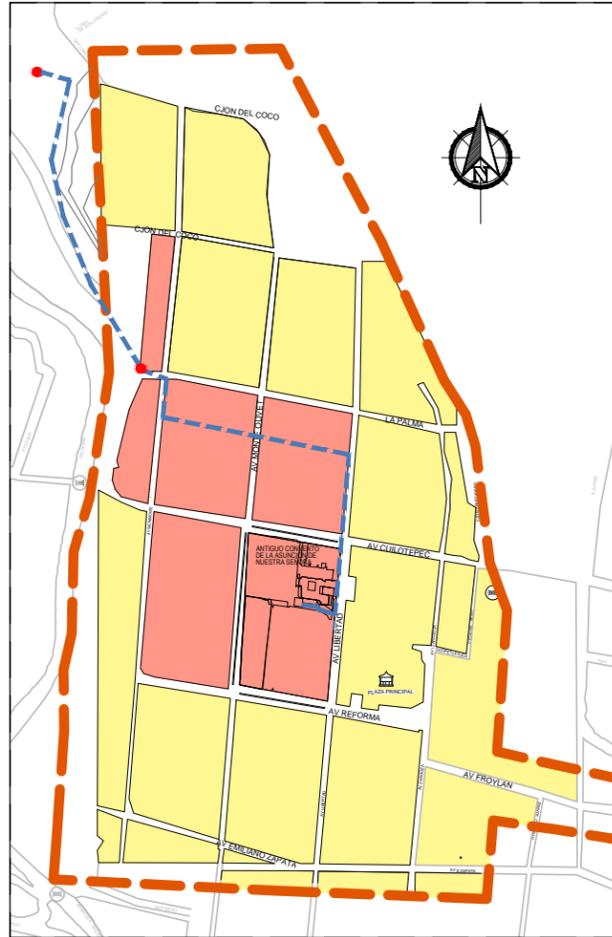
Mapa 7. Tochimilco, mapa del siglo XVIII.

En donde puede apreciarse las principales obras que forman parte del sistema hidráulico de estudio. Ahí es de notar que se aprovechaba el agua proveniente del “ojo del arco”¹. Otras fuentes que también se aprovecharon fueron los ojos de “Achichimalac” y “Amizaque”.

***Fuente:** AGN, Nochixtlán, Oaxaca. (1792) anónimo, Núm.961.

* El Mapa, proviene del AGN, sin embargo está equivocado el sitio, pues es Tochimilco, Puebla y no Nochixtlán, Oaxaca, y puede justificarse gracias a las referencias geográficas que están en el mapa como son: Camino a Atlixco, Volcán Popocatepetl, Barranca del Matadero, Ojo del Arco, Ojo de Amizaque, Ojo y acequia de Haguapan, Iglesia del Calvario y las cajas de agua.

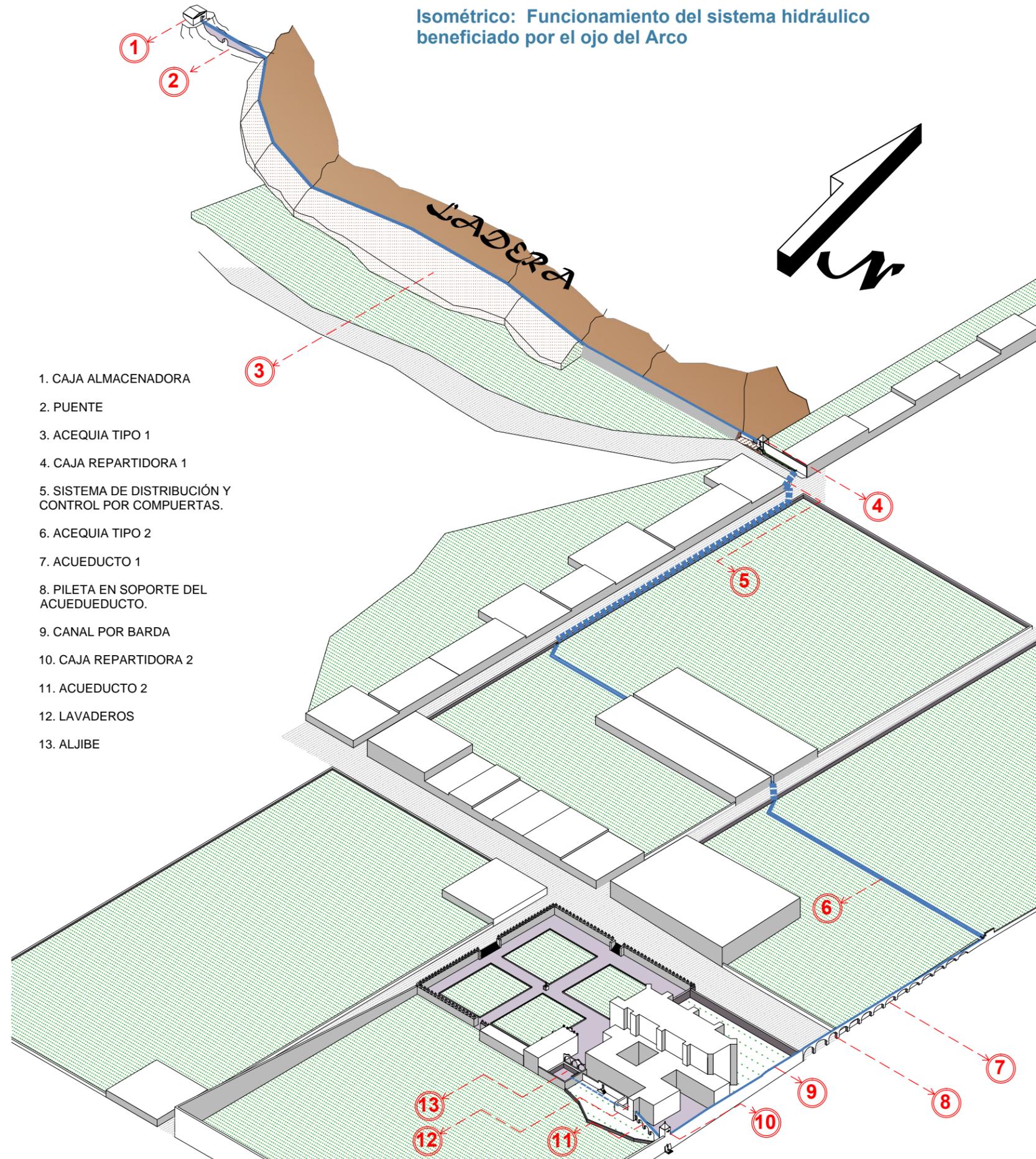
Croquis de localización



Croquis de localización.
Cabecera municipal de Tochimilco, Puebla.
Escala 1:10,000.

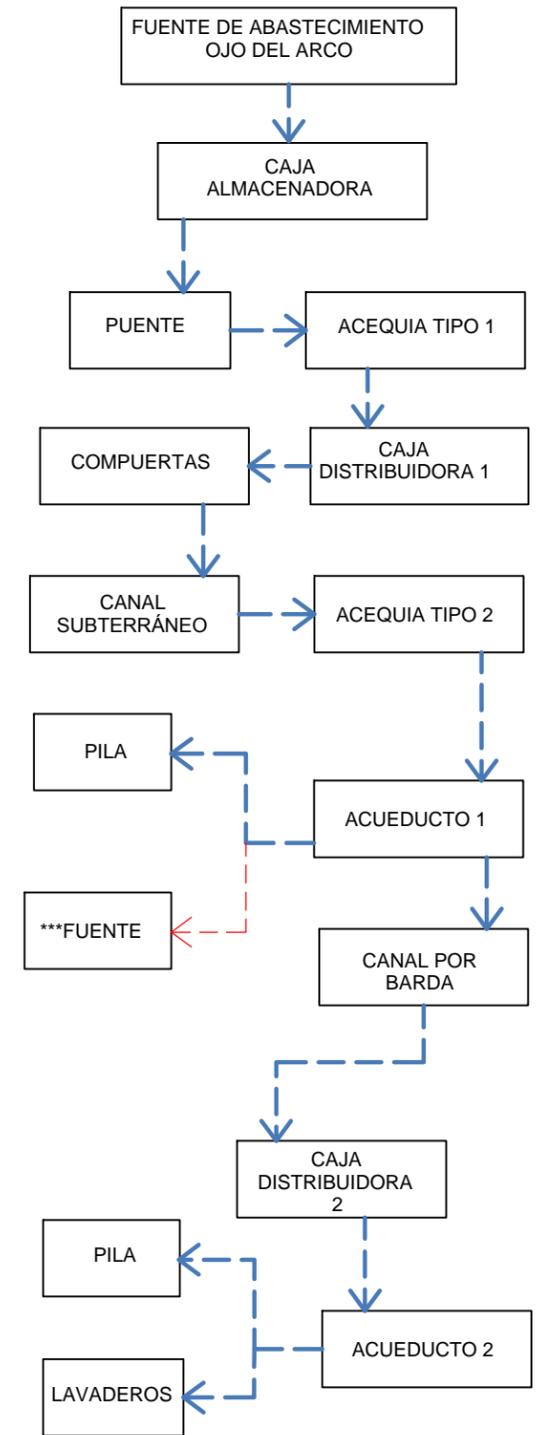
-  PERÍMETRO DEL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO
-  TRAMO DE ESTUDIO DEL SISTEMA HIDRÁULICO
-  MANZANAS BENEFICIADAS POR EL SISTEMA HIDRÁULICO
-  CASCO HISTÓRICO

Isométrico: Funcionamiento del sistema hidráulico beneficiado por el ojo del Arco



1. CAJA ALMACENADORA
2. PUENTE
3. ACEQUIA TIPO 1
4. CAJA REPARTIDORA 1
5. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y CONTROL POR COMPUERTAS.
6. ACEQUIA TIPO 2
7. ACUEDUCTO 1
8. PILETA EN SOPORTE DEL ACUEDUCTO.
9. CANAL POR BARDA
10. CAJA REPARTIDORA 2
11. ACUEDUCTO 2
12. LAVADEROS
13. ALJIBE

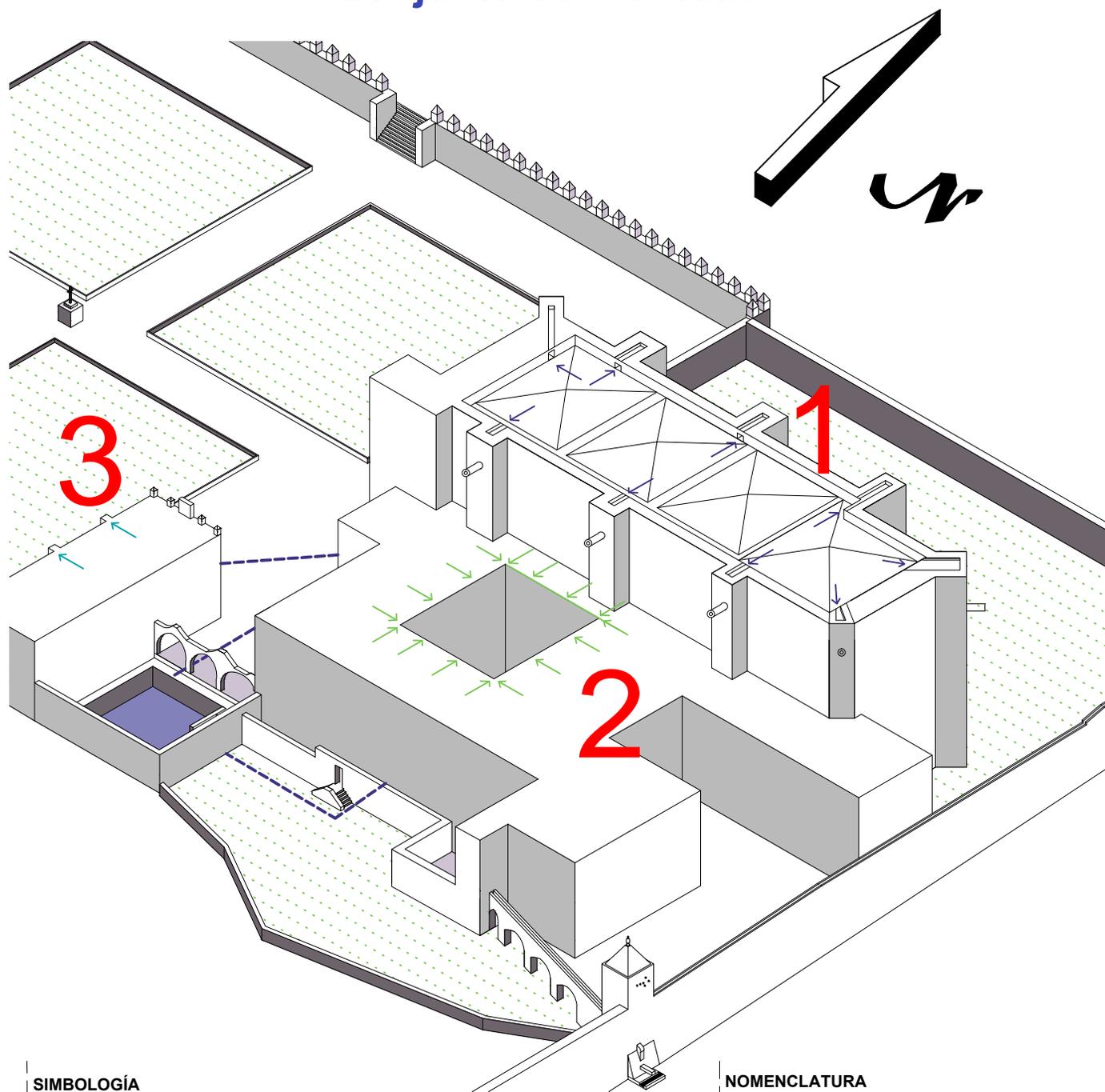
Diagrama de funcionamiento del sistema hidráulico



***Planteamiento hipotético

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRIA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS	CLAVE DEL PLANO:
PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO	P-2
TIPO DE PLANO: ISOMÉTRICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO	ARG. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

Aprovechamiento del agua pluvial: captación de agua en la cubiertas de los edificios del conjunto conventual.



SIMBOLOGÍA

- CAPTACIÓN MEDIANTE GÁRGOLAS DE BARRO
- CAPTACIÓN MEDIANTE GÁRGOLAS DE PIEDRA LABRADA
- CAPTACIÓN MEDIANTE BAJANTES PLUVIALES (TUBERÍA DE BARRO DE 4")
- - - SISTEMA DE CONDUCCIÓN SUBTERRÁNEO
- SISTEMA DE ALMACENAMIENTO (ALJIBE)

NOMENCLATURA

1. TEMPLO
2. CLAUSTRO
3. CAPILLA DE LA TERCERA ORDEN

Aprovechamiento de agua pluvial mediante la captación por gárgolas o bajantes pluviales, localizadas en las cubiertas de la nave, claustro y la capilla de la tercera orden. Al descender el líquido, se condujo subterráneamente mediante atarjeas con dirección al aljibe para almacenarlo.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
	CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS	CLAVE DEL PLANO:
	PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO	P-3
	TIPO DE PLANO: ISOMÉTRICO. APROVECHAMIENTO DE AGUA PLUVIAL	ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

2.2 El aprovechamiento del agua para la producción

"El agua además de ser un elemento vital, también fue indispensable para el riego, ya que sin él hubiera sido imposible abastecer a la población indígena, la cual, al poseer este recurso pudo así satisfacer sus necesidades de producción y consumo, siendo el factor de sustento de los españoles"

(Chávez Orozco, 1959, p. 17).

Uno de los principales intereses por asentarse en lugares con clima idóneo, tierras fértiles, y fuentes de agua, fue para el desarrollo de la agricultura. El buen abastecimiento de agua fue primordial para la eficiente irrigación de los cultivos tanto por el grupo nativo como por los españoles.

En Tochimilco, otro factor importante para el desarrollo de la agricultura fue la mano de obra india, pues los españoles se enfocaron más en el aspecto tecnológico agrícola (tarea de campo). Además, el aprovechamiento de varios ojos de agua, permitieron la práctica de una agricultura intensiva⁷.

Para que la producción agrícola fuera eficiente se necesitó de tres factores principalmente:

1. Las fuentes de agua existentes;
2. Los derechos que se tienen sobre su uso;
3. Tecnología para construir obras de conducción y almacenamiento del líquido.

⁷ Son las terrazas y construcciones hidráulicas las que remiten a la práctica agrícola de cultivos de temporal y riego con el objetivo de obtener más de una cosecha anual, por lo que se refiere a una agricultura intensiva.

Y los principales objetivos del riego fueron:

- Incrementar el rendimiento de las plantas cultivadas, así como del trabajo humano.
- Servir como instrumento para ampliar la “frontera agrícola”, puesto que la irrigación permitió colonizar más tierras. (Rojas Rabiela, et al 2009, p.12).

Por dicha razón, las mejores tierras eran las que tenían acceso al agua, ya sea por estar cercanas a una fuente de abastecimiento o por tener acceso a las obras hidráulicas.

En todo el valle sur de Puebla se surtió de trigo a la metrópoli, así como a las islas del Caribe. (Florescano, 1975). En el pueblo de Tochimilco, el trigo⁸ fue el cultivo más importante por ser el grano preferido de los españoles. Con su llegada, se generaron cambios importantes en cuanto a tecnología, repertorio de plantas cultivadas, agricultura, sociedad, además de una nueva actividad económica: la ganadería.

Los animales de trabajo, con la ayuda de carretas y carretillas, facilitaron el transporte de materiales y personas, así como la realización de las tareas agrícolas, artesanales, de albañilería, etc., por lo que también tuvieron un papel importante en el desarrollo de las máquinas como mecanismo para la extracción, para mover y subir de nivel el agua. Es decir, con el apoyo de las nuevas tecnologías, se aprovechó la fuerza animal y la hidráulica como fuentes de energía para actividades textiles, molineras, para la producción de papel, de azúcar, minería y otras. Como ejemplo está el molino hidráulico para la producción de harinas. Los agricultores también utilizaron bimbaletes y norias para la extracción de agua. (Ver Imagen 4).

⁸ Las sustancias que forman un suelo ideal para el cultivo del trigo son: grava, arena, limo y arcilla.

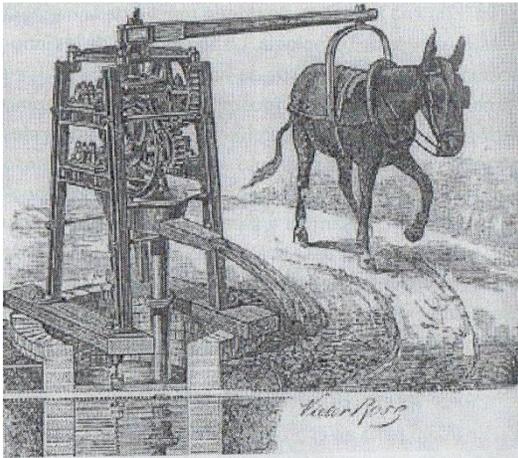


Imagen 4. Noria impulsada con fuerza animal. **Fuente:** CNA. 2009, p. 35

En cuanto al maíz, frijol, chile, etc., fue la fuente principal de la alimentación de los indios y la diferencia entre la preferencia del cultivo entre las dos culturas generó conflictos entre los agricultores españoles y los indígenas. Las invasiones del ganado en tierras de cultivo, también generó conflictos entre labradores, ya que perjudicaron las cosechas y dañaron las acequias de riego

"En 1560, el crecimiento sin control del ganado hizo que se presentaran quejas y pleitos por parte de los indios del pueblo de Tochimilco, debido a invasiones del ganado, lo cual los obligó a ceder algunas de sus tierras para que pastara el ganado invasor."(AGN, Mercedes, f.184).

La alimentación de los animales en Tochimilco y sus alrededores, se basó en el pastoreo, en donde, el ganado mayor aprovechaba los pastos y matorrales, mientras que el ganado menor se alimentaba de las raíces, en consecuencia dejaban la tierra desolada y poca propicia para el cultivo hasta que pasaban varios años para que se recuperara. Esta colisión provocó que se buscaran otras zonas de cultivo, lo que obligó a la ampliación de las áreas de irrigación, repercutiendo en nuevas obras de conducción y almacenamiento del agua.

Rojas Rabiela, y colaboradores (2009) indican que las instalaciones hidráulicas tuvieron más de una función y se vincularon con más de un tipo de agua (haciendo referencia en el caso de la pluvial y de manantial), entre las que destacan:

- Captación, conducción, almacenamiento y distribución del agua para usos domésticos, por aguas pluviales, perennes superficiales y subterráneos.
- Conducción, control y drenaje de aguas pluviales para evitar inundaciones.
- Conducción y drenaje de aguas de desecho de las poblaciones y zonas urbanas.
- Provisión de agua para la irrigación agrícola.
- Control, aprovechamiento y desagüe de zonas lacustres y pantanosas.
- Recreación y ritualidad.

La irrigación permanente que se practicó en Tochimilco tuvo como fuente de abastecimiento: ojos de agua, ríos y arroyos de caudal constante. Otras obras que se realizaron en el pueblo, consistieron en presas como sistemas de



Imagen 5. Irrigador con su uictli o coa de hoja en un posible derramero. Códice Florentino, siglo XVI.

Fuente: Rojas, Rabiela, (2009)

almacenamiento. También se construyeron canales (hechos de tierra, piedra, madera, barro, piedra con estuco, argamasa, calicanto), así como acueductos (sobre taludes de tierra para conectar vanos entre barrancas, lomas, montañas, etc.), se hicieron depósitos o embalses secundarios para regular el flujo enviado por los canales y elevar el nivel para irrigar mayor área de tierras.

El riego manual se practicó desde la época prehispánica, utilizando agua de pozos, lagunas, canales y embalses en gran variedad de parcelas agrícolas, como las sometidas a cultivo intensivo. Tal es el caso de las chinampas, campos drenados, terrazas y arenales. Los recipientes utilizados eran cantaros, bateas, jícaras, tecomales, cucharones, pértigas con bolsas, remos, etc. (Ibídem).

2.3 Aspectos legales para el repartimiento del agua

Dentro de los aspectos relacionados con la repartición del agua durante el siglo XVI y los siguientes virreinales, este capítulo enfatiza los de tipo legal y adquisición del agua, así como la distribución de los manantiales del pueblo de Tochimilco,

2.3.1 Legislación del agua

"Desde el principio de la evangelización y control del territorio, se presentó la necesidad de dotar de agua a los pueblos, y esto quedó estipulado al establecerse las mercedes de tierra para la formación de pueblos y ciudades" (Salazar, Exaire, 2000, p.29), ya que normalmente la tierra fue otorgada estipulando el uso de cierta cantidad de agua.

"La cantidad establecida para el repartimiento de agua estaba determinada por el uso al que se destinaba, por ejemplo: para el riego de una caballería de tierra (43 hectáreas) se otorgaban 2 surcos de agua; para ingenios y molinos, ochos surcos". (Galván, 1849, p. 173).

El agua fue sujeta a venta, beneficio, composición o renta, como sucedía con la tierra, pues la legislación del agua se derivaba de la reglamentación de tierra, y se estableció en las leyes que cuando se hiciera una venta o composición de tierra, aguas y riegos, se debía dejar a los indios lo suficiente para su sustento. (Menéndez y Pidal, 1973. lib, IV, tit. XII, ley XVII). De esta manera en Tochimilco se consideraron tierras para la comunidad, en las que se cultivó principalmente el trigo, frijol y chile.

Los principales ordenamientos indianos para el uso y distribución del agua se tienen en las Ordenanzas de Carlos V (1531), las de población de Felipe II, el cedulario de Puga (1562), el de Zorita (1574) y el de Encinas (1596); por último



Imagen 6. Juez (al cadí, alcalde, “Juez”) de aguas.

Fuente: Boletín de Monumentos Históricos #16, p. 13.

está la “Recopilación de las leyes de Indias”, que fueron dictadas desde el principio de virreinato hasta 1680.(Ibídem)

Diego de Encinas, en su Cedulario de 1596, estableció nombrar jueces para repartir el agua a los indios, cada vez que fuera necesario. De estas diligencias se informaría a la Audiencia y no debían ser pagadas por los indios. (Zorita, 1974:lib.IV, tít. III, ley II). Este juez repartidor se encargaba de verificar la cantidad de agua que les correspondía a los interesados.

Por su parte, Carlos V, en 1541 decretó dos principios fundamentales:

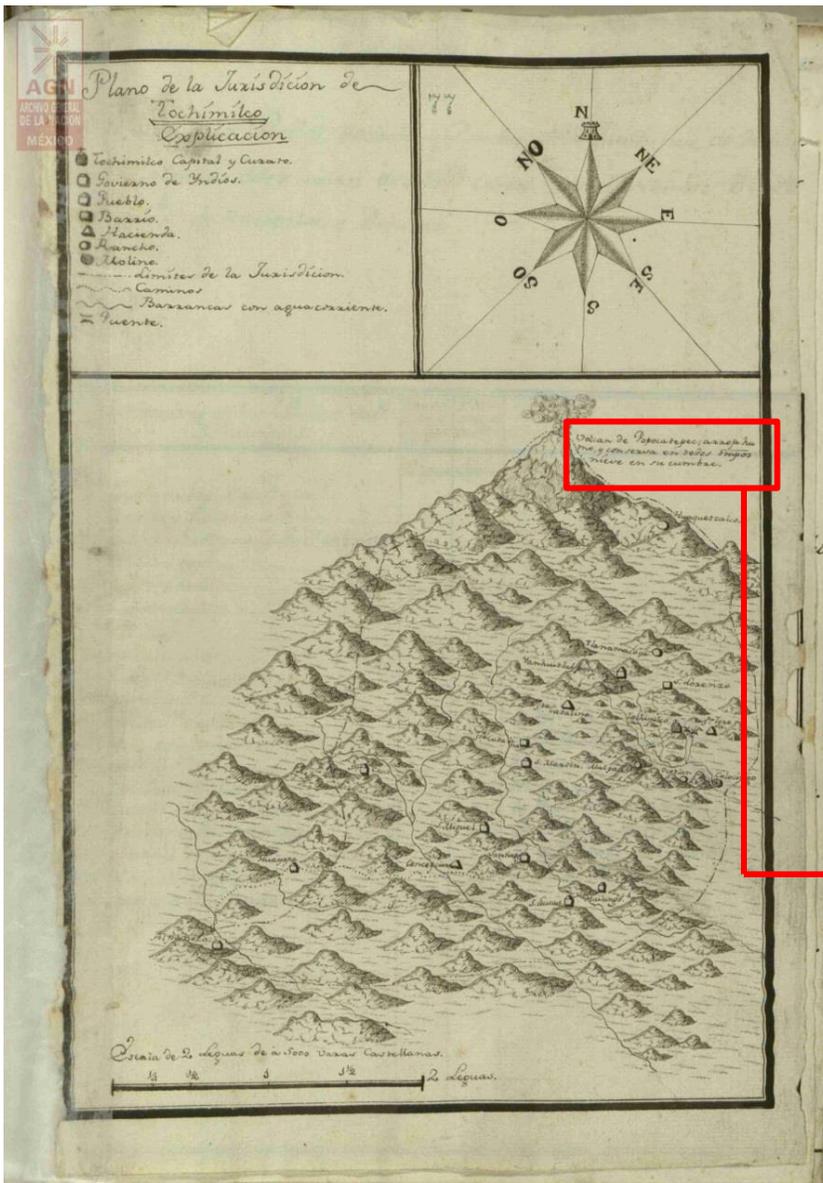
1. Que los pastos, montes y aguas sean comunes en las indias.
2. Que la misma orden que los indios tuvieron en la división y repartimiento de aguas, se guarde y practique entre los españoles.

También mencionó en:

- La Orden II de 1532, que al formarse las poblaciones en las Indias Occidentales, se tuviera cuidado de tener agua cerca, la cual se pudiera conducir al pueblo para sacar mejor provecho de ella en las construcciones, para el riego y para el uso doméstico⁹.
- La Orden III recomendó: poblar lugares fértiles, con pastos y con la facilidad de proveerse de madera, leña, metales y suficiente agua dulce.

Según Don Pedro de la Vega, para el año 1743, los pueblos de los que se componía la jurisdicción de Tochimilco: Huilango, San Lucas, Santiago, San Miguel, Santa Cruz, San Alpanoca, San Martín y Santa María Magdalena (Ver mapa 8), se dedicaran entre otras actividades al comercio de madera y carbón.

⁹ Como se ha visto, en Tochimilco se aprovechó el agua proveniente de manantiales, de los cuales se beneficiaron los pobladores por medio de sistemas hidráulicos, facilitando el suministro del líquido.



Mapa 8. Jurisdicción de Tochimilco. 1792.

En donde se muestra el territorio de Tochimilco para el año de 1792, estando dentro de su jurisdicción los pueblos de: Huilango, San Lucas, Santiago, San Miguel, Santa Cruz, San Alpanoca, San Martin y Santa María Magdalena.

Nótese en la imagen 7 la región que comprende este mapa con respecto a la zona de los conventos del siglo XVI situados a las laderas del volcán Popocatepetl.

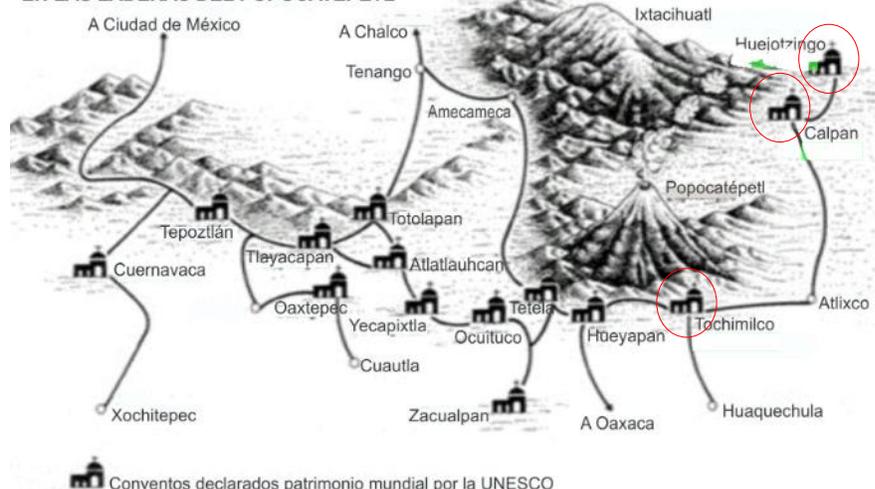
Fuente: AGN, 1792.

“Volcan de Popocatepec , arroja humo, y con senisa en todos tiempos. Nieve en su cumbre”

Imagen 7. Conventos del siglo XVI en las laderas del volcán Popocatepetl.

Durante el siglo XVI, los conventos que se culminaron fueron catorce, de los cuales tres se encuentran en el estado de Puebla (círculo rojo) y el resto en Morelos.

CONVENTOS DEL SIGLO XVI EN LAS LADERAS DEL POPOCATÉPETL



Conventos declarados patrimonio mundial por la UNESCO

2.3.2 Reparto del agua

El reparto del agua fue un instrumento legal que regularizó el uso de este recurso entre los distintos usuarios, su finalidad fue confirmar los derechos otorgados en mercedes¹⁰ reales o en composiciones.

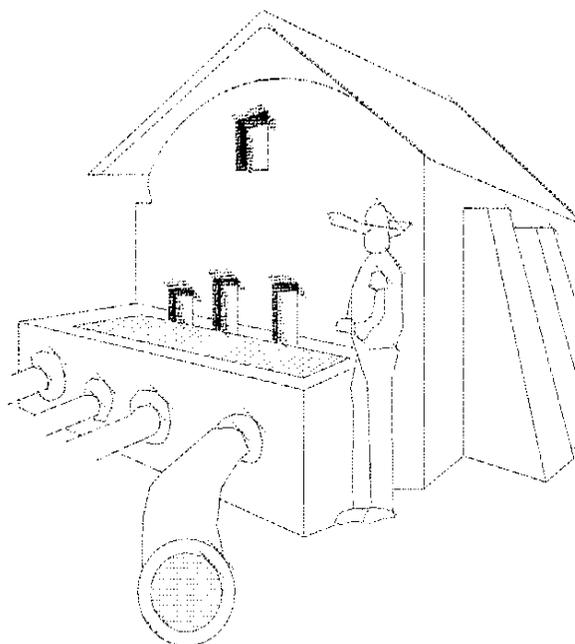


Imagen 8. Representación de una merced de agua.

Fuente: Icaza, Leonardo. 2009, SP.

En 1532 se estableció que los cabildos debían repartir las tierras en las ciudades. En estas concesiones se debía preferir otorgar las tierras a los regidores que no poseyeran solares, previendo que a los indios se les dejaran sus tierras y solares suficientes para su sustento y su vivienda.

En consecuencia, los repartimientos virreinales sirvieron de sustento legal para la solución de conflictos sobre derechos de los pueblos de indios y los colonos españoles respecto al uso de las aguas.

En cuanto a los aspectos administrativos en la Nueva España para el reparto del agua, estos consistieron en la dotación de mercedes de agua, considerando que esta no estuviera en posesión de los pueblos, y de cumplir con

¹⁰ La merced de agua fue una cesión de una determinada cantidad de agua que hacía la Corona de España a los particulares que la solicitaran, especificando, nombre, características y ubicación de la fuente, así como el propósito para la que se deseaba utilizar. Debiéndose hacer a partir de la caja de agua o de repartición.

este punto, sería propiedad de la Corona, siendo ésta última la que determinaría que, para hacer uso de las aguas, se tendría que seguir un trámite ante la autoridad.

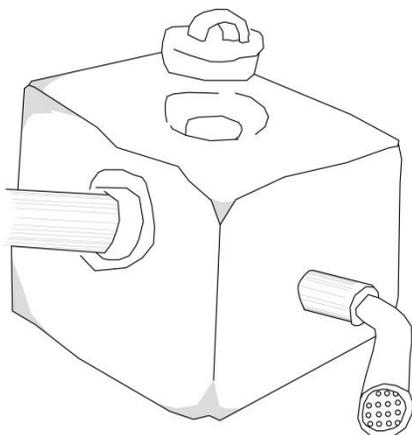
Los pobladores españoles demandaron que se les dotara de agua para desarrollar la agricultura, la minería y el establecimiento de villas y ciudades. Al principio los diferentes usos del agua fueron regulados en base a la legislación castellana, la cual ordenaba que el agua fuera propiedad eminente y directa de la Corona.

Los usos del agua se dividieron principalmente en:

- Público: consideraba al agua como un bien común de los habitantes de una ciudad o villa, es por ello que podía obtenerse de forma gratuita en las fuentes públicas.
- Privado: fueron otorgados a distintas corporaciones: pueblos de indios, órdenes religiosas, instituciones civiles o particulares mediante concesión real, es decir, se trataba de un uso sancionado por una merced concedida por el rey o en su nombre, que garantizaba el derecho de uso sobre una corriente o manantial; en caso de disputas, estos documentos eran requeridos para determinar los derechos de propiedad. (Rojas, Rabiela, et al, 2009).

Desde la década de 1560, la Corona española elaboró un marco jurídico para sancionar los usos del agua en la Nueva España, que seguramente fueron consecuencia de los conflictos que generaba el tener derecho al líquido, ya que en algunos casos los repartimientos de agua no fueron equitativos, o bien, se alteraban los canales para hacer llegar el líquido ilegalmente, repercutiendo en los cultivos.

En Tochimilco, el reparto de agua se reguló por medio de cajas repartidoras, acequias distribuidoras y compuertas.



"En las ciudades se utilizó la medida de la paja¹¹, considerándose suficiente esta medida hidráulica para cada casa habitación. El agua para las urbes era conducida de la pila principal, localizada en el centro de la población, a las casas por medio de caños o acequias que debían ser reparados y limpiados periódicamente; estos trabajos estaban a cargo de los usuarios". (Salazar, Exaire, 2000, p.31).

Imagen 9. Representación de una paja.

Fuente: Icaza. Leonardo. (2009). S.P.

Para que la distribución del agua fuera autorizada, se requería que existiera una solicitud presentada ante el cabildo; este mandaba a un juez repartidor para que realizara una inspección o vista de ojos, para que no se afectara a terceros. Fue con dicho reconocimiento que se estableció si se podía otorgar la merced y en qué condiciones, ya que cuando existían varios interesados se hacía el repartimiento del agua por tandas o días¹².

¹¹ Medida hidráulica que se considera como la unidad de medida de las marcas o reparticiones de agua urbana; es una figura cuadrada de $\frac{1}{4}$ de pulgada o $\frac{1}{3}$ de dedo por lado, con una superficie de $\frac{1}{16}$ de pulgada². Produce por minuto 1 cuartillo o libra de agua, es decir 0.45 litros por minuto.

¹²El agua se repartía por tandas, podía ser diurna o nocturna, según la oferta existente. En el caso, de que el agua no era muy abundante, se hacía el repartimiento por días o por algunas horas del día. Estos repartimientos por lo general, eran para riego.

Según Margadant, legalmente la propiedad absoluta del agua en la colonia no existía, pues solo se trataba de derechos de uso que podían ser modificados ante nuevos conflictos o nuevas necesidades.(Castañeda González, 2005).

Con ello, se refiere a que las aguas, más que la tierra estuvieron sujetas a una especie de dominio eminente por parte de la Corona, definido tal dominio como el derecho de disponer.

Cuando el agua estaba dentro de los límites de una propiedad se podía disponer de ella por adquisición, mediante un arreglo de arrendamiento, por herencia, donación o por orden una orden oficial. Siempre que fuera necesario, todo usuario debía avalar con algún documento legal su derecho de uso, pues en caso de conflicto no procedía antigüedad, ni que el cauce del que la tomaba fuera natural. Al igual estaba prohibido que los propietarios cambiaran, a su libre albedrío, el recorrido original del agua, en perjuicio de otros usuarios que ya eran beneficiados. (Icaza, 2009)

La distribución del agua llevó a que se estipulara mediante la ley los derechos para su uso, como se indica en el siguiente apartado.

2.3.3 Distribución de los manantiales de Tochimilco, (1594) Siglo XVI

En Tochimilco el principal beneficiario de los nacimientos de agua fue el pueblo. La ubicación de este con respecto a los manantiales de agua, les permitió contar con el privilegio de ser el primer usuario, así como de utilizar una mayor cantidad de agua. (AHA. 2007, p.16).

Debido a un litigio iniciado en 1742, del cual hay constancia¹³, se puede analizar cómo fueron adquiridos los derechos de agua de los manantiales de Tochimilco. El conflicto inició en la propiedad de los nacimientos de agua localizados en ese pueblo. El litigio lo sostenía el dueño de la hacienda de Santa Teresa, Antonio Ramírez de Arellano, vecino y labrador del valle de Atlixco, así como los naturales del pueblo de Tochimilco. Las aguas en litigio fueron los manantiales de Achichimalac y Amizaque. Por su parte, Baltazar de Herrera otorgó la propiedad de los nacimientos de aguas localizados en Tochimilco a los naturales de ese pueblo, es decir, confirmó derechos establecidos sobre el uso de las aguas.

Algunos labradores que regaban sus tierras con las aguas procedentes de los manantiales habían sido: Martín López, Nicolás Marín, los indios de Tochimilco, y Cristóbal Caravallo, y más adelante Juan Domínguez, Hernán Pérez de Olearte, los indios de Huilango y Pedro Cano. Ya que entre ellos existían diferencias por la explotación irregular del recurso, se estableció el derecho al uso de las aguas con las autoridades virreinales. De acuerdo a lo anterior se pensó en construir una caja de agua de argamasa, en la cual, entraría toda el agua provenientes de los manantiales antes mencionados, la cual se dividiría en 24 surcos. (Ibídem, p. 17)

¹³ "*Diligencias practicadas por Antonio Ramírez de Arellano, dirigidas a Juan Manuel Pacheco de Cárdenas procurador de indios, por el gobernador, oficial de república y demás común y naturales del pueblo de Tochimilco. Información testimonial Francisco de Morales, 18 de marzo de 1725*". (AGN, *Tierras*, vol. 635, exp. 1, fs. 12-18).

En la siguiente tabla puede verse el repartimiento de agua en 1594:

Tabla 3. Repartimiento de las aguas de Tochimilco 1594

Usuarios	Repartimiento de 24 surcos de agua
Martin López	3 días
Nicolás Marín	6 días
Indios de Tochimilco	4 días
Cristóbal Caravallo	6 días
Juan Domínguez	4 días
Hernán Pérez de Olearte	7 días
Indios de Huilango	5 días
Pedro Cano	3 días

Fuente: "Diligencias practicadas por el gobernador, oficiales de república y común y naturales del pueblo de Tochimilco, 1594," en AGNM, Tierras, vol. 635, exp. 1, ff. 19-19v.

Después del repartimiento de 1594, se implementó la “compra”, como un mecanismo ideal para adquirir el derecho de usar las aguas que venían de los manantiales de Tochimilco.

Los conflictos suscitados por el agua fueron con motivo del reparto de los manantiales de Tochimilco, sobre todo entre los labradores españoles. El malestar que ellos tenían era por el inconveniente de que las aguas la aprovecharon tanto los agricultores de Tochimilco como los de Huilango para el riego de sus cultivos de trigo. Esto generaba sobreproducción del grano en los hacendados españoles derivando graves pérdidas, y de ahí su malestar.

Aún en el año de 1725 existían inconformidades, pues los naturales continuaban utilizando el agua para cultivo del trigo. Por lo tanto, los hacendados insistían en decir que *“la cantidad de agua que demandaba el cultivo del trigo no es igual al que necesitaban las milpas”*. (AHA, 2007, p. 19)

La justificación por parte de los españoles para establecer un reparto equitativo, consideraba que solo debían utilizar el líquido para regar milpas, nopaleras y frutales, y si este uso variaba, la cantidad de agua para sus regantes no sería la misma para cubrir sus necesidades, por lo tanto, no se respetaría su derecho adquirido a partir del repartimiento de 1594.

Sin embargo, los indios de Tochimilco contaban con la propiedad del recurso y el uso del agua para el riego en las siembras de trigo mucho antes del repartimiento de aguas de 1594, (Idem.) siendo ésta, la principal inconformidad de los españoles, ya que, los manantiales eran propiedad exclusiva del pueblo de Tochimilco.

La real Audiencia mandó a amparar a los indios, en el uso de las aguas, según el repartimiento que les estaba hecho en los ojos de agua y manantiales del pueblo de Ocotepayuca, hoy Tochimilco, y el alcalde mayor mencionó que: *“no permitiese les privasen del goce que tenían para regar sus sementeras, porque siempre fue la primera atención el que este pueblo no careciese de las necesarias para el cultivo de sus sembrados”*. (AGN, 1742, f. 44v).

2.3.4 Adquisición del agua

En cuanto a la compra de agua, se constituyó un mecanismo de adquisición de la misma, independientemente a la merced real, mediante el cual, los derechos sobre el uso del líquido se adquirirían a cambio del pago en dinero de común acuerdo entre las partes interesadas.

La compra se debía realizar ante el alcalde mayor del pueblo y un escribano, quedando asentada en una escritura; se consignaban los nombres de los interesados, su lugar de origen y de residencia, el lugar donde estaba la fuente de agua de interés, su nombre, la cantidad, el uso al que se destinaria y el precio¹⁴.

Por otra parte, la usurpación del agua fue una práctica común que provocó muchos pleitos y diferencias entre los españoles e indígenas. Cuando esto ocurría, el afectado presentaba una acusación o queja ante el capitán del pueblo, quien por lo regular debía hacer una investigación para conocer la verdad y disponer lo que más conviniera.

Las usurpaciones se presentaban desviando la conducción del agua, ya que en el curso de las acequias se realizaban robos para el beneficio de las haciendas, repercutiendo en la disminución del caudal de agua que debía llegar a los pueblos. En Tochimilco para evitar conflictos, se consideró entre los pobladores, la construcción de una caja repartidora, de esta manera se reguló el reparto y evitó desvíos ilegales en los sistemas de conducción.

¹⁴ En 1730 el precio de una paja fue de 100 pesos, esta medida hidráulica bastaba para dotar de agua una casa habitación.

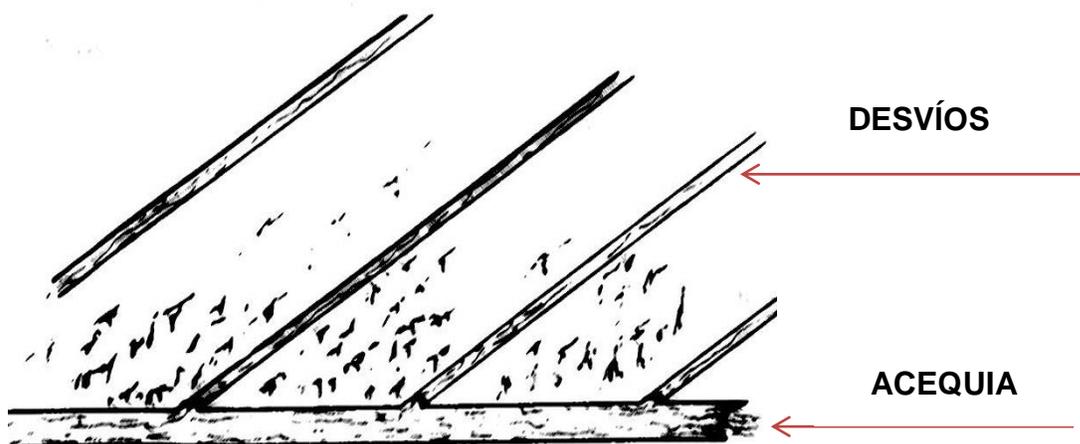


Imagen 7. Interpretación del robo del agua, a partir de una acequia.

En cuanto al agua que se utilizaba para el riego o para impulsar molinos o ingenios, ésta no tenía un “uso común”¹⁵, ya que desde los primeros años del virreinato se repartió por el Cabildo, como lo indica la siguiente cita:

“Y si la petición fuere sobre el repartimiento de aguas, y tierras para ingenios, se presente ante el Virrey, ó presidente, y él la remita al Cabildo, que asimismo habiendo conferido, envié á dezir su parecer con un regidor, para que visto por el Virrey ó presidente provea lo que convenga”. (Menéndez y Pidal, 1973, p. 103)

Por lo tanto, el agua de jagüey o pozo fue propiedad privada del dueño de la tierra en donde estaban ubicados estos depósitos, por lo que tampoco fue de uso común.

“Y a la vera las fuentes y los manantiales son de aquel de quien son las tierras, en las cuales tienen su origen son como partes o como frutos y así es que se conceden igualmente con las tierras”. (Galván, 1849.p. 161).

¹⁵El “uso común del agua” no era generalizado, ya que solo se refería a la utilización del agua de ríos y lagunas en el mismo lugar de su cauce, y no a su conducción artificial a otro sitio para aprovecharse de ella.

2.4 Medidas hidráulicas para el repartimiento equitativo

Las medidas hidráulicas fueron indispensables para realizar un reparto justo y equitativo, y principalmente fueron dos tipos de procedimientos para la medición del agua que se usaron: las medidas de reconocimiento y las medidas de repartimiento.

- Medidas de reconocimiento: consistían en la inspección del lugar donde nacía el agua, y en el establecimiento de la cantidad de la misma con que se contaba, determinando de esta manera el número de datas disponibles.

Para calcular la cantidad de agua de algún río era necesario buscar el trecho en su parte más horizontal, ahí se utilizaba un nivel, para de esta manera conocer la anchura y la profundidad, por lo que se podía calcular el área y así establecer la cantidad de agua que pasaba por un río en un tiempo determinado. (Salazar Exaire, 2000).

- Medidas de repartimiento: estas se basaban en las medidas de reconocimiento, ya que al establecer la cantidad de agua de un río o manantial, se determinaban la toma que podía surtir.

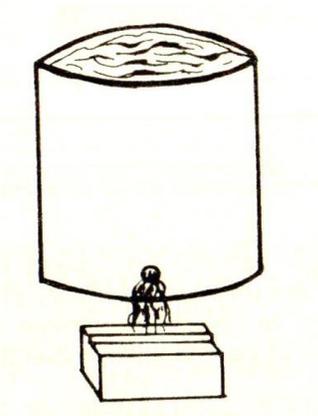


Imagen 8. Cilindro para medir la velocidad del agua según Joseph de Escobar.

Para medir la velocidad del agua se utilizó un cilindro que debía tener la misma altura del río, con una abertura de un dedo cuadrado, este se llenaba de agua sin disminuir la cantidad que se administraba por arriba, entonces se medía el tiempo en el que el agua, que salía por el orificio inferior, llenaba un cubo de latón. (Salazar Exaire, 2000, p.42). (Ver imagen 8).

Fuente: Ídem

Las unidades de las medidas para el agua están contenidas en la Ordenanza del virrey don Antonio de Mendoza del año 1536. Estas medidas consistieron en aberturas que controlaban la cantidad del líquido a través de depósitos de agua que permitían su salida.

En la siguiente tabla puede apreciarse las medidas hidráulicas y su equivalencia en pulgadas.

Tabla 4. Medidas de agua de forma rectangular

MEDIDA	BASE		ALTURA		AREA		L/MIN
	PULGADAS	DEDOS	PULGADAS	DEDOS	PULGADAS	DEDOS	
BUEY	36	48	36	48	1296	2.304	9331.2
SURCO	6	8	4.5	6	27	48	194.4
NARANJA	6	8	1.5	2	9		68.4
REAL	1.5	2	.75	1	1.125	2	8.1
PAJA	.25	.33	.25	.33	0.62		.45

Fuente: Salazar Celia, 2000, p. 40

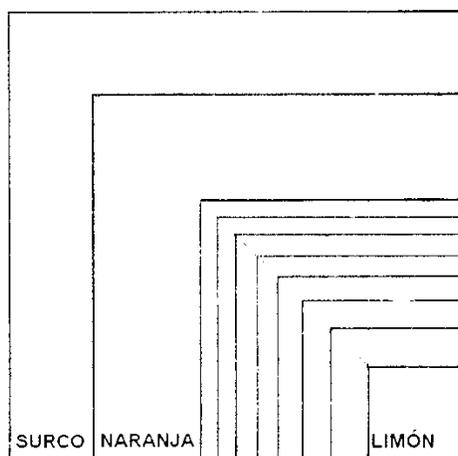


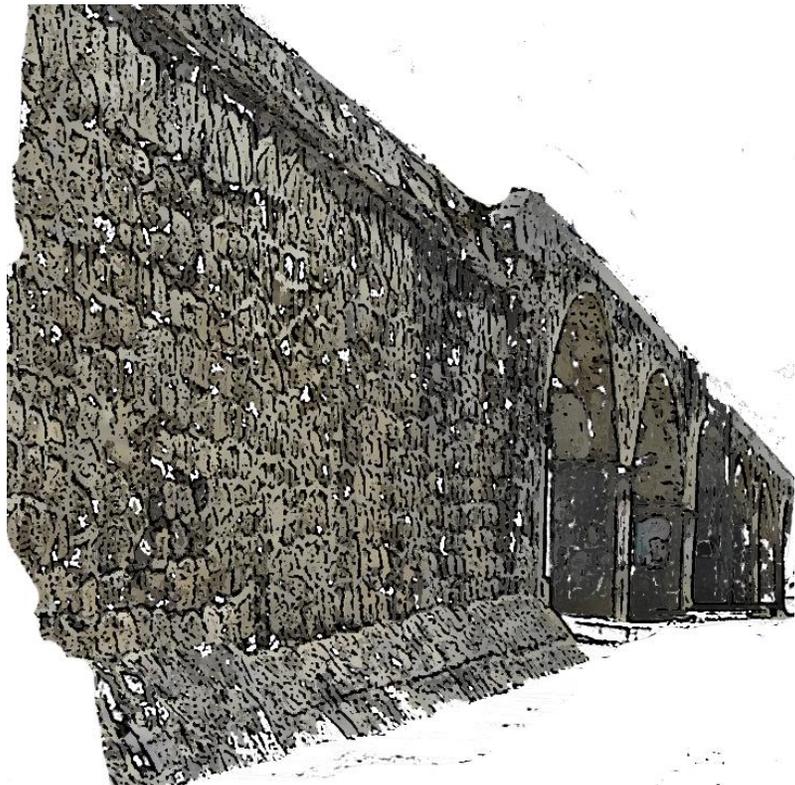
Imagen 9. Progresión geométrica en datascuadradas.

Fuente: Sáenz de Escobar,(1749), SP.

Capítulo III:

Sistemas hidráulicos para el abastecimiento del convento franciscano de Tochimilco

- 3.1 El sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial
 - 3.1.1 El aljibe como sistema de almacenamiento
- 3.2 Sistema hidráulico beneficiado por el ojo “del Arco”
 - 3.2.1 El ojo “del Arco”
 - 3.2.2 La caja almacenadora, sistema captación de agua
 - 3.2.3 Sistemas de conducción en Tochimilco
 - 3.2.3.1 *Acequias*
 - 3.2.3.2 *Puente como sistema de conducción*
 - 3.2.3.3 *El acueducto “Los Arcos”, el canal por barda y el Acueducto 2*
 - 3.2.4 Distribución y control
 - 3.2.4.1 *Caja repartidora 1*
 - 3.2.4.2 *Caja repartidora 2*
 - 3.2.5 Sistemas de almacenamiento
 - 3.2.5.1 *La pila del acueducto “Los arcos”*
 - 3.2.5.2 *La pileta del puente*
 - 3.2.5.3 *La fuente de la plaza*
 - 3.2.5.4 *Los lavaderos y el desenlace del sistema hidráulico*



Capítulo III:

Sistemas hidráulicos para el abastecimiento del convento franciscano de Tochimilco

Este capítulo está dedicado específicamente al análisis de los elementos que conforman los sistemas hidráulicos beneficiados por agua pluvial y por el ojo "del Arco", y que suministraron de agua al convento franciscano de "La Asunción de Nuestra Señora" y el pueblo de Tochimilco.

3.1 El sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial

En el convento franciscano de Tochimilco, el sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial, consistió en el aprovechamiento del líquido concentrado en las cubiertas de los edificios: claustro, nave y la capilla de la tercera orden. El sistema empleado consistió en captar, conducir y almacenar el agua de lluvia.

Para almacenar el agua, los franciscanos idearon distintas soluciones, como es bien sabido, tenían conocimientos en construcción, matemáticas, ingeniería, hidráulica, etc., que les permitieron resolver dicho problema ante la temporada de sequía que se presentaba en algunas regiones, habiendo sido previsores en la temporadas de lluvias y habiendo almacenado de manera eficiente el agua pluvial.

En el convento en Tochimilco se dispuso de una reserva hídrica constante, misma que consistía en recolectar gran cantidad de agua pluvial de manera sistemática, lo cual, implicó la construcción del aljibe.

Para la captación del agua de lluvia en las cubiertas, se emplearon bajantes pluviales o gárgolas con el objetivo de recoger el agua. Las cubiertas tuvieron el cometido de tener pendientes, de esa forma, el agua se deslizó pudiendo llegar a su destino, mediante los elementos de captación.

En el convento franciscano se realizaron distintas soluciones para la captación de agua pluvial. Para la Nave se utilizaron nueve gárgolas de cantera, para el Claustro doce gárgolas de barro y para la Capilla de la Tercera Orden se usaron dos gárgolas de barro y una bajante pluvial conformada por tuberías de barro. (Ver [Tabla 5](#)).

Tabla 5. Tipos de elementos para la captación de agua de lluvia en los edificios del convento franciscano. La cantidad de agua por elemento se realizó tomando en cuenta la precipitación pluvial de 1387mm anualmente.

Edificio	Elementos	Total de elementos	***Cantidad de agua captada por elemento
Nave	Gárgolas de cantera	9	93,511.5 litros
Claustro	Gárgolas de barro	12	61,567.77 litros
Capilla de la tercera orden	Bajantes pluviales mediante tubería de barro.	2	58,093.41 litros
	Gárgolas de barro	1	29,046.706 litros

En la nave del convento, el agua se captó por medio de gárgolas labradas con piedra de cantera, y fueron decoradas con formas de perlas isabelinas. Una vez que las gárgolas captaron el líquido, su función fue dirigir el agua hasta el nivel de piso del atrio para ser captado por alcantarillas y conducido mediante la atarjea principal con el propósito de almacenar el líquido en el aljibe. (Ver [imágenes 10 y 11](#)).

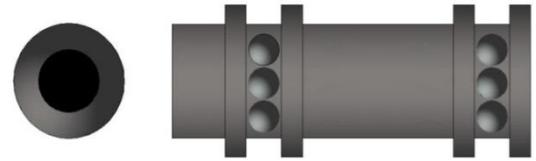
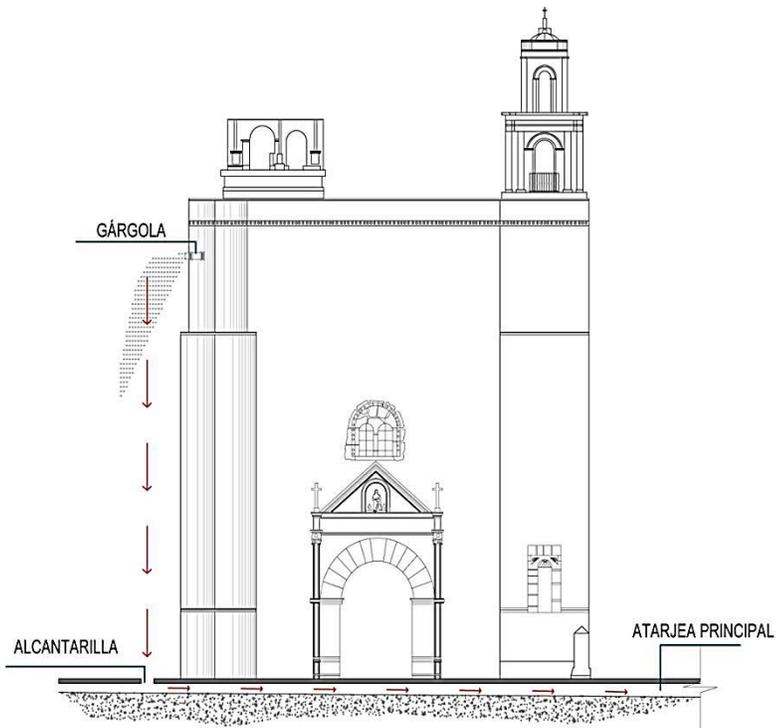


Imagen 10. En donde se puede observar los elementos de captación y conducción que integran el sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial (izquierda). Nótese el detalle de una gárgola tipo (constituida de piedra cantera y decorada con perlas isabelinas), ubicada en la nave del templo (arriba).

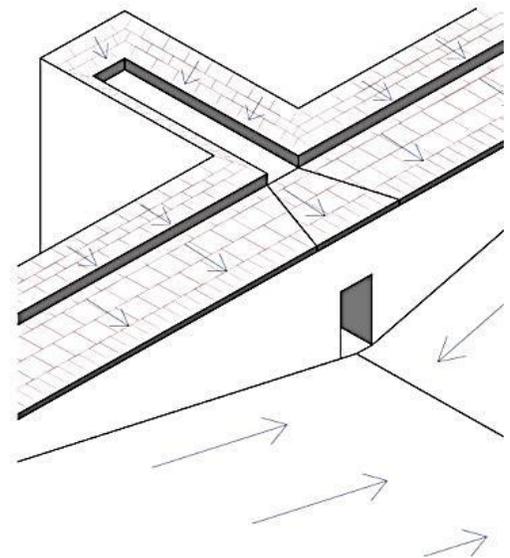
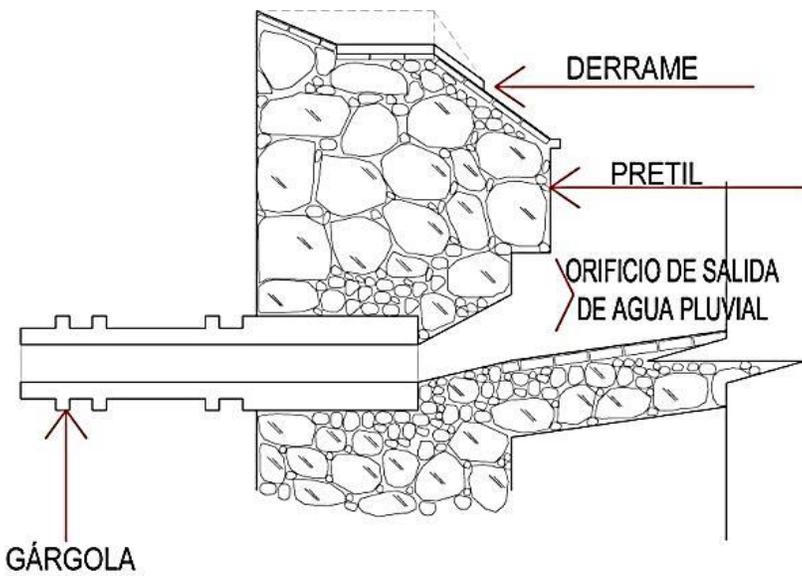
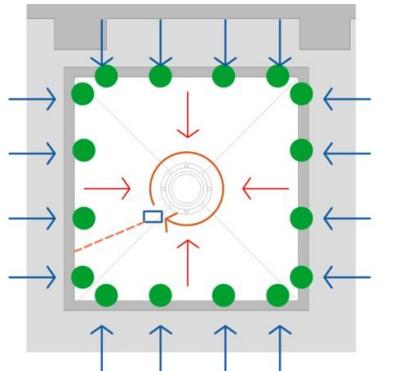


Imagen 11. Detalle del funcionamiento de las gárgolas ubicadas en la cubierta de la nave del convento. A la izquierda un corte esquemático que muestra sus componentes, y a la derecha un isométrico, en donde, se aprecia el funcionamiento del sistema.

El agua, en el claustro del convento, fue captada por gárgolas de barro, (Ver foto 7), dirigiéndola hasta el piso del patio, con la finalidad de llevarla hasta el centro. Al llegar ahí, el líquido fue conducido por un pequeño canal situado alrededor de la pila del claustro¹⁶. Posteriormente el agua se captó mediante una alcantarilla, y se condujo por medio de una atarjea hasta incorporarse a la tubería de barro con destino al aljibe.



Fotografía 7. Vista aérea del claustro del convento franciscano de Tochimilco, en donde se puede apreciar las gárgolas de barro como sistemas de captación de agua pluvial, teniendo la finalidad de dirigir el agua hacia el patio del claustro.



- GÁRGOLAS DE BARRO
- ← DIRECCIÓN DEL AGUA EN EL PATIO DEL CLAUSTRO
- CANAL
- ALCANTARILLA
- - - ATARJEA

Imagen 11. Funcionamiento del sistema hidráulico en el claustro



Fotografía 8. Pila del claustro. Situada en el centro del patio del claustro. Nótese en el perímetro de su base un pequeño canal para dirigir el líquido concentrado.

¹⁶ La pila del claustro no integra el sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial, sin embargo, en el perímetro de su base se ideó un pequeño canal para recibir el agua concentrada en el piso del patio del claustro y dirigirla hacia una alcantarilla para desaguar el líquido de esa área.

Por último, en la capilla de la tercera orden, el agua se captó mediante dos gárgolas y una bajante adosada, estos elementos fueron de barro con un diámetro de 4". De esta manera, cuando el agua llegó al nivel de piso del atrio, el líquido se condujo por gravedad hacia la atarjea secundaria. Posteriormente, el agua se incorporó a la atarjea primaria, y así llegó al aljibe. (Ver imágenes 12).

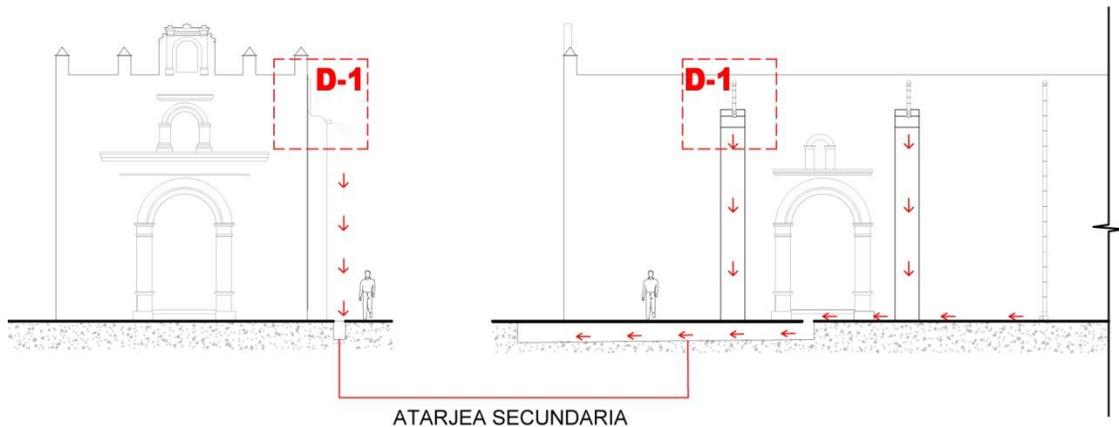


Imagen 12. Capilla de la tercera orden. Funcionamiento en alzados (izquierda; fachada principal, derecha; fachada lateral) del sistema de captación y conducción de agua pluvial.

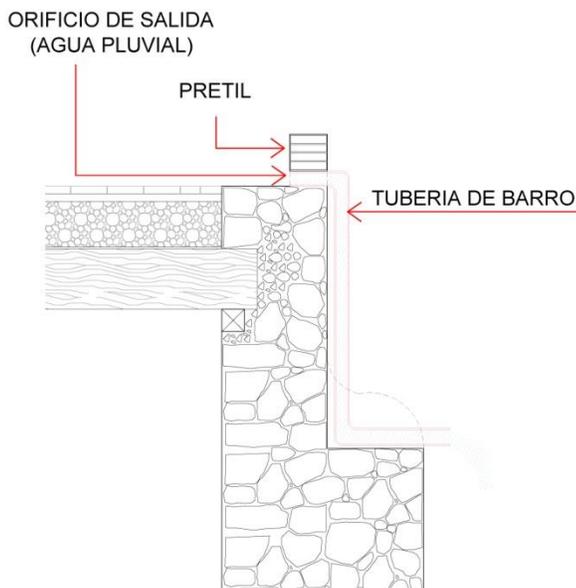


Imagen 13. Detalle D-1, que muestra el funcionamiento del sistema captación de agua que integran las gárgolas de la capilla de la tercera orden.

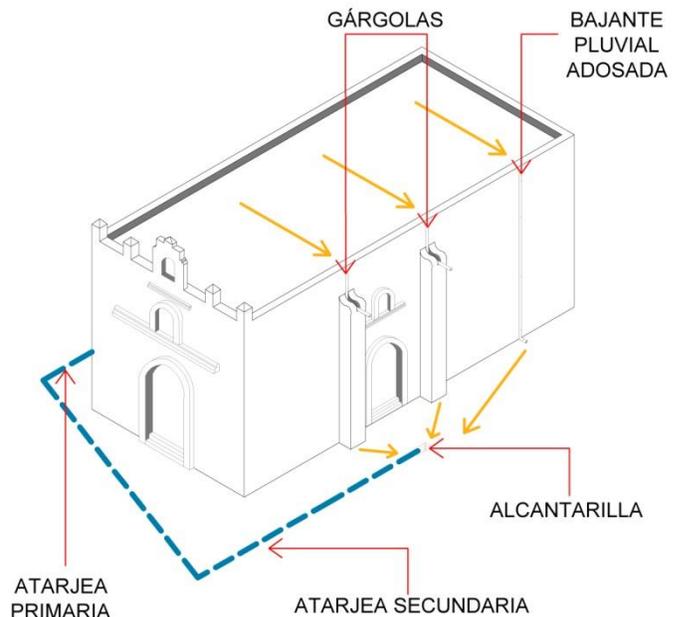
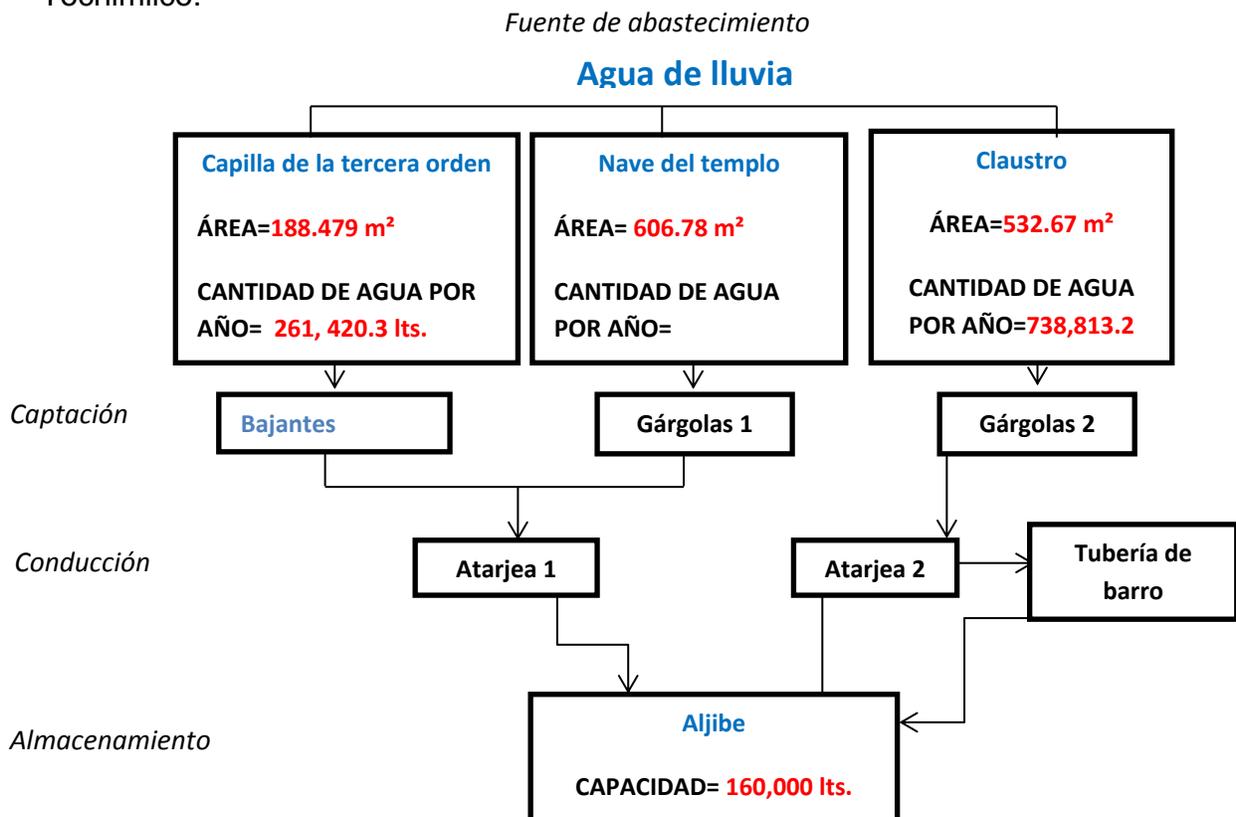


Imagen 14. Isométrico de la capilla de la tercera orden que muestra los componentes que integran parte del sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial.

Por otra parte, tomando en cuenta la precipitación pluvial de la zona (138.7mm) y el área de las cubiertas (1327m²), se calculó un total de 1'840,549 litros de agua que se habrían captado anualmente, por lo que se plantea hipotéticamente que el aljibe se mantuvo lleno por lo menos una vez al año, considerando su capacidad de almacenamiento de 160,000 litros.

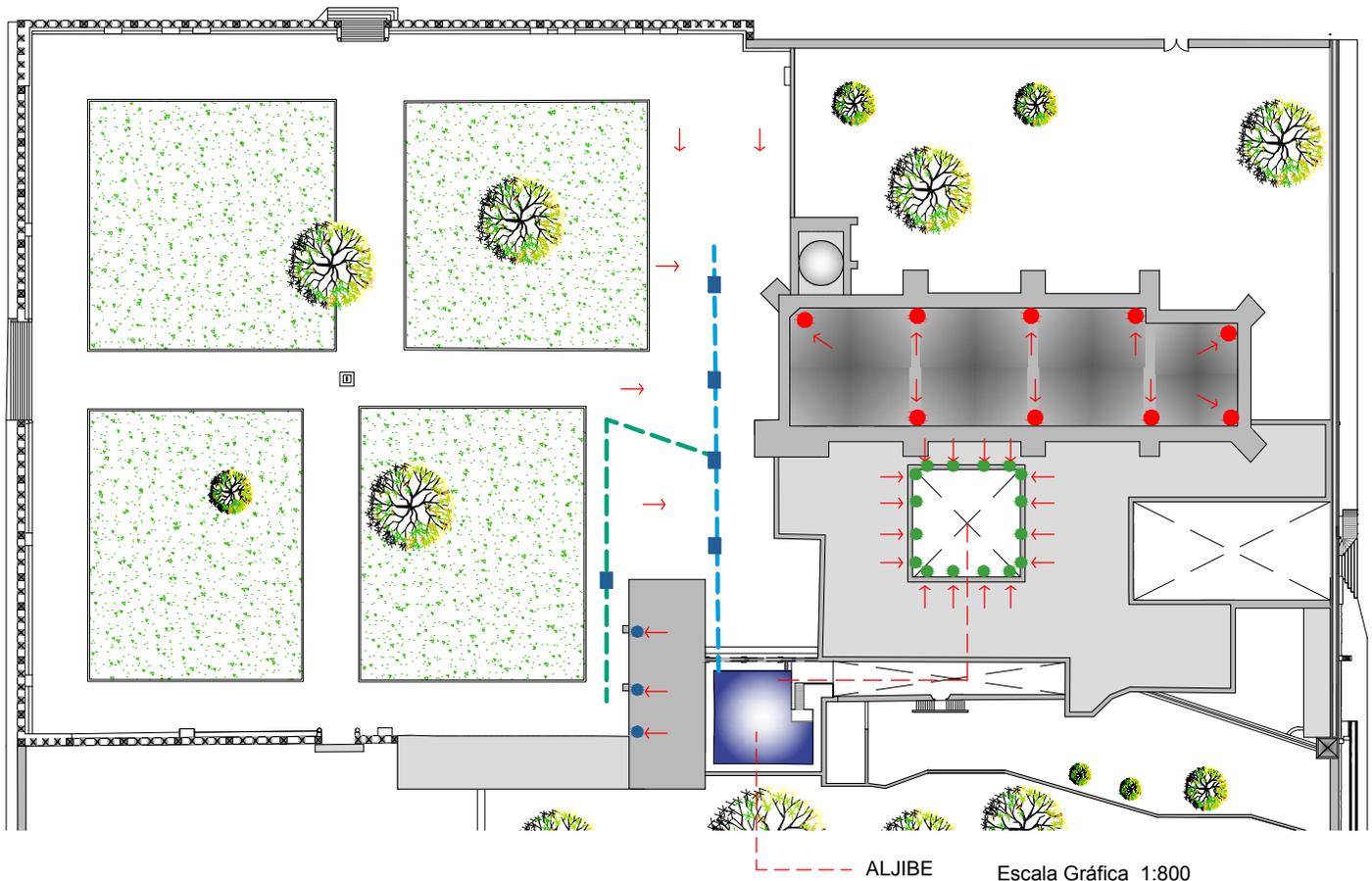
Es posible que la gran cantidad de agua almacenada, no solo se utilizara para el aprovechamiento de usos doméstico, sino que el aljibe también tuvo la función de suministrar agua a la huerta del convento. El aljibe es de gran importancia pues en él se recibía el agua de los tres edificios del Convento, por ello se aborda el tema más detenidamente, en el siguiente apartado.

A continuación, se muestra esquemáticamente, el sistema hidráulico que se ideó para el aprovechamiento del agua pluvial en el convento franciscano de Tochimilco:



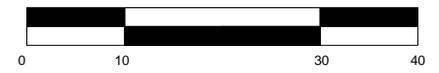
Esquema 1. Funcionamiento del sistema hidráulico en el convento de franciscano de Tochimilco mostrado de manera esquemática.

Funcionamiento del sistema hidráulico en el convento franciscano



ALJIBE

Escala Gráfica 1:800



SIMBOLOGÍA

- DIRECCIÓN DEL AGUA
- SISTEMA DE CAPTACIÓN POR GÁRGOLAS DE PIEDRA LABRADA
- SISTEMA DE CAPTACIÓN POR GÁRGOLAS DE BARRO
- SISTEMA DE CAPTACIÓN POR BAJANTES PLUVIALES (TUBERÍA DE BARRO 4")
- ATARJEA PRIMARIA
- ALCANTARILLAS COMO SISTEMA DE CAPTACIÓN.
- ATARJEA SECUNDARIA (CONDUCCIÓN DE AGUA PLUVIAL PROVENIENTE DE LA CUBIERTA DE LA CAPILLA DE LA TERCERA ORDEN).
- ATARJEA SECUNDARIA (CONDUCCIÓN DE AGUA PLUVIAL PROVENIENTE DE LA CUBIERTA DEL CLAUSTRO).



SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA PLUVIAL EN LA CUBIERTA DEL TEMPLO.

Planta de conjunto, en donde se muestra el funcionamiento del sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial. Escala 1:800

NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO
		CLAVE DEL PLANO: P-4
		TIPO DE PLANO: PLANTA DE CONJUNTO: FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO
		ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

3.1.1 El aljibe como sistema de almacenamiento

Los aljibes fueron depósitos subterráneos o a nivel suelo. Su función fue la de recolectar el agua de lluvia, manantiales o ríos. Existieron diferentes tamaños de aljibes, ya que este dependía del uso para el cual fueran diseñados. Algunos eran abovedados o a cielo abierto.

"Todos los conventos de la Nueva España tuvieron aljibes, ya fueran subterráneos, en los patios, o superficiales, o cerca de las huertas".

(Alberti, 1485 Citado 1991,p 435.)

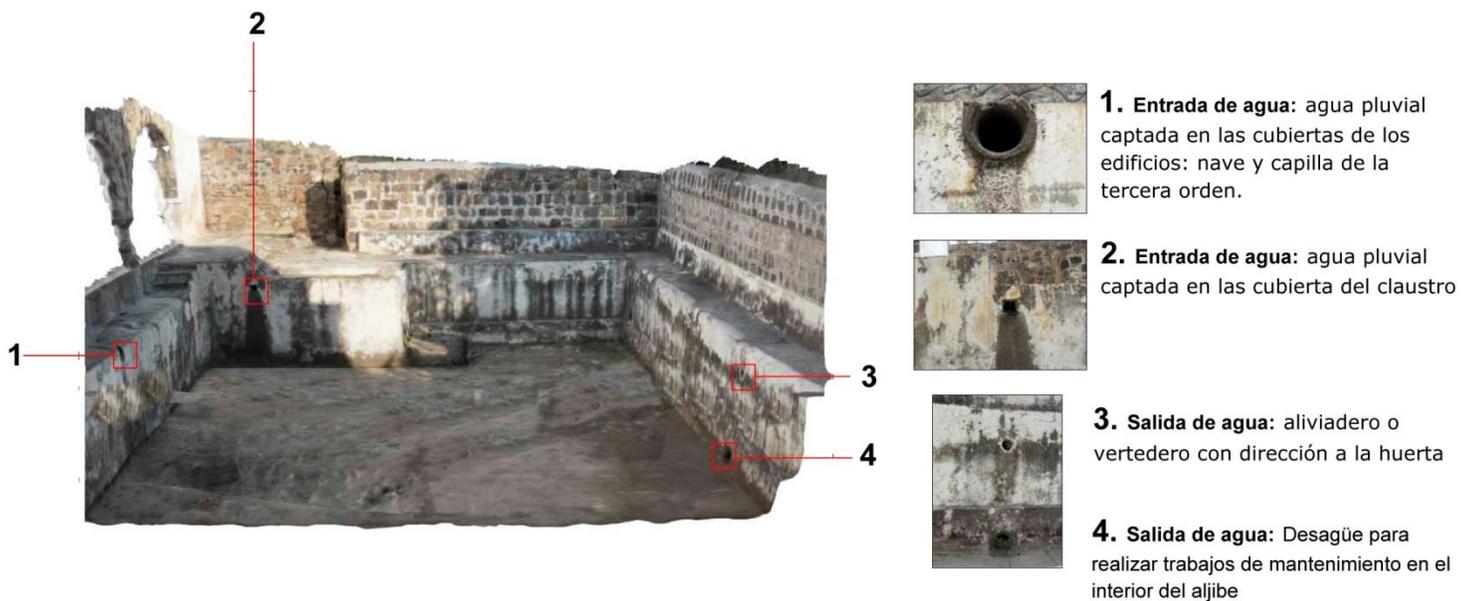


Imagen 15. Aljibe del convento franciscano en Tochimilco. Nótese los orificios de entrada de agua y salida

Aljibe como sistema de almacenamiento

TUBERIA DE BARRO, COMO ELEMENTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA PLUVIAL PROVENIENTE DE DE LA CUBIERTA DEL CLAUSTRO

ALIVIADERO O VERTEDERO HIDRAULICO, CON DIRECCION A LA HUERTA

CAPACIDAD DE ALMACENIMIENTO DEL ALJIBE DE 160,000 LTS APROXIMADAMENTE.

ATARJEJA PRINCIPAL, ENCARGADA DE CONducir EL AGUA PLUVIAL CAPTADA EN LAS CUBIERTAS DE LOS EDIFICIOS: NAVE Y CAPILLA DE LA TERCERA ORDEN.

TUBERIA DE BARRO, COMO ELEMENTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA PLUVIAL PROVENIENTE DE DE LA CUBIERTA DEL CLAUSTRO

ALIVIADERO O VERTEDERO HIDRAULICO, CON DIRECCION A LA HUERTA

CHAFLÁN

Vista área del ex convento de la Asunción de Nuestra Señora, Tochimilco, Puebla. donde se aprecia en el recuadro rojo la ubicación del aljibe. Escala. 1:2,000.

Corte Y-Y' del aljibe. Escala 1:100.

Planta arquitectónica del aljibe. Escala 1:100.

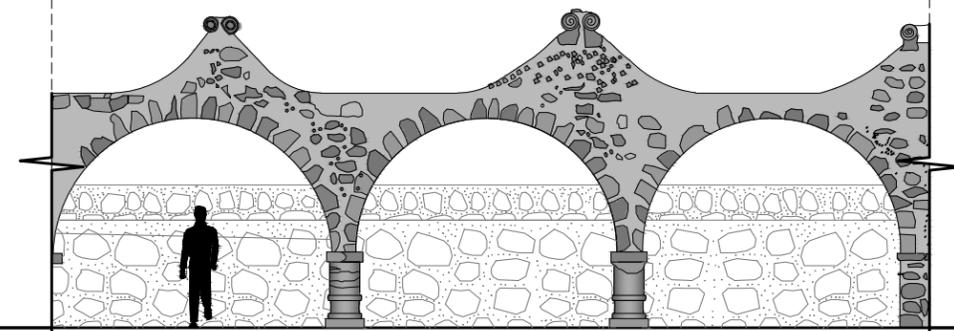
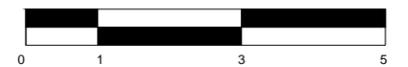
DESAGÜE, COMO CONDUCTO PARA PERMITIR LA SALIDA DEL AGUA Y REALIZAR TRABAJOS DE MANTENIMIENTO EN EL INTERIOR DEL ALJIBE

ALIVIADERO O VERTEDERO HIDRAULICO, CON DIRECCION A LA HUERTA

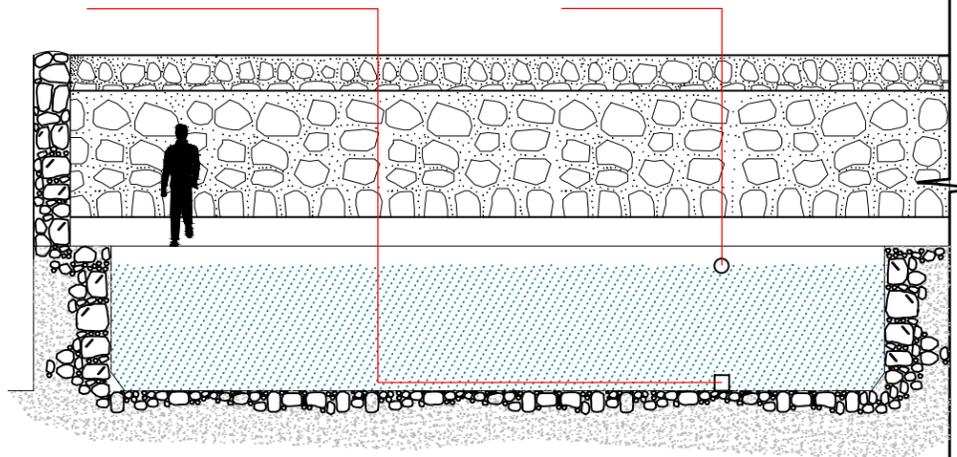


Fotografía que muestra en detalle las volutas que rematan la arquería de acceso al aljibe.

Escala Gráfica 1:100



Vista sur, arcada de acceso hacia el aljibe. Escala 1:100.



Corte X-X' del aljibe. Escala 1:100.

NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		CLAVE DEL PLANO: P-5
	PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO	
	TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS PLANTA, ALZADOS Y CORTES DEL ALJIBE	ARG. LUIS FERNANDO TORAL ECHegarAY

Alberti describió un aljibe como:

“Es una especie de recipiente bastante grande, no muy distinto a un depósito. En consecuencia, es preciso que sin fondo, y sus costados sean perfectamente herméticos, sólidos y duradero”

(De San Nicolás, 1989, 1era parte. Citado en Loyola. p. 133).

Por su parte, fray Laurencio De San Nicolás menciona que conviene que el estanque fuera de figura cuadrada, puesto que de esa manera el empuje de las aguas sería equitativo sobre las paredes.

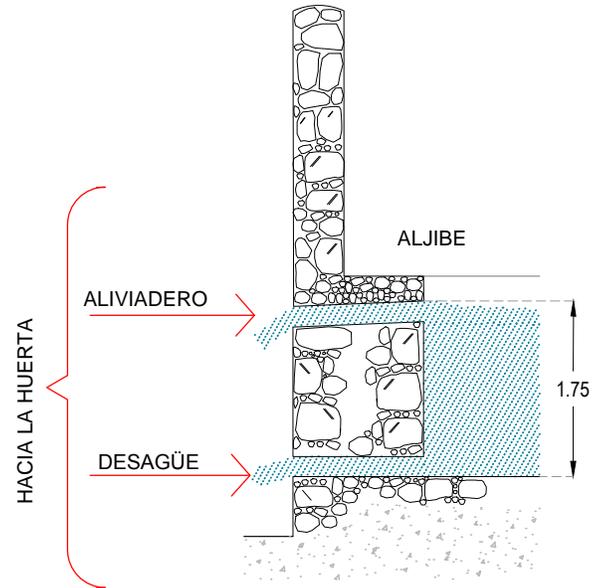
En Tochimilco, el lugar destinado a recolectar la mayor cantidad de agua fue el aljibe, ubicado al sur-oriente del conjunto conventual, cercano a la huerta. Las dimensiones de éste fueron de 10.75 x10m, y almacenó aproximadamente 160,000 litros. Dicho aljibe fue surtido de agua pluvial por medio de la atarjea principal y la tubería de barro proveniente de la captación de agua en el patio del claustro y que llegó al aljibe en su lado Este. Pero el funcionamiento del aljibe no solo se limitó a su almacenamiento, sino que también hizo las veces de un sistema de captación, es decir, cuando el líquido llegó hasta una altura de 1.75m, drenó por medio de un aliviadero¹⁷ con el objetivo de proveer de agua a la huerta del convento franciscano. También, situado en el mismo eje del aliviadero, contó con un orificio de desagüe, permitiendo de esta manera realizar trabajos de mantenimiento en su interior de aljibe.

¹⁷Desagüe de aguas sobrantes de un embalse, canal o depósito, que evita su desbordamiento

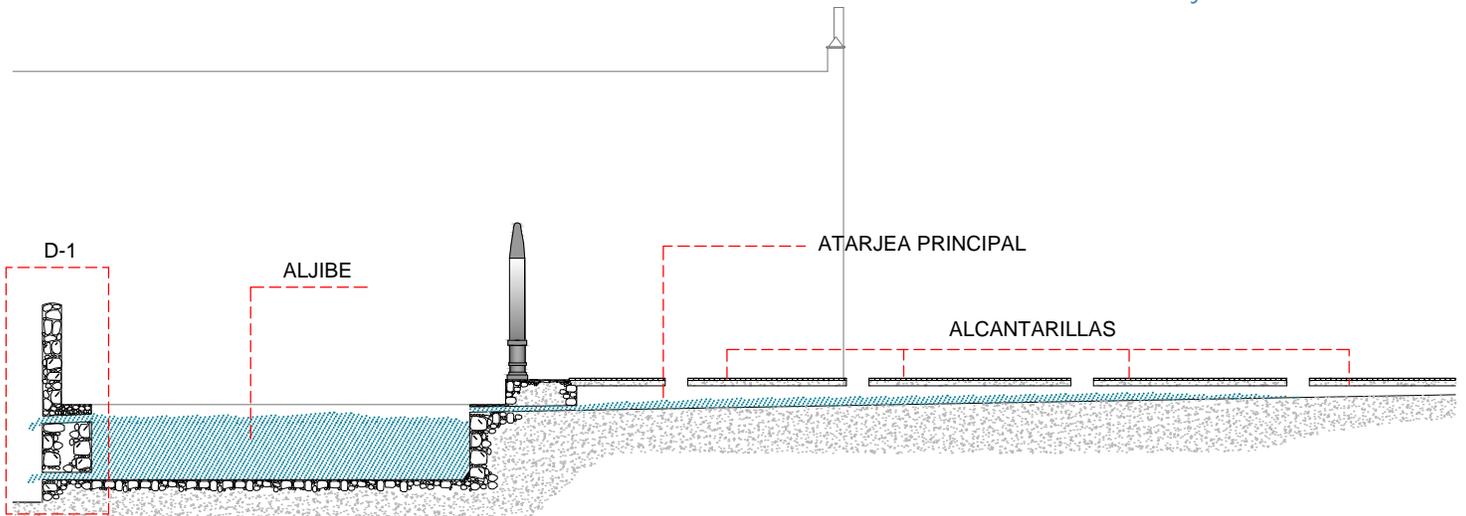
Funcionamiento del sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial



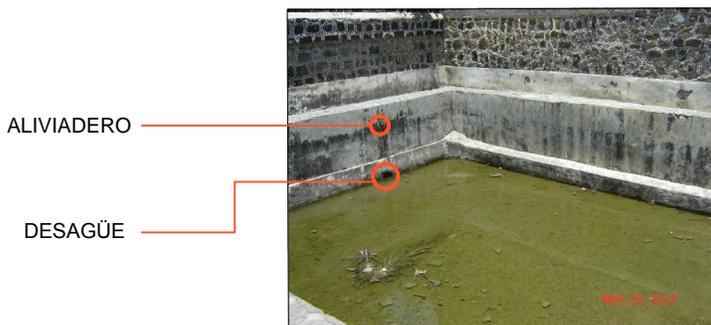
Vista área del conjunto conventual de la Asunción de Nuestra Señora en Tochimilco, Puebla. En donde se puede apreciar el corte A-A' que muestra el funcionamiento del sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial. Escala: 1:2,000.



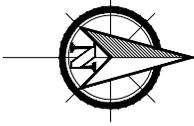
Detalle D-1, en donde se puede observar el sistema de desagüe del aljibe. Por un lado el aliviadero; que permite mantener un nivel de agua hasta una altura de 1.75m, y el desagüe; que sirvió para realizar trabajos de mantenimiento en el interior del aljibe.



Corte A-A', nótese los elementos que componen el sistema hidráulico, así como el funcionamiento del sistema para el llenado de agua al aljibe. Escala 1:200



Fotografía 1, en donde se puede observar la ubicación del aliviadero y el desagüe en el interior del aljibe

NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		CLAVE DEL PLANO: P-6
PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO		ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS, FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO		

Algunos tratadistas, mencionaron algunas soluciones para la construcción de aljibes, indicando los materiales y sus sistemas de constructivos. A continuación se presentan dichas aportaciones en la siguiente tabla:

Tabla 5. Construcción de aljibes

Vitruvio Polión	<p>Materiales: Muros: mezcla de Cal muy fuerte, Arena muy áspera, y Guijarros menudos, todo bien batido. Formaban muchos reservorios, por los cuales pasaba el agua de uno en otro, para que dejase todo su légamo en los primeros. Echaban también el agua de las Cisternas Sal, para que se hiciese más delgada.</p>
Alberti Leon Battista	<p>Clasifica en dos tipos los aljibes: los que son para contener el agua potable protorio; y los destinados a otros usos como sofocar incendios: aljibes de capacidad.</p> <p>Muros: muros de aparejo, sumamente robustos, y de piedra ordinaria, dejando secar la obra perfectamente antes de contener el agua, para evitar que empiece a fluir y provoque orificios donde salga.</p> <p>En las esquinas se debe tomar mayor precaución utilizando arcilla seca y bien pulverizada entre el muro del aljibe y el costado de la fosa, teniendo cuidado de dejarla muy bien prensada mediante golpes fuertes.</p> <p>Sistema constructivo: colocar en el fondo tres pies de grava o arena de río de grano grueso bien lavada, para proporcionar agua pura limpia y cristalina, considerando que a mayor relleno, mejor calidad de agua.</p>
Fray Lorenzo De San Nicolás	<p>3 materiales de construcción: Piedra menuda (hormigón o argamasa), ladrillo y de piedra crecida con abundante en cal, siendo mejor hacerlos de hormigón.</p> <p>Procedimiento constructivo: Estanques de argamasa: Principiando por enrasar el lugar donde se construirá el estanque, primero se cubra con un pie de piedra no mayor que el tamaño de un huevo, encima de este se haga un lecho de cal y otro de piedras más pequeñas, apisonando con bastante agua, dentro y fuera del estanque se levantan unas tapias de tierra del grueso de la séptima parte de su ancho, pero sin excederse de cincuenta pies, y con la altura requerida para el estanque: el hueco que queda entre una y otra pared se rellena con lechos de cal y piedra y se amaciza con pisón. Mientras que el remate de encima puede ser de piedra o de ladrillo de canto.</p> <p>Estanque sea de mampostería:</p>

El ancho del muro debe ser de la sexta parte, por la desunión que queda entre las piedras y que tenga planta cuadrada, para que el empuje de las aguas sea equitativo sobre las paredes. Una vez terminando se debe de llenar hasta el enjuto, debiendo estar siempre lleno en invierno.

Pueden ser cuadradas, redondas u ovaladas, generalmente se cubren con bóvedas, y cuando a los pozos se les construye por debajo unas campanas, que son espacios en donde cabe una gran cantidad de agua, se les denomina aljibes. A estas o a los aljibes se les llena de agua de río, fuente o de lluvias.

Simón García

Materiales: los estanques y cisternas son semejantes en su construcción, recomienda piedra labrada, piedra menuda que llama hormigón, argamasa, ladrillo o piedra menuda con cal que no es seguro para contener el agua.

Cisterna de Piedra:

La piedra será de la más larga que se consiga, con grapas d hierro emplomadas, se hace la obra de tapia y se orea por un mes. Se solara de ladrillo, en dos hiladas con suficiente cal. También se puede embetunar con lejía: en una tina se pone raíces de higuera, de álamo de morla, y de hinojo, y si es para aljibe anís. Si las paredes llegan a agrietarse conseja macizar con greda seca.

Ubicación:

Cisterna al norte y evitando el mediodía, con la intención de impedir que el sol propicie la formación de vida vegetal o microorganismos.

Sistema constructivo:

Colocar en el fondo piedra menuda con un espesor de un pie, una capa de cal y otra de piedrezuelas, colocar una tapia por el lado de afuera y otra por el interior, el espesor de la pared será de $\frac{1}{7}$ de su ancho y no mayor de 50 pies. Se rellena con cal y piedra apisonando en capas, se remata con piedra o ladrillo de canto que llama sardinel y se embetuna. Las medidas son de acuerdo a su proporción y material empleado como lo explica más adelante. Si es más hondo que la $\frac{1}{4}$ parte de su ancho, el espesor del muro será de $\frac{1}{7}$, si es de ladrillo $\frac{1}{8}$ si es de cantería $\frac{1}{6}$

3.2 Sistema hidráulico beneficiado por el ojo “del Arco”

3.2.1 El ojo “del Arco”

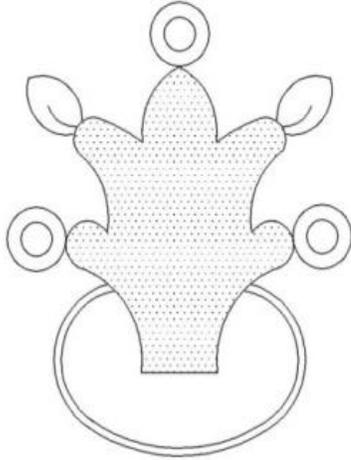


Imagen 17. Fuente de abastecimiento tipo superficial.

Fuente: Castillo Ferreras, Víctor M.1978, p.3

En Tochimilco el ojo “del Arco”, abasteció tanto a los pobladores indios como a los españoles en sus requerimientos de agua para irrigar sus cultivos, además, fue la fuente de abastecimiento que aprovecharon los frailes franciscanos para suministrar de agua a la fuente pública y su convento. El ojo “del Arco” se originó por los escurrimientos del volcán Popocatepetl que van con dirección Norte-Sur, los cuales mantienen surtido de agua al río Nexapa, originando nacimientos y escurrimientos pluviales¹⁸.

Una de las condiciones necesarias para que los franciscanos construyeran obras hidráulicas era el contar con al menos una fuente de abastecimiento. En Tochimilco se aprovecharon fuentes perennes como manantiales para el beneficio de la población.

De acuerdo a los procedimientos para hallar un manantial, Vitruvio (1787), indicó:

“Será fácil de conseguir si los manantiales están sobre la tierra, y en actual corriente; pero no estándolo, se buscarán sus veneros abriendo cavas, y recogéndolos en uno”

(Polion Vitruvio. 1787. p. 189).

¹⁸Al existir un flujo constante de agua como la del ojo “del Arco”, se puede considerar como una fuente permanente que permite una agricultura intensiva.

También mencionó, en caso de que los cuerpos no estén visibles, se deben buscar veneros de acuerdo a los siguientes procedimientos:



Imagen 18. Aprovechamiento de un manantial.

Fuente: Icaza Lomelí, Leonardo F. (2009), p. 204.

"Tendido en el suelo, esperando que nazca el sol y viendo hacia el oriente, sin levantar demasiado la vista [...] si se vieren salir de la tierra exhalaciones encrespadas, y subirse por el ayre, cávese allí: puesto esto jamás acontece en los parages áridos". (Ibídem, p.190). (Ver imagen 18).



Imagen 19. Buscador de agua.

Fuente: Laín Pedro. Entralgo, De las experiencias que le an de hazer para hallar el agua., libro 2º f. 25v. Citado por Icaza Lomelí, Leonardo F. (2009).

Para captar el líquido proveniente del ojo “del Arco” se construyó en un principio un íncile¹⁹ que permitiera el almacenamiento temporal de agua. Posteriormente se construyó una caja almacenadora que se explica detalladamente en nuestro siguiente apartado.

¹⁹ El íncile es la cavidad para recibir el agua

3.2.2 La caja almacenadora, sistema captación de agua

Las obras de captación consisten en concentrar el líquido en un punto específico mediante elementos u obras hidráulicas²⁰, ya sea, para el reparto o almacenamiento temporal²¹.

Antes de realizarse este tipo de obras, fue fundamental hallar el vital líquido en la población. A partir de su localización, se construirían el resto de las obras subsecuentes, para captar, conducir, distribuir, controlar o almacenar el agua.



Fotografía 9. Fachada principal de la caja almacenadora como sistema de captación del agua del ojo “del Arco”.

En Tochimilco para la captación de agua proveniente del ojo “del Arco”, se construyó una caja almacenadora²², y se encargó de conservar el líquido que emerge de la superficie.

Posteriormente el agua se condujo mediante el canal por puente y la acequia tipo 1 hasta la caja repartidora. Sin embargo, se realizó un segundo tramo que

consistió en una “acequia derivadora”, teniendo el objetivo de irrigar las tierras hacia el nororiente del pueblo. Esta obra también permitió que se realizaran trabajos de mantenimiento en los canales del puente y la acequia tipo 1, ya que la desviación de agua posibilitó la clausura temporal de agua hacia la caja repartidora. (Ver imagen 20)

²⁰ Se hace referencia a elementos u obras hidráulicas, ya que la solución para su captación depende de la fuente de abastecimiento que se desea aprovechar.

²¹ A diferencia de los depósitos, pilas, albercas o aljibes, en donde el almacenamiento es permanente, en las obras de captación únicamente es provisional, ya que, su objetivo es la comunicación con las obras de conducción.

²² También son conocidas como: cajas medidoras o cajas primarias.

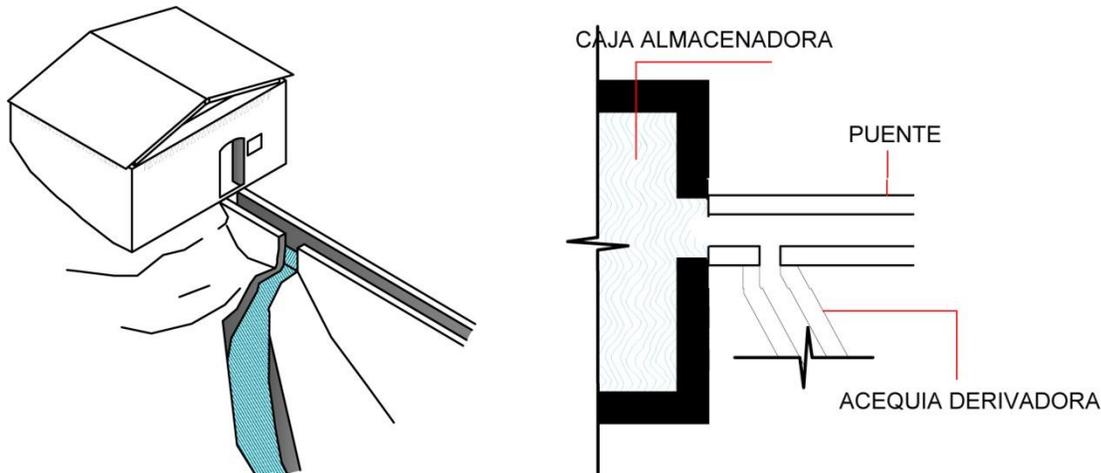


Imagen 20. Acequia derivadora. a la izquierda se aprecia un isométrico que muestra la ubicación de la acequia derivadora con respecto a la caja almacenadora. a la derecha, nótese los elementos subsecuentes a la caja almacenadora.



Fotografía 10. Placa de caja almacenadora, la cual contiene el siguiente texto:

“año 1716 se reedifico esta obra de nacimiento del arco del agua siendo gobernado este pueblo el cacique Gregorio Basques quien interpuso su autoridad en...”

En la fachada principal de la caja almacenadora se encuentra una placa fechada en el año 1716, en ella se menciona una “reedificación”, por ello, se plantea que el aprovechamiento del ojo “del Arco” fue desde mediados del siglo XVI, debido a que se tienen registros de obras que forman parte del sistema, como el acueducto y la fuente de la plaza que datan de ese tiempo²³. Además, durante el siglo XVI, se plantea hipotéticamente, que la captación de agua proveniente del ojo “del Arco” se captó por medio de un íncile, que tuvo el objetivo de delimitar el espacio para concentrar el líquido y después conducirlo hasta la población.

Por esta razón, es de suponer que las primeras obras hidráulicas son las más cercanas al manantial, ya que sin ellas sería imposible que el resto del sistema funcionara, siendo esto lo que caracteriza al sistema hidráulico de Tochimilco como un sistema integral.

²³ Para la finalización de la construcción del convento franciscano entre 1560-1590, el acueducto y el aljibe, posiblemente ya funcionaban en el periodo de tiempo en que la conclusión de la fuente de la plaza ya había sido terminada, por lo cual el agua proveniente del “ojo del arco” ya se aprovechaba.

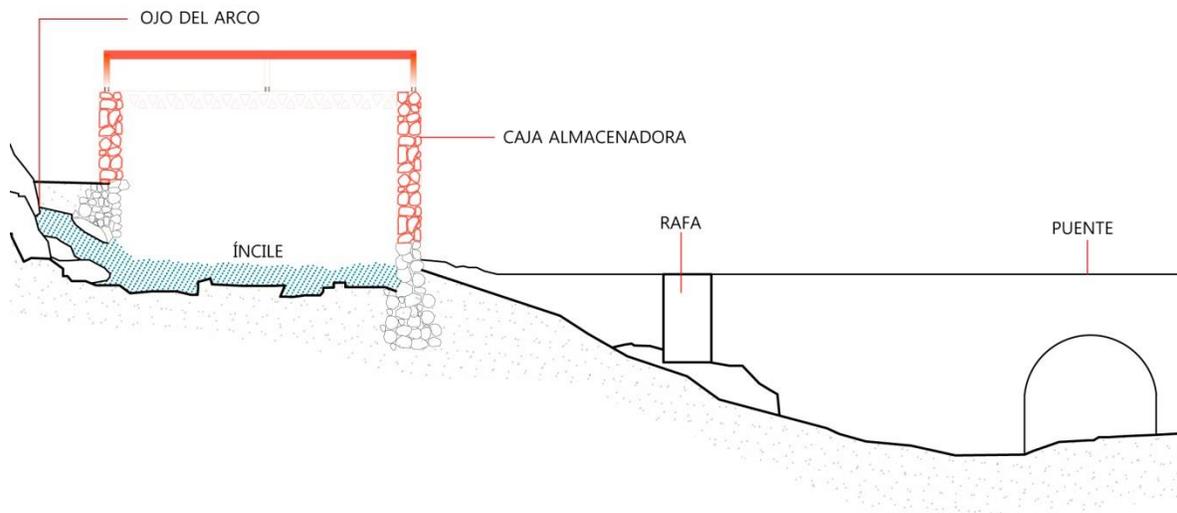


Imagen 21. Detalle del funcionamiento de la caja almacenadora, en donde se puede apreciar la captación de agua proveniente del ojo “del Arco” para retener el líquido permanentemente en un íncile y ser conducido por el puente. En color rojo puede observarse la evolución de la obra, en donde se levantaron cuatro muros formando un espacio cerrado con el fin de evitar la contaminación del manantial y permitiendo el acceso restringido para su mantenimiento

La caja almacenadora es una construcción de cuatro muros de mampostería de piedra volcánica del tipo andesita, estas a su vez delimitan la construcción en un espacio cerrado, haciendo de éste las veces de un contenedor temporal, pues facilitó así la salida del líquido acumulado por medio de una data²⁴ de salida. Sus muros se recubrieron con mezcla cal-arena y tienen un grosor de 55cm. La altura aproximada del muro de la fachada principal mide 3.45m, mientras que el de la fachada posterior mide 1.70m. En la fachada principal se abrió un vano, como el único acceso para realizar trabajos de mantenimiento en su interior.

²⁴Orificio de salida en un depósito de agua.

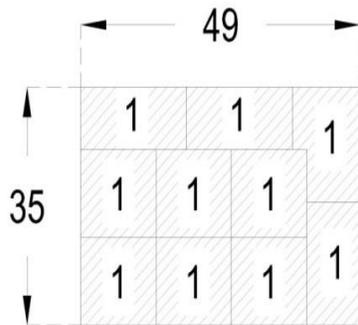


Imagen 22. Data de salida de la caja almacenadora con un área de 0.1715 m², en donde caben 10 surcos aproximadamente.

Sus cuatro muros dieron forma a una planta rectangular de 5.80m x 7.35m, y el volumen que se concentraría en su interior sería de 10.325 m³, es decir, con una capacidad de almacenamiento temporal 10,325 litros de agua aproximadamente.

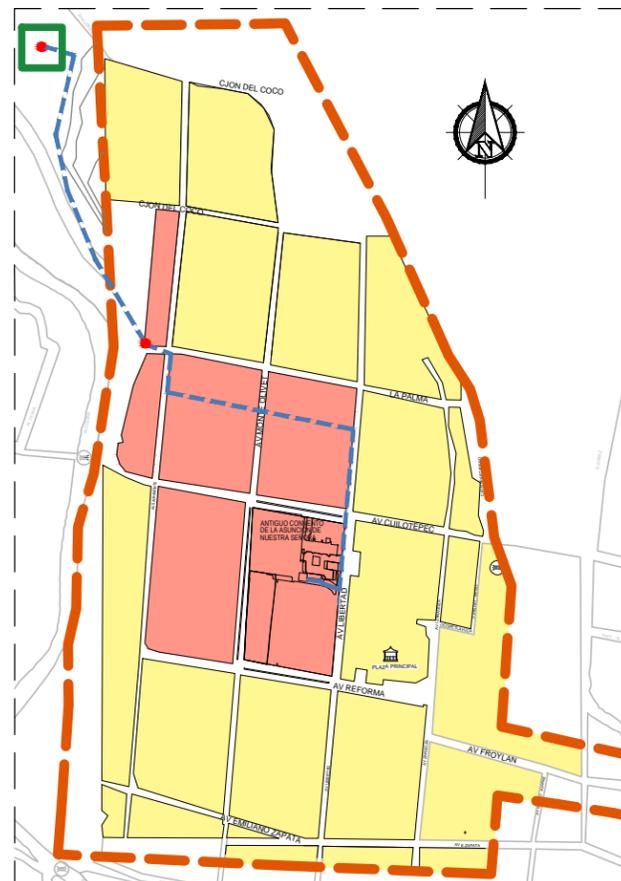
La función de esta obra fue permitir que el agua fluyera mediante una abertura efectiva²⁵ de 35 x 49 cm, que equivalen a 10 surcos²⁶ de agua para su repartimiento.

Actualmente está cubierta por una lámina CAL. 28, soportada por una estructura de acero a dos aguas, evitando de esta manera, la contaminación o mezcla de aguas (pluviales).

²⁵ Con esto me refiero a que no se toma la medida total de la abertura del orificio, sino el área hasta donde cubre el agua.

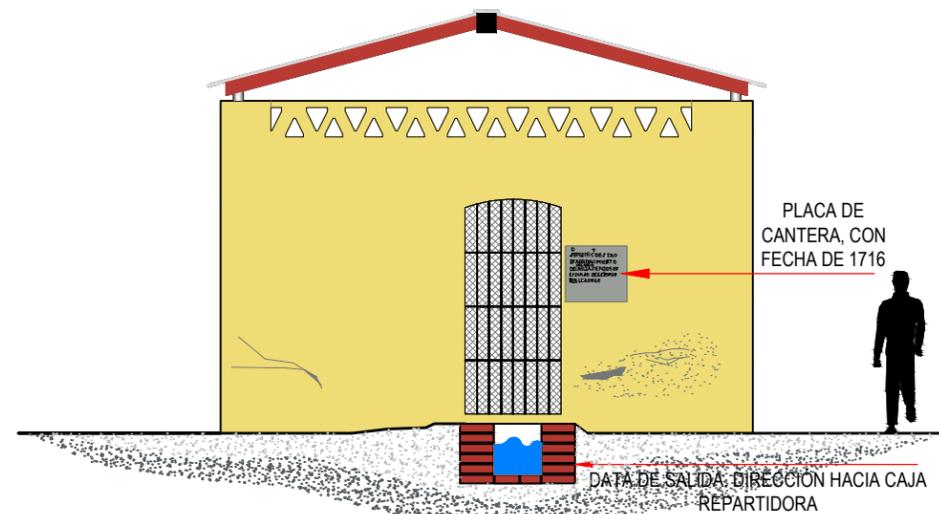
²⁶ El surco de agua, según Carrera Stampa, es una zanja por donde corre el agua, calculada en 6 dedos de base por 8 de profundidad, equivalente a 27 pulgadas cuadradas, es decir que corría 194.49 litros por minuto. (Carrera, 1949:18).

Caja almacenadora

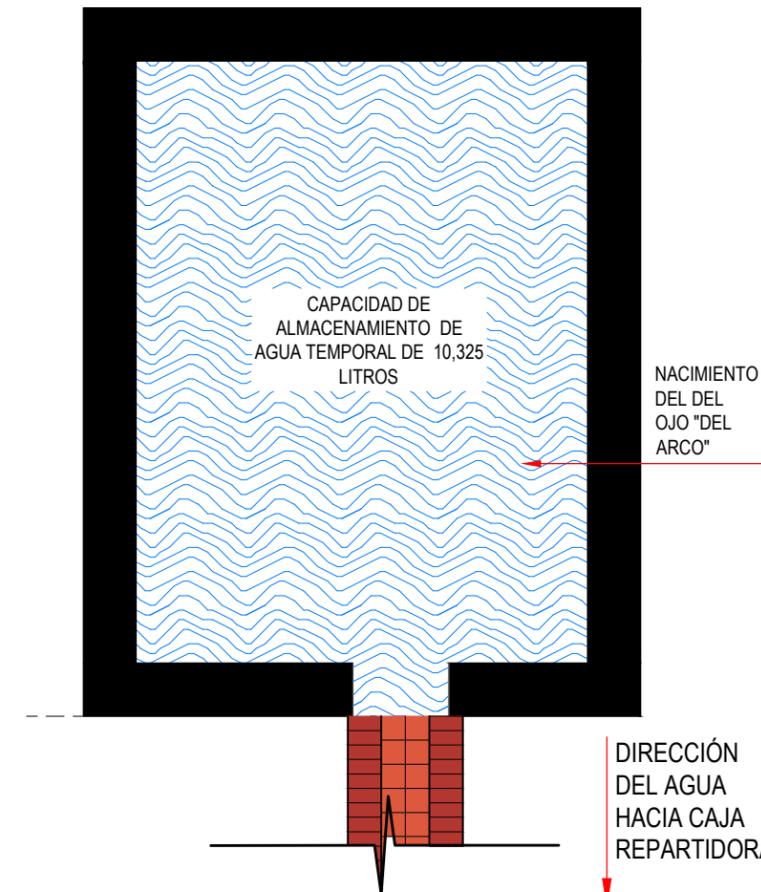


-  UBICACIÓN DE LA CAJA ALMACENADORA
-  PERÍMETRO DEL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO
-  TRAMO DE ESTUDIO DEL SISTEMA HIDRAÚLICO
-  MANZANAS BENEFICIADAS POR EL SISTEMA HIDRAÚLICO

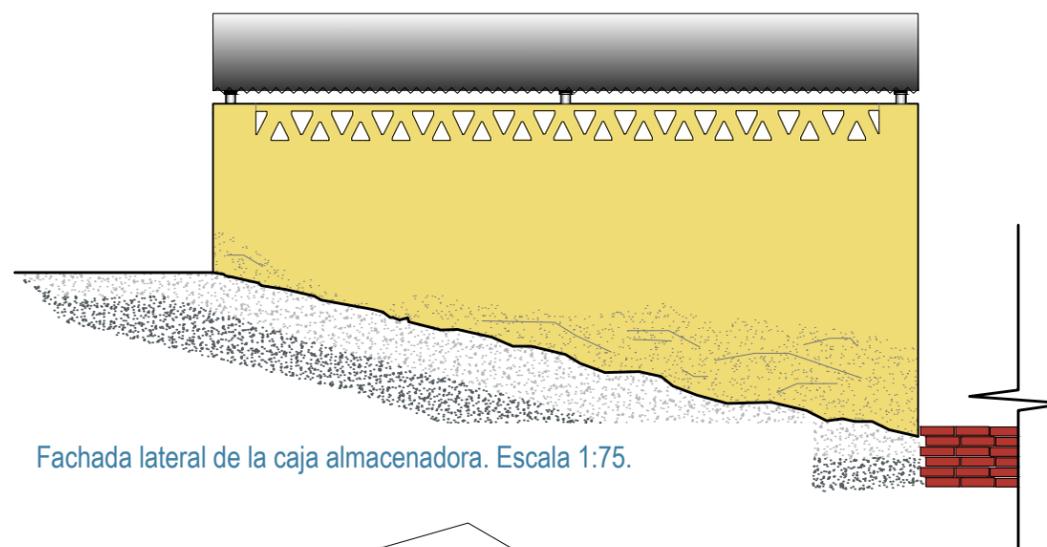
Croquis de localización. Escala. 1:10,000.



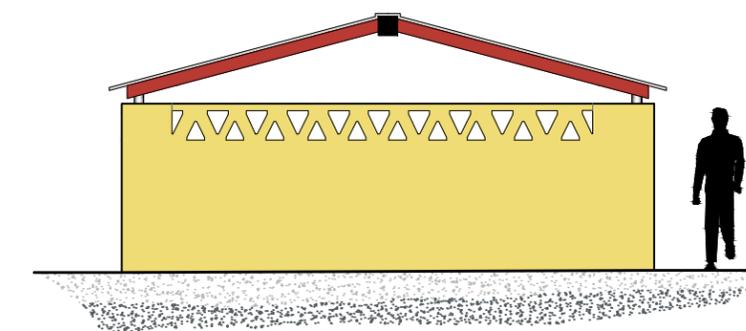
Fachada principal de la caja almacenadora. Escala 1:75.



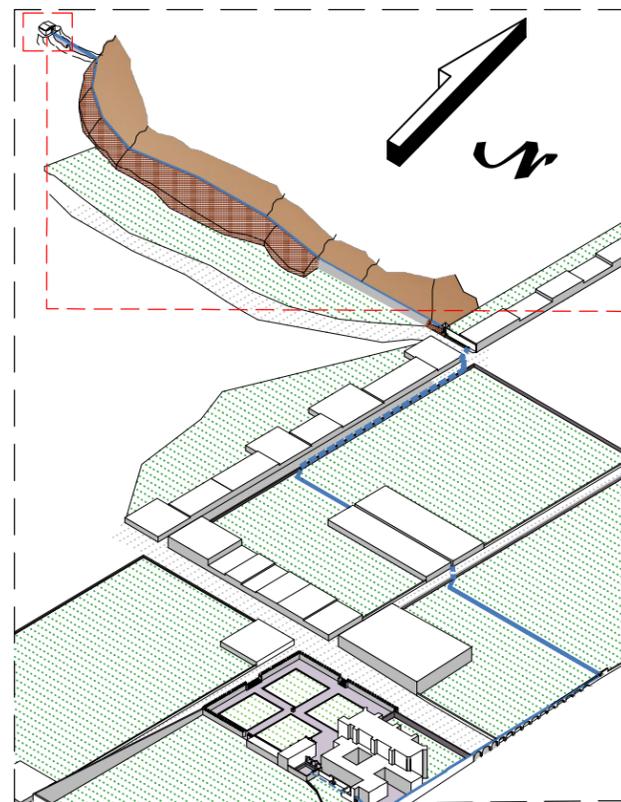
Planta arquitectónica de la caja almacenadora. Escala 1:75.



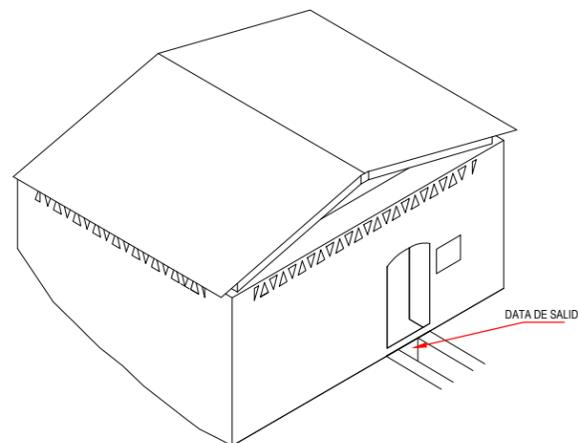
Fachada lateral de la caja almacenadora. Escala 1:75.



Fachada posterior de la caja almacenadora. Escala 1:75.

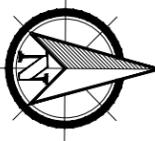


Isométrico, donde se aprecia en rojo la ubicación de la caja almacenadora como parte del sistema hidráulico.



Escala Gráfica 1:75



NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CLAVE DEL PLANO:
	CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS	P-7
	PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDRAÚLICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO	
	TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS CAJA ALMACENADORA	ARG. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

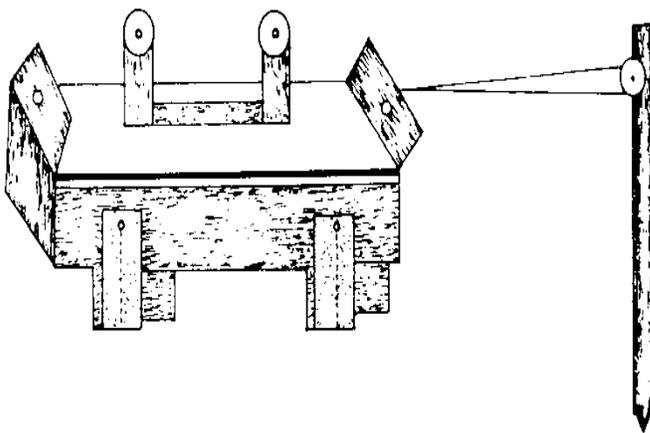
3.2.3 Sistemas de conducción en Tochimilco

La función primordial de las obras de conducción fue de transportar el agua a un lugar específico, ya sea para distribuirlo o almacenarlo.

Por lo tanto, los principales aspectos que se tomaron en cuenta para la conducción del agua fueron: la cantidad, el enlazar donde nacía, el lugar a donde tenía que ser conducida y las soluciones constructivas para disponer de su conducción.

Las obras de conducción de acuerdo a su ubicación o posición pueden clasificarse en: verticales, horizontales y voladas. Para la conducción del agua, Vitruvio mencionó que pueden ser mediante tres maneras: por canales de estructura, por encañados de plomo y por arcaduces de barro. (Vitruvio. Polion 1787).

Las conducciones verticales se dividen en: integradas y adosadas; de este último también pueden



último también pueden llamarse “*bajadas de agua*” y están resueltas por medio de conductos o tuberías que van adosadas a los elementos arquitectónicos”. (Icaza Lomelí, Leonardo, 1985, p. 27).

Imagen 23. Chorobate.

Fuente: Sáenz de Escobar, Joseph. Citado por Salazar Exaire, 2000, p.42. 2000. p.. 42.

Las voladas son las comúnmente llamadas “gárgolas”, que son elementos arquitectónicos importantes, no sólo por su forma y acabados

sino por sus soluciones intrínsecas, materiales, pendientes, diámetro y posición.

Las horizontales son los cauces artificiales por donde se conduce el agua, y pueden ser: acequias o apantles, acueductos, puentes y atarjeas. Para su óptimo funcionamiento, este tipo de obras se nivelaron, para ello se utilizaron diferentes instrumentos como: diptras, libris, aquariis y chrobates; o bien, mediante el aprovechamiento de la topografía del terreno.

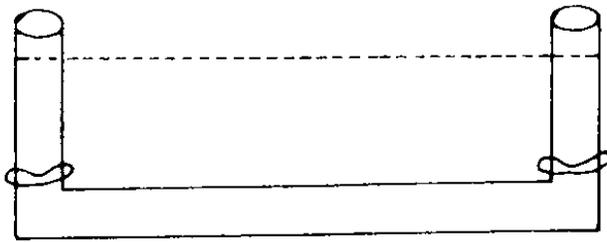


Imagen 24. Chorobate.

Fuente: Sáenz de Escobar, Joseph. Citado por Salazar Exaire, 2000, p.42. 2000. Pág. 41.

"Respecto a la pendiente del terreno ideal para la conducción del líquido, el maestro Sáenz de Escobar estableció que por cada 100 varas de largo, el terreno debía de tener una pendiente de una vara "(Salazar Exaire, 2000, p. 43), es decir por cada 83.59

metros se tenía una pendiente de 0.8359 metros, equivalente al 1% de pendiente, sin embargo esta relación no siempre se respetó, ya que en muchos casos las características naturales del terreno no lo permitieron.

En Tochimilco, una vez localizada la fuente de abastecimiento, se estudiaron las características del terreno, el cual, se desempeñó favorablemente cuando presentaba cierto declive pues el agua circulaba por gravedad, de esta manera, facilitó la conducción del agua por medio de acequias, y cuando la topografía impidió la conducción, los franciscanos idearon soluciones constructivas para manipular el agua con obras como: el acueducto "los arcos" y el puente subsecuente a la caja almacenadora.

3.2.3.1 Acequias

Las acequias son canales para conducir el agua y generalmente fueron aprovechadas para la irrigación de los cultivos, estas se construyeron al nivel de la tierra y se iniciaban en el íncile o caja almacenadora.

Para su control, se dispusieron compuertas, piedras o desechos que sirvieron de obstrucción para impedir el paso del agua, de esta manera también se facilitó su mantenimiento.

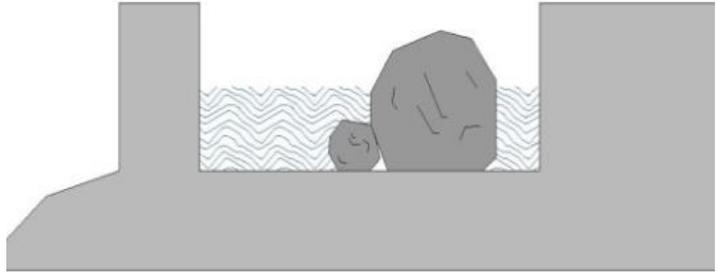


Imagen 25. Representación gráfica del sistema de regularización de velocidad.



Fotografía 11. Piedra como obstrucción para regular la velocidad del agua.

En México las acequias fueron utilizadas desde época prehispánica, para dotar de agua a las ciudades y su uso entre los pobladores estuvo vinculado a la práctica agrícola.

En la Nueva España las primeras obras hidráulicas realizadas por los españoles fueron los desazolves²⁷, lo cual es lógico, ya que al aprovechar las obras existentes, se disminuiría el trabajo y costo para nuevas construcciones.

Las acequias del valle de Puebla se registran desde la década de 1530, y específicamente se encuentran en el valle de Atlixco, y entre Tochimilzoco y Huaquechula. (Paredes Martínez, 1991).

²⁷ Los desazolves son ampliaciones y modificaciones sencillas de las obras ya existentes.

En cuanto al diseño de las acequias, Icaza Lomelí, mencionó que estas no podían ser hechas en línea recta, ya que el agua debía ser golpeada para oxigenarla y restarle velocidad. Y su conducción tampoco tenía que ser lenta, ya que los productos que podría traer en solución se podían sedimentar y obstruir los canales, sin embargo la velocidad de esta tampoco podía ser tan rápida porque podía erosionar el conducto. (Icaza Lomelí, 1985)

En Tochimilco se colocaron piedras de diversos tamaños para regular la velocidad de conducción, su colocación fue en los lados laterales del caño o en medio, siempre y cuando permitiera el paso del líquido y no su obstrucción.

En el circuito que comprende el sistema hidráulico desde el ojo “del Arco” hasta el convento franciscano se registraron dos tipos de acequias: acequia tipo 1 y acequia tipo 2.

Acequia tipo 1: es la acequia general²⁸, la cual conduce el agua proveniente de la caja almacenadora.

CAJA ALMACENADORA → ACEQUIA TIPO 1 → CAJA REPARTIDORA

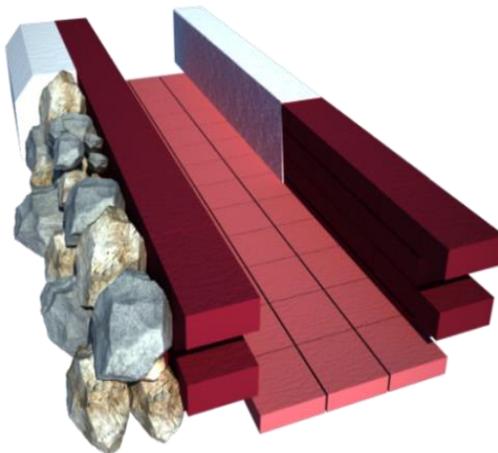


Imagen 26. Acequia tipo 1A, ver localización en plano 8

Se ubica alrededor de la ladera que conduce hasta la caja repartidora. Los canales fueron construidos por tabiques (31.5x20x9cm ó 25x 15x 9cm) y se colocaron en la corona del canal. También contiene cuarterones y forman parte del caño del canal.

²⁸ Las acequias generales son los canales principales de conducción y de ellas se desprenden las acequias secundarias.

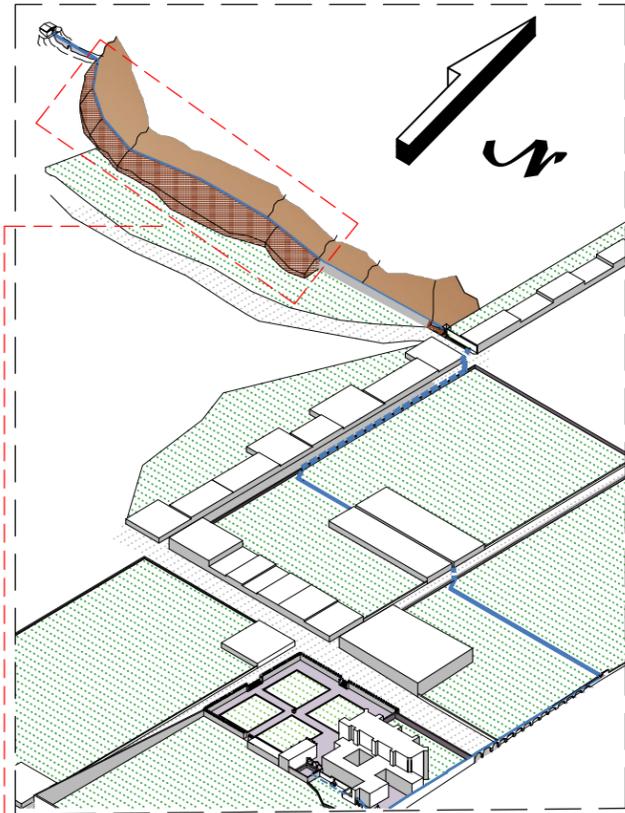
Algunos tramos de la acequia se recubrieron con mezcla cal-arena. Las medidas de la corona son variables pero el promedio del ancho del caño es de 44cm, y la longitud de la acequia es 410 metros aproximadamente.

La acequia tipo 1 es la principal, y de ella se dispuso para conducir y distribuir el agua al pueblo de Tochimilco. De esta acequia se derivaron distintas soluciones constructivas, que se presentan en la siguiente tabla:

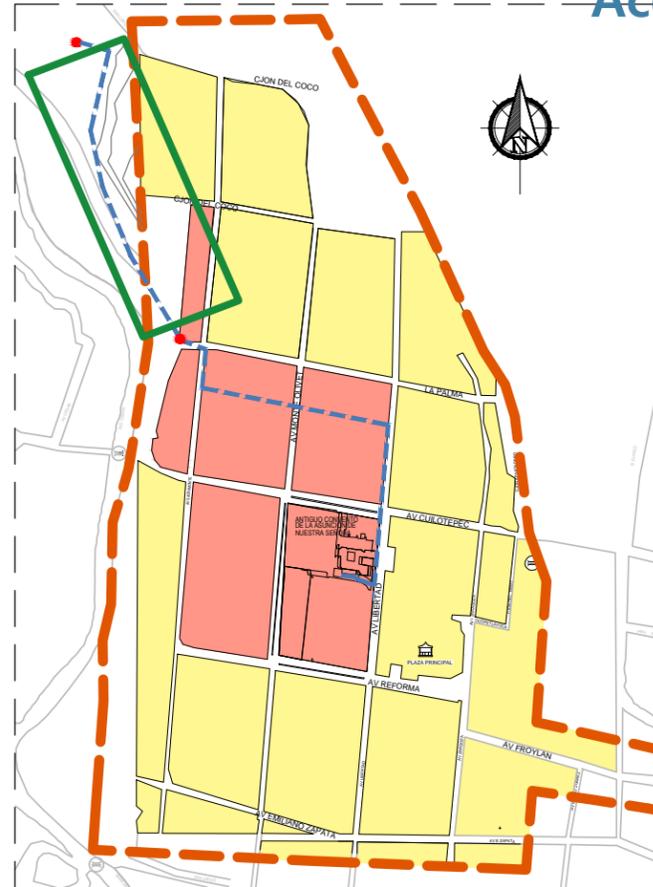
Tabla 6. Clasificación de la Acequia tipo 1.

Clasificación	Descripción
Tipo 1A	La corona del canal se compuso por tabiques de 25x15x9cm, su caño tiene un ancho de 64cm y se conformó por cuarterones de 25x20x4cm, Cuentan con la particularidad de tener muros de mampostería, sirviendo como muros de contención para impedir el desborde de la ladera.
Tipo 1B	Fueron conformados por dos soluciones constructiva en su corona; la primera se construyó con tabique de 31.5x20x9cm, y la segunda con tabiques de 25x15x9cm y 20x15x9cm. El caño de su canal tiene un reducimiento a 43cm y se conformó con cuarterones de 25x20x4cm.
Tipo 1C	Esta acequia también fue constituida por dos soluciones constructivas en su corona; la primera por bloques de piedra de cantera de 25x20x9cm y la segunda por tabiques de 25x15x9cm y 20x15x9cm.

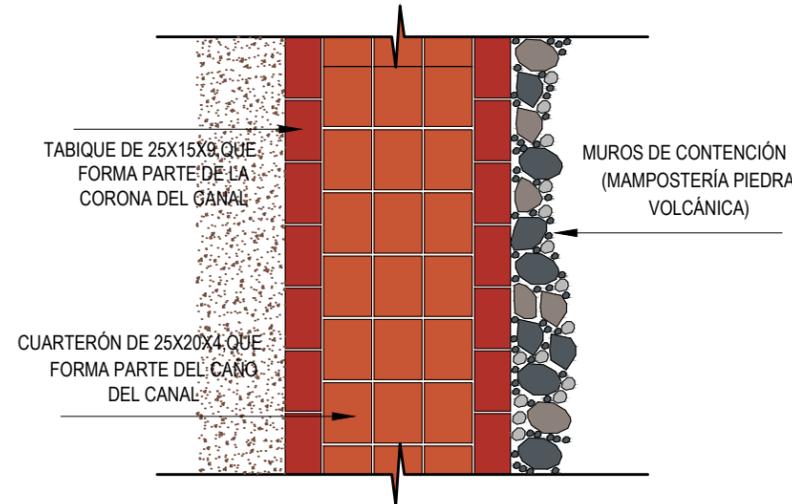
Acequia tipo 1



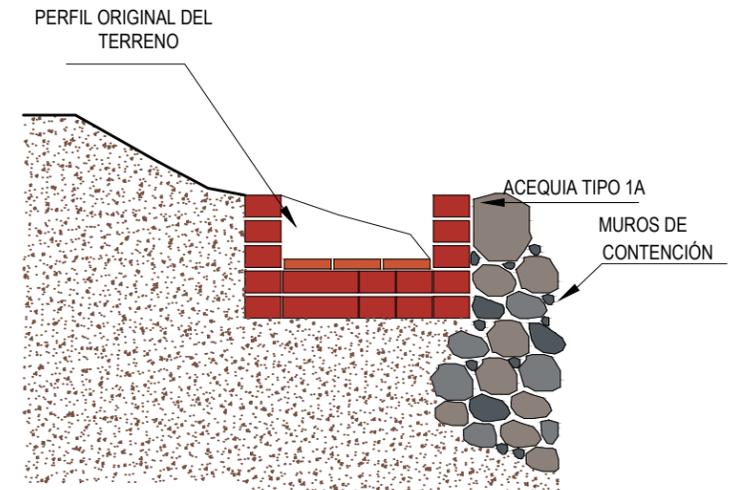
Isométrico, donde se aprecia en el recuadro rojo la acequia tipo 1 que forma parte del sistema hidráulico.



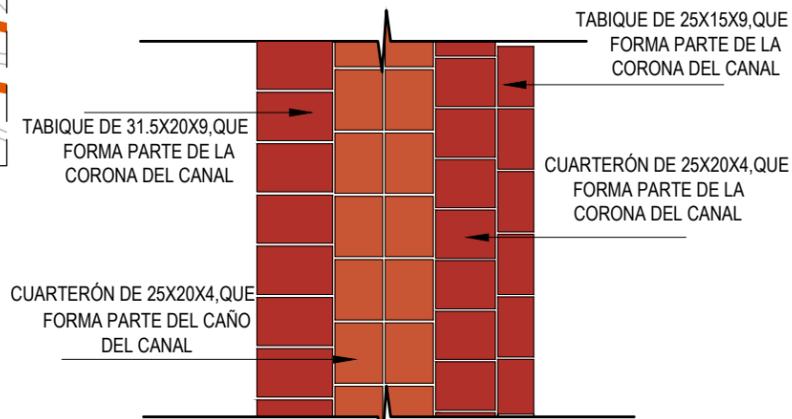
Croquis de localización. Escala. 1:10,000.



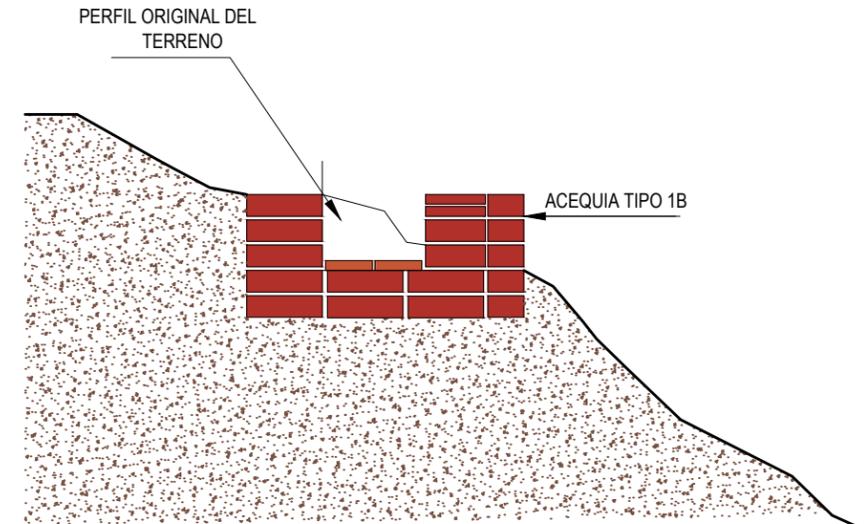
Vista en planta de la acequia tipo 1A. Escala 1:30.



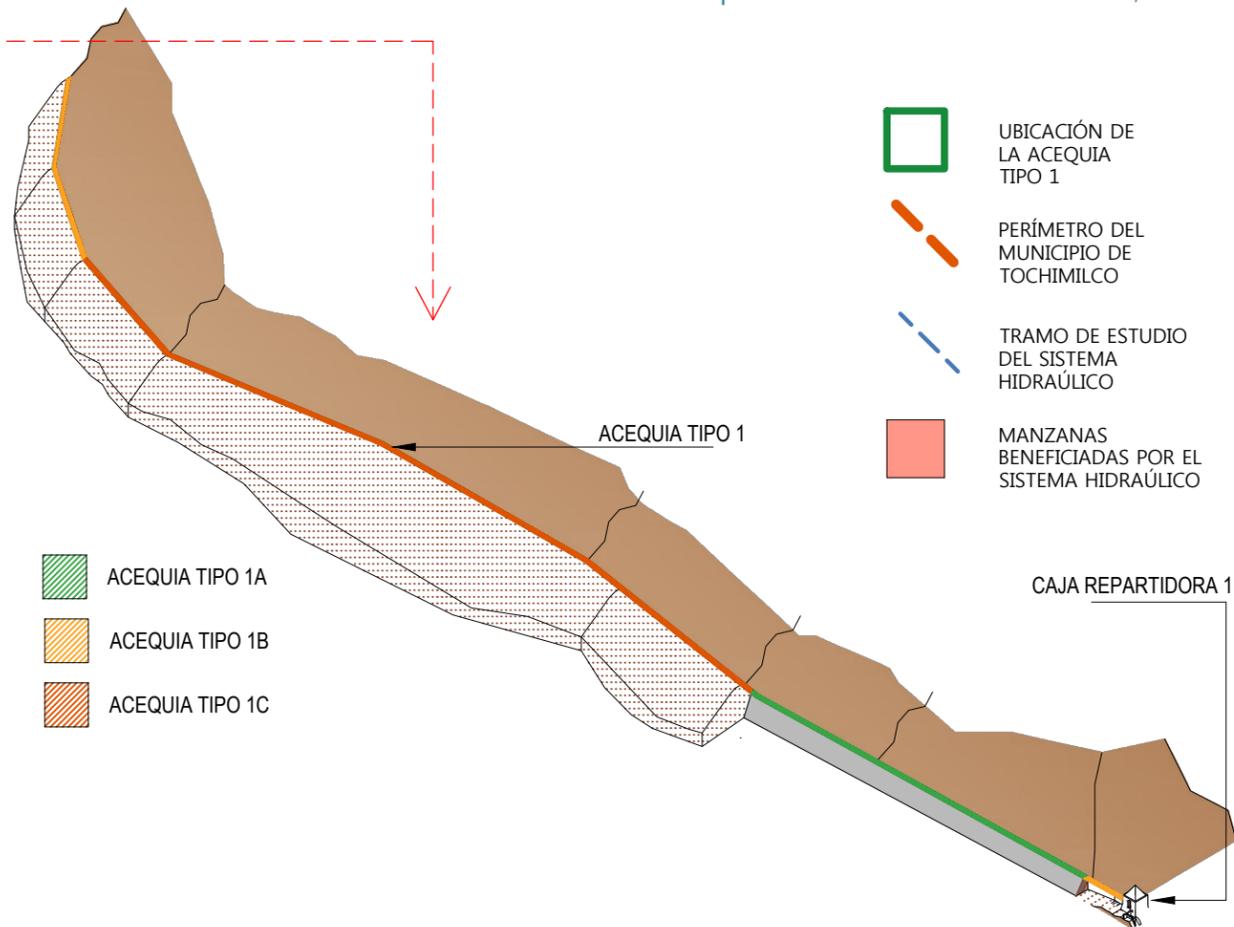
Corte de la acequia tipo 1A. Escala 1:30.



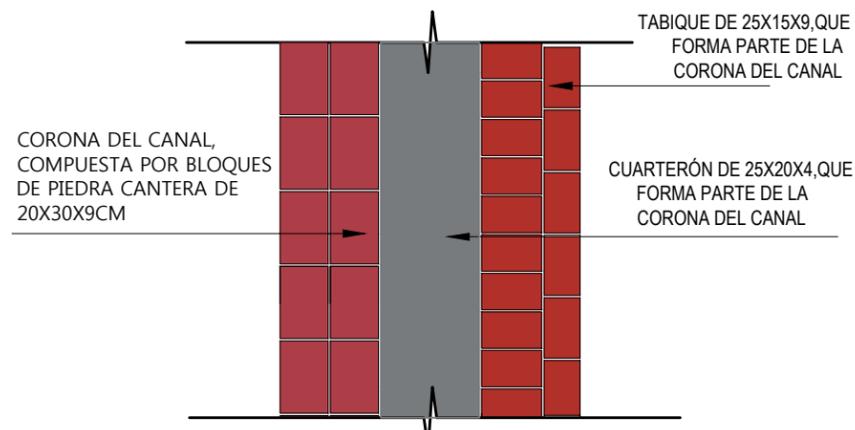
Vista en planta de la acequia tipo 1B. Escala 1:30.



Corte de la acequia tipo 1B. Escala 1:30.



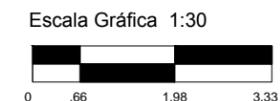
- UBICACIÓN DE LA ACEQUIA TIPO 1
- PERÍMETRO DEL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO
- TRAMO DE ESTUDIO DEL SISTEMA HIDRAÚLICO
- MANZANAS BENEFICIADAS POR EL SISTEMA HIDRAÚLICO



Vista en planta de la acequia tipo 1C. Escala 1:30.



Fotografía de la acequia tipo 1c. en donde se puede observar sus coronas conformadas por piedra cantera.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS		CLAVE DEL PLANO:
PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDRAÚLICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO		P-8
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS ACEQUIAS TIPO 1		
		ARG. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

Acequia tipo 2: son los canales austeros, van por tierra, con sección en forma de “U” sin revestimiento, y se aprovecharon para el riego.

En Tochimilco, dentro del sistema hidráulico que parte del ojo “del Arco”, la acequia tipo 2 se encuentra presente en dos manzanas; la primera que va de la Avenida Sacramento a la calle Monte Olivet, y la segunda que va de la calle Monte Olivet para incorporarse al acueducto “Los arcos” en la avenida Libertad. (Ver imagen 27)



Fotografía 12. Acequia tipo 2

CAJA ALMACENADORA → PUEBLO → ACEQUIA TIPO 1 → CAJA REPARTIDORA 1 → ACEQUIA TIPO 2

Durante su trayecto por tierra de 254.6m aproximadamente, la acequia se aprovechó para el riego de huertas de aguacate y chile, beneficiando alrededor de 2 hectáreas cuadradas (21,888m²). Este tipo de acequia fue la más simple, ya que no requieren de mano de obra elaborada, pues consistieron en una zanja que permitió el paso del líquido.

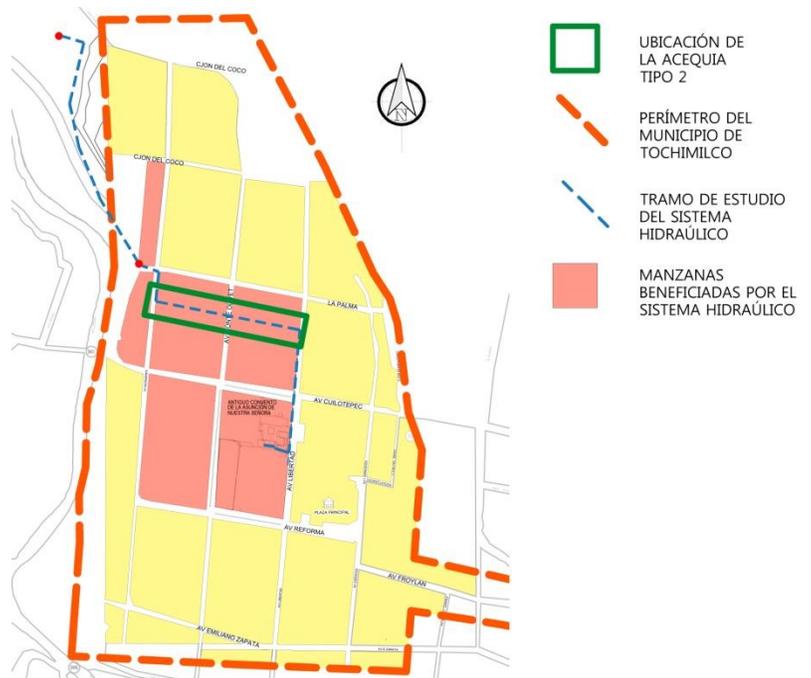


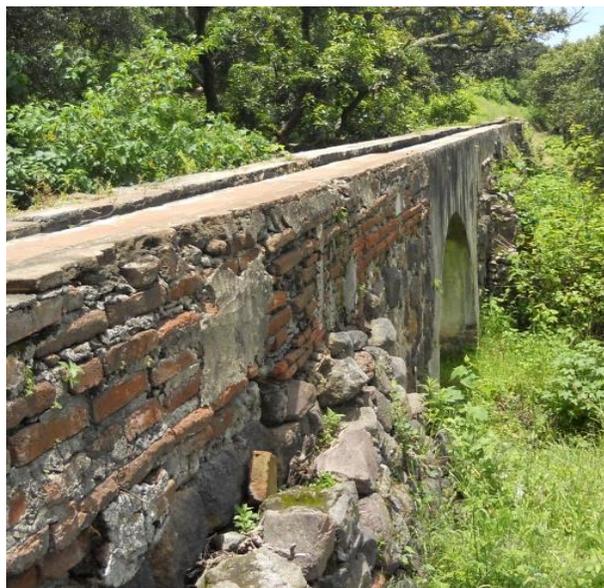
Imagen 27. Plano de Tochimilco, en donde se puede apreciar en color verde la ubicación de la acequia tipo 2.

3.2.3.2 *Puente como sistema de conducción*

En Tochimilco, el puente fue una obra indispensable para transportar el agua proveniente del ojo “del Arco” hacia la acequia que rodea la ladera (acequia tipo 1). La principal función del puente fue la conexión para facilitar la conducción del agua, sin embargo, al no existir un camino que comunicara con la caja almacenadora, se aprovechó como sendero, ya que ese tramo, fue el único camino directo para llegar a la caja almacenadora²⁹.

CAJA ALMACENADORA → PUENTE → ACEQUIA TIPO 1

Para lograr tal camino, los franciscanos tuvieron que ampliar la corona del canal, de esa manera el ancho de la corona sería de 42 y 48 centímetros, medidas estrechas pero que permitieron el paso peatonal para acceder a la caja almacenadora y viceversa.



Fotografía 13. Puente como sistema de conducción.

El puente también permitió el paso del ojo de Haguapa por medio de un arco de medio punto situado a 10.35m del arranque del puente. El paso de este manantial, fue de gran importancia, ya que también fue una fuente permanente que abasteció de agua al sur-poniente de Tochimilco. El puente, también contó con una pequeña obra de almacenamiento, la cual, fue una pequeña pileta con una capacidad de 790 litros aproximadamente, ubicada a 2.30m del arranque del puente.

²⁹ La comunicación peatonal con la caja almacenadora sería de gran importancia, pues hay que recordar que la caja almacenadora requeriría de constantes trabajos de mantenimiento, por ello fue indispensable la conexión para llegar a ella con facilidad.

Los materiales con los que se construyó el puente fueron los mismos que predominan en las demás obras, es decir; piedra volcánica, piedra cantera y tabique. De esta manera fue que se utilizaron estos materiales para levantar muros de mampostería mixta, para adecuar un canal sobre este. La pendiente del canal fue del 0.5%, es decir, el puente tiene una longitud de 34.5 m, y una diferencia de altura (del comienzo al final) de 17cm.

En el puente de Tochimilco se registraron dos tipos de canales:

- El primero con un ancho de 1.18m y se localiza en el principio y final del canal del puente, los materiales utilizados fueron tabique de 32x20x7cm, y las hiladas variaron, ya que dependió del nivel en que se encontraran situados los canales con respecto al nivel del terreno.
- El segundo canal se construyó con 1.44m de ancho, y en la corona del canal, el sistema constructivo cambió, ya que se utilizaron bloques de cantera y tabique, y así se amplió la sección de la corona permitiendo el paso peatonal.

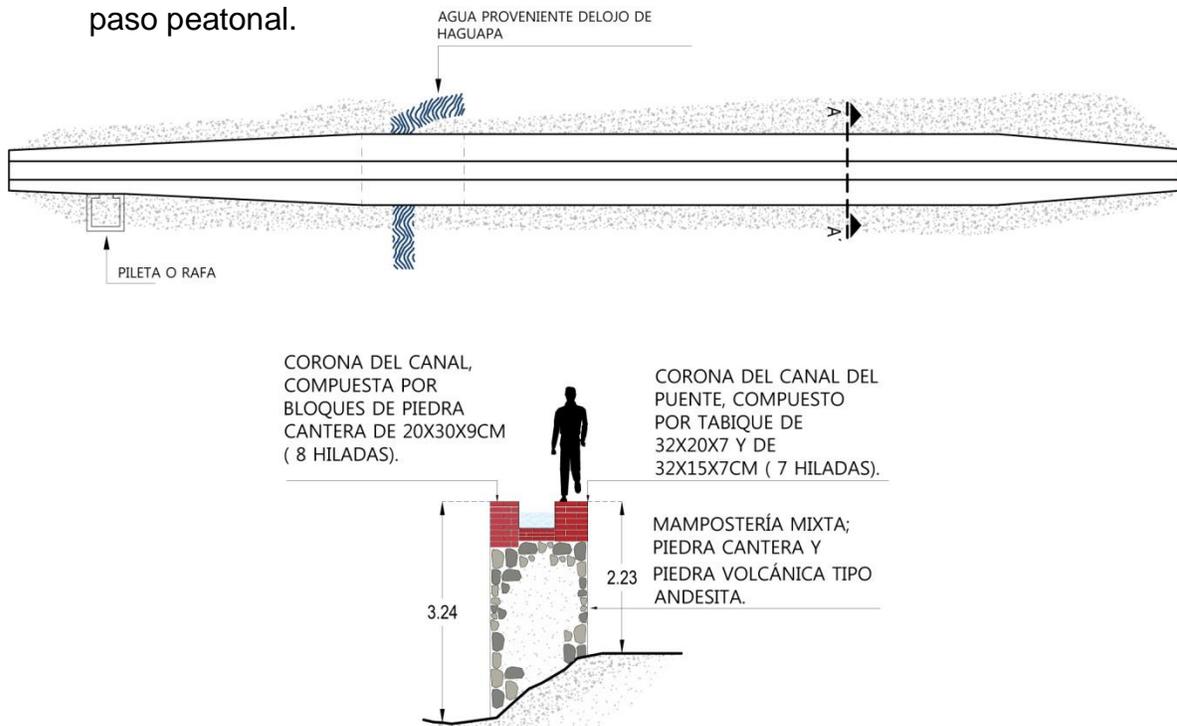
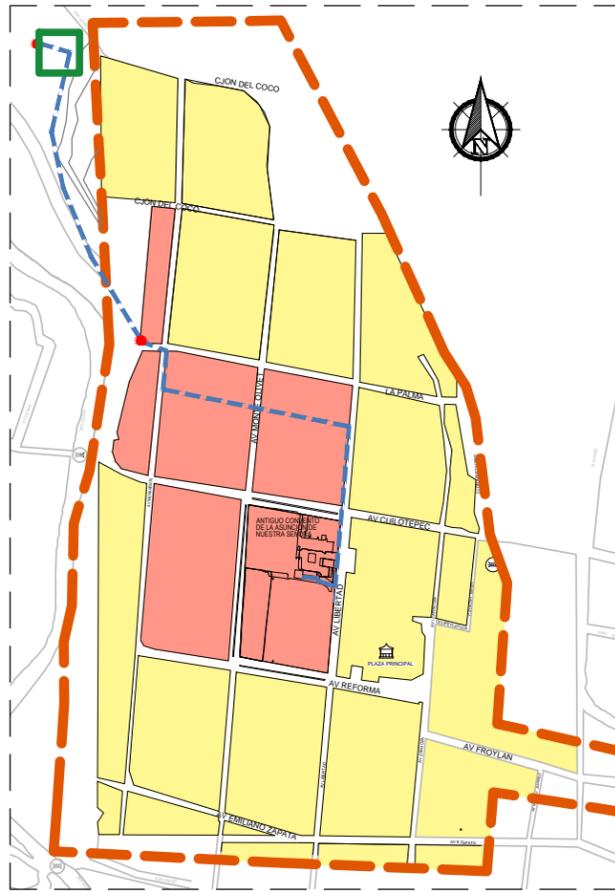


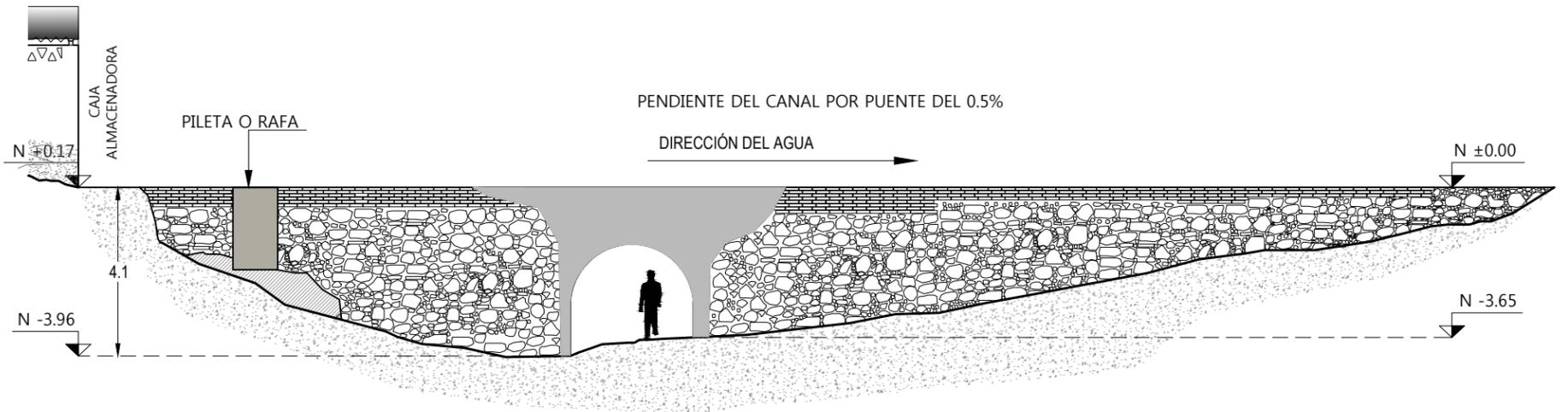
Imagen 28. Canal del puente. Nótese en vista en planta el canal del puente (arriba), y un corte que muestra la fábrica del puente (abajo)

Puente como sistema de conducción

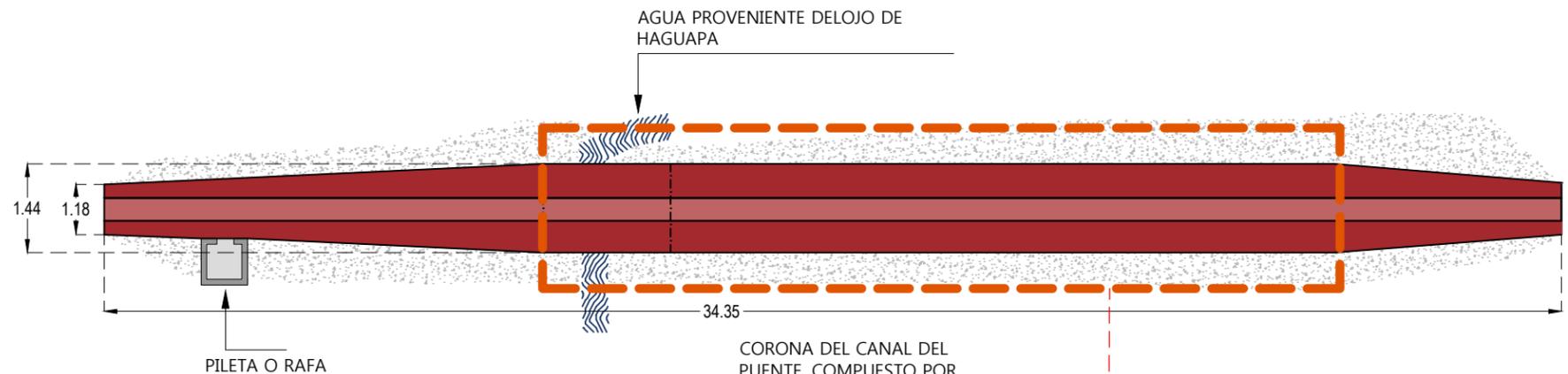


- UBICACIÓN DEL PUENTE
- PERÍMETRO DEL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO
- TRAMO DE ESTUDIO DEL SISTEMA HIDRÁULICO
- MANZANAS BENEFICIADAS POR EL SISTEMA HIDRÁULICO

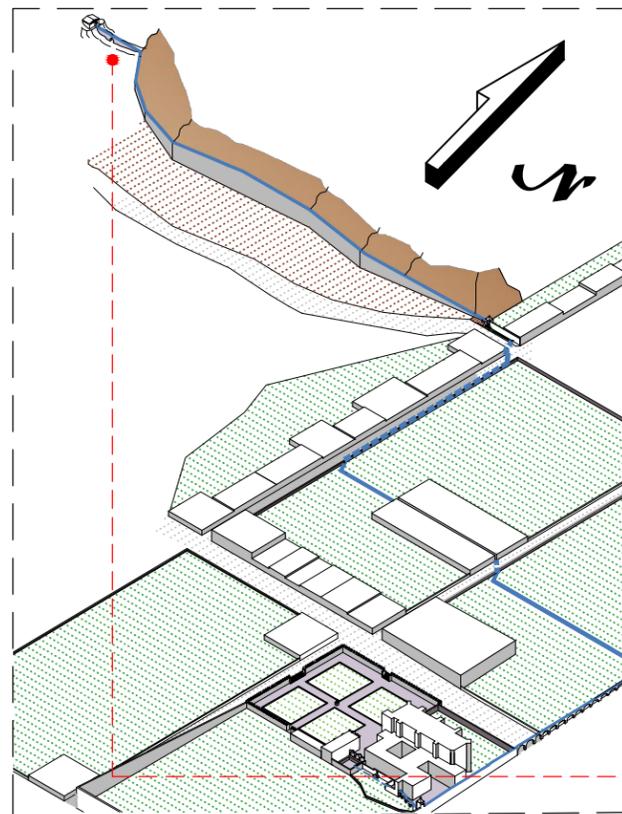
Croquis de localización .Escala. 1:10,000.



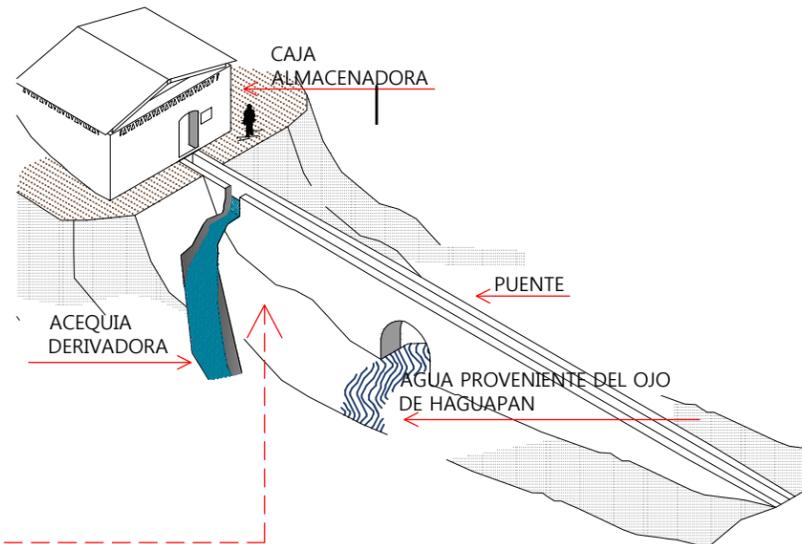
Alzado del puente. Escala 1:150.



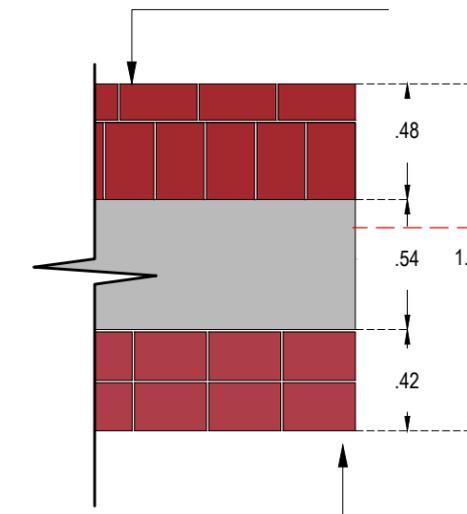
Vista en planta del puente. Escala 1:150.



Isométrico, donde se aprecia el puente como parte del sistema hidráulico.



CORONA DEL CANAL DEL PUENTE, COMPUESTO POR TABIQUE DE 32X20X7 Y DE 32X15X7CM.



Detalle del canal del puente en su parte central. Escala 1:30

CORONA DEL CANAL, COMPUESTA POR BLOQUES DE PIEDRA CANTERA DE 20X30X9CM

NORTE 	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO 	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA CLAVE DEL PLANO: P-9
CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS		PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS PUENTE COMO SISTEMA DE CONDUCCIÓN		ARG. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

3.2.3.3 *El acueducto “Los Arcos”, el canal por barda y el Acueducto 2*

Los acueductos fueron conducciones elevadas sobre arcos que permitieron el flujo continuo de agua, librando barrancos o como solución a topografías desfavorables. Estos fueron de gran solución para manipular el líquido en caso de existir diferencia de niveles considerables.



Fotografía 14. Acueducto “los arcos”.

"Durante la edad media estas obras fueron conocidas como “los puentes” o los arcos”. (Pavón Maldonado, 1990. p. 232).

En Tochimilco, el acueducto “Los arcos” se localiza paralelo a la avenida Libertad y cuenta con una arquería compuesta por 14 arcos, los cuales son de “medio punto” y de “tres puntos”.

Se conformó por mampostería mixta: piedra volcánica tipo andesita, piedra cantera y tabique, su ancho de 90cm, del cual, 42cm se destinaron para el caño y 24cm para cada corona del canal. Y en cuanto a su fábrica, se constituyó por tabique de 42x21x9cm. ([Ver plano 11](#))

El acueducto “los Arcos” cuenta con una longitud de 104.5m aproximadamente y se encargó de recibir el líquido conducido por la acequia tipo 2. Posteriormente, la conducción de agua por el canal del acueducto se unió al canal por barda, que a su vez, transportó el líquido hasta la caja repartidora 2. ([Ver plano 10](#))

El objetivo de los franciscanos para la construcción del acueducto, fue solucionar la pendiente del terreno ya que de no realizarse el acueducto, la diferencia de niveles del terreno impediría su óptima conducción³⁰.

En cuanto a la conducción, ya Vitruvio mencionaba que la pendiente ideal para la conducción del agua era de 0.5%, en donde explicó:

“Hágase su estructura sumamente sólida, dando el lecho por donde corre no menos de medio pie de caída encada ciento de viaje, cubriendo el canal con bóveda, para que nunca pueda el sol penetrar el agua”

(Vitruvio Polion, 1787, p.204).

Cabe mencionar que la diferencia de altura entre el canal por barda y el acueducto fueron de 66cm de altura, solucionándose con un chaflán, el cual se diseñó con una pendiente del 60% en un tramo de 1.10m, aunque la pendiente es pronunciada, el tramo fue corto y no afectó la conducción, ya que el aumento en la altura de las coronas del canal evitó el desborde de agua. (Ver plano 12)

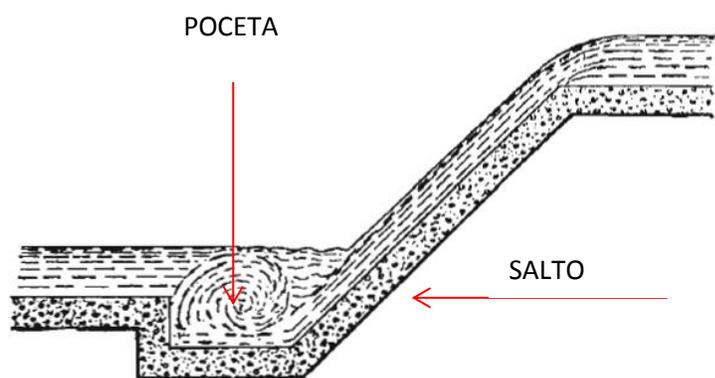


Imagen 29. Disposición de un salto en un canal con poceta amortiguadora.

Fuente: Domínguez García-Tejero. Francisco (1950). p. 11

velocidad de caída disponen de una poceta, en la cual, se modera la velocidad del agua.

³⁰ La diferencia de niveles del comienzo al final de la obra fueron de 3.45m, es decir, una pendiente del 3.30%

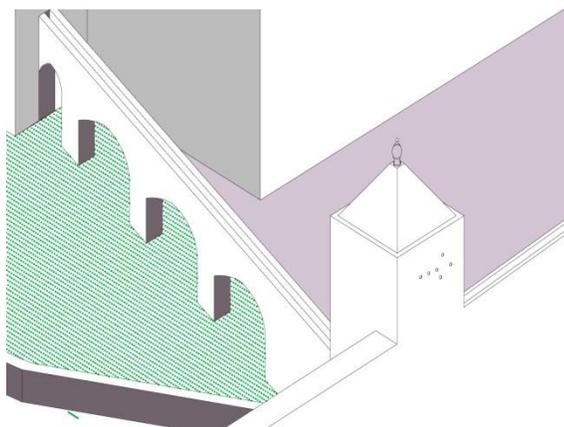


Imagen 30. Isométrico que muestra la ubicación del Acueducto 2 con respecto a la caja repartidora 2.

Al concluir la conducción por barda, el agua se distribuyó por medio de la caja repartidora 2, destinado el líquido hacia la huerta o hasta los lavaderos. Antes de concluir el sistema hidráulico en los lavaderos, el agua después de distribuirse por la caja repartidora 2, fue conducida por el “Acueducto 2”. Este elemento sirvió para comunicar el trayecto entre la caja repartidora 2 y los lavaderos.

El “Acueducto 2” está constituido por 5 arcos de medio punto, conformado por piedra cantera en las dovelas de sus arcos, mampostería mixta en sus soportes y tabique en su canal. La longitud de su canal es de 22.3m y la altura promedio del acueducto es de 3.8m.

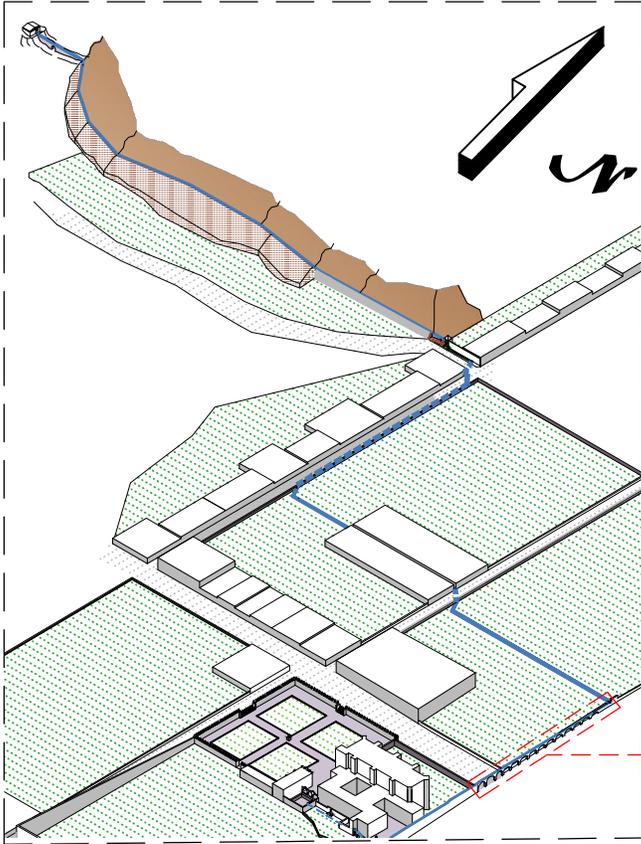


Fotografía 15. Canal por barda. Nótese la adaptación que se realizó para dirigir el agua por la tubería de pvc e impedir su dirección hacia la caja repartidora 2.

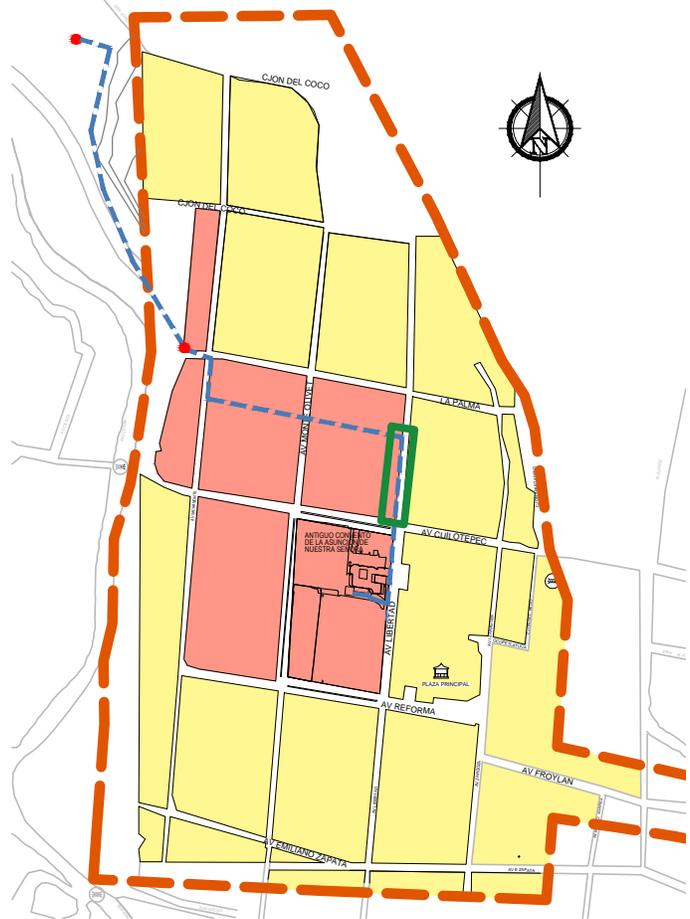
Por desgracia, en la actualidad, al incorporarse nuevas instalaciones para el llenado de las pilas de los lavaderos, el acueducto dejó de ser funcional, por lo que se clausuraron las salidas de agua de la caja repartidora 2, suspendiendo el sistema hidráulico al culminar la conducción por barda. Para permitir la continuidad del líquido se adaptó una tubería de pvc en la orilla del canal por barda, permitiendo que el agua descendiera para conducirse por una acequia paralela a la banqueta sobre la avenida Libertad.

ACEQUIA TIPO 2 → ACUEDUCTO → CANAL POR BARDAS → CAJA REPARTIDORA 2 → ACUEDUCTO 2

Localización del acueducto "Los Arcos"

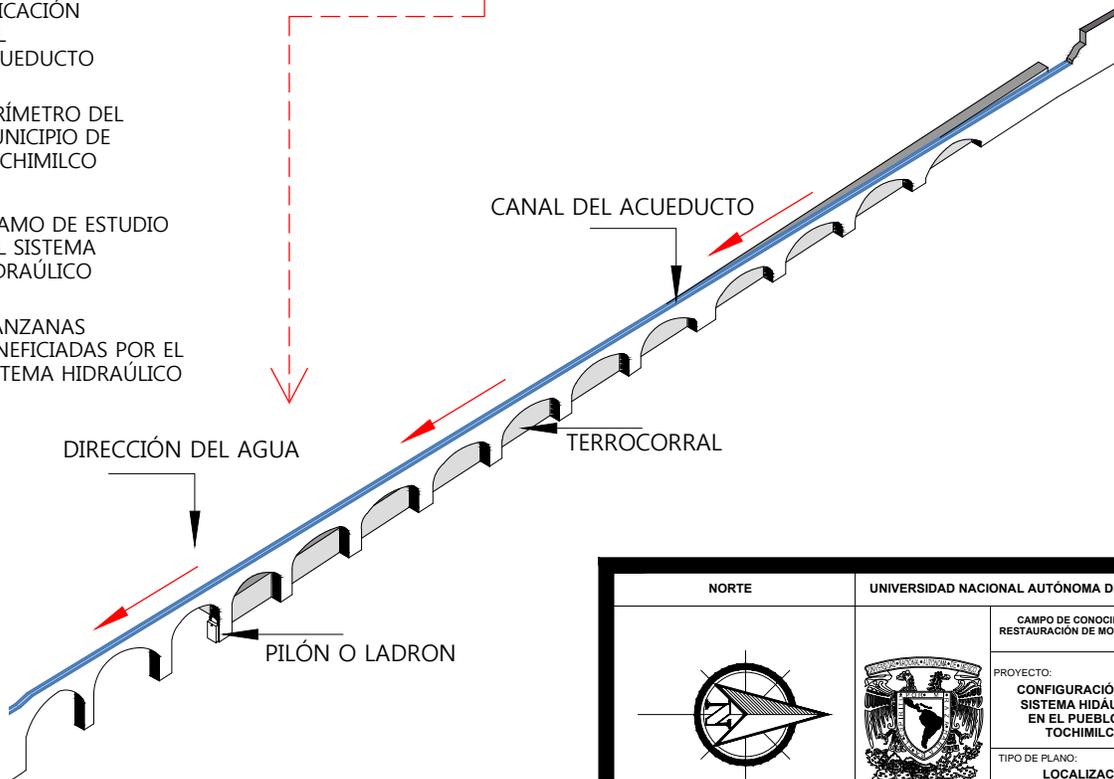


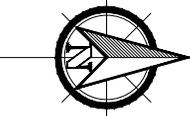
Isométrico, donde se aprecia el acueducto los arcos como parte del sistema hidráulico.



Croquis de localización, en donde se puede ubicar en el recuadro verde el acueducto "Los Arcos". Escala. 1:10,000.

-  UBICACIÓN DEL ACUEDUCTO
-  PERÍMETRO DEL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO
-  TRAMO DE ESTUDIO DEL SISTEMA HIDRAÚLICO
-  MANZANAS BENEFICIADAS POR EL SISTEMA HIDRAÚLICO

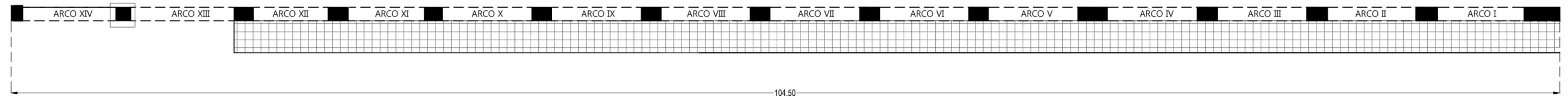


NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		CLAVE DEL PLANO: P-10
PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDRAÚLICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO		ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY
TIPO DE PLANO: LOCALIZACIÓN ACUEDUCTO "LOS ARCOS"		

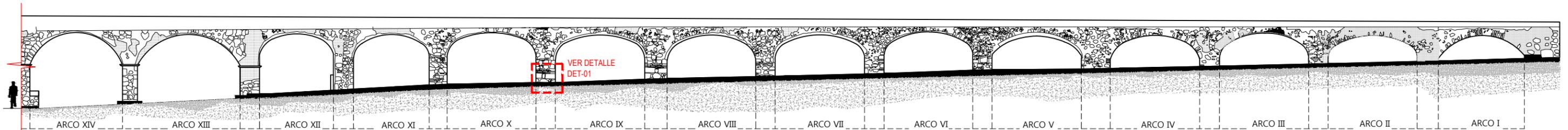
Acueducto "Los Arcos"



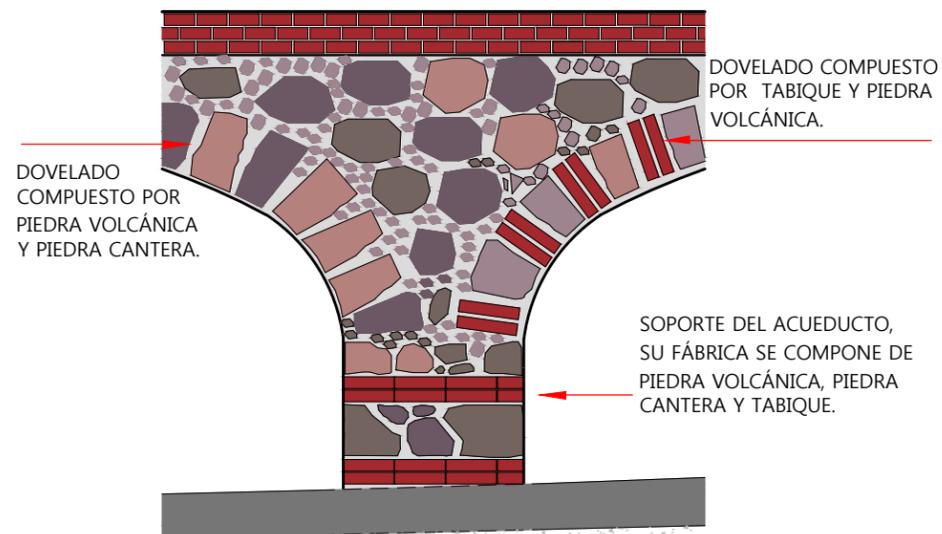
Vista aérea del acueducto, en donde se puede apreciar el canal y la dirección del agua. Escala 1:250



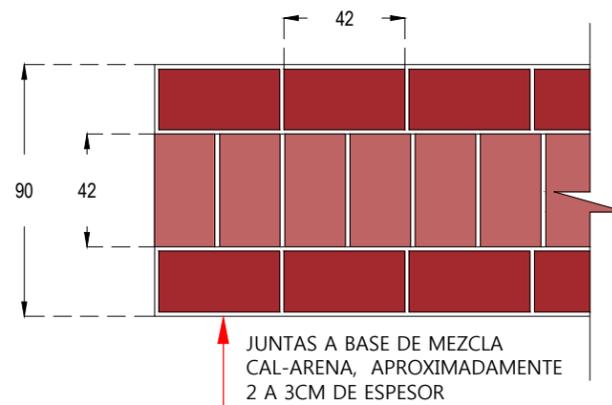
Vista en planta del acueducto. Escala 1:250



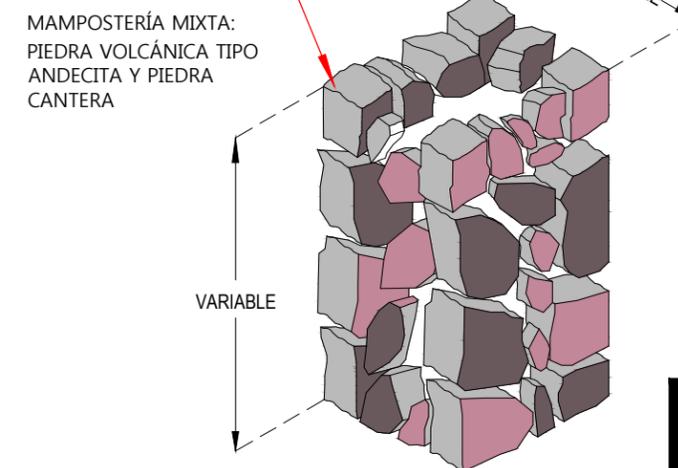
Alzado del acueducto "Los Arcos". Escala 1:250



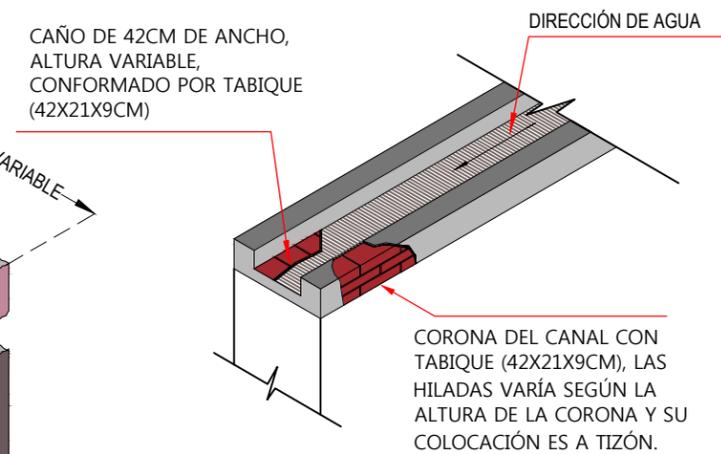
Detalle del sistema constructivo del acueducto. Escala 1:50



DET-00. Donde se muestra la fábrica del canal del acueducto, compuesta por tabiques de 42X21X9 cm. Escala 1:25.



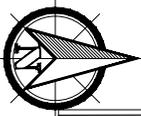
Isométrico de soporte del acueducto, aplica para los soportes I-V y IX-XIV.



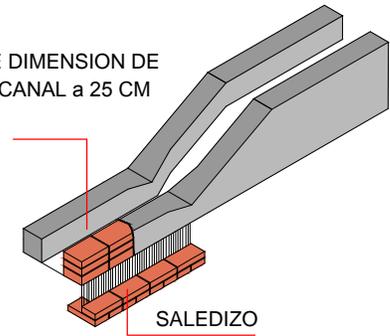
Isométrico del canal del acueducto.

NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		CLAVE DEL PLANO: P-11
PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHILILCO		ARQ. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS ACUEDUCTO "LOS ARCOS"		

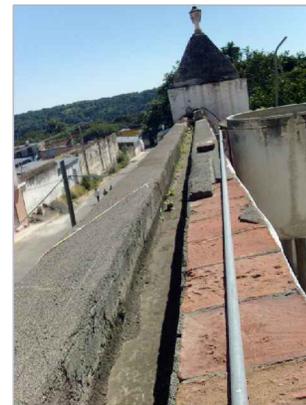
Canal por barda y el acueducto 2



CAMBIO DE DIMENSION DE CAÑO DEL CANAL a 25 CM DE ANCHO

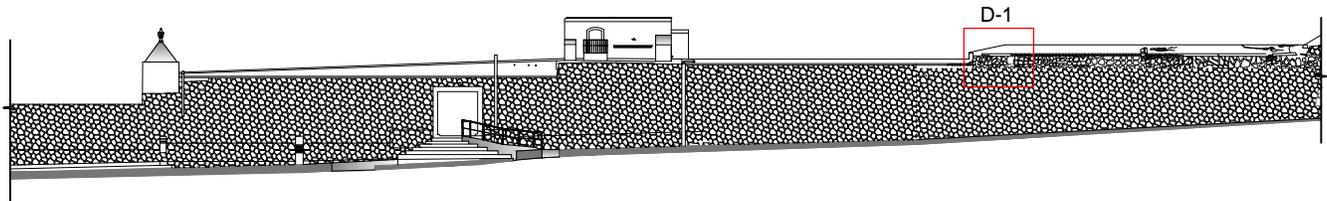


Detalle D-1, en donde se aprecia la pendiente que toma el canal para aumentar su velocidad



Fotografía que muestra el canal por barda, el cual se encargó de conducir el agua hacia la caja repartidora 2

Vista área del conjunto conventual La Asunción de Nuestra Señora en Tochimilco, Puebla. En donde se puede apreciar en recuadro rojo, la ubicación del tramo que conduce el agua por barda y en círculo azul el acueducto 2. Escala 1:2,000



Alzado poniente del conjunto conventual, en donde se puede apreciar el tamo que conduce el agua por barda. Escala 1:500



Alzado del acueducto 2, el cual recibió el agua de la caja repartidora 2 para conducirlo hacia los lavaderos. Escala 1:200



Fotografía que muestra el acueducto 2 como sistema de conducción que llevó el líquido hacia los lavaderos del convento franciscano

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
	CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS	CLAVE DEL PLANO:
	PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO	P-12
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS. ALZADO CANAL POR BARRA Y EL ACUEDUCTO 2	ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY	

3.2.4 Distribución y control

El objetivo del repartimiento del agua fue dar a cada uno de los pobladores la cantidad necesaria para el riego de sus tierras, para ello, se construyeron cajas repartidoras, pues los repartimientos de agua para fines del siglo XVI se regularon con estas construcciones, estableciéndose una medida determinada basada en el surco de agua.



Fotografía 16. Acequias distribuidoras, partiendo de una acequia general para unirse a las secundarias. Dado que las acequias de distribución son dos y están situadas a las orillas, la cantidad de agua que ambas reciben es la misma.

En algunos casos, las cajas repartidoras se construyeron de argamasa y se realizaron en el lecho mismo del río o arroyo. Estas cajas requerían de acequias generales y secundarias, y cuando era mayor el requerimiento de algún agricultor, se estableció un sistema de repartimiento a base de tandas por días u horas.

En Tochimilco se construyeron 2 cajas repartidoras, la caja repartidora 1, que recibió el líquido proveniente del ojo “del Arco”, y la caja repartidora 2, ubicada en el conjunto conventual e incorporó el líquido proveniente de la conducción del canal por barda para distribuirlo.

Otros sistemas que se emplearon en el pueblo para la distribución fueron las acequias distribuidoras, las cuales tuvieron el cometido de desviar el agua por medio de dos o más acequias secundarias que partían de una principal.

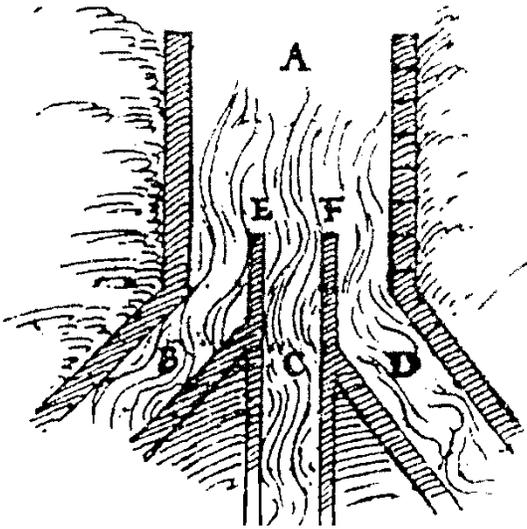


Imagen 31. Ejemplo de un tipo de distribución de acequia.

La toma C recibe más agua que las tomas B y D porque al estar en medio el líquido entra derecho y capta más agua que la de las orillas.

El agua de las tomas B y D entra en menor cantidad porque pierde velocidad al golpear con el ángulo de las paredes que las desvían y también porque rozan, cada una, con la pared lateral de la acequia.

Otra causante es que las bocas de B y D son angostas en relación con la de A por causa de la penetración de las paredes divisorias al canal.

Fuente: Lastranosa, Pedro Juan (Seudo Juanelo Turriano), (facs. Del manuscrito del siglo XVI). Fundación Juanelo Turriano, 1996, f. 465v.



Fotografía 17. Sistema de control y distribución por medio de compuertas.

Para el control de los repartimientos, se establecieron compuertas deslizantes, empotradas a las acequias, constituidas de fierro y funcionaron a manera de guillotina. De esta manera permitieron o bloquearon el paso del agua, fijando las cantidades del líquido. (Ver fotografía 16).

3.2.4.1 Caja repartidora 1

La caja repartidora 1, recibió el agua proveniente del ojo “del Arco” por medio de una data de entrada con dimensiones de 40x72cm. El área efectiva por donde entró el líquido fue 1,720cm² (40x43cm), es decir, lo equivalente a los 10 surcos que salieron de la caja almacenadora.



Fotografía 18. Fachada principal de la caja repartidora 1.

Una vez que el líquido entró a la caja repartidora se distribuyó por medio de un sistema receptor en forma de “Y”, controlado mediante dos compuertas deslizantes. (Ver fotografía 20).

A mediados del siglo XX, una de las datas fue clausurada, y en consecuencia, la única dirección por donde entró el agua fue la data que permaneció abierta. Esta data permitió la salida del líquido para conducirse mediante una acequia general.

La caja repartidora 1 es de planta cuadrangular de 3.3 x 3.3m y consistió en cuatro muros de mampostería mixta; tabique, piedra volcánica y cantera, con un espesor de 55 cm. En su interior los muros se construyeron hasta una altura aproximada de 2.2m. y del nivel de piso hasta el punto más alto de la cubierta 3.7m. Para restringir el acceso a la caja repartidora se adecuó una cubierta piramidal, formada por tabiques (42x21x9cm), y en su fachada principal se abrió un vano para permitir el acceso a los atopiles.

"Los atopiles son los individuos que observaban que las cajas estuvieran funcionando correctamente, cuidando que los términos de las tandas se respetaran, generalmente eran contratados por los hacendados, pueblo o industria."

(Castañeda González, 2005. pág. 88)

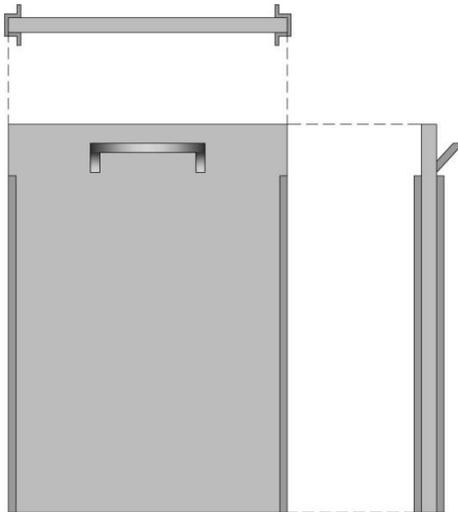


Imagen 32. Detalle de compuerta en planta y alzados,. Estos elementos sirvieron de control de agua para el pueblo de Tochimilco. Escala 1.30.



Fotografía 19. Sistema de compuertas.



Fotografía 20, Sistema de distribución en el interior de la caja repartidora 1.

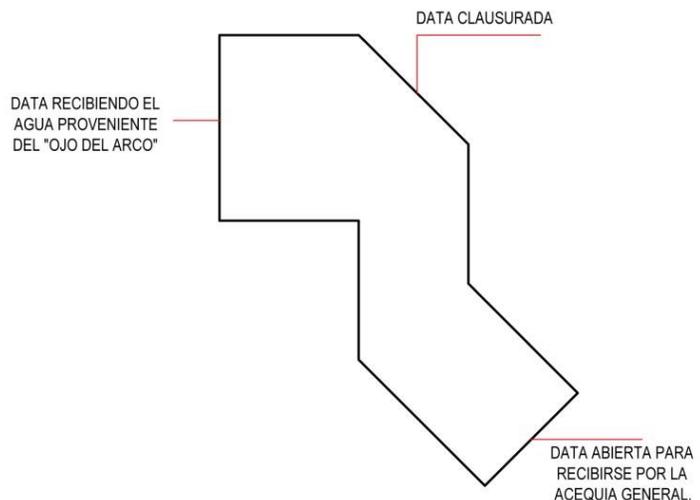


Imagen 33. Componentes del Sistema de distribución en el interior de la caja repartidora 1.

3.2.4.2 *Caja repartidora 2*

La caja repartidora 2 se ubica dentro del conjunto conventual y esta elevada, ya que recibió el agua proveniente del “canal por barda” por medio de una data de entrada de 30 x25cm, es decir, 4.3 surcos.

Esta caja es de planta cuadrangular de 2.30 x 2.40m, sus muros fueron construidos con piedra volcánica tipo andesita, con un grosor de 50cm. Su cubierta es de bóveda piramidal; se construyó con tabique, y está coronada por un jarrón como elemento decorativo.

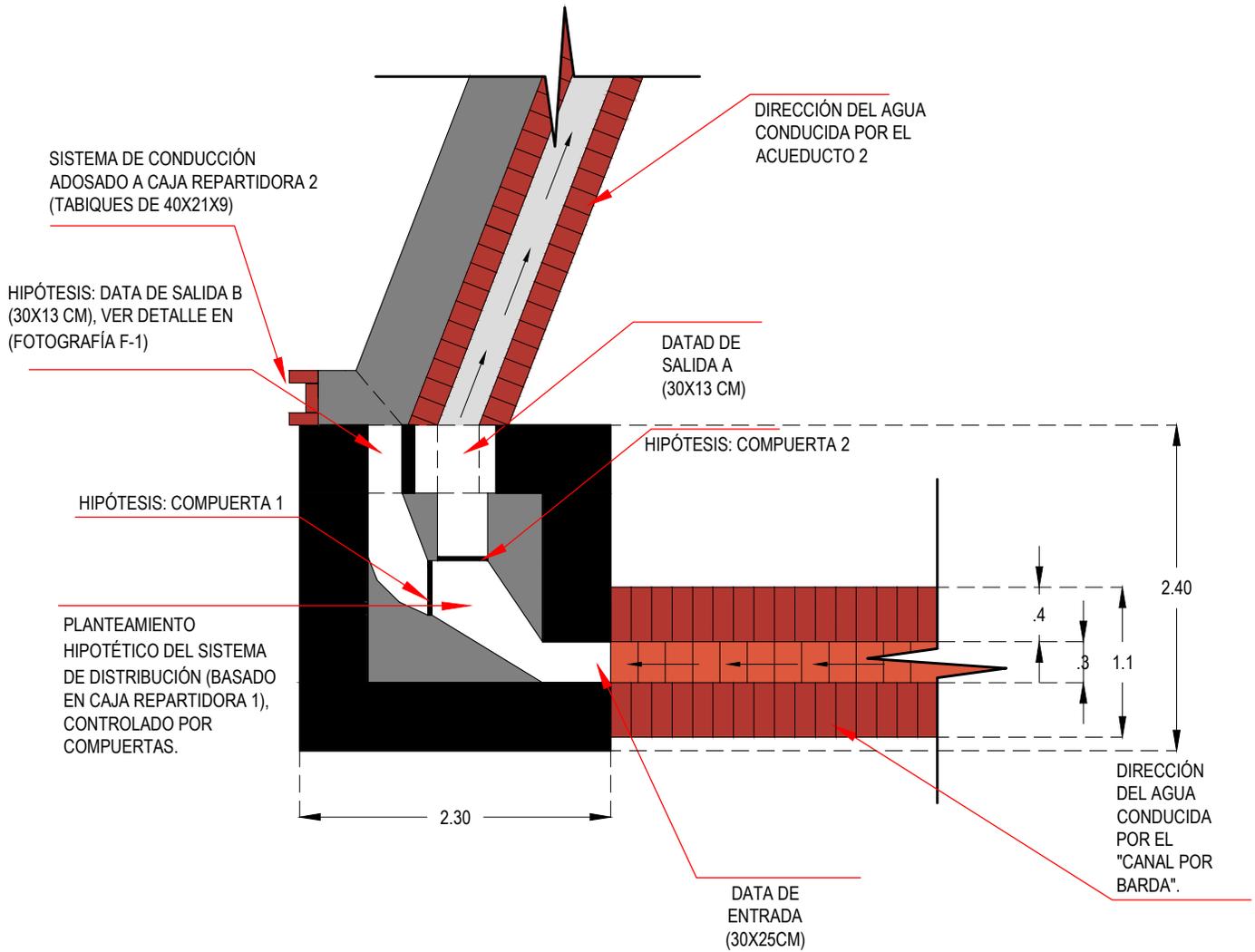


Fotografía 21. Caja repartidora 2.

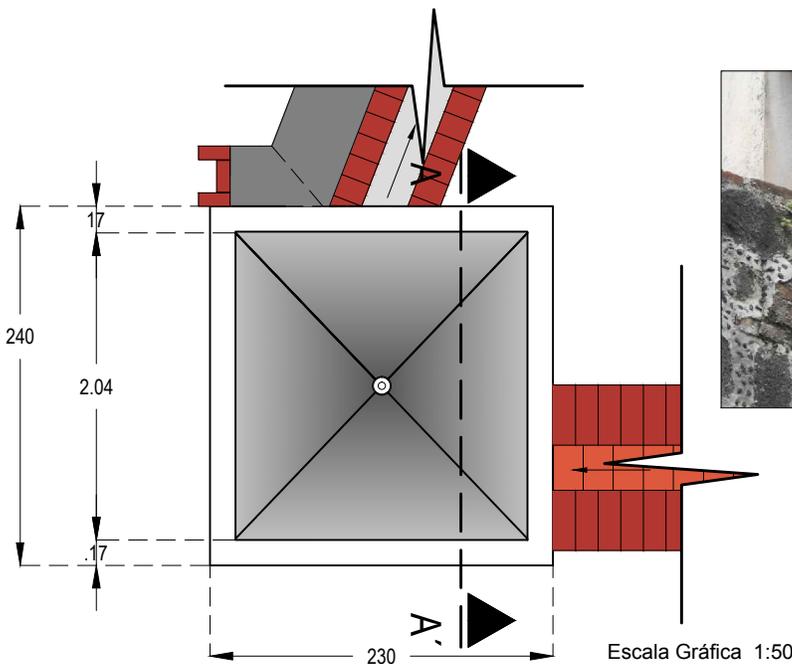
Actualmente la caja repartidora 2 no funciona, pero de acuerdo a la información existente y retomando el análogo de la caja repartidora 1, se recreó hipotéticamente su funcionamiento, por lo que se plantea que ésta tuvo la función de distribuir el líquido por medio de un sistema de compuertas encargadas de tomar dos direcciones, es decir, para conducir el agua hacia la huerta o los lavaderos.

Para el planteamiento hipotético se consideró la existencia de dos compuertas, la compuerta 1, que permitió el paso del agua hacia la data de salida B siendo de 30x13cm (2.2 surcos), la cual condujo el agua hacia la huerta por medio de una bajante adosada a la caja repartidora, misma que estaba compuesta por tabique. La compuerta 2 se encargó de admitir el líquido hacia la data de salida A siendo de 30x13cm para conducir y dirigir el líquido hacia los lavaderos.
(Ver plano 14)

Caja repartidora 2



Planta arquitectónica de la caja repartidora 2, en donde se plantea hipotéticamente su funcionamiento basado en los elementos existentes y tomando como referencia la caja repartidora 1. Escala 1:50

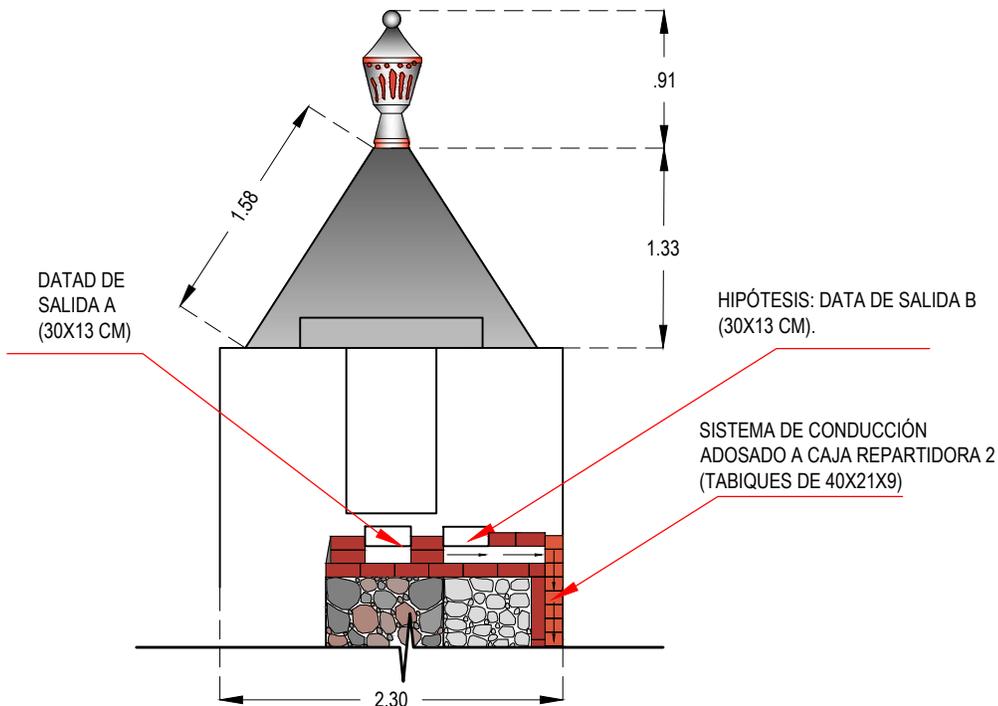


Fotografía F-1, sistema de conducción adosado, en donde se plantea hipotéticamente que este sistema funcionó por la entada de agua de la data de salida B y surtió de agua a la huerta del conjunto conventual de Tochimilco.

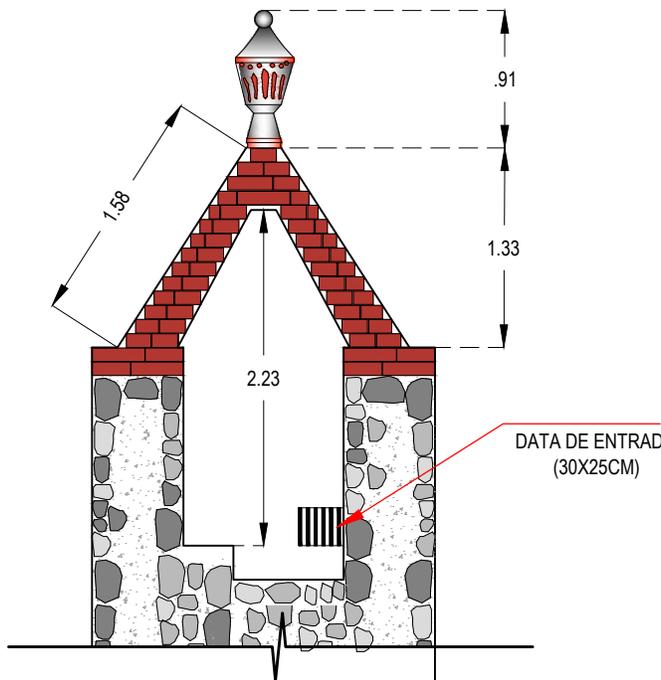
Vista aérea de la caja repartidora 2. Escala 1:50

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS		CLAVE DEL PLANO:
PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO		P-14
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS, PLANTAS CAJA REPARTIDORA 2		
		ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

Alzado y corte de la caja repartidora 2



Fachada oriente de la caja repartidora 2, en donde se puede apreciar las datas de salida y su dirección. Escala 1.50



Corte A-A' de la caja repartidora 2, en donde se puede observar el sistema constructivo. Nótese que la data de entrada es la que proviene de la conducción ACUEDUCTO-CANAL POR BARDA-CAJA REPARTIDORA 2. Escala 1:50



Fotografía que muestra la caja repartidora 2, en donde se aprecia el acueducto 2, el cual se encargó de recibir el agua distribuida de dicha caja.

Escala Gráfica 1:50



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO		MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
	CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS	CLAVE DEL PLANO:
	PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO	P-15
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS, ALZADO Y CORTE CAJA REPARTIDORA 2	ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY	

3.2.5 Sistemas de almacenamiento

Entre los elementos de almacenamiento que conforman el sistema hidráulico abastecido por el ojo “del Arco” se registraron: la pila del acueducto de “Los arcos”, la fuente de la plaza, las piletas de los lavaderos y la pila del puente.

3.2.5.1 *La pila del acueducto “Los arcos”*

En el acueducto “Los arcos” se adosó en su soporte del arco XI una pequeña pila, que sirvió como un depósito para suministrar de agua a las personas que estuvieran de paso por la actual avenida Libertad. De esta manera se recolectó agua por medio de vasijas de barro, pues la altura y el ancho de la pila permitieron su recolección manual con facilidad.



Fotografía 22. Pila en el acueducto “Los arcos”.

Es probable que la pila se realizara como una obra de adaptación al sistema, ya que al no existir algún depósito cercano durante el trayecto del acueducto, se pensó en aprovechar el sistema de conducción del acueducto por medio de un ladrón o portillo³¹, el cual, tuvo la función de captar el agua por medio de un orificio (adosado en la orilla del canal del acueducto) para ser conducido a través de una tubería de cobre de 1” para conducir el líquido hacia la pila.

³¹ Es la abertura que se hacía por lo general en los acueductos para robar por esas fisuras o conductos el agua proveniente de los ríos o manantiales.

La diferencia de materiales entre el soporte XI (tabique) con el resto del acueducto (mampostería mixta: piedra cantera, piedra volcánica y tabique), permite verificar dos etapas constructivas distintas. Aunque no se tiene registro de la fecha de construcción de la pila, es factible que se realizará a mediados del siglo XX³².

La pila consistió en una abertura de 35cm de ancho por 40cm de altura hasta la flecha del arco. La abertura permitió la introducción de artefactos para recolectar agua. También se levantó un muro de 95cm de altura, construido con tabiques, que sirvió como muro contenedor formando un espacio cerrado.

La capacidad de almacenamiento de la pila fue de 86.6 litros aproximadamente, y tuvo un sistema de control por medio de un aliviadero situado a una altura de 45cm, de esa forma, el agua drenó al llegar hasta esa altura. (Ver plano 16)



Fotografía 23. Acequia de piedra en la avenida Libertad, nótase en el recuadro rojo el vestigio que la conformo y su dirección.

Por otra parte, se plantea hipotéticamente que el agua sobrante de la pila del acueducto fue captada y dirigida hacia una acequia de piedra que se encontraba paralela al acueducto, la cual iba con dirección a la fuente de la plaza. Y esto se puede justificar por la evidencia de fotografías tomadas en abril del 2013, en donde se realizaron trabajos de pavimentación en la actual avenida Libertad, los cuales permitieron tomar registro de la acequia antes mencionada. (Ver fotografía 23).

³² Dato obtenido a través de entrevistas con personas de Tochimilco.

Esta acequia se alimentó principalmente por desvíos en el comienzo del acueducto y su conducción permitió que el agua se dirigiera hacia fuente de la plaza

Actualmente la pila ya no cumple su función, pues el orificio que permitió el acceso del agua fue tapado, evitando la toma de agua hacia la pila.

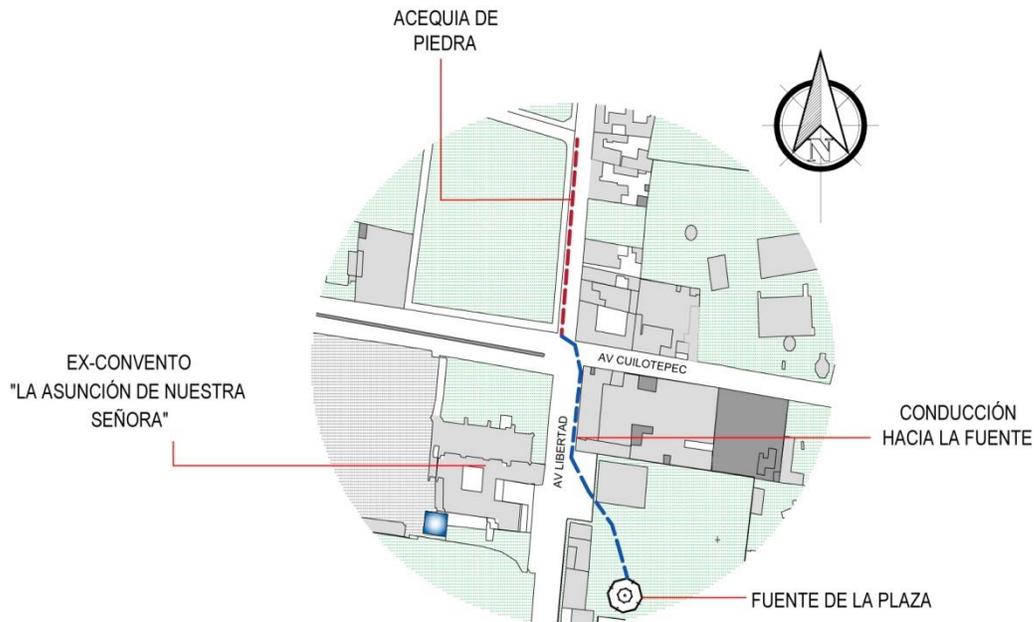
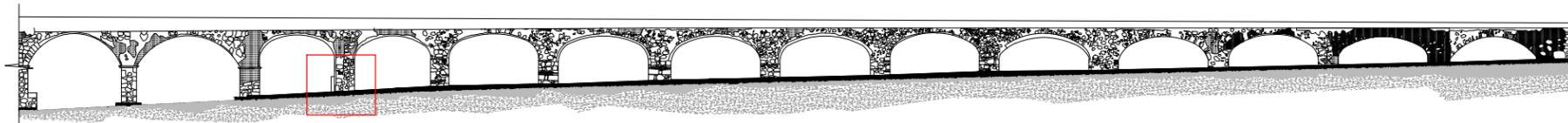
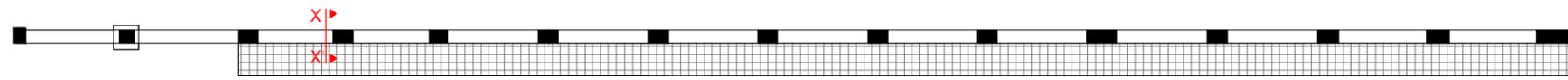


Imagen 34. Croquis en donde se muestra la ubicación de la acequia de piedra y la dirección de conducción hacia la fuente de la plaza.

La pila del acueducto "Los arcos"



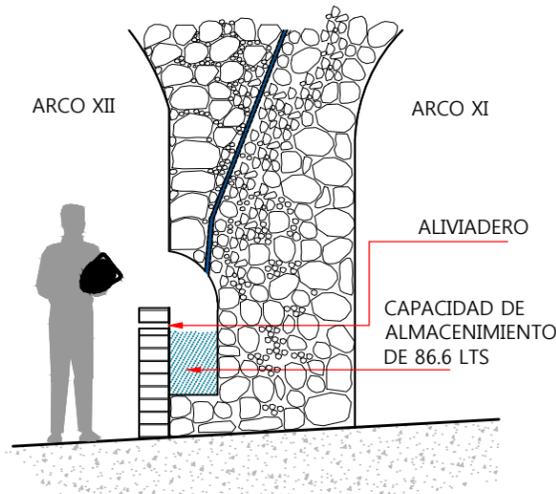
Alzado del acueducto "Los Arcos", en donde se puede observar en el recuadro rojo la ubicación de la pila en el soporte XI del acueducto.



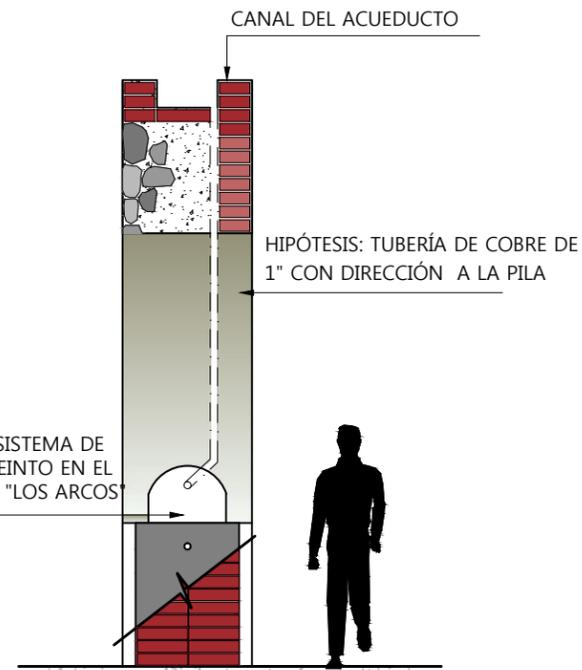
Vista en planta del acueducto "Los Arcos", en donde puede observarse el corte X-X' situado en la pila del acueducto



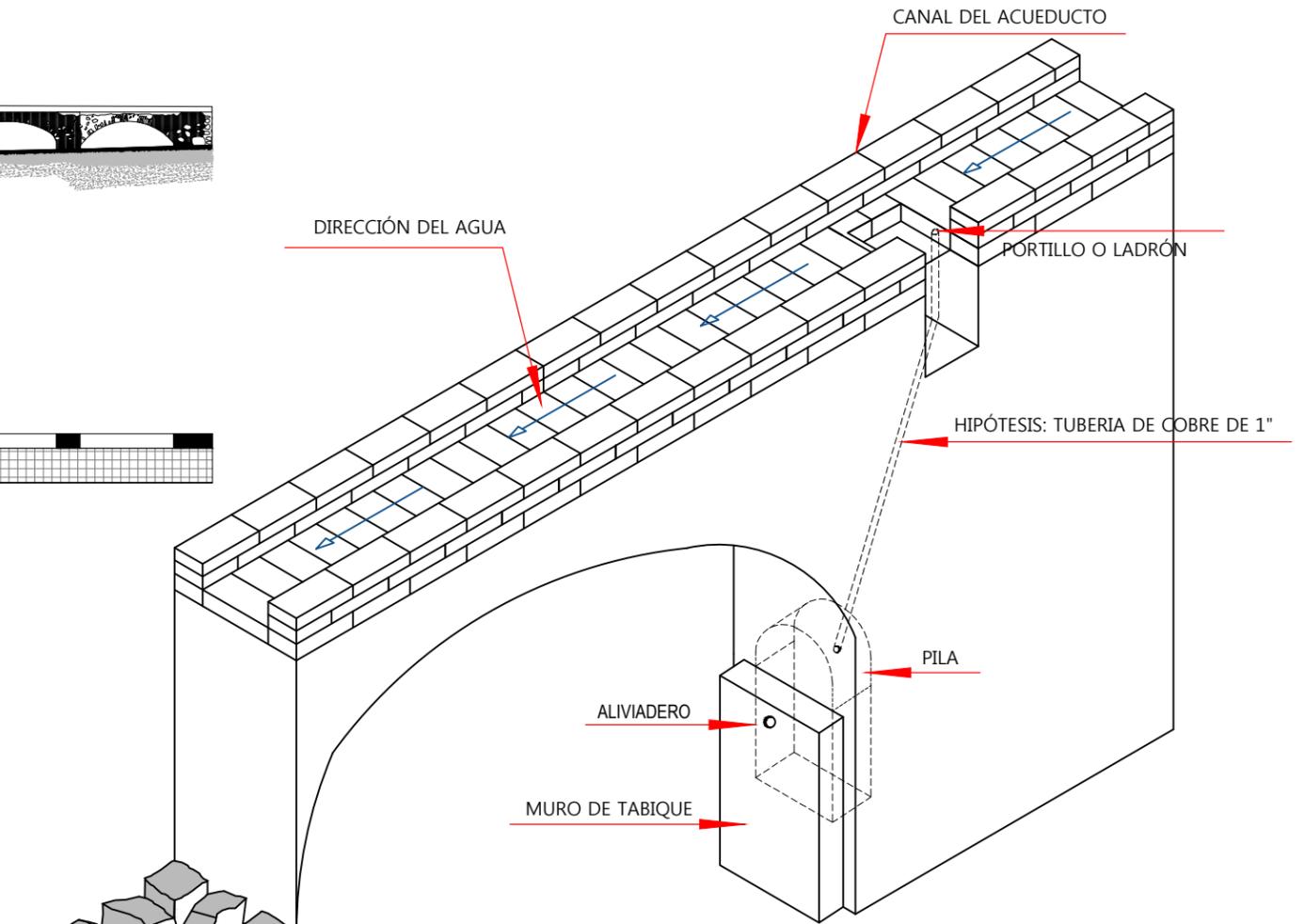
Soporte XI del acueducto, en donde se aprecia el cambio de material (tabique) siendo el área en donde se colocó la tubería de cobre que permitió conducir el agua hacia la pila.



Detalle de la pila del acueducto "Los Arcos"



Corte X-X' , en donde se aprecia el funcionamiento de la pila captación-conducción-almacenimiento. Escala 1:50



Isométrico, en donde se aprecia el funcionamiento hipotético de la pila del acueducto "Los Arcos"



Fotografía que muestra la pila del acueducto "Los Arcos"

Escala Gráfica 1:50



NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRIA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		CLAVE DEL PLANO: P-16
PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO		ARG. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS PLANTA, ALZADOS Y DETALLES DE LA PILA DEL ACUEDUCTO		

3.2.5.2 La pileta del puente



Fotografía 24. Pileta del puente

La pileta del puente consiste en un contenedor con capacidad de almacenamiento de agua de 1,156 litros aproximadamente, constituida por cuatro muros de tabique. De acuerdo a las dimensiones que se registraron, la entrada de agua hacia la pileta corresponde a una hipotética compuerta ubicada ahí, permitiendo por esta el paso controlado para el llenado de la pileta.

Esta obra de almacenamiento, al construirse adosada al puente, implicó el retiro de algunas piezas de tabique (que conformaron la corona del canal del puente) para permitir el paso de agua hacia la pileta. Esta cortadura se le conoce con el nombre de “Rafa” .

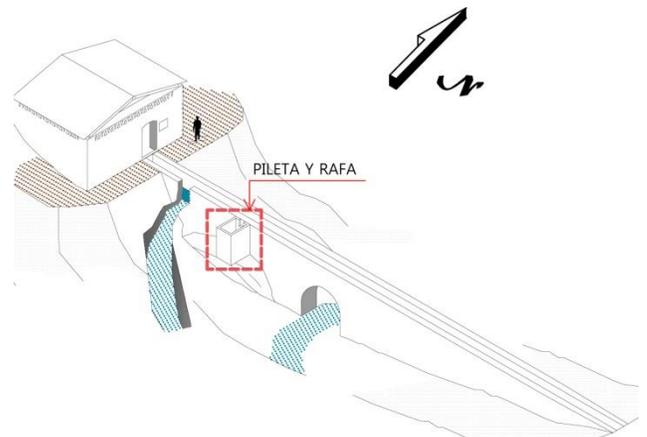


Imagen 35. Isométrico que muestra la ubicación de la pileta con respecto a la caja almacenadora y el puente.

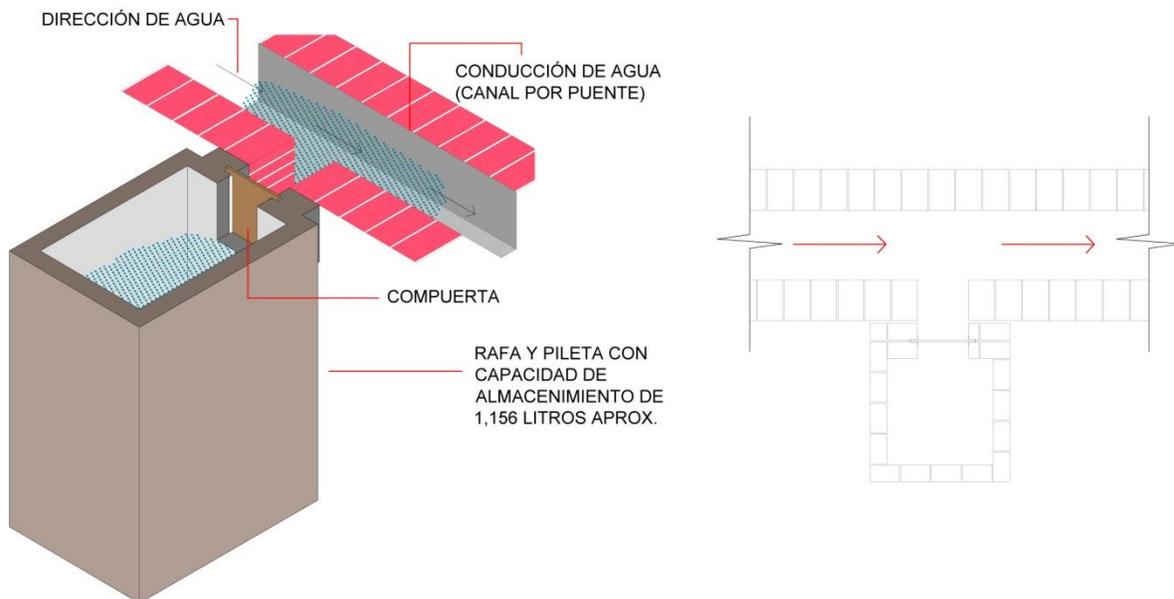


Imagen 36. Detalles de la pileta del puente. A la izquierda un isométrico que muestra la recreación hipotética de su funcionamiento y elementos que lo conformaron. Nótese a la derecha, una vista en planta de la pileta y un fragmento del canal por puente.

3.2.5.3 *La fuente de la plaza*

Una fuente³³ es un surtidor de agua, y al ser un elemento arquitectónico suele estar situado en un espacio urbano con fines utilitarios, de confort ambiental o decorativo. Las fuentes generalmente se encuentran en patios, jardines, plazas, o en lugares singulares de la ciudad, embelleciéndolos y resaltando su importancia.

"Las fuentes, al igual que las cajas repartidoras, se desempeñaron como reguladores de las cargas de agua, es decir, al salir el agua a la superficie, sufría una pérdida de carga, disminuyendo el riesgo de romper la cañería o salir del canal"

(Victoria Ojeda J. y Grosjean Abimerhi S. 2009, pp. 136-137).

En cuanto a los procesos constructivos de estas obras, se limitaban a la solución de dos problemas principalmente: el del manejo del agua y el uso de materiales y técnicas adecuadas. Para solucionar la primera, se resolvió mediante la salida del agua por surtidores que tenían fuerza, dirección y altura, así como con la función de contener un nivel constante en los recipientes. En relación a los materiales y técnicas, se buscó lograr el aprovechamiento más conveniente de los mimos, mediante el uso de conductos que suministraron agua, los cuales podían ser de barro, plomo o de los mismo materiales de la estructura. Para contrarrestar los esfuerzos producidos por el agua se resolvió mediante el trabajo de compresión de las distintas piezas que formaban los recipientes. Para evitar la penetración de agua se utilizaron mezclas y recubrimientos. (ibídem).

³³Es importante mencionar que entre los términos; fuente, pila y lavadero durante los siglos XVI y XVII no había diferencia, por lo tanto, el término comúnmente usado fue el de pila.

En Tochimilco, la fuente se ubica en la plaza del pueblo, se encuentra a una elevación más baja que el nivel del terreno donde se encontraba la acequia de piedra antes mencionada, la cual se encargó de conducir el agua hasta la fuente.



Fotografía 25. Fuente de la plaza de Tochimilco.

La diferencia de niveles permitió que el agua fluyera por gravedad con una pendiente del 15%, lo cual aumentó considerablemente la velocidad de conducción del agua.

Posiblemente la pendiente tan pronunciada permitió la llegada del líquido a la fuente bajo los principios de un sifón, es decir, el agua al aumentar su velocidad de conducción, produjo fuerzas

verticales para que el agua subiera hasta llegar a los surtidores.

La fuente de la plaza está formada por una planta octagonal con ocho aristas, en cada una de ellas se encuentra una pilastra con surtidor, mismas que están coronadas por pequeños pináculos moldurados. En el centro se ubica una gran columna, cuyo capitel tiene cabezas de leones que sirven de surtidores, siendo también, ocho en total. En su parte superior está un escudo de dos caras que es coronado por una cruz. El diseño de dicho emblema heráldico se atribuye a Fray Diego Olearte, a quien también se le adjudica la obra del conjunto conventual de Tochimilco. (Pérez Macuil, 2004).

El material para la construcción de la fuente es piedra cantera. Para el almacenamiento del agua, la fuente fue delimitada por un pretil o pilón, teniendo una capacidad de almacenamiento de 19,527 litros. Al igual que el aljibe, la fuente contó con un aliviadero, permitiendo que el agua drenara para incorporarse a una acequia con dirección al poniente del pueblo.

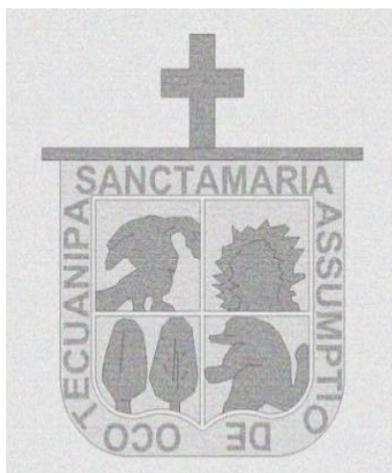


Imagen 37. Escudo de la fuente, vista oriente.

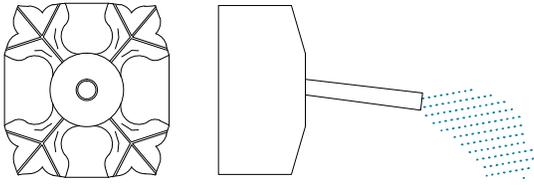
La orla del escudo en su lado oriente (Ver imagen 37) dice: Sacta Maria assumptio de Ocoteplayuca, refiriéndose al nombre original del pueblo. Al poniente (Ver imagen 38) dice: Tecuanipa Xivhtevhctitli año 1560, que al parecer es la fecha de conclusión de la fuente, y una de las alusiones a la nobleza, el nombre Tecuanipa proviene, tal vez, de uno de los grupos tolteca-chichimecas o quizá colhuaque que arribaron a esta región. (Ver imagen 39).



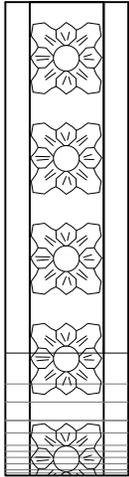
Imagen 38. Escudo de la fuente, vista poniente.

El escudo, se divide en cuatro cuarteles: el primero a la derecha muestra un ocopetlal o helecho original, el siguiente tiene el águila, que fue el símbolo de los toltecas, luego un tecuano o jaguar-león, y el último de los símbolos es el que tiene dos árboles que pueden ser los iztachuexotl o "huejotes blancos que simbolizan la ciudad blanca de Cholula. (Ibidem).

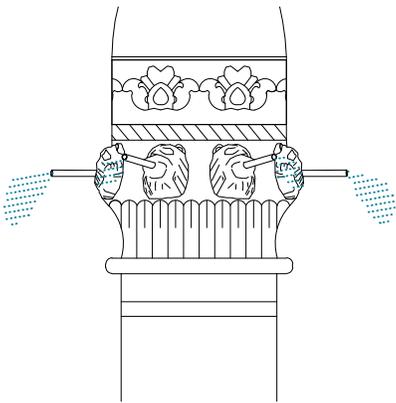
La fuente de la plaza



Detalle de la decoración en los "surtidores sobre pilastras" de la fuente de la plaza



Decoración en la orla de la fuente de la plaza



Detalle del surtidor central, nótese la decoración con cabezas de leones en cada surtidor

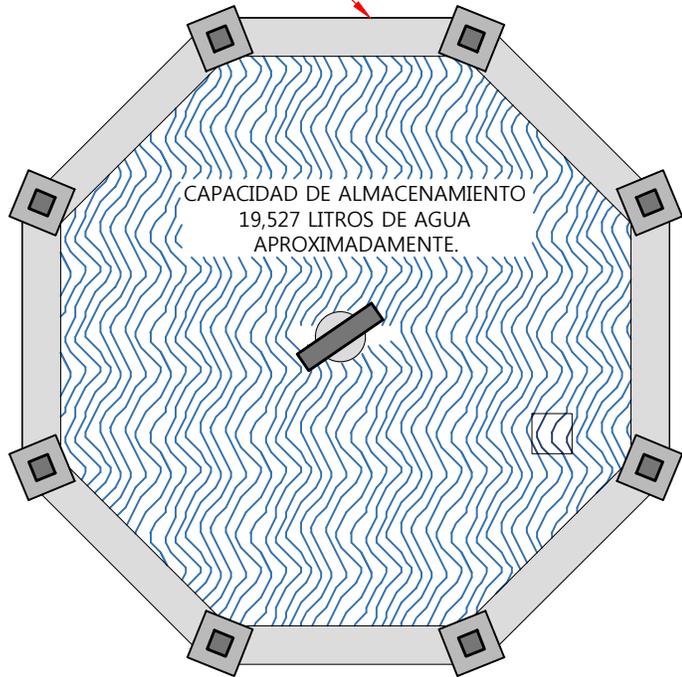


Fotografía en donde se aprecia la herrería virreinal remachada

Escala Gráfica 1:75

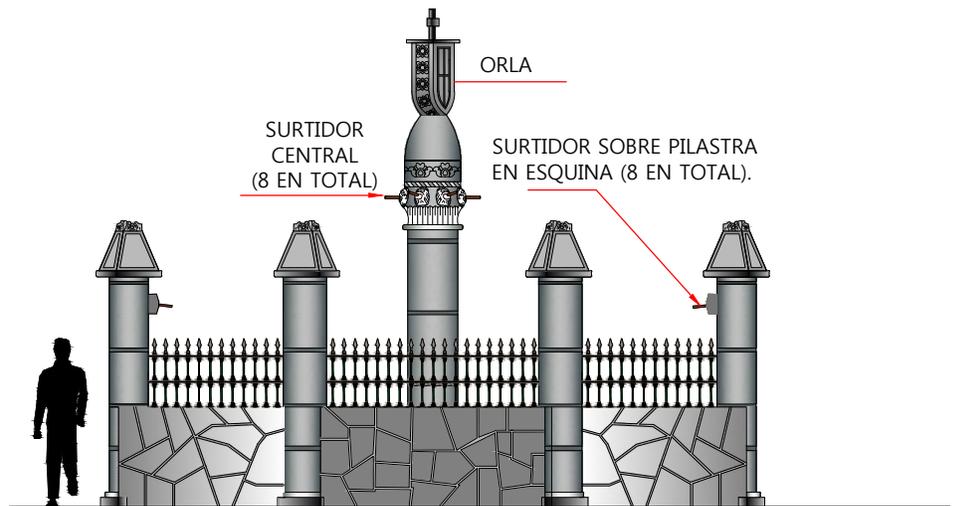


GROSOR DE MURO DE 40CM (PIEDRA CANTERA LABRADA)



CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO 19,527 LITROS DE AGUA APROXIMADAMENTE.

Vista aérea de la fuente de la plaza de Tochimilco, Puebla. Escala 1.75



Alzado de la fuente de la plaza de Tochimilco, Puebla. Escala 1.75

NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		CLAVE DEL PLANO: P-17
PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO		TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICOS, PLANTA, ALZADO Y DETALLES DE LA FUENTE
ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY		

3.2.5.4 Los lavaderos y el desenlace del sistema hidráulico

El sistema hidráulico finaliza con la conducción de agua por el Acueducto 2 para almacenar el agua en una pila, permitiendo su paso por el cáliz³⁴. Al llegar a

la pila, el líquido drenó por un rebosadero³⁵ para dar paso a tres piletas que conformaron los lavaderos. Estos se constituyeron por tabique y sus dimensiones de los dos subsecuentes a la pila uno son de 1.20 x.120 m. La pileta que comunico con el lavadero es de 0.60x 1.20, teniendo una capacidad de almacenamiento de agua por las tres piletas de 4,320 litros aproximadamente.



Fotografía 26. Lavadero del convento franciscano de Tochimilco

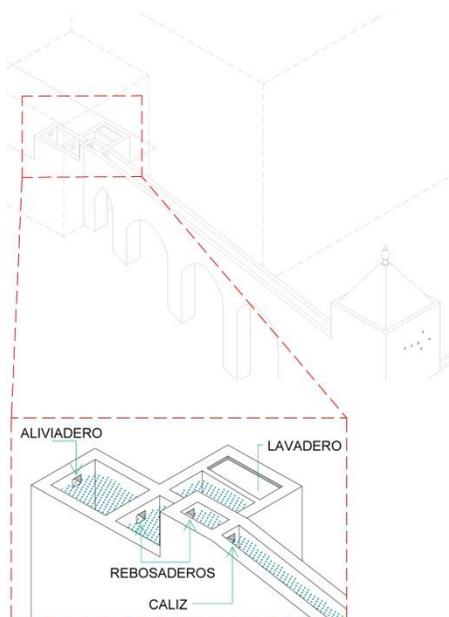


Imagen 39. Isométrico que muestra el desenlace del sistema hidráulico con los componentes de las obras de almacenamiento



Fotografía 27. Pila en donde culmina la conducción de agua por el Acueducto 2

³⁴ Cuando se trata de acueductos, a la abertura que parte su caudal, se le denomina cáliz.

³⁵ Artificio que se fabrica para controlar en los depósitos de agua: por un lado para evitar que se derrame, en sitios no previstos, y por otro conduciendo el excedente a sitios predeterminados.

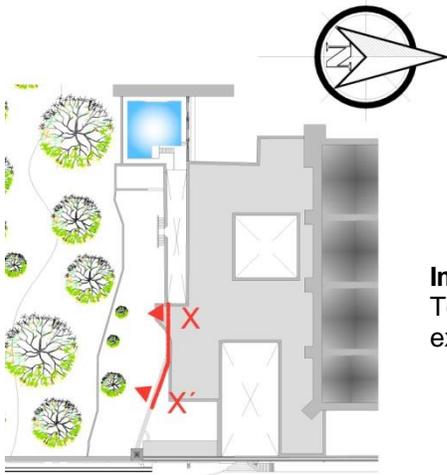


Imagen 40. Vista aérea del conjunto conventual de Tochimilco, en donde se muestra el corte X-X'' para explicar el funcionamiento hidráulico de ese tramo.

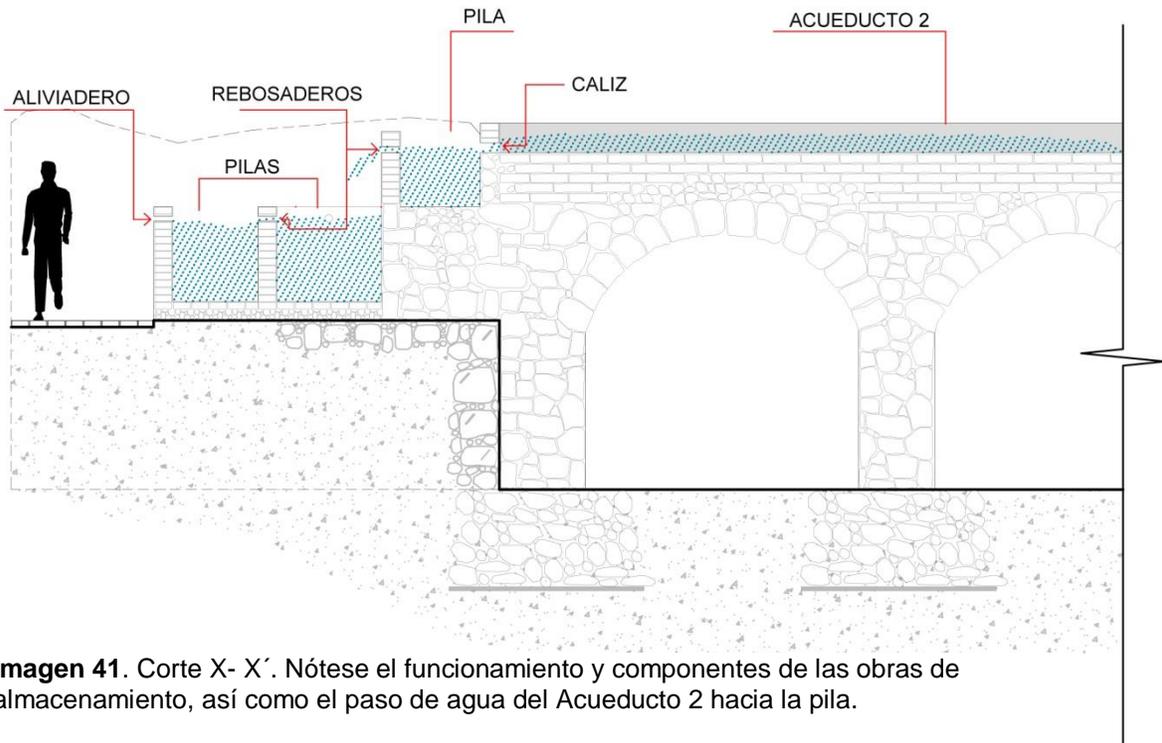


Imagen 41. Corte X- X'. Nótese el funcionamiento y componentes de las obras de almacenamiento, así como el paso de agua del Acueducto 2 hacia la pila.

Capítulo IV:

Plan de manejo para el aprovechamiento cultural del convento franciscano y su sistema hidráulico

4.1 Los valores culturales y naturales en el pueblo de Tochimilco

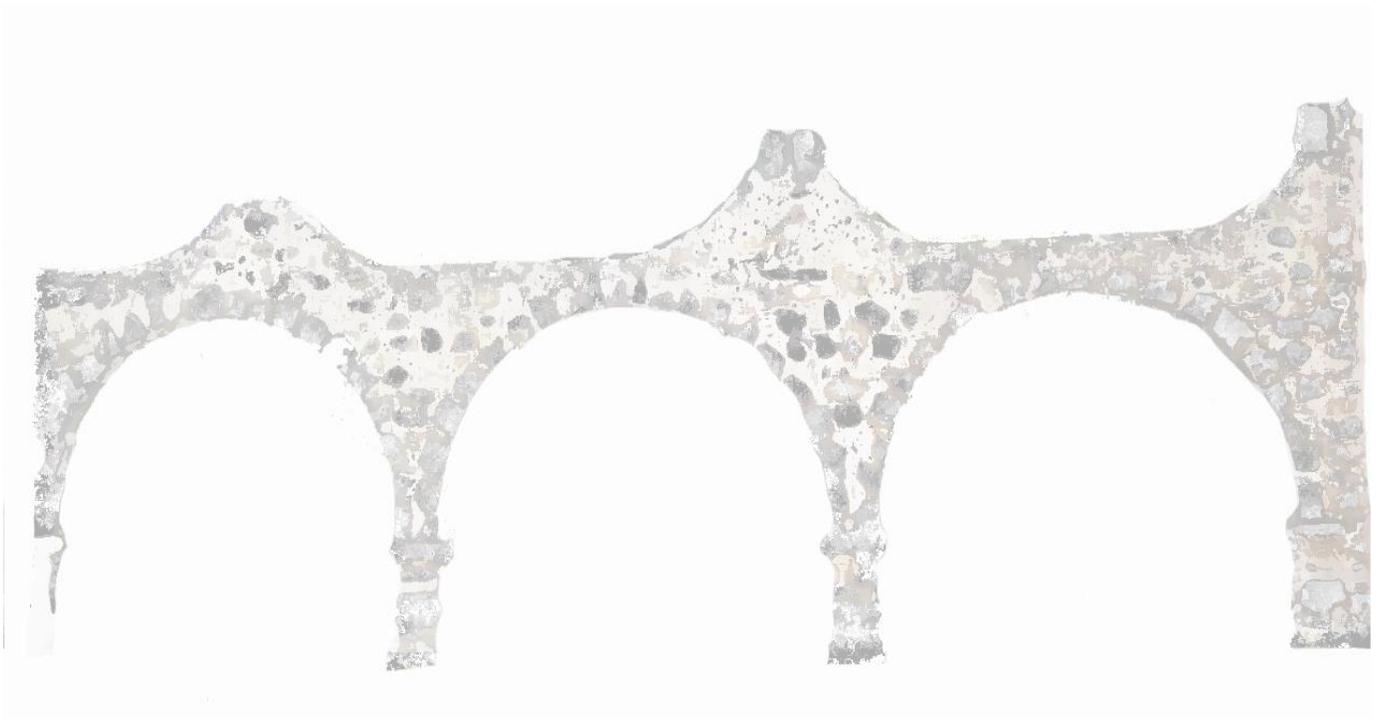
4.2 Estrategias de dignificación

4.3 Integración de la infraestructura hidráulica con la arquitectura conventual

4.4 Acondicionamiento de los espacios del claustro

4.4.1 Programa de necesidades para el Museo del Agua

4.4.2 Programa de necesidades para la Escuela Taller de Artesanías



Capítulo IV:

Plan de manejo para el aprovechamiento cultural del convento franciscano y su sistema hidráulico

La historia de los últimos dos siglos de Tochimilco transcurre en un contexto semejante al de muchos pequeños asentamientos tradicionales, olvidados por los avances de todo tipo: económicos, tecnológicos y culturales. Parte de esa historia es también de incuria y abandono de los valores culturales y naturales. Por ello, en el presente capítulo se propone un plan de manejo en el cual se pueda dignificar la invaluable riqueza cultural y natural que posee el pueblo de Tochimilco

4.1 Los valores culturales y naturales en el pueblo de Tochimilco

Come hemos visto en los capítulos anteriores, el pueblo de Tochimilco tiene una gran historia, la cual vive y se manifiesta a través de su arquitectura, infraestructura hidráulica, traza urbana y sus casas, y que por alguna razón varios de sus espacios están en deterioro y abandono.

Un ejemplo claro es la infraestructura hidráulica que posee Tochimilco, la cual pasa por desapercibida entre los residentes del pueblo, y aún más, por los visitantes que llegan, pues solo tienen el interés de conocer el convento franciscano y la plaza del pueblo, ignorando que existe gran variedad de interesantes elementos hidráulicos que datan desde el siglo XVI, y lo más sorprendente es que en su mayoría aún funcionan.

Además, Tochimilco se encuentra inmerso en un medio físico natural bastante generoso, con visuales extraordinarias que permiten observar la accidentada topografía poblada por masas de árboles.

El convento franciscano “La Asunción de Nuestra Señora” por su historia, monumentalidad y espléndida arquitectura, es habitual que sea el ícono del pueblo y por ende el de mayor interés, sin embargo, también cuenta con un edificio religioso “La capilla del Calvario” construida durante el siglo XVIII, y su traza aún conserva el patrón de asentamiento prehispánico, cada casa se rodea de jardines y amplísimas huertas, todo delimitado por tecorrales, es decir, bardas de piedra volcánica sin mezcla, que sirven de muros de contención.



Fotografía 28. Capilla del Calvario, siglo XVIII



Fotografía 29. Paisaje natural en el pueblo de Tochimilco



Fotografía 30. Acequia para el beneficio de vivienda



Fotografía 31. Arquitectura vernácula

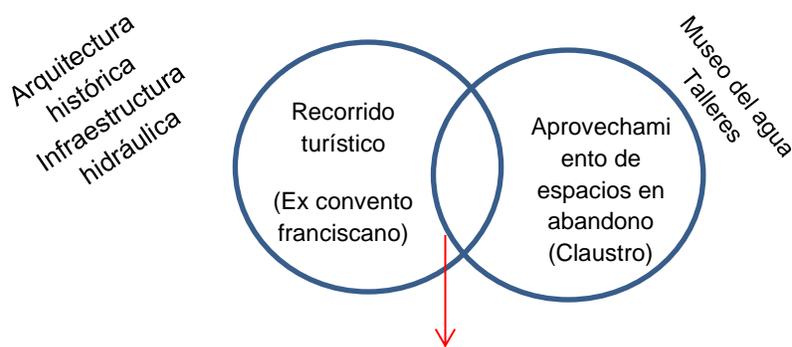
4.2 Estrategias de dignificación

Una de las principales razones por las cuales se desconoce la gran variedad de riquezas culturales y naturales que posee el pueblo de Tochimilco, es la falta de difusión de los valores patrimoniales que se encuentran ahí. Además, el descuido y abandono de sus edificios desprestigian o generan el desinterés de las personas por conocer más sobre pueblo. Sumándose a esto, la falta de espacios culturales, impiden al visitante acercarse a la historia del lugar.

Para dignificar aquellos valores que se encuentran inmersos en el pueblo, se buscan estrategias que permitan la interacción de las personas tanto residentes como visitantes del pueblo a conocer, visitar y fomentar la difusión de los atractivos turísticos del pueblo de Tochimilco.

Como solución a estos puntos, se propone un plan de manejo para el aprovechamiento cultural del convento franciscano y su infraestructura hidráulica, y consiste en un proyecto integral con el objetivo de sugerir dos acciones fundamentales:

- Recuperación de espacios del claustro del ex convento franciscano.
- Recorrido turístico para integrar la arquitectura conventual con su infraestructura hidráulica.



Proyecto integral para el beneficio de los residentes del pueblo, así como estrategias de turismo para el beneficio, difusión y conservación del ex convento de La Asunción de Nuestra Señora, en Tochimilco.

Diagrama 1. Desarrollo del Proyecto

4.3 Integración de la infraestructura hidráulica con la arquitectura conventual

Para vincular los edificios que componen el conjunto conventual con su infraestructura hidráulica, se propone adecuar un recorrido turístico que permita al visitante conocer la arquitectura y tecnología hidráulica que forma parte del ex convento franciscano. En cada edificio u obra hidráulica se implementa una cedula de sitio que permita entender su historia, características arquitectónicas y la función que desempeñó³⁶.

Los destinos que se contemplan para el recorrido turístico son: el templo, claustro, la capilla de la tercera orden, capilla abierta, el atrio, caja repartidora 2, Acueducto 2 , acueducto “Los Arcos” y el aljibe. Además se propone la integración de:

- Un mirador con el objetivo de *contemplar* la arquitectura conventual, la infraestructura hidráulica y el paisaje natural.
- Una zona de servicios, como un espacio de intermedio del recorrido turístico que cuente con: baños públicos, cafetería y un espacio de descanso.

³⁶ Las obras hidráulicas que no formaran parte del recorrido turístico, se contemplan para su explicación dentro del museo didáctico, y estas son: la caja repartidora 1, la caja almacenadora, las acequias y el puente.

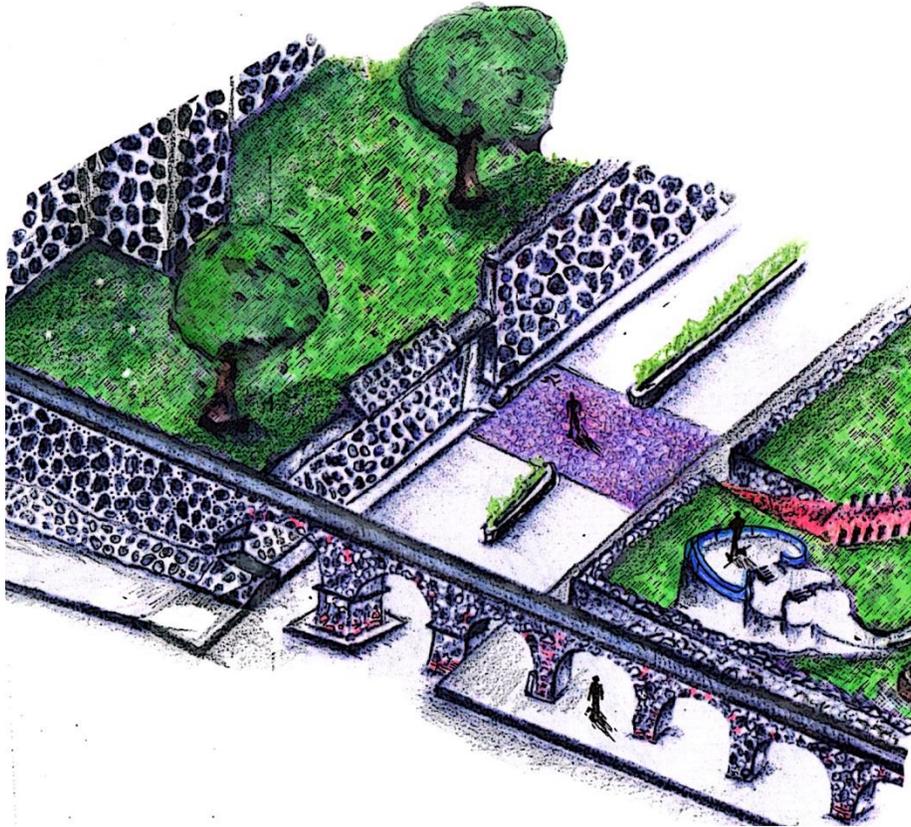


Imagen 42. Mirador como parte del proyecto integral para admirar la arquitectura conventual (nave), la infraestructura hidráulica (canales del acueducto y el canal por barda) y el paisaje natural (huertas).

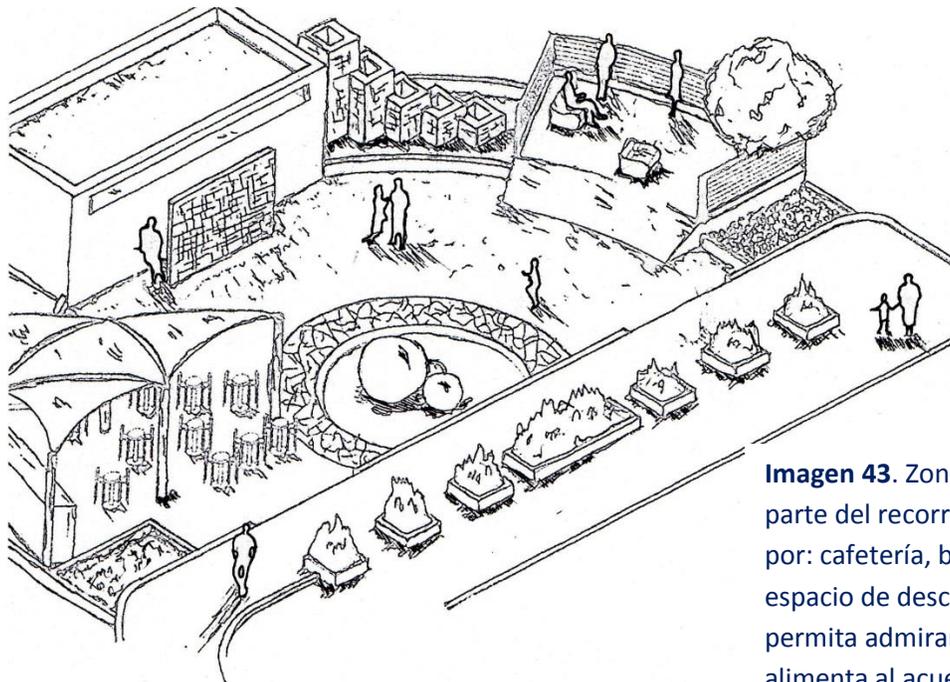
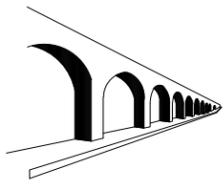


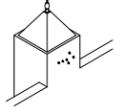
Imagen 43. Zona de servicios como parte del recorrido turístico integrado por: cafetería, baños públicos y un espacio de descanso que a su vez permita admirar la acequia tipo 2 que alimenta al acueducto “Los Arcos”

Propuesta plan de manejo

PUNTOS DE INTERÉS DEL RECORRIDO TURÍSTICO



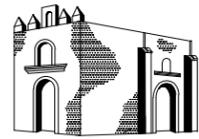
1. ACUEDUCTO



2. CAJA REPARTIDORA



3. ALJIBE



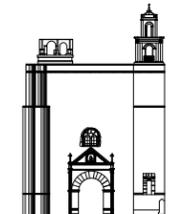
4. CAPILLA DE LA TERCERA ORDEN



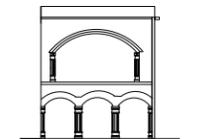
5. PORTALES



6. CRUZ ATRIAL



7. NAVE

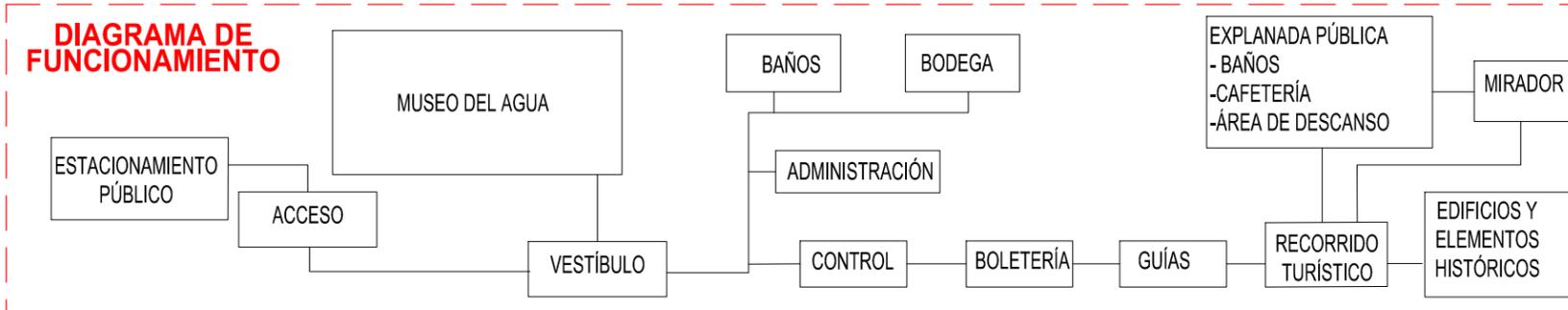
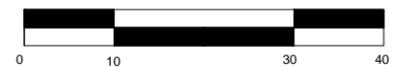


8. CAPILLA ABIERTA



Propuesta Plan de manejo, en donde se puede apreciar el proyecto para el aprovechamiento cultural del ex convento franciscano. escala 1:800

Escala Gráfica 1:800



RECORRIDO TURÍSTICO
 RECORRIDO OPCIONAL

NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS CLAVE DEL PLANO: P-18
		PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO TIPO DE PLANO: PLANTA DE CONJUNTO PROPUESTA PLAN DE MANEJO ARG. LUIS FERNANDO TORAL ECHegaray

4.4 Acondicionamiento de los espacios del claustro

Actualmente, los espacios del claustro se encuentran en abandono o sin uso, por lo cual, se propone el aprovechamiento de estos, acondicionándolos para adecuarlos; primero, a las necesidades que se requieren para la creación de un museo, en donde se pueda conocer los valores histórico-culturales y naturales de Tochimilco; y segundo, la puesta en marcha de talleres para los residentes del pueblo, con el fin de enseñar manualidades y artesanías practicadas en el pueblo.

4.4.1 Programa de necesidades para el Museo del Agua

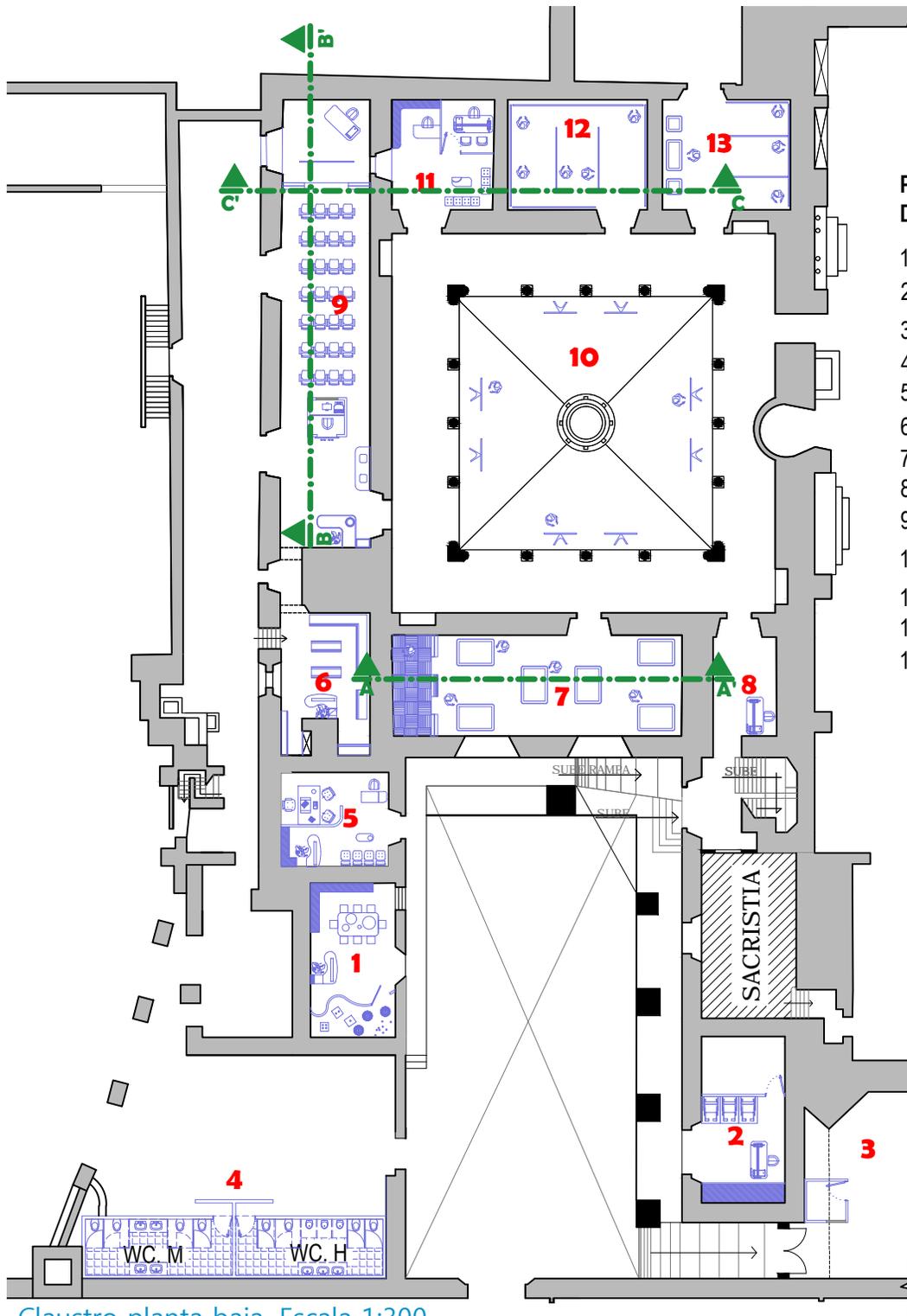
Dentro del plan de manejo a desarrollar, se considera la creación del Museo del Agua, que a su vez interactúe con el recorrido turístico. ([Ver plano 19](#))

Para su adecuación, se propone el acondicionamiento de la planta baja del claustro y en sus espacios se contemplan salas de exposición y audiovisuales en donde se abordarán temas que expliquen la historia de Tochimilco, permitiendo la difusión de su arquitectura así como los valores culturales y naturales que se encuentran ahí. Además se enfatizará sobre su infraestructura hidráulica, con el objetivo de crear interés en el visitante y propicie investigaciones particulares como instrumentos teórico-científico para su preservación.

Los nuevos espacios que se acondicionaran para el nuevo programa arquitectónico del Museo del Agua son:

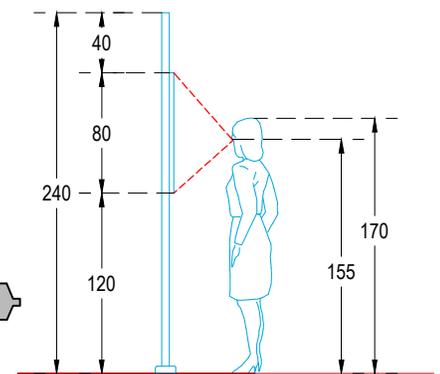
- Tres salas de exposiciones
- Espacio para proyección Audiovisual
- Tienda de artesanías
- Oficinas Administrativas
- Área infantil
- Bodega

Propuesta Museo del Agua (claustro bajo)



PROGRAMA ARQUITECTÓNICO MUSEO DEL AGUA:

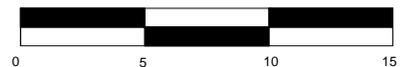
1. AREA INFANTIL
2. BODEGAS DE SERVICIO
3. BOLETERÍA (RECORRIDO TURÍSTICO)
4. BAÑOS
5. DIRECCION
6. TIENDA DE ARTESANÍAS
7. SALA DE EXPOSICIONES
8. CONTROL
9. AUDIOVISUAL
10. EXPOSICIONES ESPECIALES
11. ADMINISTRACIÓN 2
12. SALA DE EXPOSICIONES 3
13. SALA DE EXPOSICIONES 2



MAMPARAS EN S. DE EXPOSICIONES

ESC. 1:50

Escala Gráfica 1:300



Claustro planta baja. Escala 1:300

OBJETIVOS MUSEO DEL AGUA:

PARA EL MUSEO DEL AGUA SE PROPONE EL ACONDICIONAMIENTO DE LOS ESPACIOS DEL CLAUSTRO BAJO DEL EX CONVENTO FRANCISCANO CON EL PROPÓSITO DE DIFUNDIR LAS RIQUEZAS CULTURALES QUE TIENE EL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO (TANTO EN LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA COMO EN LOS EDIFICIOS CIVILES Y RELIGIOSOS), Y A LA FALTA DE UN MUSEO EN LA REGIÓN, SE CONTEMPLA LA RECUPERACIÓN DE ESOS ESPACIOS PÉRDIDOS PARA ADECUARLOS A LAS NECESIDADES DE UN MUSEO

NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		CLAVE DEL PLANO: P-19
	PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO	ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY
	TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICO, PROPUESTA PLANTA BAJA DEL CLAUSTRO PARA MUSEO DEL AGUA	

4.4.2 Programa de necesidades para la Escuela Taller de Artesanías

El espacio destinado para cubrir las necesidades de la Escuela Taller de Artesanías es el claustro alto del ex convento franciscano de Tochimilco. En él se considera enseñar y difundir las artesanías practicada en Tochimilco. Está destinado principalmente para los residentes del pueblo, de tal manera que se conserven las manualidades regionales, impulsando así la economía del pueblo. (Ver plano 20)

En Tochimilco hay una escasa actividad artesanal relevante. Prácticamente se reduce al ramo de frutas en conserva y algunos dulces, así como la preparación de licores de fruta, ya que se ha perdido la antigua tradición del labrado de la madera, tejido de telas, pintura en tela y cestería por la gran dificultad de comercialización. Por ello, se propone la Escuela Taller de Artesanías para acondicionar los espacios del claustro alto para la enseñanza de estas actividades.

Entre los nuevos espacios que se acondicionarán para el nuevo programa arquitectónico de la escuela Taller de Artesanías son:

- Cuatro aulas para talleres: cada una destinada para la enseñanza de las actividades antes mencionadas,
- Sala de exposiciones: en donde se pueda difundir estos valores intangibles que se han ido perdiendo con el paso de los años en el pueblo
- Oficinas Administrativas: para llevar el control y seguimiento de la Escuela Taller de Artesanías.

Propuesta Escuela Taller de Artesanías (claustro alto)

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO ESCUELA

TALLER DE ARTESANÍAS:

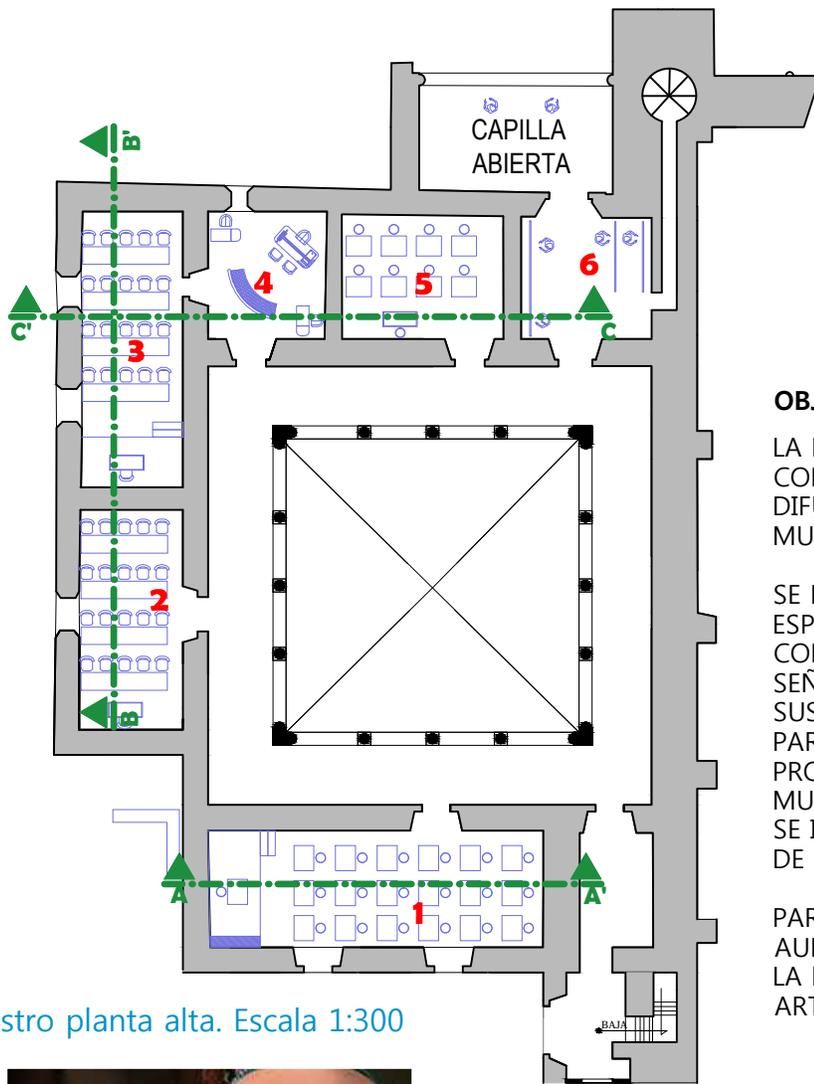
1. TALLERES 1
2. TALLERES 2
3. TALLERES 3
4. ADMINISTRACIÓN
5. TALLERES 4
6. SALA DE EXPOSICIONES PARA TRABAJOS DE ALUMNOS DE LA ESCUELA TALLER

OBJETIVOS ESCUELA TALLER DE ARTESANÍAS:

LA ESCUELA TALLER DE ARTESANÍAS TIENE COMO PROPÓSITO CONSERVAR, ENSEÑAR Y DIFUNDIR LAS ARTESANÍAS PRACTICADAS EN EL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO.

SE PROPONE LA RECUPERACIÓN DE LOS ESPACIOS DEL CLAUSTRO ALTO DEL EX CONVENTO DE "LA ASUNCIÓN DE NUESTRA SEÑORA", LOGRANDO LA REVITALIZACIÓN DE SUS ESPACIOS A UN ENTORNO ATRACTIVO PARA LA ENSEÑANZA, APROVECHANDO EL PRODUCTO PARA SU DIFUSIÓN Y VENTA EN EL MUSEO DEL AGUA. DE ESTA MANERA, TAMBIÉN SE IMPULSARÍA LA ECONOMÍA DEL MUNICIPIO DE TOCHIMILCO.

PARA LA ESCUELA TALLER SE CONTEMPLAN 4 AULAS DESTINADAS A LA ENSEÑANZA PARA LA PRÁCTICA DE DE LAS SIGUIENTES ARTESANÍAS.:



Claustro planta alta. Escala 1:300



TEJIDO DE BLUSAS



TALLA DE MADERA

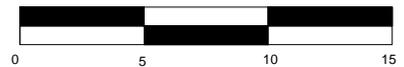


PINTURA EN TELA



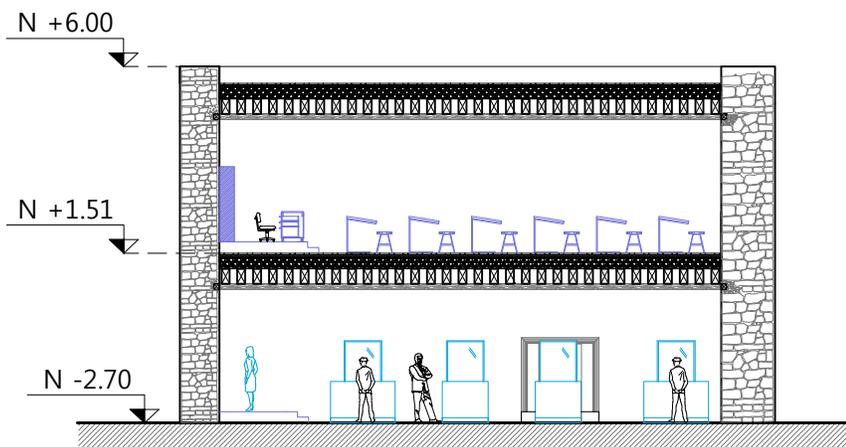
CESTERÍA

Escala Gráfica 1:300

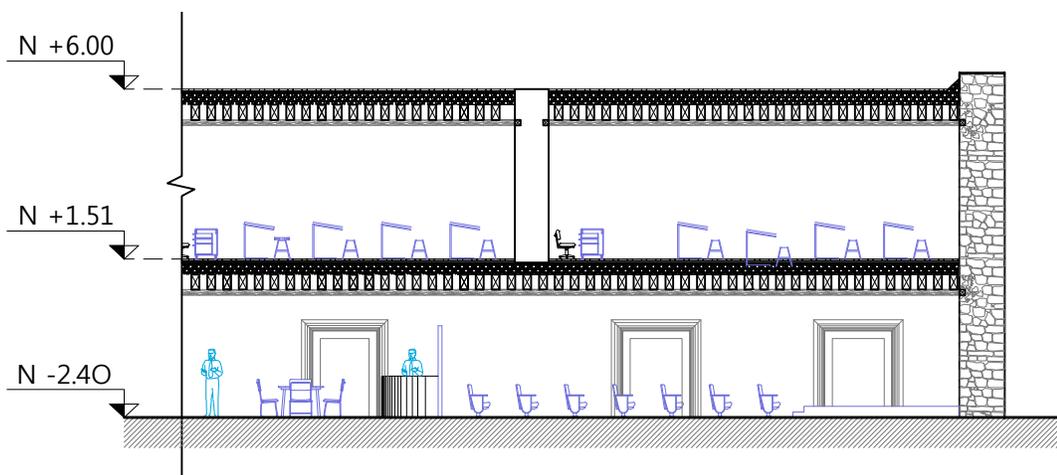


NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO
TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICO, PROPUESTA PLANTA ALTA DEL CLAUSTRO PARA ESCUELA TALLER DE ARTESANÍAS		CLAVE DEL PLANO: P-20
		ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

Cortes arquitectónicos en el claustro del ex convento "La Asunción de Nuestra Señora" Tochimilco, Puebla



Corte A-A'. Escala 1:200



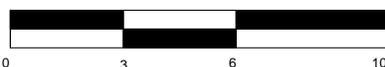
Corte B-B'. Escala 1:200



Corte C-C'. Escala 1:200

+++ LOS CORTES ARQUITECTÓNICOS PUEDEN OBSERVARSE EN LAS PLANTAS DE LOS PLANOS DEL CLAUSTRO (PLANOS 19 Y 20)

Escala Gráfica 1:200



NORTE	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO	MAESTRÍA EN ARQUITECTURA
		CAMPO DE CONOCIMIENTO: RESTAURACIÓN DE MONUMENTOS
		CLAVE DEL PLANO: P-21
	PROYECTO: CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO EN EL PUEBLO DE TOCHIMILCO	
	TIPO DE PLANO: ARQUITECTÓNICO, CORTES CLAUSTRO DEL EX CONVENTO FRANCISCANO	ARO. LUIS FERNANDO TORAL ECHEGARAY

Conclusiones

El agua como recurso vital, fue uno de los principales elementos que permitieron la estabilidad económica, política y social en el pueblo de Tochimilco, puesto que fue indispensable para el riego de tierras de indios y españoles. La existencia de varios ojos de agua favoreció el desarrollo de una agricultura intensiva y de esta manera se concibió un pueblo productor y auto consumidor desde los primeros años virreinales.

El proceso de colonización y mezcla de culturas en la Nueva España provocó un cambio e intercambio de conocimientos. En el presente trabajo se estudió particularmente la infraestructura hidráulica y sus técnicas para la manipulación del agua durante el siglo XVI, recordando, que los españoles aprovecharon los sistemas hidráulicos existentes, para después adecuarlos, retomarlos o emplear sus técnicas para la construcción de nuevos sistemas.

Durante el siglo XVI, los diferentes tipos de fuentes de abastecimiento fueron los que impulsaron a emplear sistemas hidráulicos para el beneficio del pueblo y convento franciscano de Tochimilco, en donde los frailes idearon técnicas y soluciones para la captación de agua pluvial y superficial. De esta manera se analizaron dos sistemas hidráulicos por separado que beneficiaron las tierras para el cultivo y satisficieron las necesidades domésticas de los pobladores. Para el óptimo aprovechamiento del vital líquido se realizaron obras de captación, conducción, distribución, control y almacenamiento, articulando sistemas hidráulicos.

Por esas razones, este tipo de infraestructura forma parte de un patrimonio cultural, y debe ser atendido con las mismas consideraciones que los edificios históricos o artísticos, ya que en ellos hay grandes conocimientos tecnológicos que durante la época virreinal se resolvieron para dotar de agua a los pueblos, ciudades o villas. Por ello, es importante preservar estas construcciones, que en Tochimilco, en su mayoría aún continúan funcionando como en sus inicios, por lo cual, deben atenderse con constantes trabajos de mantenimiento para su conservación.

Si bien es importante proteger este tipo de construcciones, también las investigaciones, estudios y análisis de la infraestructura hidráulica virreinal, son actividades que sustentan su importancia, y en gran medida, son un medio de difusión para darlas a conocer y fomentar el interés para su preservación

Finalmente, el presente trabajo, permitió analizar las soluciones arquitectónicas que se idearon para dirigir el líquido, sin embargo, también es motivo de otros cuestionamientos por descubrir, analizar y estudiar; por ejemplo, en lo referente a los sistemas hidráulicos empleados en otros municipios o pueblos del Estado de Puebla u otras regiones. Mediante su estudio se podrá conocer si existe un modelo tipo, o bien, si se pueden clasificar de acuerdo a un patrón. Por ello, para futuros estudios se espera que este trabajo aporte las bases para su continuidad, pudiendo ser un medio para comprobar y comparar la infraestructura hidráulica en otras regiones del país.

Glosario

Terminología hidráulica *

Abatimiento: disminución del nivel del agua en un canal, por cualquier causa.

Acequia: canal pequeño, zanja, cauce o conducto de agua descubierto y generalmente destinado al riego.

Acueducto: conducto, cañería, canal de agua. Construcción subterránea o área destinada a conducir el agua; en este último caso, generalmente adopta la forma de una arcada que soporta un canal o tubería de abastecimiento de dicho recurso hidráulico.

Agua abajo: Hacia la parte inferior de una corriente.

Agua arriba: Hacia la parte superior de una corriente.

Aguas broncas: son las aguas que circulan por un río o corriente en las épocas de avenida.

Aguas permanentes: son las aguas que escurren por una corriente y que mantienen cierto caudal o gasto durante todo el año, aunque dicho gasto varíe de acuerdo con la época de lluvias y de secas.

Aguas sobrantes: aguas que salen por el derrame o fuera del sistema de regadío después del riego.

Albañal: canal o alcantarillado.

Albarradón: En México, término antiguo de ingeniería hidráulica, empleado desde el siglo XVI para designar una obra de defensa contra las inundaciones; equivale en este sentido a dique.

*Fuente: Glosario técnico de términos hidrológicos, adoptado en el primer Seminario Latinoamericano de Irrigación realizado en Lima, s.f. (Biblioteca del Archivo Histórico del agua).

Aljibe: pozo, depósito subterráneo que sirve para recoger el agua de lluvia. Depósito de agua.

Arca: en su acepción hidráulica, se le da una equivalencia de recinto o caja de agua, o bien de registro de cañería.

Bocatoma: estructura que permite regular las entradas hacia una red de conducción en un sistema de riego. Estructura de captación en un río.

Bordo: sinónimo de aguaje, así se le domina por lo común al reparo hecho de céspedes y estacas que forman los agricultores en los campos para represar el agua de lluvia o las que derraman los arroyos en las crecientes, ya sea para formar agujajes que sirvan en tiempo de secas o para enlamar las tierras. Se hace también para prevenir inundaciones en las tierras de labor.

Buey de agua: antigua medida hidráulica equivalente a 155,2 litros de agua por segundo.

Caja de agua: construcción arquitectónica que alberga un tanque o recipiente donde se guarda o concentra el agua proveniente de algún acueducto, para de allí tomarse para los diferentes menesteres de la población.

Caja distribuidora: estructura que se emplea para regular el agua que se distribuye a los predios de una finca.

Canal: conducto o tubo, cauce artificial que sirve para que corra el agua.

Canal derivador: el canal que deriva agua de una corriente a otra, de una corriente a un vaso, o de una corriente o vaso a un sistema de canales de riego.

Cauce: lecho de un río, canal o acequia. Conducto abierto por el que fluye una corriente de agua.

Caño: canal angosto, albañal.

Ciénega: lugar o paraje lleno de cieno o pantanoso.

Cortina: muro principal de las presas y otras construcciones destinadas a la captación de agua.

Cuerpo de agua: lugar específico dentro de una topografía. Lecho natural. Se refiere al agua que se encuentra visible en la superficie de un terreno.

Cultivo: plantas de la misma especie que han sido sembradas en una superficie continua.

Curso de agua: un curso natural para la corriente de aguas.

Dedo: en las medidas antiguas, era una de las 48 partes en que se dividía la vara castellana. Se usaba también para definir una porción pequeña, como un dedo de pan, un dedo de cebada o un dedo de agua. En relación con esta última, por lo común se otorgaba como gracia de los ayuntamientos o los virreyes a las familias más pobres, de manera gratuita y con derechos de usar esa pequeña cantidad para siempre, denominándose por ese hecho dedo perenne.

Derechos de agua: los derechos legales sobre el uso del agua. Consisten en derechos ribereños y aquéllos adquiridos por apropiación o por prescripción. Derechos ribereños son los que tiene un propietario ribereño sobre el uso del caudal que colinda con una finca o la atraviesa. Derechos apropiados son aquéllos adquiridos por un individuo por el uso exclusivo del agua basada estrictamente en la prioridad de la apropiación y aplicación del agua, a uso benéfico y sin limitación del sitio de uso a las tierras ribereñas. Derechos prescritos son aquellos por los cuales se adquiere el título legal debido a la prolongada posesión y uso sin protesta de otras partes.

Derrame: declive de un terreno por donde corre o puede correr el agua.

Desagüe: eliminación de agua sobrante de la superficie del suelo. Canal que recoge el agua excedente del riego y lo conduce a los drenes. Estructuras para evacuar el agua.

Desazolve: acto de extraer el material acumulado en un cauce, canal, depósito, etc., hasta obtener la sección original o de proyecto.

Deslindar: acción de marcar y señalar mediante procedimientos topográficos los límites y extensión de una o varias propiedades, municipios o estados.

Dique: muro o reparo artificial para contener las aguas.

Distribuidor: depósito o artefacto para distribuir el agua uniformemente en o desde un canal. Conducto pequeño que deriva el agua de los canales secundarios a las fincas o parcelas.

Dren: tubo, canal u otro medio que se emplee para practicar el drenaje o desagüe de una población.

Fuente: cuerpo de arquitectura hecho de fábrica y adornado, para arrojar agua por uno o varios caños dispuestos en él. Aparato artificial con el que se hace salir el agua en las calles o plazas, trayéndola en cañada desde los manantiales o depósitos.

Herido de agua: caída de agua, generalmente aprovechada para producir fuerza motriz en los molinos.

Naranja de agua: medida hidráulica urbana equivalente a 8 reales o 144 pajas de agua, igual a 64.8 litros de agua por segundo.

Paja de agua: antigua medida de agua consistente en un diámetro equivalente a grano y medio escaso, o sea, más o menos el diámetro del cañón de una pluma de ave. Una paja de agua equivalía a .45 litros de agua por minuto. Por su parte, una merced de agua equivalía a 5 pajas, es decir, a 2.25 litros de agua por minuto.

Pila: piezas de piedra u otro material, cóncava y profunda, para recibir el agua.

Portillo o (ladrón): la abertura que se hacía por lo general en los acueductos para robar por esas fisuras o conductos el agua proveniente de los ríos y manantiales.

Pozo: perforación vertical que se practica en el terreno hasta llegar a la capa freática, para obtener agua potable, para el riego y otros usos.

Presa: pared o muralla de sillería o mampostería que se hace a través de un río, arroyo o canal para detener el agua a fin de derivarla fuera del cauce, aumentar su nivel y embalsarla con fines de riego, mover molinos, generación de energía eléctrica, etc.

Real de agua: medida hidráulica equivalente a 18 pajas, o sea, la octava parte de una naranja de agua, igual a 8.10 litros de agua por minuto.

Tanda de agua: aprovechamiento de un volumen específico de agua por turnos establecidos de acuerdo con los derechos de cada usuario.

Taza repartidora: receptáculo de piedra, cuadrada o redonda, donde vacían el agua los acueductos, para allí ser distribuida a los núcleos de población.

Venero: Manantial de agua.

Vertedero: estructura de escape para dar salida a los excesos de agua. Conducto en o alrededor de una presa para la liberación del agua en exceso. Estructura por donde se vierte el agua. Se utiliza para evacuar excedentes y para aforar los volúmenes de agua que pasan por ella.

Vista de ojos: se llama de esta manera a la diligencia judicial o extrajudicial de ver personalmente alguna cosa con la finalidad de informar con seguridad de ello y tener los elementos para juzgar con acierto.

Bibliografía

- .Alberti, Leon Battista, 1485. *De Re Aedificatorias* Akal, . Madrid, 1991.
- Arredondo Gutiérrez Rómulo. (1991). *Enciclopedia de los municipios de Puebla, Tochimilco* .Centro Nacional de Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Puebla.
- Báez Macías, Eduardo. (1969). *Obras de fray Andrés de San Miguel*. México, UNAM.
- Bibriesca Castrejón, José Luis. (1960). *El agua potable en la República Mexicana*. Talleres Gráficos de la Nación, México.
- Cantú Bolland, Carlos. (1995). El puente-acueducto Tembleque, en *Cuadernos de Arquitectura virreinal*, Facultad de Arquitectura, UNAM, México.
- Camacho Pichardo, Gloria. (1998). *Repartimiento y conflicto por agua en los valles de Atlixco e Izúcar (1550-1650)*. CIESAS, México.
- Castañeda González, Roció. (2005). *Las aguas de Atlixco. Estado, haciendas, fábricas y pueblos, 1880-1920*. AHA-CIESAS. México.
- Castillo Farreras, Víctor M. (1978). *El Códice Mendocino*. Historia de México, México. Salvat.
- Comisión Nacional del Agua. (Noviembre 2009). *Semblanza Histórica del agua en México*. SEMARNAT.
- Chávez Orozco, Luis. (1950). *La irrigación en México. Ensayo histórico. Problemas agrícolas e industriales de México, 2: II*, México.
- De San Nicolás, Laurencio. (1989). *Arte y Uso de la Arquitectura*. Albatros Ediciones, Madrid, 1era parte. 124 folios/ Albatros Ediciones. Colección de Juan de Herrera dirigida por Luis Cervera Vera. Citado en Loyola Vera, Antonio. (1999).

Sistemas hidráulicos en Santiago de Querétaro: siglos XVI-XX. Gobierno del Estado de Querétaro, Querétaro.

De Santa Cruz Polanco, Pedro (1594). Tierras. 635, cuad.4, f.36 , Archivo General de la Nación.

Duverger, Christian. (1979). *Agua y fuego. Arte sacro indígena de México en el siglo XVI*. Editions Du Seuil. Paris.

Florescano Mayet, Enrique, (1975). *Haciendas, latifundios y plantaciones de América latina, mexicana*, Siglo XXI.

Galván, Mariano, Ordenanzas de tierras y aguas, o sea formulario geográfico judicial, 3º edición corregida y aumentada, México, s/e, 1849.

García Icazbalceta, Joaquín. Colección de documentos para la historia de México. 2 vols., México. Librería de Andrade, J.M. (1886). *Historia de los mexicanos por sus pinturas*. En Anales del Museo Nacional de México, primera serie, vol. II, Pp.105-106.

Galván, Mariano (1849). *Ordenanzas de tierras y aguas, o sea formulario geográfico judicial*. 3º edición corregida y aumentada, México, s/e.

González de Cossío, Francisco. (1952). *El libro de las tasaciones de pueblos de la Nueva España, siglo XVI*. AGN, México.

González Sánchez, Isabel. (1997). *Haciendas, tumultos y trabajadores: Puebla-Tlaxcala, 1778-1798*. INAH, México.

Icaza Lomelí, Leonardo. (1985). *Arquitectura para el agua durante el virreinato en México*. Cuadernos de Arquitectura virreinal. México. UNAM, Facultad de Arquitectura.

Icaza Lomelí, Leonardo F. (2009). *Glosario de términos hidráulicos*. Boletín de monumentos Históricos. INAH n°16, México, D.F.

Icaza Lomelí, Leonardo F. (2009). *Mudejerías novohispánicas del agua*. Boletín de monumentos Históricos. INAH n°16, México, D.F.

Icaza Lomelí, Leonardo; Terán Trillo, Yolanda; Urdapilleta Pérez. Las obras hidráulicas en las épocas prehispánicas y colonial. Citado Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (Noviembre 2009). *Semblanza Histórica del Agua en México*. México.

INEGI-CONAGUA, (2007). Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México.

Kubler, George.(2012) *Arquitectura Mexicana del siglo XVI*. Fondo de Cultura Económica. México.

Lastranosa Pedro Juan (Seudo Juanelo Turriano), (facs. Del manuscrito del siglo XVI). *Los veintiún libros de los ingenios y de las máquinas* . fig. 477, Madrid, Biblioteca Nacional/ Ministerio de Cultura/ Fundación Juanelo Turriano, 1996, f. 465v.

Meade de Angulo. *Mercedes*. (1992). *Cartografía del estado de Puebla siglo XVI*. Archivo General de la Nación INAH. México.

Medina Rubio, Arístides. (1983). *La iglesia y la producción agrícola en Puebla, 1640-1795*. El colegio de México, México.

Menéndez y Pidal, Ramón (1973). Recopilación de leyes de los Reynos de Indias, Madrid, Editorial de Cultura Hispánica, 4 ts.: lib, IV, tit. XII, ley XVII

Palerm, Ángel. (2007). *Agua y agricultura*. Universidad Iberoamericana. DF. México.

Paredes Martínez, Carlos. (1991). *La región de Atlixco, Huaquechula y Tochimilco*. México, FCE.

Pastrana Salcedo, Tarsicio. (2008). *Agua y Arquitectura e ingeniería hidráulica virreinal*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Pavón Maldonado, Basilio. (1990). *Tratado de arquitectura Hispanomusulmana*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.

Pérez Macuil, María de los Ángeles. (2004). *Guía del Archivo Municipal de Tochimilco*. Puebla. Adabi, México.

Puga, Vasco de. (1878). *Provisiones, cédulas, instrucciones de su majestad*, México. El Sistema Postal, 2 ts.

Rojas Rabiela, Teresa y Sanders William T. (1989). *Historia de la agricultura, época prehispánica, siglo XVI*. INAH, México.

Rojas Rabiela, Teresa; Sánchez Rodríguez, Martin; Birrichaga, Diana; Escobar Ohmstede, Antonio. (Noviembre, 2009). *Las obras hidráulicas en las épocas prehispánicas y colonial. Semblanza Histórica del Agua en México*. México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ruiz Solórzano, Mirna Lorena. (2012). *Sistemas de abastecimiento y distribución hidráulica en los conventos franciscanos y agustinos en el Michoacán Virreinal*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México.

Salazar Exaire, (2000). *Uso y distribución del agua en el valle de Tehuacán*, CONACULTA-INAH, México, D.F

Sandre Osorio, Israel. (2005). *Documentos sobre posesión de aguas de los pueblos indígenas del Estado de México, siglos XVI al XVIII*. AHA-CIESAS. México, DF.

Santa María Olmos, Lorenzo Xavier. Tierras. 635, exp1, cua.4, f.48. Archivo General de la Nación.

Sáenz de Escobar, Joseph. (1749). *Geometría práctica y mecánica dividida en tres tratados*.

Taylor, William B. (1975) .*Land and water rights in the viceroyalty of New Spain*
Citado en *New Mexico Historical Review*,(1975). num. 50.

Victoria Ojeda Jorge y Grosjean Abimerhi Segio. (2009). Los Chulubo'ob.
Arquitectura para el agua en la sierra yucateca durante la época colonial.
Boletín de monumentos históricos.

Vitruvio Polion (1787). *Los diez libros de Architectura*. Traducido por Ortiz y Sanz,
Joseph. Libro 8avo, Madrid, Imprenta Real.

Zorita, Alonso de. (1974) *Leyes y ordenanzas reales de las Indias del Mar Océano*,
Secretaría de Hacienda y Crédito Público. México.