

Gremium 3

Teoría-Historia-Técnica

www.editorialrestauro.com.mx, contacto@editorialrestauro.com

Tecnología Virreinal

Sistema hidráulico para el beneficio del pueblo de Tochimilco durante el siglo XVI

La Tecnología para la Producción de Sal en la Mixteca Alta

La Industrialización de las Salinas del Peñón Blanco caso laguna de Santa María

Los hornos en el beneficio de los metales en la Nueva España siglo XVI-XVIII

Gremium

Revista de Restauración Arquitectónica

Revista Gremium® es una publicación de Editorial Restauro Compas y Canto®
Volumen 02
Número 03
Enero-Julio 2015
ISSN 2007-8773



Gremium

Consejo Editorial

Tarsicio Pastrana Salcedo	Director
Héctor César Escudero Castro	Editor Jefe
Victor Quintana Salinas	Editor Principal
Carlos Iván Gómez Calderón	Editor Digital
Milton Montejano Castillo	Asesor
Diana Ramiro Esteban	Asesor
Mariana Romero Deverux	Asesor
Luis Carlos Cruz Ramírez	Indización

Comité Técnico-Diseño

Carlos Iván Gómez Calderón
Cindy Rea

Comité Técnico

Corrección De Estilo

Mtro. Felipe de Jesús Vázquez y Amador
Mtro. José Matínez Cano

Miembros Honorarios

Alberto Pérez-Gómez
Virginia Isaak Basso
Daniel Acosta Esparza
Pedro Canales Guerrero
Luis Arnal Simón
Francisco Javier López Morales

Revista indizada en el Directorio LatIndex



Gremium®, año 2, No. 3, Enero - Julio, revista de Restauración Arquitectónica, es una Publicación semestral editada por Editorial Restauro Compás y Canto S.A. de C.V., Eje central Lázaro Cárdenas No.13 Despacho 1107, México D.F., Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06700, Tel. (55) 186182, www.editorialrestauro.com.mx, contacto@editorialrestauro.com.mx. Editores responsables: Héctor César Escudero Castro, Tarsicio Pastrana Salcedo. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2014-032011580300-102, ISSN: 2007-8773, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, (Área Técnica, Cyndy Rea Núñez, Carlos Iván Gómez Calderón, Eje central Lázaro Cárdenas No.13 Despacho 1107, México D.F., Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06700, Tel. (55) 186182), fecha de última modificación, 30 de diciembre de 2014.



Cómite Científico

María Martha Lupano	Argentina	FADU-UBA
Silvia Bossio	Argentina	UBA / Concepto Urbano G&B
Karina Monteros Cueva	Ecuador	Universidad Loja
Bernardino Lindez Vilchez	España	Universidad de Granada
Félix Pinto Martín	España	ACEM
Mario Francisco Ceballos Espigares	Guatemala	Universidad San Carlos de Guatemala.
Agostino Bossi	Italia	Federico II / Architettura degli Interni e Allestimento
Ludovico Fusco	Italia	Federico II
Olimpia Niglio	Italia	Esempi di Architettura
Ricardo Caffarella	Italia	Poli Milan / Studio progettazione
Alejandro Jiménez Vaca	México	IPN
Ana Lilia de la Torre Saucedo	México	Justo Sierra
Aurelio Sánchez	México	UAY/Mérida
Eugenia Acosta Sol	México	IPN
Fernando Peña Mondragón	México	UNAM / Instituto de Ingenieria UNAM
Ignacio Rabia Tovar	México	Investigador Independiente
Jimena de Gortari Ludlow	México	UAM / Universidad Iberoamericana de México
Lirio Suárez Amendola	México	INAH Campeche
Luis Fernando Cabrera Castellanos	México	Universidad Quintana Roo
Luis Fernando Guerrero Baca	México	UAM / ENCRYM
María Sánchez Vega	México	Museo Franz Mayer
Miguel Ángel Vite Pérez	México	IPN
Ricardo Gómez Maturano	México	IPN
Salvador Esteban Urrieta García	México	IPN
Victor Pérez Cruz	México	Universidad Autonoma Benito Juarez de Oaxaca
Yuriko Silva	México	Universidad Iberoamericana / La Salle México
Ikuo Kusuhara	Japón	UNAM
Yuko Kita	Japón	UNAM

Autores de los artículos en este número

Luis Fernando Toral
 Ricardo Antonio León Hernández
 Xochilt M. Guevara Correa
 Andrea Monroy

Fotografía de portada y contraportada

Molino de Xuchimangas
 Tarsicio Pastran Salcedo

Revisión Técnica en este número

Silvia Bossio
 Bernardino Lindez Vilchez
 Luis Fernando Guerrero Baca
 Alejandro Jiménez Vaca
 Ikuo Kusuhara
 Karina Monteros Cueva
 Mariana Romero Deverux
 Aurelio Sánchez
 Ana Lilia de la Torre Saucedo

Gremium® es una revista de publicación semestral, enfocada a la investigación científica de la restauración y conservación del patrimonio urbano arquitectónico. Está dirigida a estudiantes, arquitectos e investigadores de la restauración arquitectónica. Los artículos pueden estar enfocados al análisis del objeto patrimonial desde lo histórico, teórico o técnico. La presentación y disposición, en conjunto, son propiedad de la Editorial Restauro Compás y Canto S.A. de C.V. y de los autores que en ella participan que con su consentimiento, puede ser producida, o transmitida, por cualquier sistema o método electrónico o mecánico, incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información, siempre y cuando se otorgue el crédito al autor y a la editorial. La responsabilidad de los artículos publicados en la revista Gremium recae, de manera exclusiva, en sus autores y su contenido no refleja necesariamente el criterio editorial.





Molino de Cuilapán. Registro fotografico por T. Pastrana (2013)

Indice

Index

Editorial5

Editor's Letter

Tarsicio Pastrana Salcedo

Sección Histórica

Sistema Hidráulico para el beneficio del Pueblo de Tochimilco durante el siglo XVI6

Hydraulic infrastructure of the XVI century in Tochimilco village's

Luis Fernando Toral Echegaray

La Tecnología para la Producción de Sal en la Mixteca Alta19

Technology for Salt Production in the Mixteca Alta

Ricardo Antonio León Hernández

La Industrialización de las Salinas del Peñón Blanco caso laguna de Santa María ...34

The industrialization of Salins Peñón Blanco case lagoon Santa Maria

Xochitl Minerva Guevara Correa

Los Hornos en el Beneficio de los Metales en la Nueva España Siglo XVI-XVIII50

The Ovens in the Production of Metals in New Spain XVI-XVIII Century

Andrea Monroy Braham

Reseña

Icaza Lomelí, L. F. (2014). Tecnología Hidráulica de las Haciendas de Tlaxcala. México D.F.: Instituto Nacional de Antropología e Historia60

Hydraulic technology Haciendas de Tlaxcala

Luis Carlos Cruz Ramírez

Lineamientos de Publicación.....62

Guideline for Authors

Comite editorial Gremium | Gremium Editorial Committee

Editorial

Editor's Letter

La tecnología es una aplicación. Aterriza los conocimientos científicos, los convierte en bienes, productos y servicios. Según el diccionario de la RAE(2015) en su primera definición tecnología es: *“Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico”*.

Esta definición acentúa el carácter pragmático y además recuerda el añejo debate entre artes libres y artes mecánicas, las primeras reservadas a los hombres que solo querían conocer por el placer de conocer provenientes de clases sociales con la vida resuelta, las segundas restringidas a los hombres que tenían que vivir de la aplicación del conocimiento, artesanos principalmente, los primeros juzgaban duramente a los segundos, que tenían que aplicar esos conocimientos *“puros”* para obtener su subsistencia. Y a todo esto ¿Dónde entra la arquitectura? es muy simple es el escenario del proceso productivo. La arquitectura genera el espacio donde la tecnología se aplica, en si el componente tecnológico de la arquitectura es dominante y es parte intrínseca de su existencia. Aviva el debate de la arquitectura como ciencia o la arquitectura sirviéndose de la ciencia por medio de la tecnología. Ahora bien, si mezclamos la obtención de bienes, de la parte tecnológica, con la arquitectura y lo analizamos en una etapa en particular obtenemos el tema principal de este número de la revista Gremium, *“Tecnología Virreinal”*

Es de particular importancia entender la relación entre los procesos de obtención de los productos, las máquinas y la arquitectura, si consideramos que la arquitectura en estos casos se convierte en un accesorio subordinado enteramente al proceso productivo, podríamos aventurarnos a decir que la arquitectura es una parte más de esa máquina, de hecho la producción arquitectónica en el ámbito industrial es la envolvente de la máquina o más aun responde a una línea de producción, en la medida en que esta simbiosis es exitosa el resultado productivo es más exitoso.

Esto puede resultar demasiado escandaloso para los amantes de la arquitectura per se (la arquitectura subordinada a un proceso productivo podría ser una blasfemia) sin embargo realizar un número como este y seleccionar artículos que relacionan los procesos con su resultante arquitectónica es una de nuestras contribuciones al debate sobre la relación arquitectura-máquina-producción. La dotación de agua en el Tochimilco del XVI, la construcción de hornos para beneficio de minerales, y dos artículos sobre la producción de sal, uno en la mixteca y otro de forma industrial en el altiplano potosino, nos proporcionan un panorama de esta relación. En los cuatro casos se puede observar cómo las modificaciones arquitectónicas son producto de la búsqueda de la eficiencia productiva.

De esta manera aportamos unas páginas más al debate, enriqueciendo la idea de la arquitectura como un aglutinante multifactorial, idea fundamental para los análisis arquitectónicos, sobre todo los que anteceden cualquier proyecto de conservación, y la conservación es la razón de existir de nuestra revista.

Tarsicio Pastrana Salcedo

Sección Histórica

Sistema Hidráulico para el Beneficio del pueblo de Tochimilco durante el siglo XVI

Hydraulic infrastructure of the XVI century in Tochimilco village's

Luis Fernando Toral Echegaray

Maestro en Restauración de Monumentos por la Facultad de Arquitectura de la UNAM en 2014. Línea de investigación:

Sistema Hidráulico durante el Siglo XVI en Pueblos del Valle de Puebla.

Email: chega_999@hotmail.com

Recibido: 12 de octubre de 2014

Disponible en línea: 01 de enero de 2015

Aceptado: 14 de noviembre de 2014



Fuente del siglo XVI ubicada en la plaza de Tochimilco, Puebla

Resumen

Este artículo tiene el objetivo de explicar los beneficios que tuvo una comunidad al poseer diversas fuentes de abastecimiento de agua. Estos privilegios repercutieron particularmente en la historia y conformación del pueblo de Tochimilco durante los primeros años virreinales, y trascendieron favorablemente en soluciones constructivas encargadas de captar, conducir, distribuir o almacenar el agua para el gozo de sus pobladores. Además, los frailes franciscanos, al ser uno de los principales beneficiarios del vital recurso, implementaron sistemas hidráulicos con el objetivo de suministrar de agua a su convento. Esta investigación surge por el interés de comprender arquitectónicamente los aspectos tecnológicos y las soluciones constructivas que surgieron en los pueblos de doctrina para el óptimo aprovechamiento de agua. Estos matices fueron indispensables en el pueblo de Tochimilco para su desarrollo agrícola, estabilidad social y ecuanimidad en los repartimientos de agua desde el siglo XVI.

Palabras clave: arquitectura hidráulica, canales, fuentes, cajas de agua.

Abstract

This article aims to explain the benefits that a community had to have many sources of water. These privileges impacted the history and configuration of the Tochimilco village during the early colonial years and transcended favorably responsible building solutions to capture, drive, distribute or store water for the enjoyment of its residents. Also, the Franciscans were one of the main beneficiaries of water and they built up hydraulic systems in order to provide water to their convent. This research has in the interest of architecturally understand the technological aspects and constructive solutions that emerged in the New Spain village's for water use. These points were indispensable in the Tochimilco village's for agricultural development, social stability and fairness in the divisions of water from the XVI century.

Keywords: hydraulic architecture, canals, fountains, water boxes.

El pueblo de Tochimilco

La palabra Tochimilco proviene de las raíces nahuas: **tochtli**, que significa "conejo", **milli**; "sementera" y **co** "en", es decir: "En la sementera o madriguera de los conejos" (Pérez, 2004).

En la actualidad, el pueblo de Tochimilco es uno de los 217 municipios que integran el estado de Puebla. Su cabecera municipal es en donde se conformó el antiguo Señorío (siglo XII) y el pueblo de doctrina (siglo XVI).

Los diversos ríos que bañan al municipio fueron fundamentales durante la época prehispánica, ya que tuvieron un papel preponderante para la elección y asentamiento de grupos Nonoalcas, toltecas-chichimecas y olmecas-xicalancas. Además, la gran cantidad de ojos de agua, provenientes de los escurrimientos del volcán *Popocatepetl*, fueron un factor indispensable para la configuración del pueblo de doctrina desde mediados del siglo XVI. Los ojos de agua fueron las principales fuentes que abastecieron a los pobladores de Tochimilco, y permitieron la práctica de una agricultura intensiva, favoreciendo al pueblo como una región productora y auto consumidora¹.

Estos aspectos geográficos, como: tierras fértiles, clima templado, y situarse en una zona protegida por los vientos, favorecieron en la decisión de los frailes franciscanos para asentarse y evangelizar a los indios en el pueblo de Tochimilco, y, en 1552, erigieron la parroquia franciscana que dio origen al conjunto conventual

¹ Estas fuentes de abastecimiento de agua generalmente se buscaron y aprovecharon en un lugar más alto que su destino, ya que así, se facilitarían la conducción del líquido.

franciscano y al crecimiento mismo del pueblo.



Figura 1. Glifo de Tochimilco, se presenta en forma ascendente "Tochtli"; conejo, y un grupo de tres rectángulos que representan el "milli"; milpa. Disponible en línea en www.zonasarqueologicaspuebla.blogspot.mx

Los franciscanos además de tener el cometido de evangelizar o cuidar de las costumbres de los indios, entre otros aspectos, también se dedicaron a controlar los dos valores del agua, por una parte el uso profano, y por otro el simbolismo místico: la fuente pública y la pila bautismal. La fuente pública se ubicaría en la

plaza, cerca del convento, asegurando su control y facilitando la cercanía del vital recurso para permitir su acceso a la comunidad (Duverger, 1979, p.125).

De esta forma, podemos ver que la posesión del agua influyó tempranamente en aspectos políticos, económicos, sociales y religiosos, y no solo eso, sino que también implicó una nueva organización en las sociedades, pues habría quien la controle, reparta o guarde.

Bajo los lineamientos por parte de la Corona española para los pueblos de doctrina, Tochimilco fue el lugar elegido por los franciscanos. La traza urbana del territorio se proyectó en forma de damero, y su crecimiento se delimitó por la existencia de barranas o acequias. Aunque no se tienen datos precisos sobre los primeros repartimientos de tierra durante la época virreinal el Mapa (Figura 3) nos confirma que para 1594 el pueblo de Tochimilco se conformó de la siguiente manera:

- Veintidós manzanas (cada una se subdividió en cuatro, cada casa con su propio huerto), de las cuales, una se destinó para el conjunto conventual franciscano y otra para la plaza del pueblo².
- Tierras de la comunidad destinadas al cultivo de maíz
 - Tierras para 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 Haguapan.

Infraestructura Hidráulica Para el Suministro de Agua al Conjunto Conventual Franciscano

En el pueblo de Tochimilco se adecuaron dos sistemas hidráulicos para suministrar de agua al conjunto conventual franciscano. El primero gracias a la abundancia de afluentes,

² Aunque los solares son irregulares, en promedio miden 129.5 m x 194.7 m, es decir 155 varas x 233 varas aproximadamente.



Nota del recuadro rojo dice lo siguiente: "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"

Figura 2. 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 huerto. Asimismo el pueblo ya contaba con el camino hacia Atlixco y el camino a Haguapan, las tierras de la comunidad destinadas al cultivo de maíz y las tierras de labradores españoles para el cultivo de trigo. Tomador de De Santa Cruz, (1594). 635, cuad.4, f.36 (AGN).

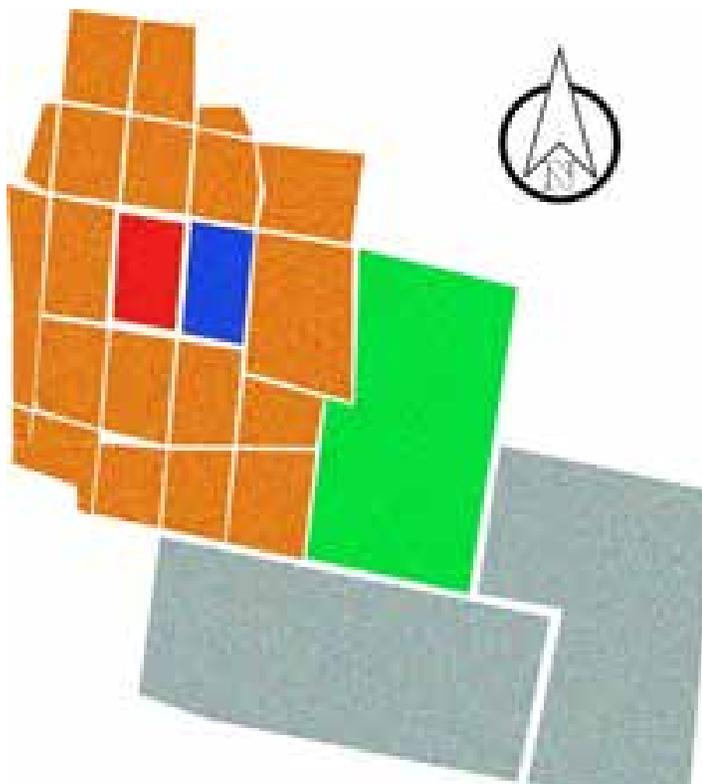


Figura 3. Trazo urbano del siglo XVI en Tochimilco. En donde se puede observar un planteamiento hipotético en cuanto a la traza del pueblo de Tochimilco durante el siglo XVI, en donde se aprecia: En color verde; las tierras de la comunidad, en gris; las tierras de labradores españoles, en naranja; los solares, en rojo; el conjunto conventual, y en azul; la plaza del pueblo.

provenientes de diversos ojos de agua, de los cuales, se captó el agua del “*ojo del Arco*” para llevarla hasta el convento. La segunda, mediante el aprovechamiento del agua pluvial, fue que se adecuaron principalmente sistemas de captación, conducción y almacenamiento.

El sistema Hidráulico de Agua Pluvial

En el convento franciscano de Tochimilco, este sistema hidráulico consistió en el

aprovechamiento del agua de lluvia concentrada en las cubiertas de los edificios del claustro, la nave y la capilla de la tercera orden. En las cubiertas, el agua fue dirigida hacia un sistema de captación, ya sea mediante gárgolas de piedra labrada o barro que permitieron la salida del agua para descender hasta el nivel de piso, en donde se condujo subterráneamente mediante atarjeas para desembocar en un gran *aljibe*³.

Este elemento se ubica al sur-oriente del conjunto conventual, cercano a la huerta. Sus dimensiones son 10.75 m x 10 m, para almacenar aproximadamente 160,000 litros. Algunos tratadistas como Alberti (1485) y Fray Laurencio se referían a estos elementos 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” (Alberti, 1485/1991, p.435)

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 (De San Nicolás, 1989 como se citó en Loyola, 1999, p. 133).

3 Para almacenar el agua, los franciscanos idearon distintas soluciones, como es bien sabido, tenían conocimientos en construcción, matemáticas, ingeniería, hidráulica, 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.

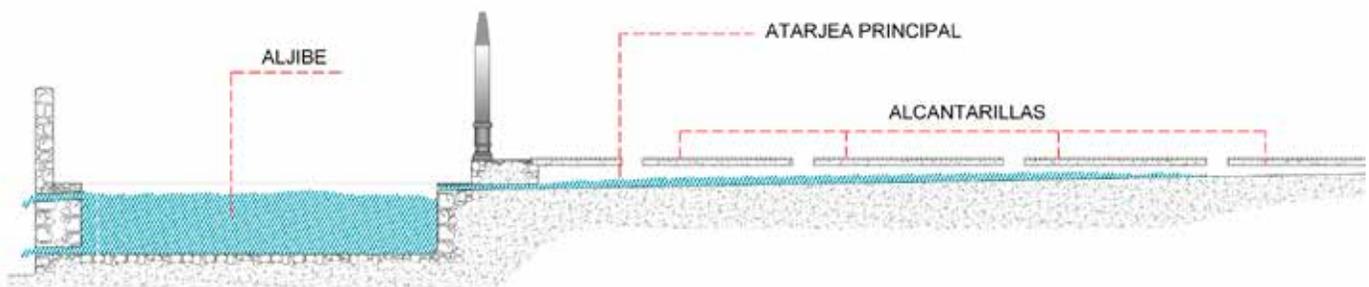


Figura 4. Corte esquemático que muestra el funcionamiento del sistema hidráulico beneficiado por agua pluvial. En donde se puede observar los sistemas de captación, conducción y almacenamiento.

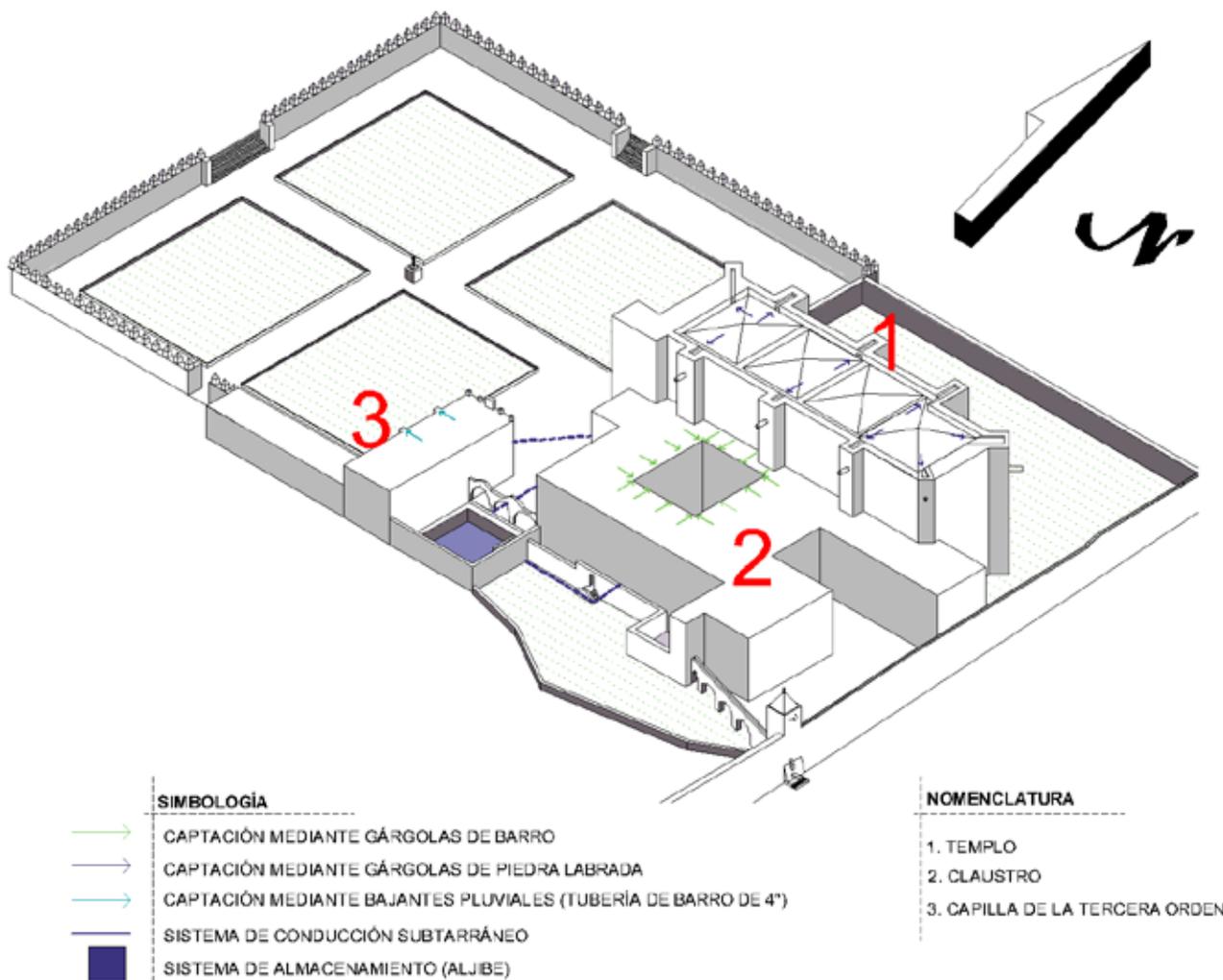


Figura 5. Isométrico que muestra el funcionamiento del sistema hidráulico beneficiado por agua de lluvia en el convento franciscano de Tochimilco.

Sistema hidráulico beneficiado por el ojo del Arco

En Tochimilco el ojo “*del Arco*”⁴, 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 agua tanto a la fuente pública como a su convento.

De esta fuente de abastecimiento se adecuó una serie de construcciones que trabajaron articuladamente, formando en su conjunto un sistema hidráulico complejo, el cual tuvo el propósito de manipular eficientemente la dirección del agua mediante sistemas de

captación, conducción, distribución, control y almacenamiento.

La captación de agua proveniente del ojo del Arco, consistió en una primitiva construcción en el siglo XVI que dio origen a un íncile⁵, y que evolucionó constructivamente a la caja almacenadora a principios del siglo XVIII.

La caja almacenadora tuvo dos principios fundamentales, el primero, captar el agua que emerge de la superficie, y, el segundo, almacenarla temporalmente para después permitir la salida del líquido para su conducción. Arquitectónicamente, este elemento consistió en un espacio cerrado, de planta rectangular, con cuatro muros de mampostería de piedra tipo andesita y con un solo acceso; de esta manera,

4 Este ojo de agua se origina 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 pluviales.

5 Es la cavidad para recibir el agua, generalmente delimitado por piedras o rocas.

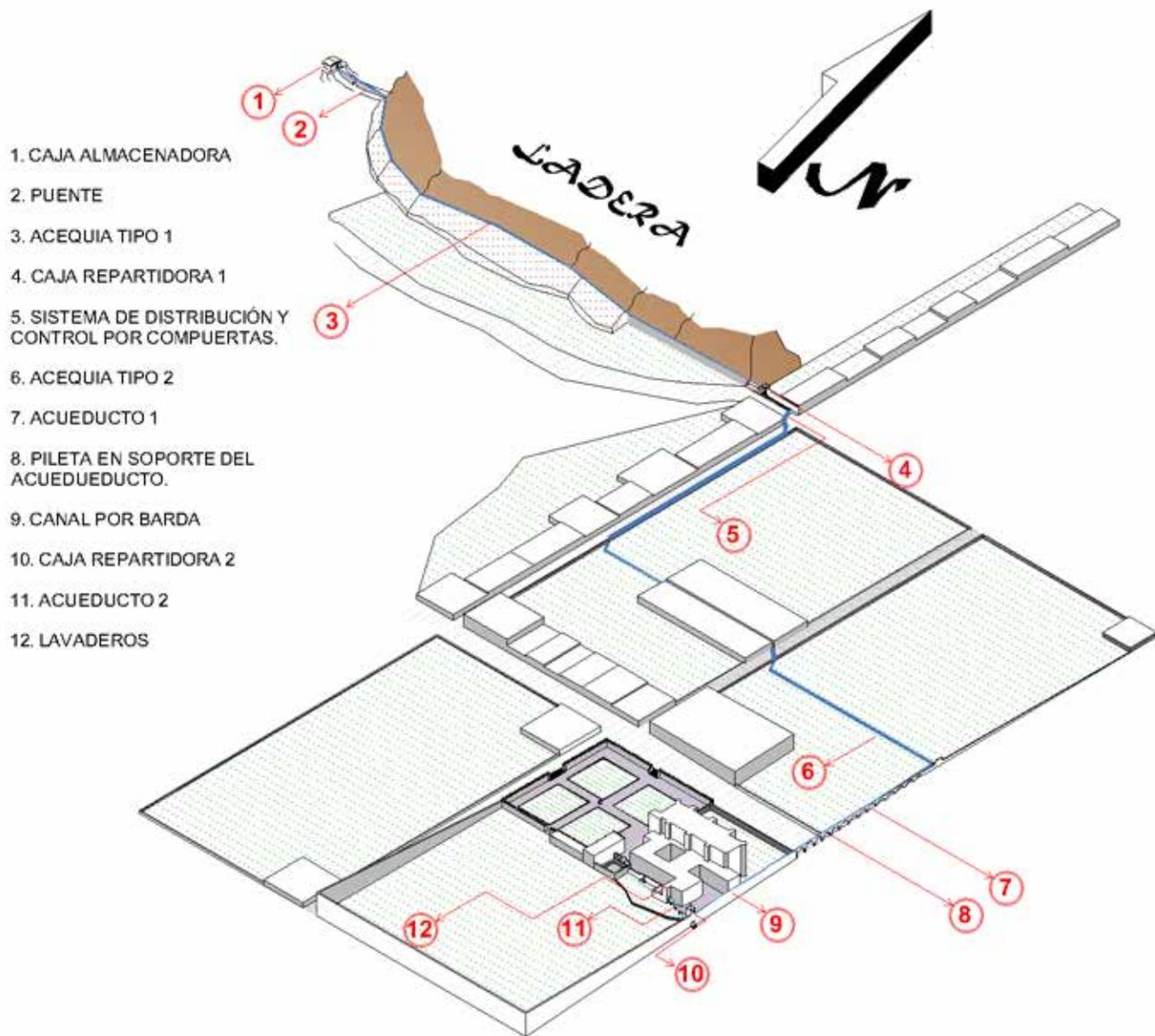


Figura 6. Isométrico que muestra el tramo de la dirección del agua proveniente del ojo del Arco.

el paso a la caja fue restringido, evitando, así, la contaminación y mal uso del vital recurso.

El agua concentrada se desaguó mediante una *data de salida*⁶ para incorporarse a un canal, el cual, a su vez, tuvo dos objetivos primordiales: el primero, conducir el agua hacia el canal por puente, y, el segundo, desviar el flujo de agua mediante una acequia derivadora con el propósito de irrigar las tierras al nororiente del pueblo y permitir trabajos para el mantenimiento en el otro canal, y viceversa.

Una vez que el agua salió de la caja almacenadora, se dirigió mediante el canal por puente. Este sirvió para comunicar la caja almacenadora con la acequia que va por la

ladera, pues la diferencia de niveles que existe en este tramo se solucionó con la incorporación del puente⁷.

Este se constituyó por mampostería mixta, piedra tipo andesita y tabique. Además se contempló, a la mitad del puente, un arco que permitió el paso del agua proveniente del ojo de Haguapa.

A unos pocos metros del arranque del puente, se dispuso de una obra de almacenamiento, que consistió en una pila adosada a este para el beneficio de sus regantes. El agua llegó a

6 Orificio de salida en un depósito de agua.

7 Además el ancho de la corona del canal permitió que sirviera como sendero para permitir el paso peatonal a la caja almacenadora, ya que fue el único camino para llegar ahí.



Figura 7. Fachada Principal de la caja almacenadora como sistema de captación del agua del ojo "del Arco".

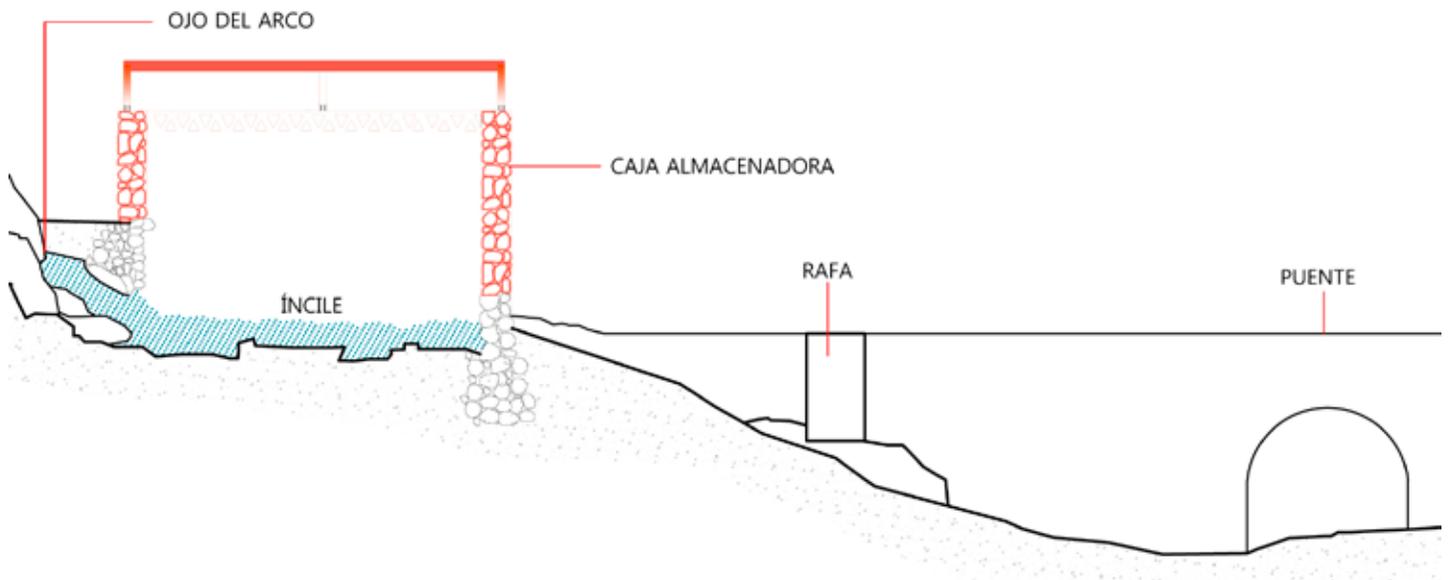


Figura 8. Detalle del funcionamiento de la caja almacenadora, en donde se puede apreciar la captación de agua proveniente del ojo "del Arco" para retener el líquido permanentemente en un íncile y ser conducido por el puente. En color rojo puede observarse la evolución de la obra, en donde se levantaron cuatro muros formando un espacio cerrado con el fin de evitar la contaminación del manantial.

este elemento por medio de una *rafa*⁸. Las dimensiones de esta cortadura corresponden a las medidas que tiene una compuerta deslizante, la cual permitió el control del llenado de la pila.

Al culminar el trayecto de conducción por el puente, el agua pasó por la acequia ubicada alrededor de la ladera. Aproximadamente son 410 m. los que recorre el agua por este tramo para incorporarse a la caja repartidora 1.

En Tochimilco, la caja repartidora 1 surgió como solución a los conflictos entre labradores indios y españoles, permitiendo con esta construcción un repartimiento equitativo. La caja repartidora 1, además de recibir el agua mediante una data de entrada, sirvió como un sistema de distribución, pues en su interior se acondicionó un sistema por compuertas deslizantes, controlando de esta manera el

8 Cortadura a la orilla de un canal.



Figura 10. Isométrico de la pila adosada al puente. Nótese el funcionamiento para el almacenamiento de la pila.

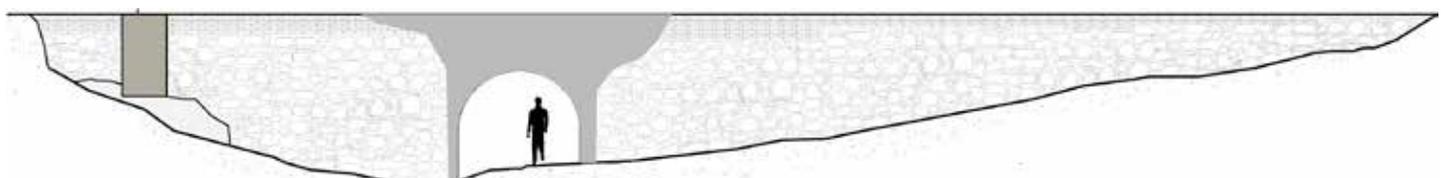


Figura 9. Alzado del puente. Este elemento sirvió para comunicar la caja almacenadora con la acequia que va alrededor de la ladera. Fuente: elaborado por el autor 2013.

reparto de agua por tandas por días u horas. Arquitectónicamente, consistió en un espacio cerrado, de planta cuadrangular, constituida por cuatro muros de mampostería mixta, con cubierta piramidal de tabique con aplanado cal-arena, y con un acceso, el cual permitió el paso de 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, 2005, p.88).

Al salir el líquido por la caja repartidora 1, pasó a ser conducida mediante acequias de tierra, con el fin de transportar el agua hasta el acueducto.

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.

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

El acueducto de Tochimilco, es popularmente llamado “Los Arcos”, este se compone por una arquería conformada por catorce arcos, ya sean de medio punto o de tres puntos. Construido con mampostería mixta (piedra volcánica, piedra cantera y tabique) y con una longitud de 104.5 metros aproximadamente.

El objetivo de los franciscanos para la construcción del acueducto, fue solucionar la pendiente del terreno ya que de no haberse realizado esta obra, la diferencia de niveles del terreno, su conducción difícilmente hubiera sido

garantizada⁹.

En cuanto a la conducción, ya Vitruvio (1787) 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, 1787, p.204)

⁹ La diferencia de niveles del comienzo al final de la obra fueron de 3.45m, es decir, una pendiente del 3.30%



Figura 11. Fachada principal de la caja repartidora 1.

A mediados del siglo xx, se incorporó en su soporte xii una obra de adaptación. Esta consistió en el robo de agua mediante un portillo o ladrón situado en un tramo a la orilla del canal de acueducto, permitiendo de esta manera la conducción del líquido mediante una tubería de cobre para suministrar de agua a la pila que se adecuó al soporte del arco.

Por otra parte, se plantea hipotéticamente que existió un desvío en el arranque del acueducto. El desvío permitió que el agua se dirigiera hacia una acequia de piedra, que se encontraba paralela al acueducto, con una trayectoria hasta la fuente de la plaza¹⁰.

En Tochimilco, la fuente se ubica en la plaza del pueblo, y se encuentra en una superficie más baja que el nivel en donde se encontraba la acequia de piedra antes mencionada.

10 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.



Figura 12. Pila en el acueducto "Los arcos"

Esta diferencia de niveles permitió que el agua fluyera por gravedad (pendiente del 15%), aumentando considerablemente la velocidad de conducción del agua.

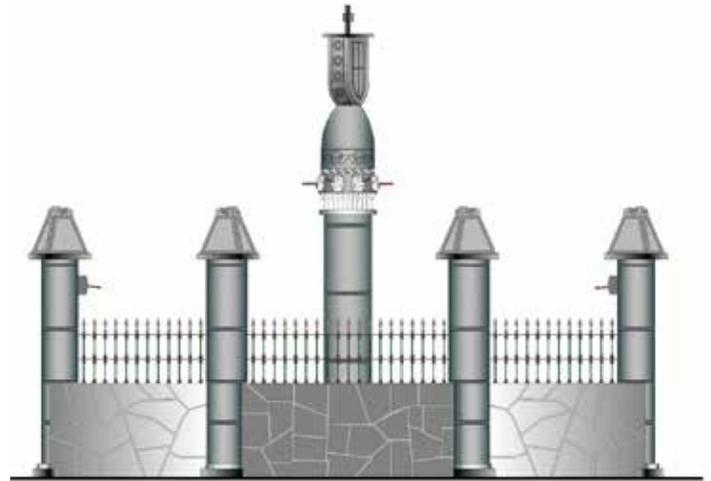


Figura 13. Alzado de la fuente de Tochimilco

La pendiente tan pronunciada permitió la llegada del líquido hasta 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 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 se encuentra un escudo de dos caras coronado por una cruz. El diseño del emblema heráldico se atribuye a Fray Diego Olearte, a quien también se le adjudica la obra del conjunto conventual de Tochimilco (Pérez, 2004, p. 16).

Para el almacenamiento del agua, la fuente fue delimitada por un pretil o pilón, con 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 para abastecer de agua al poniente del pueblo.

La orla del escudo en su lado oriente dice: "Sacta Maria assumptio de Ocoteplayuca", refiriéndose al nombre original del pueblo. Al poniente dice: "Tecuanipa Xivhtevhctitli año

1560”, que al parecer, es la fecha de conclusión de la fuente. 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.

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.

Continuando con el tramo de conducción, el agua al concluir su trayecto por el acueducto, se integró al canal por barda. Los cambios de nivel durante este trayecto de conducción, fueron solucionados con los llamados *saltos*¹¹, de esta manera la conducción del agua no tuvo problema alguno para llegar hasta la caja repartidora 2.

Al culminar el tramo de conducción por barda, el agua entró mediante una data a la caja repartidora 2, la cual sirvió para distribuir el líquido mediante un sistema por compuertas hacia la huerta o hasta desembocar el sistema hidráulico en los lavaderos del convento.

Finalmente, el agua, al salir de la caja repartidora 2, fue conducida por un acueducto conformado por una arquería compuesta por seis arcos de medio punto. De esta manera, fue que el sistema de conducción culminó en este tramo para incorporarse a una pila. Su llenado lo permitió una abertura llamada “*cáliz*”¹², y el

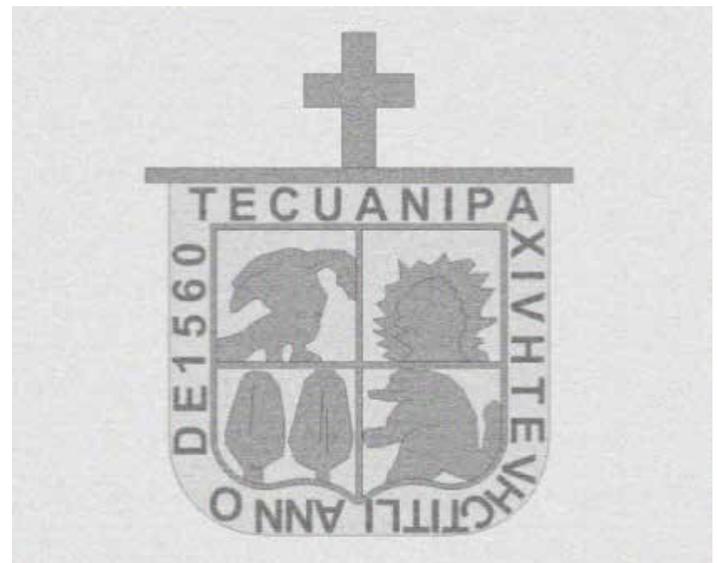


Figura 14. Escudo de la fuente, vista poniente.

desagüe de la pila lo posibilitó la existencia de un aliviadero.

Conclusiones

El presente artículo, nos abre el panorama de lo fundamental que fue la posesión del agua. En Tochimilco, el vital recurso fue indispensable en la estabilidad económica, política, social y religiosa.

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.

En la Nueva España, el proceso de colonización y mezcla de culturas provocó un cambio e intercambio de conocimientos. Una pequeña parte de esto, puede observarse en Tochimilco, pues la infraestructura hidráulica y las técnicas utilizadas para la manipulación del agua son ejemplo de soluciones constructivas que suministraron de agua a la comunidad, y

11 Consisten en absorber la “*fuera viva*” de agua, adquirida en la caída, porque de lo contrario saldría ésta con velocidad excesiva y erosionaría las coronas del canal.

12 Cuando se trata de acueductos, a la abertura que parte

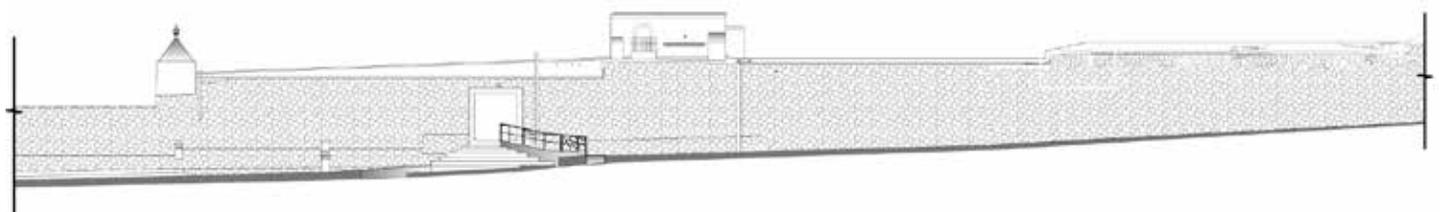


Figura 15. Alzado poniente de conjunto conventual de Tochimilco. En donde se puede observar el tramo por barda, en donde se aprecia en el recuadro rojo un “salto” como solución al cambio de nivel.

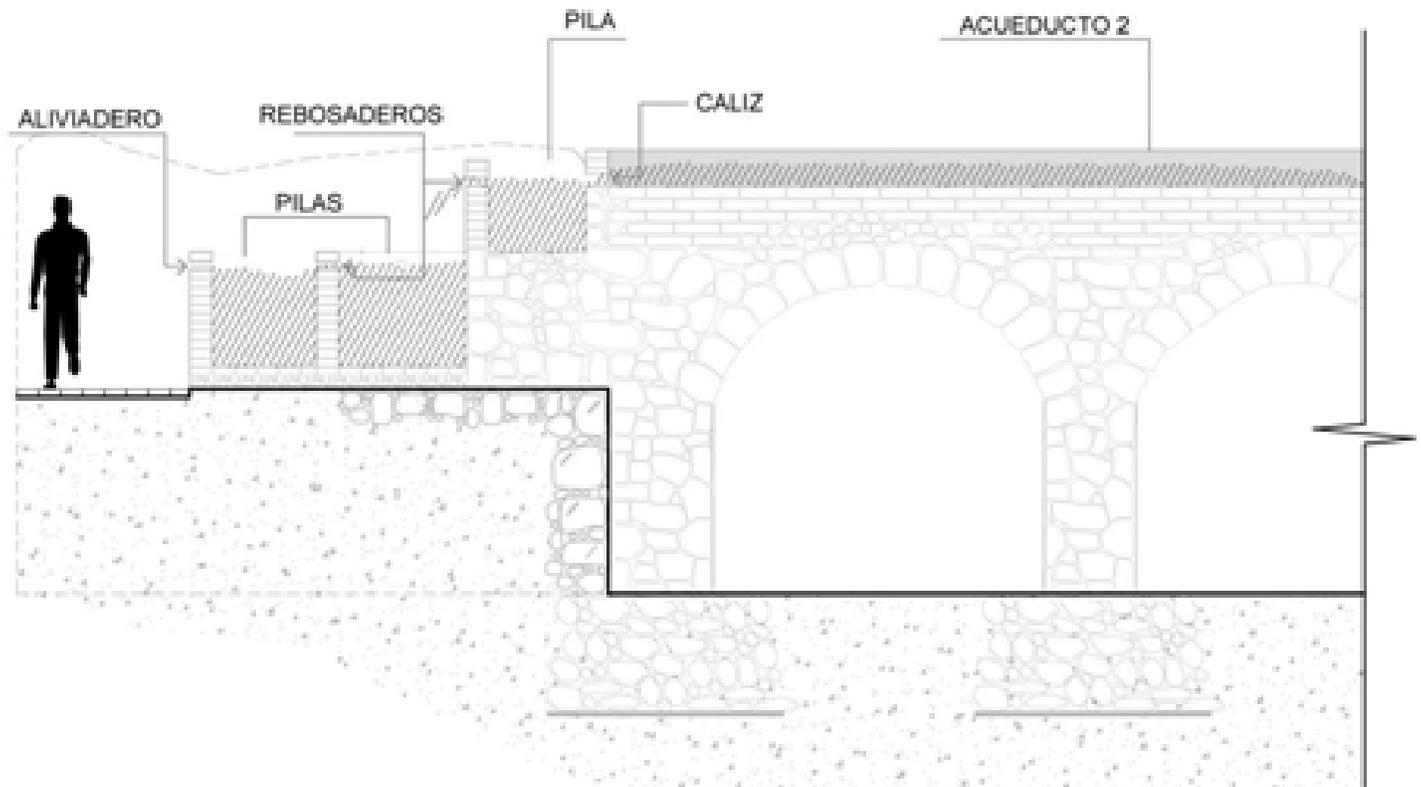


Figura 16. Corte esquemático que muestra el desenlace del sistema hidráulico beneficiado por el ojo del Arco. como completos indispensables que integran la arquitectura religiosa.

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. 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.

Bibliografía

Alberti, L.B. (1485/1991). *De Re Aedificatorias*. Madrid: Akal.

Castañeda González, R. (2005). *Las aguas de Atlixco: Estado, haciendas, fábricas y pueblos, 1880-1920*. México D. F. : AHA-CIESAS.

De Santa Cruz Polanco, P. (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. Paris: Editions Du Seuil.

Loyola Vera, A. (1999). *Sistemas hidráulicos en Santiago de Querétaro: siglos XVI-XX*. Querétaro:Gobierno del Estado de Querétaro.

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

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

Vitruvio Polion.(1787). *Los diez libros de Architectura, Libro 8º*. (J. Ortiz y Sanz, Trads.) Madrid: Imprenta Real.

La Tecnología para la Producción de Sal en la Mixteca Alta

Technology for Salt Production in the Mixteca Alta

Ricardo Antonio León Hernández

Ingeniero Arquitecto por la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura del IPN. Líneas de Investigación: arquitectura vernácula, patrimonio cultural inmaterial, economía rural tradicional.

(a) M. En C. SEPI ESIA Tecamachalco, IPN – México

Email: ricardoant.l@outlook.com

Recibido: 30 de octubre de 2014

Disponible en línea: 01 de enero de 2015

Aceptado: 25 de noviembre de 2014



Resumen

La producción de sal en la Mixteca Alta es un medio de producción tradicional de origen prehispánico, el cual, pese a los procesos de transformación económica en el periodo virreinal, mantuvo características significativas del proceso tradicional, con base en los modelos productivos análogos documentados de otras regiones extractivas en México. La sal, en el periodo novohispano, fue considerado un bien económico de consumo importante, debido a su uso en procesos productivos para la elaboración o explotación de bienes económicos que sustentaban la economía de las sociedades preindustriales (Terán, 2011, p. 71; Williams, 2008). La tecnología refiere al conocimiento aplicado para la solución de las necesidades humanas, derivadas del modo de vida de los grupos culturales que la desarrollan. Los recursos del medio ambiente natural sustentan los medios de trabajo que el ser humano requiere para la realización de sus actividades, incluidas las económicas. Los medios de producción y sus procesos productivos son desarrollos tecnológicos, donde intervienen elementos de orden material e inmaterial. El estudio de los procesos de trabajo

para la extracción de la sal, guardan una relación significativa con los procesos de evolución tecnológica que el hombre ha desarrollado para el aprovechamiento de los recursos naturales. Las actividades económicas del sector primario son ejemplo de cómo el ser humano se insertó cultural y económicamente en el medio natural (Malpica, 2008, p. 59). El presente análisis tiene un enfoque historiográfico, para el estudio de los procesos y la tecnología requerida para la extracción de la sal en la Mixteca Alta.

Palabras clave: Producción de sal, tecnología tradicional, medios de producción tradicionales

Abstract

Salt production in the Mixteca Alta is a traditional means of production from prehispanic period, which, despite the economic transformation processes in the colonial period, remained significant features of the traditional process, based on the documented similar models from other productive regions in Mexico. The salt in the novohispanic period was considered a major consumption economic asset due to its use in production processes for the production of new economic products that supported the economy of preindustrial societies (Terán, 2011, p. 71; Williams, 2008). Technology refers to the knowledges for solving human needs arising lifestyle of the cultural groups that develop them. The resources of the natural environment underpin the means of labor that man requires to perform its activities, including economic. The means of production and production processes are technological developments, which involve elements of tangible and intangible order. The study of work processes for salt extraction, are significantly related to the processes of technological evolution that man has developed for the use of natural resources. The economic activities of the primary sector are examples of how humans culturally and economically were inserted in the natural environment (Malpica, 2008, p. 59). This analysis presents a historiographical approach to the study of the processes and the technology required for the extraction of salt in the Mixteca Alta.

Keywords: salt production, traditional technology, traditional means of production

Introducción

El modelo de estudio etnográfico e historiográfico, aplicado al estudio de los procesos extractivos de sal, ha permitido a los investigadores documentar las variabilidades en los procesos entre las distintas regiones productoras. La recolección de crónicas y relatos sobre los eventos pasados de orden significativo, permiten describir e interpretar los modos de vida económica de los pobladores.

Se parte del supuesto de que existen dos modelos principales para su explotación, la ignición y la insolación. Por ello, los investigadores al estudiar los distintos modelos extractivos independientemente, poseen un nivel de confiabilidad y validez externa, debido a que los resultados son concluyentes entre sí. Al describir el proceso tecnológico para la extracción de la sal en la Mixteca Alta, se

determinaron las actividades genéricas y se diferenciaron respecto al uso de los medios de trabajo. Para ello se requirió de la caracterización de los modelos productivos para la extracción de sal en las regiones productoras de México. También se requirió recolectar relatos, donde se analizaron las conductas no verbales del individuo entrevistado, cuyo objetivo fue la búsqueda de relaciones significativas entre el proceso productivo relatado y las fuentes de información histórica, tales como los archivos, documentos historiográficos, y los objetos arqueológicos hallados.

El proceso productivo se aproxima al modelo tecnológico por ignición en espacio en tenamaxtle de piso, cuyo principal combustible eran los recursos forestales de la región. El espacio de trabajo se diferenciaba acorde al proceso, proceso de preparación de la

salmuera y espacio para la ignición. Con base en el *Documento de Nara sobre autenticidad* (2007), se plantea que para comprender las variabilidades tecnológicas se requiere un análisis previo para determinar el nivel de confiabilidad de la fuente de información. Por ello, se ha construido una hipótesis, la cual permite explorar los diferentes vacíos de información sobre el proceso en el periodo prehispánico y virreinal y los objetos arqueológicos hallados, bajo el supuesto de la imposibilidad de basar juicios sobre el valor y la autenticidad con criterios inamovibles (UNESCO, ICOMOS, ICCROM, 2007, p. 428).

Consideraciones preliminares

En 1887 se publicó en México el primer estudio histórico sobre las regiones bajo un dominio europeo, dedicadas a la explotación de la sal. El estudio no incluyó a las regiones de extracción novohispanas. En 1929 Miguel de Othón y Mendizábal publicó *Influencia de la sal en la distribución de los grupos indígenas de México*, estudio descriptivo de las regiones productoras y los grupos rurales. La carencia de publicaciones referente a la extracción de la sal, denota la poca importancia, desde el punto de vista histórico, que representó su estudio. Los reportes geológicos e industriales fueron los únicos textos publicados sobre el particular (Castellón, 2007). La publicación en 1968 de *Le Rôle du Sel dans L'Histoire* de Michael Mollant detonó el interés por el estudio histórico de los modelos productivos para la extracción de la sal en el mundo. No fue sino hasta 1980 cuando en México comienzan a publicarse los resultados de las primeras investigaciones del tema, desde un enfoque arqueológico (Ewald, 1985). A principios del siglo XXI se desarrollaron investigaciones sobre los diferentes procesos de (Attolini, 2009) extracción, desde un enfoque etnohistórico (Parsons, *The last saltmakers of Nexquipayac, Mexico: an archaeological ethnography*, 2001). Los resultados obtenidos incentivaron el desarrollo de nuevas investigaciones, combinando el interés histórico, arqueológico y etnográfico (Williams, 2005). Los resultados del proyecto de investigación *Cuenca de Sayula* (Liot, 1998; 2005), definieron las técnicas

materiales y los procedimientos empleados por los pobladores en distintos periodos históricos, acorde con el potencial geomorfológico, físico y químico de la zona. Las investigaciones subsecuentes incluyen regiones de estudio tales como Celestún (Attolini, 2009), Zapotitlán Salinas (Castellón, 2007), Cuenca del Lago de Cuitzeo (Williams, 2005; 2008), Lago de Texcoco y Nexquipayac (Parsons, 2001; 2008), Acayucan (Ceja, 2008), y la Mixteca Baja (van Doesburg, 2008), entre otras.

El estudio científico de los medios de producción tradicionales, contribuyen a la valoración de los espacios y los objetos arqueológicos, las técnicas tradicionales desarrolladas por los productores. Así mismo permite ampliar la visión sociológica respecto a las instituciones de comercialización tradicionales, y su función política y cultural en diferentes periodos históricos.

La extracción de sal

Los medios de producción tradicionales son el mecanismo cómo el ser humano realiza las actividades de transformación, extracción y comercialización, entre otras, de los bienes materiales naturales y sociales de su medio ambiente, los cuales se transmiten de forma intergeneracional. Los medios de producción se componen de los recursos que posibilitan el desarrollo de las actividades de trabajo y el producto obtenido del proceso de trabajo (transformación, extracción, crianza o cultivo). A ese grupo de medios intervinientes en el proceso productivo (insumos, tecnología, fuerza de trabajo y espacio de trabajo) se les denomina medios de trabajo (Marx, 2005/1872).

El uso de la tecnología en los procesos productivos, satisface entre otras funciones, la reducción del esfuerzo humano, los insumos y el tiempo de trabajo a emplear, así como el número de pasos o actividades para la obtención de un fin o producto. El desarrollo de la tecnología rural se explica a partir del modelo de la *Teoría del Cambio Técnico Inducido* (Ruttan & Hayami, 1989), la cual establece una relación entre la necesidad y su aplicación en los sistemas productivos tradicionales. Esa relación opera en situaciones donde los medios disponibles son

inadecuados para satisfacer las necesidades de trabajo de los productores. Ese factor incide en el desarrollo de nuevas técnicas aplicables al proceso productivo denominado *desarrollo informal de tecnología* (Aguilera, 1985, p. 10).

Los grupos culturales, para la extracción del mineral, han imitado los procesos naturales de evaporación. El mar y las salmueras en estado natural contienen un grado de salinidad aproximado a 40 gr/l. El estado natural en que se encuentra el mineral es determinante sobre el proceso para la extracción de la sal. Los estados físicos de la sal en el medio ambiente natural son (1) sólido, en forma de sal gema o halita, y (2) líquido, diluida en un medio como el agua marina o agua continental. Cada fuente de sal exige una tecnología de extracción particular. La técnica de recolección del mineral varía acorde al número y tipo de actividades. En estado sólido, su extracción requiere de un procedimiento tecnológico asociado a la industria minera. Los recursos empleados en su extracción se dividen acorde al tipo de proceso: (1) de preparación, como hachas y azuelas reutilizadas, y (2) de extracción, como percutores y pilones (Figuls, Weller, Bonache, & González, 2007).

Para obtener una sal con un nivel de concentración óptimo para el consumo (330 g/l), de una fuente de extracción en estado líquido, debe desarrollarse un proceso de concentración salina de la salmuera. Esa etapa de trabajo se desarrolla previamente al proceso de insolación o ignición (Gouletquer & Daire, 1994, p. 125). La recolección y producción de la salmuera podía efectuarse mediante el filtrado de cuerpos salados inorgánicos (lixiviación), como tierra o arena, así como el filtrado de cuerpos orgánicos como cenizas, resultado de la combustión de plantas halófitas (Terán, 2011, p. 74).

Los mecanismos para producir una salmuera con los niveles de concentración requeridos para su extracción por ignición e insolación, son indicadores del nivel tecnológico de adaptación y explotación de los recursos naturales. Ello implica un dominio de las características tanto físicas como químicas de los elementos intervinientes en el proceso. Los procesos precedentes de extracción genéricos son la

insolación o ignición. La concentración de la salmuera puede desarrollarse a través del uso del agua salada marina o continental, previo proceso de recolección, o por lixiviación de tierras salitrosas. Las características naturales del yacimiento incide en la estrategia tecnológica desarrollada para extraer la sal. A partir de esos procesos básicos de extracción, existen variaciones apropiables a las condiciones ecológicas, económicas y culturales de la región productora.

Los procesos de selección de tierras, almacenamiento, combinación, apilamiento de suelos, lixiviación, recolección y extracción, son parte de un sistema productivo tecnológico. Las actividades intervinientes en el sistema de extracción, son procesos de imitación de los fenómenos naturales observados, tales como la concentración por lixiviación y la extracción por insolación.

El estudio de la industria extractiva y de los procesos para la extracción de la sal, permite un acercamiento a nuevos enfoques metódicos respecto a los medios de producción tradicionales y la tecnología empleada en los procesos de extracción. Con base en los resultados obtenidos durante el desarrollo y la tecnificación del proceso, es factible el que hayan existido diferentes tipos de sal. Tras un análisis geoquímico practicado a la sal elaborada en Sayula¹, se pudieron definir las secuencias en la precipitación de los cristales, determinando la formación de carbonatos de sodio, cloruros de sodio y sulfatos de sodio (Grunberger, Janeau, & Liot, 1994). Ello comprueba el cómo al realizar procedimientos extractivos específicos se obtienen productos salinos diferentes². El cloruro de sodio obtenido de las fuentes de extracción,

1 Sobre los diferentes procesos y el modelo productivo tradicional para la extracción de sal en la comunidad de Sayula, Jalisco, se recomienda revisar el trabajo de (Liot, 1998), el cual puede consultarse en la siguiente dirección electrónica:

http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/b_fdi_45-46/010007434.pdf

2 En Nezquiyapac, la recolección de diferentes sustratos y su proporción de mezcla, producen diferentes tipos de sal: la sal blanca para el consumo humano, sal amarilla para el consumo del ganado y la sal negra para la conservación de la carne (Lozano, 1946).

acorde con el proceso tecnológico empleado, contiene proporciones diferenciales de sulfatos, carbonatos de magnesio y potasio, minerales comunes presentes en la sal de tierra y de mar.

El proceso de extracción de sal por insolación, utiliza la acción combinada de las condiciones atmosféricas que inciden en la evaporación del agua, tales como el viento, la altitud y la radiación por exposición solar. No obstante, pese al nivel de rentabilidad del sistema, es dependiente de las condiciones atmosféricas, como la frecuencia de radiación del sol y del viento seco. La extracción de sal por ignición se produce al bullir la salmuera en recipientes cerámicos. La precipitación del cloruro sódico se produce bajo el efecto del calor de una fuente artificial. El proceso reduce la dependencia de las condiciones atmosféricas ambientales, incrementando la velocidad del proceso³ de cristalización del mineral.

Durante el proceso de extracción por insolación, es importante que el productor facilite el proceso, optimizando el espacio de trabajo. Por ello, con base en el volumen de producción estimado, es preciso considerar las dimensiones y las características de ubicación de los estanques de desecación. Respecto al proceso para la extracción por ignición, se reitera la necesidad de que el productor considere el volumen requerido de combustible, en función de su disponibilidad. Dado a que en los procesos tradicionales de trabajo se emplean recursos del medio ambiente natural, el productor requiere prever las condiciones de trabajo, para proveer los requerimientos operativos para la conclusión del proceso, tales como la capacidad calórica del combustible, así como el almacenamiento y el abastecimiento de la salmuera.

El espacio para la extracción de la sal se divide, acorde con sus características independientemente del proceso final de sedimentación (irradiación e ignición), en tres grupos principales, lagunas principales, piscinas al pie de mar y minas de sal líquidas o sólidas.

³ Así mismo, los inconvenientes del proceso son: mayores procedimientos para la obtención del producto y el requerimiento de un volumen considerable de combustible (Terán Manrique, 2011, p. 73).

El método de producción en lagunas profundas consiste en extraer agua de la zona profunda de la laguna y canalizarla a diques artificiales. El sistema de piscinas a pie de mar consiste en la conducción del agua salina a un sistema de pozos de aproximadamente 60 cm contiguos a la playa. El sistema de minas líquidas, requiere la extracción de la salmuera por medio de bombas. En los tres modelos productivos, el procedimiento concluye con la implementación del modelo de extracción por insolación. El proceso de extracción de sal de minas sólidas requiere del rastrillaje del suelo de la salina. El instrumento de rastrillaje emplea navajas en su zona de contacto, las cuales separan la sal del suelo. El proceso final de producción para los cuatro yacimientos de extracción descritos son la cosecha, el traslado del producto, su almacenamiento, distribución y comercialización para el consumo (Pinos & Fernandez, 2009, pp. 3-4).

Reconstrucción del proceso tecnológico de extracción

Para una comprensión de la relación productiva y espacial, se requirió identificar las instalaciones de fabricación y almacenamiento. Esos datos se complementaron, con base en un diagnóstico de los recursos técnicos empleados en el proceso, reconstruyendo la cadena operativa de producción (Liot, 1998, p. 5).

Los registros documentales históricos de la población de estudio, no describen los procesos y técnicas empleados en la producción tradicional. Los registros documentales basados en el modelo de investigación etnohistórica, para la recolección de datos en las poblaciones productoras de sal, ocasionalmente refieren las características de las actividades preliminares en el proceso de extracción. Los procesos mayormente descritos son (1) el lavado del salitre por lixiviación y (2) la ignición de la salmuera obtenida en recipientes de cerámica (de Ciudad Real, 1976). Con base en las características de apropiación a cada modelo extractivo, es posible reconstruir la forma del proceso evolutivo y la adaptación de los pobladores a su medio ambiente (Liot, 1996, p. 151). Así mismo se puede inferir la forma y la

estructura social de la comunidad productora, así como las características de su modo de vida económico.

De los procesos documentados para la extracción de la sal por ignición, durante el proceso de cristalización acelerada (*briquetage*), la sal se adhiere a las paredes y al fondo de los recipientes cerámicos empleados. Para desprenderlo es necesario romper el contenedor. El uso de esa técnica de producción, incidió en la existencia y la acumulación de restos de tepalcates en las zonas de producción de sal. No obstante, es factible suponer que los restos eran recombinados en el proceso de acarreo y recolección de agua a los talleres de lixiviación de salitre. La cantidad de los restos depende del nivel de producción, ya sea artesanal o intensiva⁴. Desde una visión arqueológica, los restos materiales de los diferentes procesos de extracción de sal, en relación a su escala de producción, son susceptibles a no ser interpretados adecuadamente.

La actividad de extracción se realizaba generalmente en el espacio de trabajo doméstico. Al realizar el análisis de los restos materiales hallados en el espacio de producción, conlleva a implicaciones adicionales para el análisis de los restos arqueológicos de las distintas actividades sociales ajenas al proceso de trabajo. Respecto al volumen de producción, se debe considerar que la cantidad de los restos arqueológicos encontrados, no necesariamente forman parte de los objetos usados durante el proceso productivo, por lo que fue necesario estimar los diferentes posibles usos de los contenedores y recipientes, así como conocer las variaciones apropiables al propio proceso productivo de la población de San Felipe Ixtapa.

Los testimonios documentales y epigráficos a disposición, para el estudio del modelo productivo sobre la extracción de la sal en la comunidad, son limitados debido a su escases, y a que los documentos históricos presentan un estado de deterioro considerable, por lo

cual la lectura se fragmenta. Ello incide en la descontextualización cultural y ambiental del proceso, y en la construcción de un marco diacrónico general en los siglos XVI al XVIII en la población. Por ello se requiere validar a través de nuevas evidencias arqueológicas el tipo y los periodos de ocupación de los grupos culturales que se establecieron en torno a la salina de San Felipe Ixtapa, así como su tipo de control administrativo.

El desinterés por la documentación etnohistórica de los procesos productivos, ha propuesto un modelo extractivo de la sal determinista, otorgando la exclusividad al proceso por irradiación sobre el de ignición en las sociedades prehispánicas y virreinales. Por ello "*debemos tener en cuenta que la utilización de uno u otro método no sólo responde a las posibilidades medioambientales sino que los factores culturales tienen mucha incidencia*" (Terán, 2011, p. 81).

El proceso tecnológico para la extracción de sal en San Felipe Ixtapa

El interés central del presente artículo, es la documentación del proceso para la extracción de sal en la Mixteca Alta, así como la aproximación a las variabilidades tecnológicas con base en los vacíos de información. Para ello fue necesario conocer las características comunes de los diferentes procesos documentados en la propia región de estudio y en otras regiones productoras de México, bajo el supuesto de que existen variaciones dependientes de los recursos ambientales y culturales. Con base en las características productivas de cada región, y a las conclusiones vertidas a partir de sus estudios, se relacionaron con las evidencias etnográficas e historiográficas de la población de estudio.

A partir de la recolección, documentación y el análisis de archivos municipales, documentos históricos e historiográficos, objetos arqueológicos y entrevistas a pobladores, cuya memoria histórica da fe del proceso tecnológico empleado para la extracción de sal en la población de San Felipe Ixtapa, fue posible reconstruir la siguiente relación de actividades y antecedentes entorno a la producción de sal.

⁴ Para efectos del presente artículo, se diferencia el primero del segundo respecto al nivel producido, las redes de distribución del producto y el control social de la fuerza de trabajo.

La primer referencia documental sobre la población de San Felipe Ixtapa, perteneciente al municipio de San Pedro y San Pablo Teposcolula, Oaxaca, data del siglo XVII. En el documento denominado *Libro de las Congregaciones* (de la Torre, 1995), se describe la relación de estancias sujetas a Teposcolula en el año de 1603. Es pertinente mencionar que los nombres de las poblaciones de la región en aquel siglo se componían de un nombre patronímico, y un nombre toponímico mixteco⁵. Con base en lo anterior, a la población se le registró en la relación de comunidades con el nombre de San Felipe Numihaha⁶.

Existen libros escritos en castellano antiguo que son referencias historiográficas adicionales a la presente investigación, las cuales se resguardan en la agencia municipal de la

población de San Felipe Ixtapa. En esos textos se describe a *“la población de San Felipe las Salinas como un pueblo de gran importancia por la extracción de sal de los terrenos denominados la salina”*. De la lectura de ese documento, se concluye que a mediados del siglo XVII, el nombre toponímico *Numihaha* se sustituyó por el adjetivo en castellano *las Salinas*, así como el valor significativo de la salina en la conformación de la estructura urbana de la comunidad. En consecuencia, se concluye que la extracción de sal, durante los siglos XVII y XVIII, fue el medio de producción preponderante.

Los procesos tecnológicos desarrollados para la producción de la sal en otras regiones de México, denotan la necesidad de reducción del tiempo para la precipitación del cloruro sódico. La técnica desarrollada por el grupo social de estudio, está en función de las estrategias productivas del entorno socio-cultural y económico. Los sistemas tecnológicos de producción son condicionados a los recursos geográficos, físicos y químicos del medio ambiente social y cultural. Por ello, los principales recursos para la actividad extractiva en San Felipe Ixtapa fueron el afluyente de agua salada (Figura 1), el predio para la realización del proceso de preparación (Figura 2), los recursos forestales de la población (Figura 3) y el propio

5 “Se advierte que un pueblo mixteco, aparte de su nombre en lengua mixteca, generalmente tiene un nombre en náhuatl. A veces los nombres en las dos lenguas coinciden en su significado, a veces no” (Jansen, 1982).

6 Numihaha se interpreta como la castellanización del mixteco *Nu mi-ñyá ja’a*, el cual se tradujo como: cuando (la) laguna da sal. Interpretación basada en las raíces lingüísticas del mixteco, contenidas en: *Diccionario básico del mixteco de Yosondúa*, Oaxaca (Beaty, García, García, Ojeda, San Pablo, & Santiago, 2012).

Tabla 1. Nombre de las Comunidades

Nombre de la Población en el Registro de Relaciones en 1603	Nombre de la Población en el Registro de Relaciones en 1780
Santiago Inibo	Santiago Yolomécatl
San Andrés Yocotno	San Andrés de la Laguna
San Pedro Mártir	San Pedro Mártir Yucunama
Santa María Magdalena	Santa María Magdalena
San Vicente Monoho	San Vicente Nuñuhu
San José Fenihcho	San José Nuchio
Santo Domingo Ticuchu	Santo Domingo Ticú
San Miguel Lucane	San Miguel Tixá
San Felipe Numihaha	San Felipe las Salinas
Santo Tomás	Santo Tomás Tecolotitlán
Santa Catalina	Santa Catarina Yutacuini
San Juan Dique	San Juan Teposcolula
Santa María Dayaco	Santa María Nduayaco

Nota: Nombre de las comunidades en los siglos XVII y XVIII. Tomado de *“El códice de Yucunama”* por M. A. Hermann Lejarazu, 2009, México, D.F.



Figura 1. *Agua salada del afluente de la salina en San Felipe Ixtapa.* Registro fotográfico por R. A. León Hernández, 2012, San Felipe Ixtapa, Oaxaca.



Figura 2. *Vista actual de la salina de la comunidad.* Registro fotográfico por R. A. León Hernández, 2012, San Felipe Ixtapa, Oaxaca.



Figura 3. Recursos forestales de la comunidad. Registro fotográfico por R. A. León Hernández, 2014, San Felipe Ixtapa, Oaxaca.

proceso de extracción. Con base en la memoria histórica de los pobladores, se puede afirmar que el área de extracción del recurso mineral, denominado la salina, se encontraba delimitado. Sin embargo, pese a la subdivisión de las áreas de preparación de la salmuera, existían áreas comunes para el acarreo del agua salada, lo cual se confirma a partir de la siguiente crónica presencial recabada:

“[...] estaba lotificado, de tres por tres, de cinco por cinco, de diez por cinco, de diez por ocho los lotecitos, y estaban bien delimitados por medio de piedras de raya. En esos lotes tenían dos pozos con una profundidad de setenta, ochenta centímetros, y un diámetro de sesenta, ochenta, o hasta noventa centímetros también; en esos pozos se preparaba el agua de sal [...]. La persona a la espalda se cargaba el cántaro e iba a traer el agua salada a dos pozos principales que estaban al lado norte de las salinas, ahí se surtían del agua salada porque ahí nace, [...]”

La transformación de los sectores económicos en las regiones rurales, incidió en el proceso de tecnificación industrial de los sistemas tradicionales. La producción intensiva de sal hizo que su consumo fuese asequible a los sectores sociales con mayores condiciones económicas desfavorables. La tecnología empleada en su producción redujo los costos y el tiempo de producción. Al finalizar la primer mitad del siglo xx, el valor comercial de transacción de la sal industrializada en comparación con el valor comercial de la sal elaborada por los productores de San Felipe Ixtapa, haciendo uso de procesos tradicionales, incidió en la preferencia del consumidor. Fue así como la industria salinera tradicional en la micro-región mixteca, decayó su nivel de producción⁷.

En las poblaciones rurales donde la industria extractiva de la sal fue una actividad económica significativa, se ha podido documentar una

⁷ Liot (1998) describe el mismo fenómeno en la cuenca de Sayula en la década de 1940. Así mismo relaciona las evidencias arqueológicas con el desarrollo tecnológico para la producción de sal.

sustitución de la actividad económica tradicional por nuevos modelos de producción. No sólo la tecnificación de los procesos productivos incidió en la transformación de los medios de producción tradicionales, sino también fueron un factor significativo los cambios en la estructura comercial. Las carreteras, los ferrocarriles y los autotransportes⁸, condicionaron la oferta de diferentes productos provenientes de otras regiones. Al existir mayores condiciones para el traslado de productos externos, la competencia económica favoreció el consumo de los productos cuyo volumen de producción ofrecía un mejor valor comercial.

La sal producida en San Felipe Ixtapa no fue ajena a ese proceso de competencia con los productos de otras regiones productoras. Con base en lo anterior se puede comprobar que los sistemas de producción por insolación son redituables por el uso de menores insumos, lo que hace económicamente inviable el valor

comercial de competencia entre la sal por ignición y la sal por insolación. Por lo anterior, el consumo de la sal por ignición se relaciona con la disponibilidad del mineral en función de su ubicación geográfica respecto a las regiones productoras de sal por insolación, o a factores de índole cultural.

La tecnología desarrollada para la producción de sal se dividía acorde a las diferentes etapas de trabajo, ya que en una jornada laboral se realizaban simultáneamente dos procesos. El proceso básico, acorde con los diferentes tipos de actividad descritos por los pobladores, se dividían en preparación e ignición. La salmuera debía ser acarreada del lote de trabajo a la vivienda, para iniciar el proceso de ignición, reiniciando con ello un nuevo proceso productivo. Es pertinente mencionar que quienes realizaban la actividad productiva, eran las mujeres de la población. Cuando las señoras regresaban a su lote de trabajo en la salina (Figura 4), debían de retirar el fango que quedaba al fondo del pozo que ocuparon para concentrar la salmuera previamente. El fango se extendía en el resto del lote de trabajo, con objeto de que la capa

⁸ En la región de la Cuenca de Sayula, la producción de sal tuvo un descenso en el nivel de producción, por la competencia económica con productos de otras regiones, cuyo traslado se favoreció por las rutas del ferrocarril (Ewald, 1985).

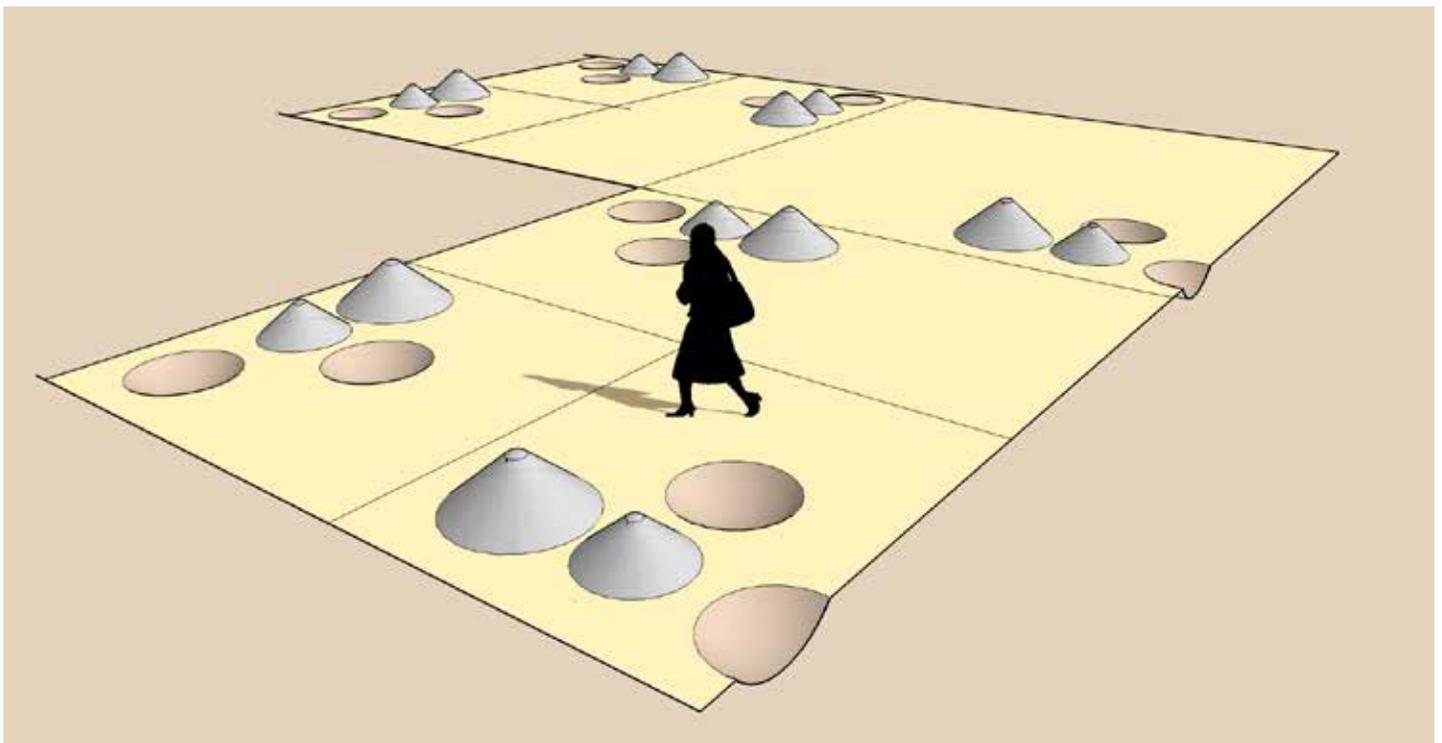


Figura 4. Esquema hipotético de la zona de trabajo en la salina de la población. Adaptado de “Sistemas constructivos de la Mixteca oaxaqueña. Vivienda tradicional en San Felipe Ixtapa” por R. A. León Hernández, 2012.

expuesta absorbiera nuevamente filtraciones salitrosas para reutilizarla en un nuevo proceso productivo.

Al finalizar la actividad de limpieza del pozo, se acarrea agua del manantial salitroso y se vaciaba en el mismo. Los pobladores describen que, una vez lleno el pozo de agua, se tomaba de la tierra salitrosa apilada en forma de cono, para introducirla en el mismo pozo de lixiviación. Posteriormente se batía la tierra con el agua hasta obtener una consistencia espesa, siendo un indicador la espuma que se formaba en la superficie. La espuma se retiraba con una tablilla de madera. Ese procedimiento también permitía el retiro de la basura, ya que cualquier objeto, por su densidad, tendía a flotar a la superficie. Una vez limpia el agua, se dejaba reposar por una tarde o toda la noche. El acarreo del agua se realizaba por las mañanas y por las tardes, ya que acorde con el horario descrito, una vez terminado el proceso de preparación de la salmuera, las mujeres dedicadas a la actividad regresaban a sus hogares a verificar el proceso de ignición realizado por la mañana.

El proceso de ignición requería del uso de un cántaro de barro cocido. Ese cántaro tenía las dimensiones aproximadas de 60 cm. de altura por 80 cm. de diámetro (Figura 5). El cántaro en ocasiones se recubría con una capa de cal en su base, prolongando la vida útil del mismo por su frecuente exposición al fuego. El espacio de cocción se denominaba *tenamaxtle*, el cual era un fogón de piso, donde se ubicaban 3 piedras como soporte para la base del cántaro que contenía la salmuera. El proceso de ignición se realizaba a fuego directo por un periodo aproximado de 10 horas. Al consumirse totalmente el agua de la salmuera, al fondo del cántaro se precipitaba el cloruro sódico. Para secar la humedad existente aún en la sal, los productores hacían una cama con la ceniza producida por la combustión de la leña sobre pedazos de cántaros rotos con anterioridad.

Los diferentes tipos de sal producida en la población de San Felipe Ixtapa, con base en la memoria histórica de sus pobladores, se clasificaban inicialmente acorde con su color: la sal blanca, la sal morenita y la sal oscura

(León, 2012, p. 27). Con base en la clasificación anterior, la sal se reclasificaba acorde con su uso: para el consumo humano se empleaba la sal blanca y la morenita, mientras que para el consumo del ganado se empleaba la sal oscura.



Figura 5. Cántaro de trabajo para el proceso de ignición de la salmuera. Registro fotográfico por R. A. León Hernández, 2014, San Felipe Ixtapa, Oaxaca.

La recolección de la sal se realizaba en tenates de palma, lo que favorecía el nivel de humedad de la sal al momento de su intercambio o venta. La comercialización del producto se realizaba en las comunidades aledañas como San Pedro y San Pablo Teposcolula y Santiago Yolomécatl. En esos mercados de plaza, las productoras intercambiaban la sal por productos de recaudo o carne. La gente de la zona consumía forzosamente la sal producida en San Felipe Ixtapa debido a la dificultad para transportar grandes volúmenes de sal de otras regiones.

Conclusiones

Los datos aportados permiten concluir respecto a que en la población de San Felipe Ixtapa existió una tradición económica significativa respecto al modelo de producción de sal por ignición. Las crónicas recabadas, así como los datos históricos recopilados, permiten establecer que en su producción existió un modelo de trabajo tradicional. Los vacíos de información permiten ampliar las hipótesis respecto a si el modelo no sufrió variaciones apropiables, en función de los requerimientos económicos en el periodo novohispano.

Los objetos arqueológicos hallados en la zona propuesta como el asentamiento prehispánico preponderante (Figura 6.1 y 6.2), abonan a la construcción de nuevos planteamientos hipotéticos sobre la variabilidad en el tiempo, respecto al proceso tecnológico empleado en el periodo mesoamericano, novohispano y

posrevolucionario. Los restos arqueológicos de tepalcates hallados en la población de San Felipe Ixtapa, conducen a plantearse la hipótesis sobre si los objetos arqueológicos cerámicos hallados en la comunidad sirvieron de objetos de trabajo durante el proceso de extracción de la sal por *briquetage*. Sin embargo, las fuentes



Figuras 6.1 y 6.2. Restos arqueológicos cerámicos hallados en la comunidad. Registro fotográfico por R. A. León Hernández, 2012, San Felipe Ixtapa, Oaxaca.

documentales empleadas en el desarrollo de la investigación, permiten concluir que durante el periodo que comprende el último cuarto del siglo XIX y la primer mitad del siglo XX, el sistema tecnológico puede ser absuelto de un juicio de valor respecto a su autenticidad.

El estudio de los procesos tecnológicos para la extracción de la sal, requirieron del análisis del entorno natural. Ello condujo a la definición del modelo productivo específico utilizado por el grupo poblacional. Sin embargo, para poder desechar las variabilidades tecnológicas propuestas, se requiere de la predicción del modelo ecológico existente en los periodos propuestos. Las variaciones estacionales incidieron en la caracterización de los medios de trabajo empleados durante la conclusión del proceso productivo. Durante los periodos de precipitación pluvial, las áreas de lixiviación requirieron de la aplicación de un sistema espacial de protección, ya que el contacto de la salmuera con el agua de lluvia implicaba su disolución. Las variaciones tecnológicas aplicables al proceso, muestran una evolución tecnológica encaminada en hacer más eficiente el proceso de producción. Finalmente se reitera la importancia por preservar con documentos la memoria histórica de los pobladores de las comunidades rurales tradicionales. Esa labor permite reconstruir un esquema historiográfico que sirva de base para futuras investigaciones.

Bibliografía

Aguilera, F. (1985). Tres interpretaciones sobre la generación del cambio. *Cuaderno de ciencias económicas y empresariales* (16), 9-28.

Attolini, A. (2009). Intercambio y caminos en el mundo maya prehispánico. En J. Long, & A. Attolini (Edits.), *Caminos y mercados de México* (págs. 51-78). México, D.F.: Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM.

Beaty, K., García, P., García, R., Ojeda, J., San Pablo, A., & Santiago, A. (2012). *Diccionario básico del mixteco de Yosondúa, Oaxaca*

(3a. ed.). México, D.F.: Instituto Lingüístico de Verano, A.C.

Castellón, B. R. (2007). Un grano de sal: aportaciones etnoarqueológicas al estudio histórico de una industria ancestral. *Anuario de Historia*, 1, 67-83.

Ceja, J. A. (2008). La simbolización del espacio en la obtención de sal en Soconusco, Acayucan, Veracruz. (B. R. Castellón Huerta, Ed.) *Diario de campo* (51), 117-128.

de Ciudad Real, A. (1976). *Tratado curioso y docto de las grandezas de la Nueva España. Relación breve y verdadera de algunas cosas de las muchas que sucedieron al padre fray Alonso Ponce en las provincias de la Nueva España siendo comisario general de aquellas partes* (2a. ed.). (J. García Quintana, & V. M. Castillo Farreras, Edits.) México, D.F.: UNAM.

de la Torre, E. (1995). *Las congregaciones de los pueblos de indios. Fase terminal: aprobaciones y rectificaciones*. México, D.F.: UNAM.

Ewald, U. (1985). *The Mexican salt industry, 1560-1980: A study in change*. Stuttgart: Gustav Fisher Verlag.

Figuls, A., Weller, O., Bonache, J., & González, J. (2007). El método de producción minera durante el Neolítico Medio en la "Vall Salina" de Cardona (Cataluña, España). Estudio del Utilaje lítico y prácticas experimentales de explotación minera. En N. E. Morère Molineiro (Ed.), *Las salinas y la sal de interior en la Historia: Economía, medioambiente y sociedad* (Vol. I, págs. 73-99). Madrid: Universidad Rey Juan Carlos - Dykinson.

García, E., & Martínez, J. (2006). La sal de la

- Beática Romana. Algunas notas sobre su producción y comercio. *Habis* (37), 253-274.
- Gouletquer, P. J., & Daire, M. Y. (1994). Le sel de la Préhistoire et de la Protohistoire. En M. Y. Daire (Ed.), *La Sel Gaulois. Bouilleurs de sel et ateliers de briquetages armoricains à l'Age du Fer* (págs. 5-13). Saint-Malo: Centre Régional d'Archéologie d'Alet.
- Grunberger, O., Janeau, J.-L., & Liot, C. (1994). Estudio edafológico y geoquímico y de los sitios arqueológicos de la Cuenca de Sayula. En R. Ávila Palafox (Ed.), *Transformaciones mayores en el Occidente de México* (págs. 207-216). Guadalajara: UdG.
- Hermann, M. A. (2009). *Códice de Yucunama*. México, D.F.: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, CIESAS.
- Hermann, M. A. (2006). Códice Nuttall Lado 1: La vida de 8 Venado. *arqueología mexicana* (Edición Especial Códices 23), 6-103.
- Janousch, A. (2007). Los dioses de la sal: historia de dos cultos religiosos chinos. En P. San Ginés Aguilar (Ed.), *Colección Española de Investigación Sobre Asia Pacífico (CEIAP)* (págs. 287-308). Granada: Universidad de Granada.
- Jansen, M. (1982). *Huisi Tacu - Estudio interpretativo de un libro mixteco antiguo: Codex Vindobonensis Mexicanus 1*. Amsterdam: CEDLA.
- Kula, W. (1977). *Problemas y método de la historia económica*. Barcelona: Ediciones Península.
- León, R. A. (2012). *Sistemas Constructivos de la Mixteca Oaxaqueña. Vivienda tradicional en San Felipe Ixtapa*. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Tecamachalco. México, D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Liot, C. (1998). Evidencias arqueológicas de producción de sal en la cuenca de Sayula (Jalisco): relación con el medio físico, estudio de tecnología. En J. C. Reyes G. (Ed.), *La sal en México* (págs. 1-34). Colima: Universidad de Colima - Secretaría de Cultura - Gobierno del Estado de Colima.
- Liot, C. (2005). La cerámica especializada de producción de sal. En F. Valdez, O. Schöndube, & J. P. Emphoux (Edits.), *Arqueología de la Cuenca de Sayula* (págs. 295-308). Guadalajara: UdG - CUCSH.
- Liot, C. (1996). Reflexiones teóricas sobre las técnicas de producción de la sal. *Estudios del Hombre* (3), 150-162.
- Lozano, G. R. (1946). *Estudio tecnológico de la sal en México*. México, D.F.: Instituto de Geología, UNAM.
- Malpica, A. (2008). La explotación de la sal en el marco de la economía del reino nazari de Granada. (B. R. Castellón Huerta, Ed.) *Diario de campo* (51), 59-67.
- Marx, K. (2005/1872). *El Capital. Libro primero: El proceso de producción del capital. Tomo 1* (25ª ed., Vol. 1). México: Siglo XXI editores S.A.
- Mendoza, E. (2004). Las cofradías del curato de Coixtlahuaca durante el siglo XIX. En R. Ortiz Escamilla, & I. Ortiz Castro (Edits.), *Personajes e instituciones del pueblo mixteco* (págs. 31-56). Huajuapán de León: Universidad Tecnológica de la Mixteca.

- Parsons, J. R. (2008). Los últimos salineros de Nexquipayac, Estado de México: El encuentro de un arqueólogo con los vínculos vivos de un pasado prehispánico. (B. R. Castellón Huerta, Ed.) *Diario de campo* (51), 69-80.
- Parsons, J. R. (2001). *The last saltmakers of Nexquipayac, Mexico: an archaeological ethnography* (Vol. Anthropological Papers No. 92). (A. Arbor, Ed.) Michigan: Univ of Michigan, Museum of Anthropology.
- Pinos, N., & Fernandez, J. (2009). *Auditoria del proceso de producción de sal en la provincia de Guayas, con el objetivo de sugerir estándares de control*. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil: ESPOL.
- Ruttan, V. W., & Hayami, Y. (1989). El cambio técnico inducido en la agricultura. *Agricultura y sociedad* (53), 19-72.
- Terán, J. (2011). La producción de sal en la prehistoria de la península ibérica: estado de la cuestión. *@rqueología y territorio* (8), 71-84.
- UNESCO, ICOMOS, ICCROM . (2007). Documento de Nara sobre autenticidad. En I. N. Perú (Ed.), *Documentos Fundamentales para el Patrimonio Cultural. Textos internacionales para su recuperación, repatriación, conservación, protección y difusión* (págs. 427-430). Lima: Instituto Nacional de Cultura del Perú.
- van Doesburg, S. (2008). Documentos pictográficos de la Mixteca Baja de Oaxaca: el Lienzo de San Vicente el Palmar, el Mapa núm. 36 y el Lienzo Mixteca III. *Desacatos* (27), 95-122.
- von Mentz, B. (1988). *Pueblos de indios, mulatos y mestizos: 1770-1870, los campesinos y las transformaciones protoindustriales en el poniente de Morelos*. México: Ediciones de la Casa Chata, CIESAS.
- Watanabe, N. (1997). The system of landowner and tenant farmers in the salt industry in Japanese modern times. 17c-19c. En A. Malpica Cuello, & J. A. González Alcantud (Edits.), *La sal: del gusto alimentario al arrendamiento de salinas* (págs. 397-402). Granada: Junta de Andalucía - Centro de Investigaciones Etnológicas Angel Ganivet.
- Williams, E. (2005). *La etnoarqueología de la producción de sal en la cuenca del Lago del Cuitzeo, Michoacán, México*. El Colegio de Michoacán A.C., Centro de Estudios Arqueológicos. Morelia: FAMSI.
- Williams, E. (2008). Producción y comercio de la sal en el Michoacán antiguo. (B. R. Castellón Huerta, Ed.) *Diario de campo* (51), 41-50.

La Industrialización de las Salinas del Peñón Blanco: Caso laguna de Santa María

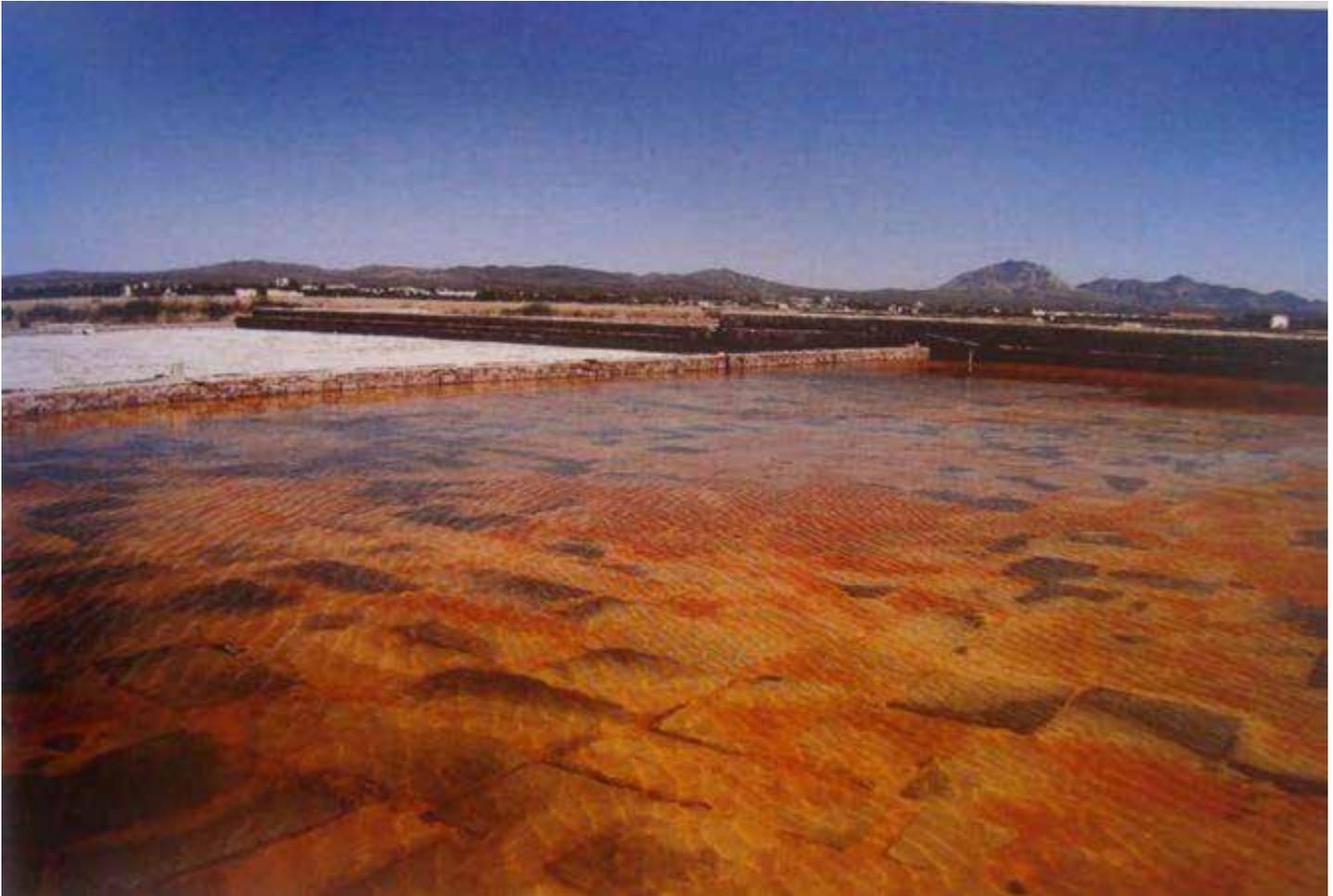
The industrialization of Salins Peñón Blanco case lagoon Santa Maria
Xochitl Minerva Guevara Correa

Investigadora independiente. Estudios concluidos de Maestría en Restauración Arquitectónica en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Arquitecta por la UNAM. Docente de la Universidad de Comunicación, en ciudad de México.
Email: xochitlmgc@hotmail.com

Recibido: 29 de octubre de 2014

Disponible en línea: 01 de enero de 2015

Aceptado: 07 de diciembre de 2014



Resumen

La laguna de Santa María es una de las doce lagunas o yacimientos salinos que formaron parte desde la época virreinal, de una unidad productora conocida como Salinas del Peñón Blanco, nombre que recibe por su cercanía a un cerro, el cual en apariencia es blanco; su producción de sal era por el sistema de evaporación solar, traído de Europa, el cual se empleaba en lagunas de mar y adaptado en México a las lagunas interiores, en 1845 se introduce por José María Errazú esta nueva tecnología entendida como el conocimiento sistematizado y componentes como: materiales, procesos, mano de obra, con el fin productivo, donde en ocasiones la tecnología se plasma en este ejemplo como arquitectura.

Palabras clave: Las Salinas del Peñón Blanco, Laguna de Santa María, Las fábricas de sal

Abstract

The Lagoon de Santa Maria is one of the twelve lagoons or salt deposits that formed part from the colonial, of a production unit known as Salinas del Peñón Blanco, the name given by its proximity to a hill, which is white in appearance; its production of salt was by solar evaporation system, brought from Europe, which was used in lakes and sea path Mexico to inland lakes in 1845 is introduced by José María Errazu this new technology understood as the systematic knowledge and components such as materials, processes, labor, the productive end, where sometimes the technology is embodied in this example as architecture.

Keywords: The Salins of Peñón Blanco, Lagoon Santa Maria, The fabrics of salt

Introducción

La sal es un producto que hemos hecho partícipe dentro de algunas de nuestras actividades cotidianas, y a lo largo de nuestra historia ha estado presente en muchas actividades económicas, mercantiles, incluso como parte de ritos y elemento de religiosidad. La sal tiene gran importancia en México y un peso económico que recalca la posición del país como exportador de sal (Reyes, 1995, p. 251).

En este artículo se analiza la arquitectura de una parte del complejo industrial dedicado a la explotación de la sal, el cual se estableció en un contexto singular, a orillas de una laguna llamada Santa María, localizada hoy en el actual municipio de Salinas de Hidalgo, en el estado de San Luis Potosí.

La laguna de Santa María era una de las doce lagunas que formaron parte desde la época virreinal, de una unidad productora conocida como Salinas del Peñón Blanco; su producción de sal era por el sistema de evaporación solar, el cual se basa en el principio estacional, es decir se efectúa en la estación de seca, a mediados de octubre y principios de junio, época en la que el calor posibilita que la sal cuaje (Mata, 1999, p. 30).

La importancia de esta industria radica en que fue el vínculo con la explotación de los yacimientos de plata localizados en Zacatecas y San Luis Potosí, durante la expansión española hacia el norte de la Nueva España. En 1562, el gobierno de la Nueva Galicia informó a Felipe II sobre la existencia de estas lagunas, de las cuales se podía abastecer la sal, elemento necesario para la obtención de la plata, la cual era la base de la economía de la Corona.

Las Salinas del Peñón Blanco

Salina es el nombre que recibe un yacimiento o conjunto de yacimientos, donde se aplica una técnica¹ o una tecnología para la explotación de la sal. Los yacimientos que existen para la explotación son de dos tipos: las salmueras y de los suelos salinos, a su vez las salmueras son de tres tipos: de evaporación de agua de mar, de agua de acuíferos continentales y de agua termal; los suelos salinos de lagunas se forman en dos zonas: en zonas costeras y zonas interiores o continentales (Reyes, 1995, p. 251).

Una característica de estos yacimientos, es que las sales provienen de la evaporación de agua, la cual se localiza en una capa freática de poca profundidad, esta sube por capilaridad en los primeros horizontes del suelo.

La ventaja es que las sales se concentran por efectos naturales y se recoge un producto bastante concentrado. La desventaja es que la explotación se hace generalmente de manera temporal, por la necesidad de esperar a que el suelo se seque y que la evaporación sea suficiente.

Las salinas que se presentan, son yacimientos del tipo de suelos salinos de lagunas, que se forman en zonas interiores o continentales, son doce lagunas que se localizan en San Luis Potosí y Zacatecas en una porción de la región llamada Valle Salado y forman una unidad productora desde 1562 bajo el nombre de Salinas del Peñón Blanco.

La región llamada Valle Salado, a su vez forma parte del desierto que por su extensión territorial es el más grande que posee México, el cual al tener como límites naturales a las sierras

¹ La técnica es el conocimiento y los procesos que se realizan para la explotación de la sal.

Madre Occidental y Oriental, esto facilita que se formen abanicos², que terminan en las porciones planas del valle. El valle salado de es una cuenca arreica, es decir carece de salidas al mar, esta característica es la que hace posible la acumulación de sales en la capa freática y a su vez facilita la formación de yacimientos salinos.

La región del Valle Salado comprende la mayor parte del estado de San Luis Potosí y porciones del estado de Coahuila y Zacatecas. En San Luis Potosí, alcanza una parte del altiplano potosino, caracterizado en su aspecto físico como rocoso, con suelos salinos de un color claro y oscuro, clima seco y escasa lluvia. En Zacatecas, parte de la región este del

estado tiene características muy similares a las del altiplano potosino (Reyes, 1995, p 255).

El valle salado es una cuenca hidrológica o arreica de características particulares que permite la formación de los yacimientos salinos llamados playas o lagunas interiores o continentales. Dentro de esta región encontramos doce lagunas que desde la época virreinal formaron Las Salinas del Peñón Blanco, son: Santa María, Salitral de Carrera, Salitral del Moro, Nuestra Señora del Carmen, El Tapado, Santa Clara, Saldívar, La Doncella, Santa María (La vieja), Primera de San Cosme, Santa Ana, Pozo Blanco.

Esta información la sabemos por un plano que se localiza en el Archivo General de la Nación, en el cual cita el nombre, la infraestructura que existía y la producción que se obtenía de cada

2 Son porciones de terreno localizadas en las laderas de los cerros los cuales acarrear materiales como: grava, arena y limo.

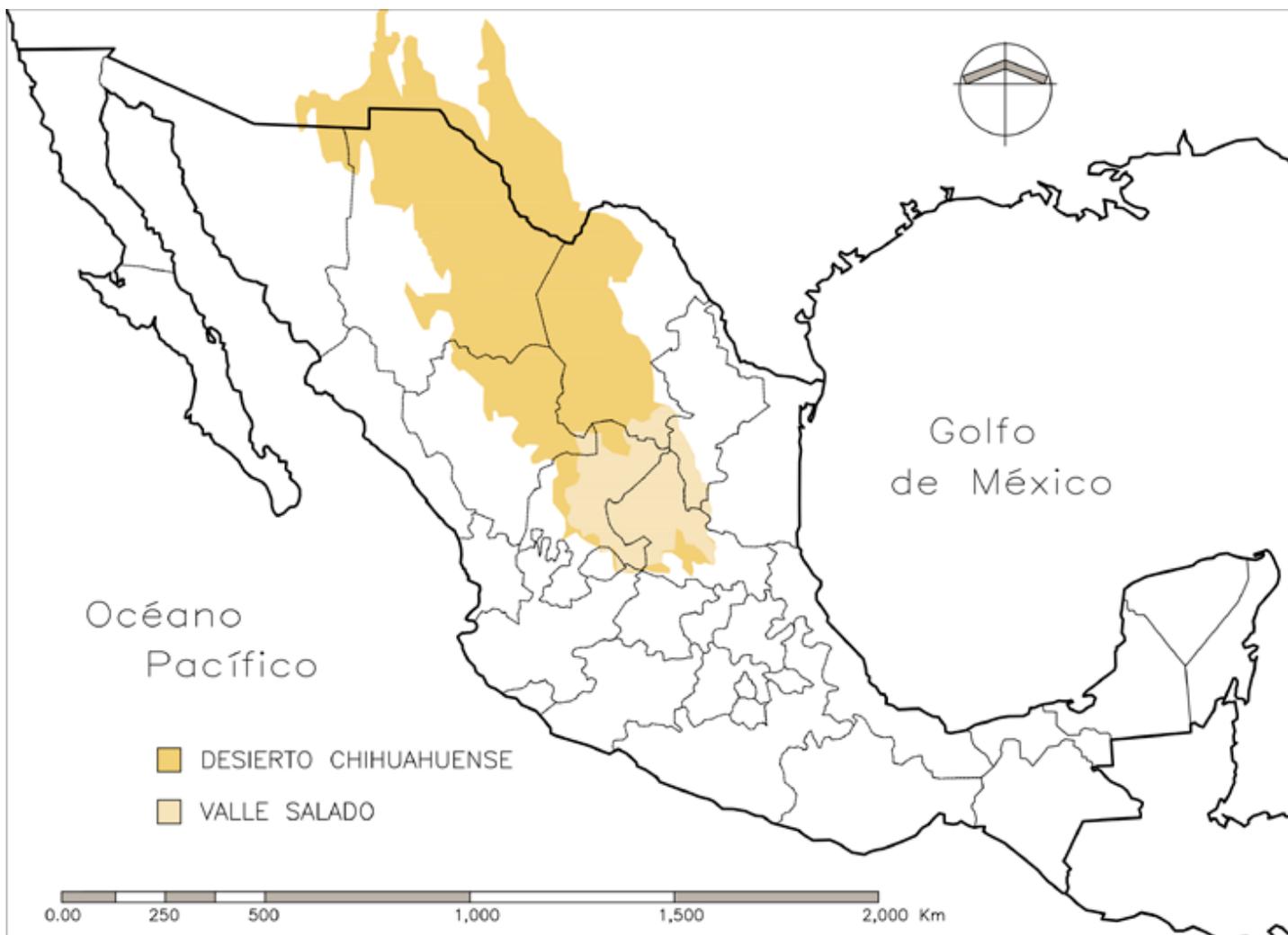


Figura 1. Desierto Chihuahuense Salado. Adaptado de *Intereses público y privado, en la configuración del territorio y la propiedad. Las Salinas del Peñón Blanco 1778-1906*, por V. Salguero. México, 2011.

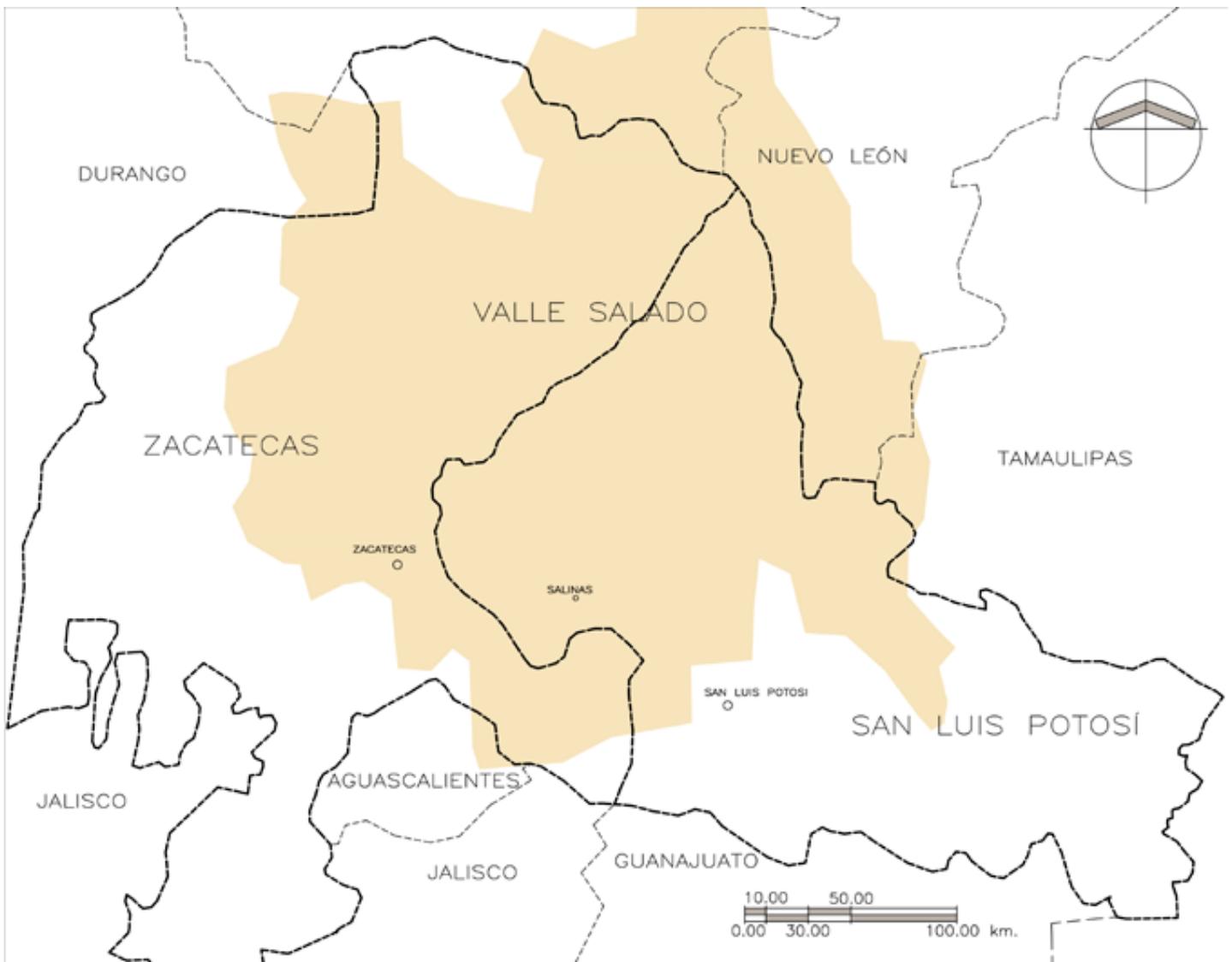


Figura 2. Ubicación del Valle Salado. Adaptado de *La Sal de México II*, por Reyes Garza, Colima, México, 1998, p.283.

laguna, esto como respuesta a las medidas político-administrativas que tomó la Corona para finales del siglo XVIII, a las cuales se les conoce como Reformas Borbónicas, dichas reformas fueron una expresión del absolutismo y del interés colonialista de la monarquía española, es decir, la Corona se propuso modernizar las estructuras productivas para fortalecer el imperio, dentro de las estructuras productivas las Salinas del Peñón Blanco jugaban un papel importante en la producción de la plata, por lo cual la Corona tuvo que inventariar los recursos con los que contaba. Las Salinas del Peñón Blanco reciben este nombre por la cercanía de un cerro de granito, el cual en apariencia es blanco y es un importante referente geográfico, localizado muy cerca a la

laguna principal.

La Laguna de Santa María, era la laguna principal, ya que en comparación con las otras lagunas era la de mayor producción, ahí se encontraba la Casa Real de Administración y se localizaban cuatro almacenes de saltierra y uno de sal de grano. Su rendimiento más escaso fue de cien mil fanegas de sal anuales.

Salitral de Carrera y Salitral del Moro, eran lagunas cuidadas por una persona, que era empleado para esta función solo en tiempos de cosecha, la importancia de estas lagunas era su producción de sal de grano, la cual fue de dos a tres mil fanegas³ cada tres o cuatro años.

3 Una fanega equivale aproximadamente a cincuenta kilos.

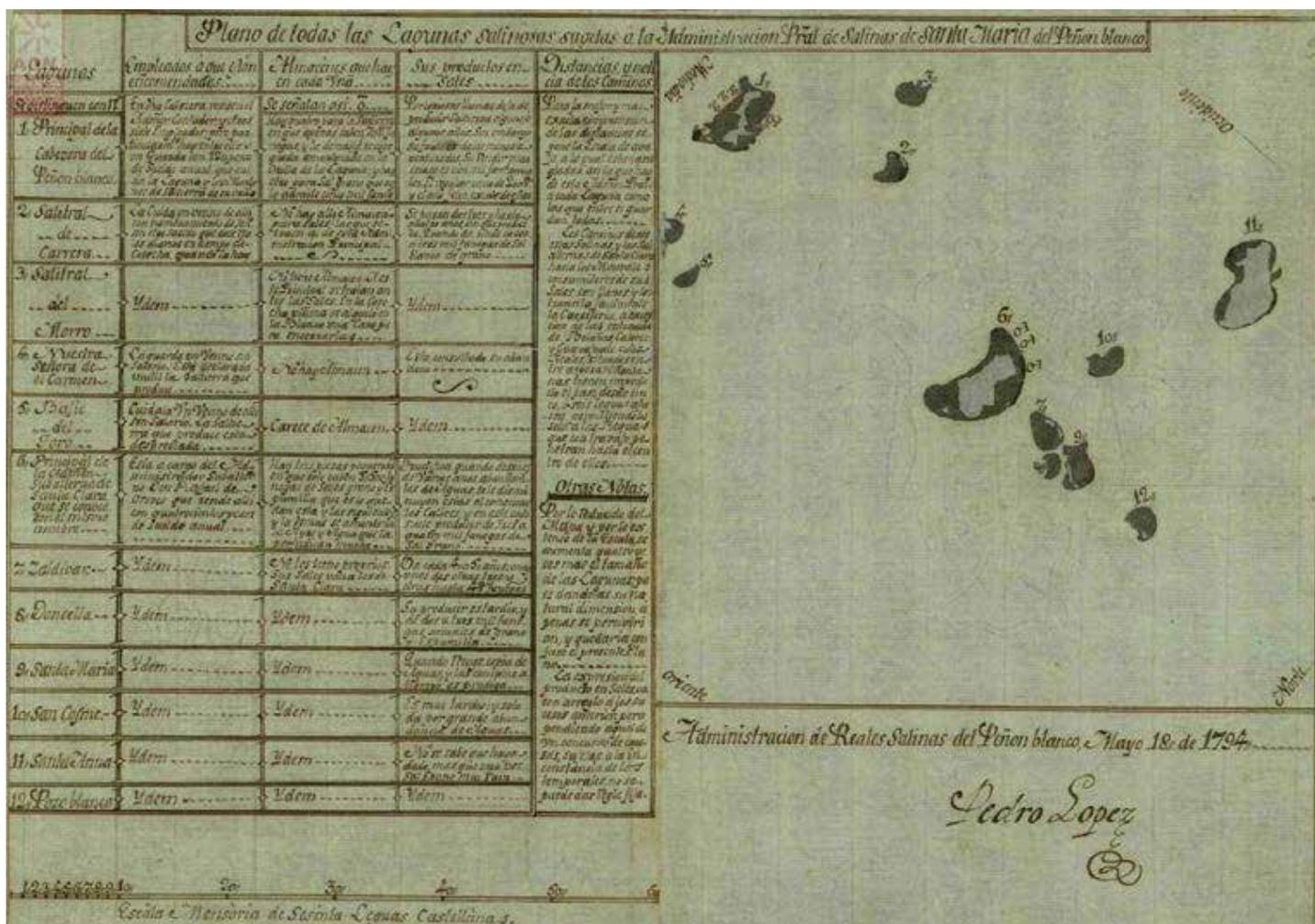


Figura 3. Administración de Reales Salinas del Peñón Blanco AGN, Salinas, Vol. 1, Exp. 11, mapa 4288 21 de junio de 1794 MAPILUU54287.

Nuestra Señora del Carmen y Bajío del Toro, eran lagunas que estaban en abandono, ya que la saltierra que producían era de muy poco valor, esto porque no se formaba una capa gruesa de sal que pudiera ser cosechada y al mezclarse tanto con la tierra perdía su valor útil. Estas estaban ubicadas en la Intendencia⁴ de San Luis Potosí, en la actual conformación de los estados, Nuestra Señora del Carmen pertenece a San Luis Potosí y Salitral del Moro ahora forma parte del Estado de Zacatecas.

Santa Clara estaba a cargo de un administrador subalterno. Quien residía allí tenía una pequeña Casa Real, de la cual ya no queda

ningún vestigio; esta dependía de la Casa Real en la laguna de Santa María, también había tres almacenes para la sal de grano, formaba parte de la Intendencia de San Luis Potosí.

Saldivar, La Doncella, Santa María (La vieja), Primera de San Cosme, Santa Ana, Pozo Blanco, son seis lagunas que por su cercanía a la laguna de Santa Clara, dependían del administrador subalterno, no tenían almacenes, aunque su producción era sal de grano, la cual fue de tres a cinco mil fanegas cada cinco años, pertenecían a la Intendencia de Zacatecas, en la actualidad solo tres de estas lagunas pertenecen al actual Estado de Zacatecas: Primera de San Cosme, Santa Ana y Pozo Blanco.

La conformación de las Salinas del Peñón Blanco como una unidad de producción de sal, fue por la necesidad de abastecer a las

4 Las intendencias fueron creadas como parte de las reformas Borbónicas el 4 de diciembre de 1786 el rey Carlos III firmó la *Real Ordenanza de Intendentes de Ejército y Provincia de Nueva - España* que creó doce intendencias en el Virreinato de Nueva España, reemplazando a los corregimientos, alcaldías mayores y otras jurisdicciones.

principales haciendas de beneficio minero de la región, las cuales se ubicaban cercanas a los principales Reales Mineros. Estas haciendas de beneficio utilizaron el método de patio o azogue, el cual utilizaba la sal como elemento indispensable para la amalgamación de la plata, dicho método fue desarrollado por Bartolomé de Medina⁵, en el siglo XVI.

Una vez que la sal era transportada a las haciendas de beneficio, tenía que ser

⁵ Sevillano que se instaló en la Nueva España, a finales de 1555, en Pachuca ya había conseguido definir con éxito un procedimiento a escala industrial que aplicaba la técnica en frío, es decir sin la necesidad de someter al calor del fuego la mezcla de plata y mercurio. Esta técnica y las propiedades del mercurio eran conocimientos desde la edad antigüedad, existieron dos tratados principales la *Pirothechnia*, de Biringuccio y *De Re Metallica*, de Agricola, aun que estas obras describía la aplicación de la amalgamación a pequeña escala, se cree y se considera que estos tratados eran del conocimiento de Medina.

almacenada. Es probable que estos espacios donde se almacenaba la sal, en las haciendas de beneficio fueran una adaptación de las galerías existentes en las lagunas. Según Salazar (2000, p.108) había una relación entre este espacio de almacenaje y el área de producción, el cual era conocido como patio.

En este patio se realizaba el método de amalgamación donde la sal era un elemento importante, ya que en la tercera fase de este proceso se realizaba justo en el patio y se le conocía como “*ensalmo*”, pues básicamente consistía en añadir agua y sal sobre el mineral molido (Lacueva, 2010, p.53).

La proporción en la que se vertía en estos estanques era de veinte quintanales⁶, a los cuales se le agregaba agua hasta que adquirían

⁶ Un quintal equivalía aproximadamente a cuarenta y seis kilos. Las fracciones de un quintal se medían en arrobas, que era la cuarta parte de un quintal.

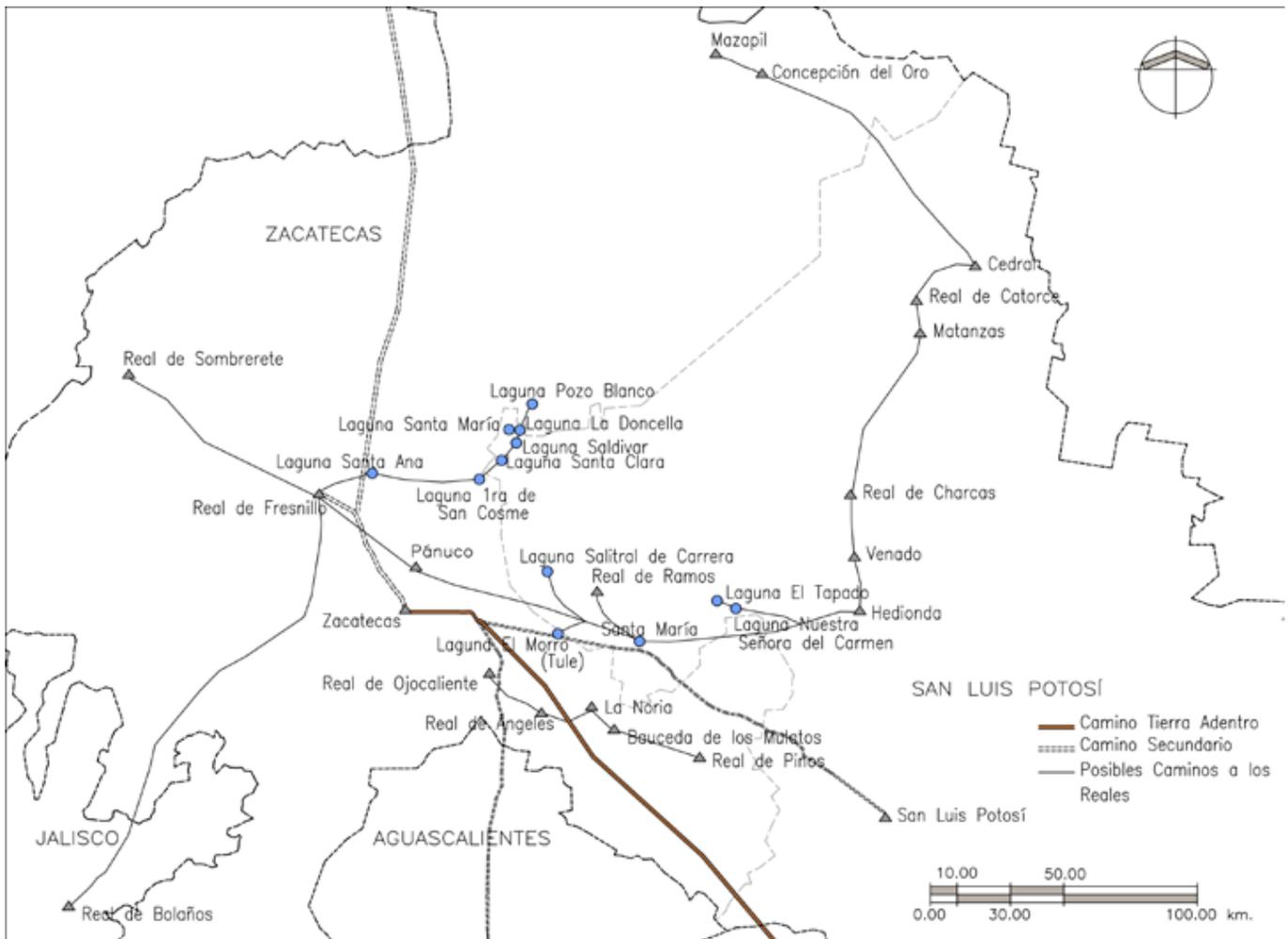


Figura 4. Relación entre las lagunas de las Salinas del Peñón Blanco y los Reales Mineros. Adaptado. Adaptado de *Los Rastros de la Sal*. San Luis Potosí, por V. Salguero México, 2008 p. 12.

la consistencia de un barro espeso, y se añadía sal común en proporción de dos o tres libras por quintanal, es decir veinticinco kilos de sal en promedio. Una característica de estos yacimientos salinos, es que su explotación era estacional, es decir solo se podía realizar en los meses secos y siendo el clima un factor que no se podría controlar, nada podría asegurar que la lluvia no fuera en exceso ni que la temporada de sequía fuera en extremo dura, esto ocasionó que fuera un producto codiciado por no contar con un sistema o tecnología que asegurara un abasto continuo.

La Laguna de Santa María

La laguna de Santa María, ubicada hoy en el municipio de Salinas de Hidalgo, estado de San Luis Potosí, está en un punto intermedio entre dos ciudades importantes

desde la época virreinal, es decir la ciudad de San Luis Potosí, se localiza a cien km y de la ciudad de Zacatecas a noventa y tres km, aproximadamente.

Esta laguna fue la principal por ser la mayor productora de sal, en comparación con las otras pertenecientes a las Salinas del Peñón Blanco, por eso es que se convirtió en cabecera del partido de Salinas y se ubicó la Casa Real, la cual tenía la función de ser el centro administrativo y religioso de las Salinas.

Para entender por qué fue considerada como la mayor productora, es importante definir la técnica de explotación de sal que se estableció sobre estos yacimientos, la cual empezaba con la cosecha de sal. Esta se realizaba desde el mes de enero hasta principios de la temporada de lluvias, por lo general los últimos días de mayo; después que la naturaleza

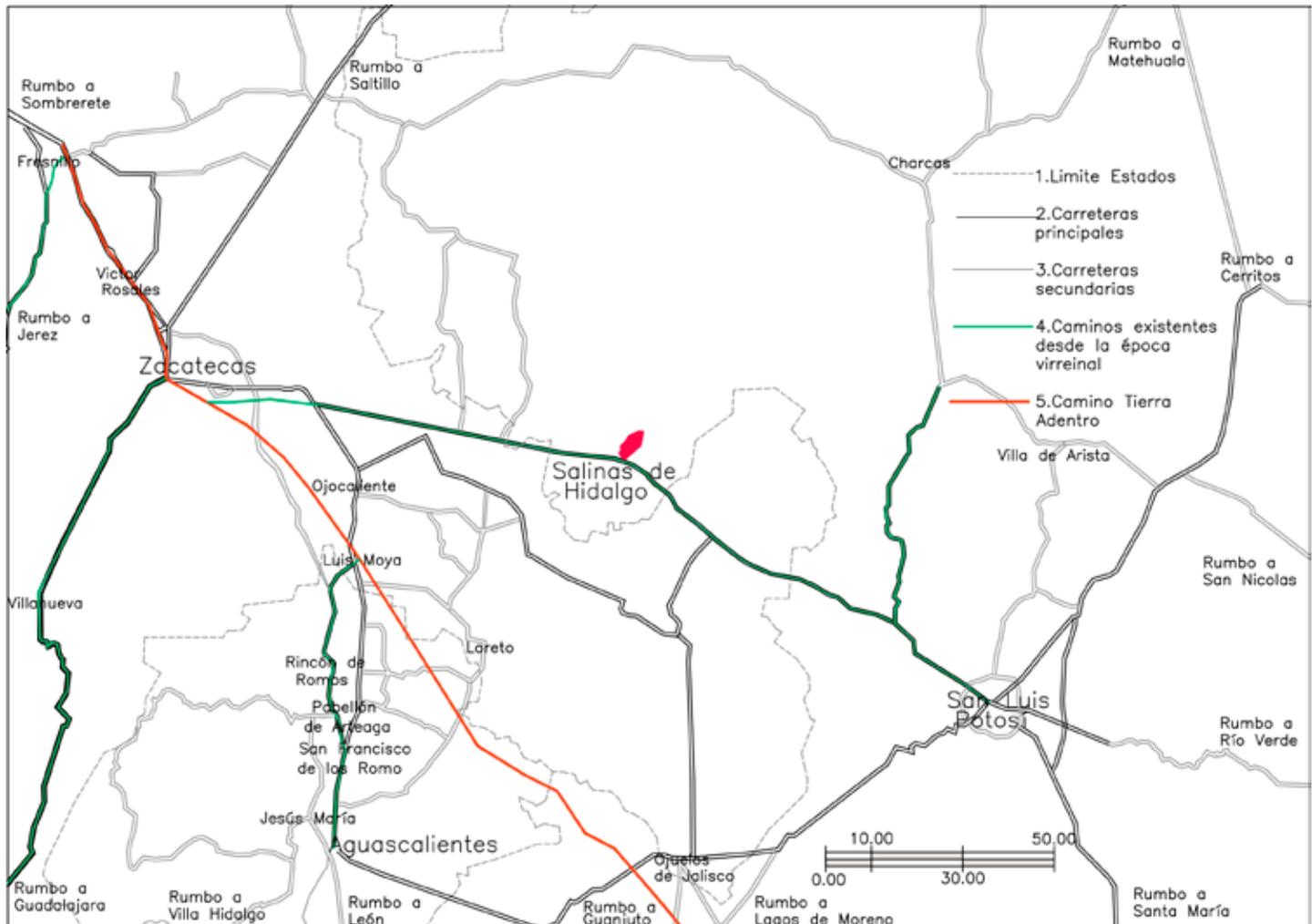


Figura 5. Ubicación de la laguna de Santa María Adaptado de *Los Rastros de la Sal*, por V. Salguero. San Luis Potosí, México, 2008 p. 11.

realizaba su función de evaporación, los operarios solo tenían que introducirse a los terrenos de la laguna y cosechar.

Una cosecha eficiente se lograba al aplicar adecuadamente la técnica de rastrillado para recoger la sal, que consistía en no apretar mucho, ya que si el operario apretaba mucho el rastrillo lo más seguro era que recogiera lamas, arenas y otras contaminaciones lo que haría que la sal ya no sirviera; el rastillado debería ser suave para tratar de recoger toda la sal posible en las mejores condiciones (AGN. Instituciones Coloniales, Montepíos 28535 Volumen 10 p. 57).

Los tipos de sal que se podían recoger de la laguna eran: la saltierra, la sal de grano y la sal de espumilla. La saltierra⁷ empezaba a aparecer como una delgada capa o en costrillas sobre algunas áreas de la laguna, la laguna de Santa María en comparación de las otras lagunas era la que tenía mayor producción de este codiciado artículo y en condiciones favorables la cosecha podía repetirse varias veces al año, aunque este producto no era tan puro en su composición era útil para el proceso de amalgamación, claro que se prefería la sal de grano para el proceso.

La sal de espumilla es una costra blanca y delgada que se cosecha si la lluvia ha sido suficiente para que no se evapore por completo antes de los meses de enero.

La sal de grano⁸ solo cristalizaba si el agua de lluvia se estancaba varios centímetros en las depresiones de la laguna, a principios de la canícula⁹, su cosecha era diferente; el operario debería introducirse a la laguna para sacar los cristales flotantes, los cuales después eran depositados en asoleaderos a la orilla de la laguna por dos o tres días para su secado.

Cuando estos tres tipos de sales eran recogidas se hacían montones de estas a la orilla de la playa y de ahí eran transportadas para su

comercialización en carretas a las haciendas de beneficio minero. Solo la sal de grano, ya que era una sal más pura y era la mejor para el proceso de amalgamación. Antes de ser transportada era almacenada para su resguardo, por ser considerada de gran valor. Los espacios de almacenaje se encontraban a pie de la laguna. Estos espacios eran sencillos construidos con adobes y eran llamados galeras. Por el plano de 1794, sabemos que la laguna de Santa María, en un año de escasas producía cien mil fanegas de saltierra, esta sal aun que no era tan pura como la sal de grano, en calidad era buena para ocuparla en el proceso de beneficio de la plata, también producía anualmente dos mil fanegas de sal de grano en comparación con las otras lagunas que producían de tres mil a cinco mil fanegas en intervalos de producción que variaban de dos hasta cinco años.



Figura 6. Tipos de Sal Derecha Sal Grano e Izquierda Saltierra. Tomado de. *Los Rastros de la Sal* por V. Salguero, San Luis Potosí, México, 2008 p. 11.

En cuanto a la administración de las Salinas del Peñón Blanco en la época virreinal, eran propiedad de la Corona, pero se arrendaban, es decir las ponían en manos de varios asentistas, quienes asumían obligaciones administrativas, entre las cuales estuvo el proporcionar sal de buena calidad a los mineros, a precio accesible y estable; asegurando a la Corona ganancias del impuesto cobrado por el derecho de explotación.

En 1778, la Corona tomó el control de ellas y fueron dadas a administrar al subdelegado de la intendencia de San Luis Potosí, esto como medida de las Reformas Borbónicas, en las cuales todas las estructuras productivas

⁷ La saltierra, es conocida también como tequesquite, el cual está compuesto de bicarbonato de sodio y cloruro de sodio. Se clasifica en cuatro tipos: espumilla, confitillo, cascarilla y polvillo.
⁸ La sal de grano su composición es un poco más pura en cloruro de sodio en comparación a la sal común.

⁹ Canícula es la temporada del año en que el calor es más fuerte, su duración es aproximadamente entre cuatro a siete semanas.

de la Corona se adecuarían a nuevas formas administrativas (Del Río, 1995, p.12).

En 1821 tras la independencia, el sistema de administración volvió a cambiar al sistema de arrendamiento. En 1845, durante el gobierno del presidente Antonio López de Santa Anna, existían relaciones entre Cayetano Rubio¹⁰ nombrando administrador a Joaquín María Errazú¹¹, su yerno, quien se convierte en empresario y postulante para alcalde de la Ciudad de San Luis Potosí en 1842, con el apoyo de su suegro (Monroy, 2008, p.128-129).

El gobierno de Antonio López de Santa Anna vendió las Salinas del Peñón Blanco a Cayetano de Rubio, en 1842, al no poder pagar las deudas contraídas. De esta forma, Cayetano Rubio quedó como único dueño de las lagunas pertenecientes a las Salinas del Peñón Blanco, entradas y salidas, usos y costumbres, terrenos, casas, trojes y todo lo que es anexo, el administrador siguió siendo José María Errazú, quien para esas fechas empieza todo un proyecto de industrialización, ya que pretendía comprar estas Salinas a su suegro. En 1845, los registros establecen a Errazú como dueño de las Salinas.

Para comprender el proyecto de industrialización de Errazú, debemos entender que esta va de la mano de la tecnología, entendida como todos los conocimientos y componentes como: materiales, procesos, mano de obra, con el fin productivo, donde en ocasiones la tecnología se plasma en arquitectura.

“Tecnología al conocimiento sistematizado de la producción y sus diversos componentes que son: la tecnología del trabajo, de los materiales, de los procesos, de los medios y de la

gestión”. (Saldaña, 2013, p.209)

Con la introducción de un conocimiento sistematizado, materializado en arquitectura de la producción de sal, se desarrolló en la laguna de Santa María lo que denominamos en fábricas de sal.

La arquitectura de las fábricas de sal

Una fábrica de sal es una unidad de producción al aire libre que consta de un sistema al que se le denomina como beneficio de sal, sistema de fábricas o plantas de sal solar. En Inglaterra y otras partes de Europa, estas unidades eran empleadas en los yacimientos de suelos salinos de lagunas ubicadas en las zonas costeras.

El sistema, consistía de un vasto depósito de una sola pieza, llamado “*ciénaga*”, junto a él, había un segundo depósito llamado “*lucio*”, dividido en varios “*cuadrilongos*” por medio de masas de tierra, de algunos centímetros de elevación y cuyas partes superiores servían de senderos. Los conductos que se localizaban en el interior de estas masas de tierra ponían la salina en comunicación con el lucio y la ciénaga (Villain, 1876, p.33).

El proceso era muy sencillo: el agua del mar se introducía por medio de caños en la ciénaga, donde se depositan las materias que lleva en suspensión, al mismo tiempo que se eleva su temperatura. Después se conducía por los conductos, haciéndola pasar por el suelo caliente de los lucios y cuadrilongos de las salinas. La elevación del fondo de la ciénaga no permitía, en general, llenarla de agua si no durante las mareas de luna llena o de la luna nueva (p.34).

Este sistema fue traído de Europa, por órdenes de Errazú, quien le encargó al ingeniero Guillermo Pollard¹².

10 Nació en Cádiz, España, el 26 de septiembre de 1791. Llegó a México en 1806, estuvo en el ejército, alcanzando el grado de Capitán, se dedicó al comercio, avvicinándose en Querétaro, se apropió de los monopolios del tabaco, y otros negocios como la sal, azúcar, cobre y papel.

11 Nació este importante personaje en Irún, España, fue el segundo de tres hermanos; llegó a México hacia 1821. Radicado en Matehuala como labrador y comerciante, luego se fue a San Luis Potosí. En 1838, contrajo segundas nupcias con María Guadalupe, hija de Cayetano Rubio.

12 Guillermo Pollard, de nacionalidad británica arribó al puerto de Veracruz, en 1824, en 1830 fue empleado por las minas Anglomexicana, en Guanajuato. En 1837, ya era empleado contador de la negociación del Fresno y en 1841 trajo el sistema de fábricas para Errazú, además que se desempeñó como agente de negocios de la región vendiendo sal.

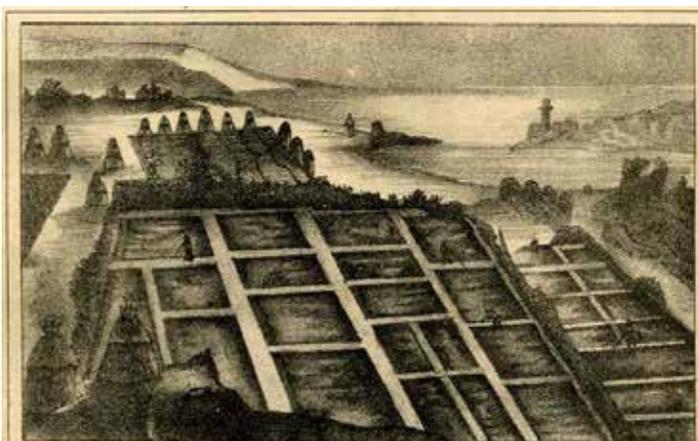


Figura 7. Salinera de costa en Inglaterra. Tomado de *Historia de un grano de sal*, por Villain, México, 1876.

Al traer estas unidades productoras de origen europeo a nuestra geografía particular, con yacimientos de suelos salinos de lagunas ubicados en zonas continentales o interiores, como los yacimientos de las Salinas del Peñón Blanco, se procedió a realizar las adaptaciones, esta fue la extracción de la salmuera, mientras que en las lagunas costeras, se

esperaba que la marea subiera para el llenado de las eras; en las lagunas interiores de las Salinas del Peñón Blanco se tuvo que adaptar un sistema para su extracción, que se le conoce como noria.

Para encontrar la ubicación óptima y realizar el sondeo de los pozos, para la colocación de las norias, podremos decir que fue a través del ensayo y error, y el conocimiento de Guillermo Pollard. Una vez encontrado el pozo, se pasaría a la construcción de la noria, la noción de extracción de pozos era un conocimiento empleado desde el siglo XIV, en Europa.

Las fábricas de sal que se construyeron a pie de la laguna fueron ocho unidades de producción, las cuales se establecieron en el sureste y suroriente de la laguna, se localizaron en esta región por dos razones: el encontrar una mayor cantidad de agua freática en la laguna y por la cercanía, la laguna que se le denomina "Azoguero"¹³.

13 Esta laguna fue de suma importancia ya que sirvió como fuente reguladora de la laguna de Santa María y se utilizaba su agua para controlar la salinidad en las fábricas.

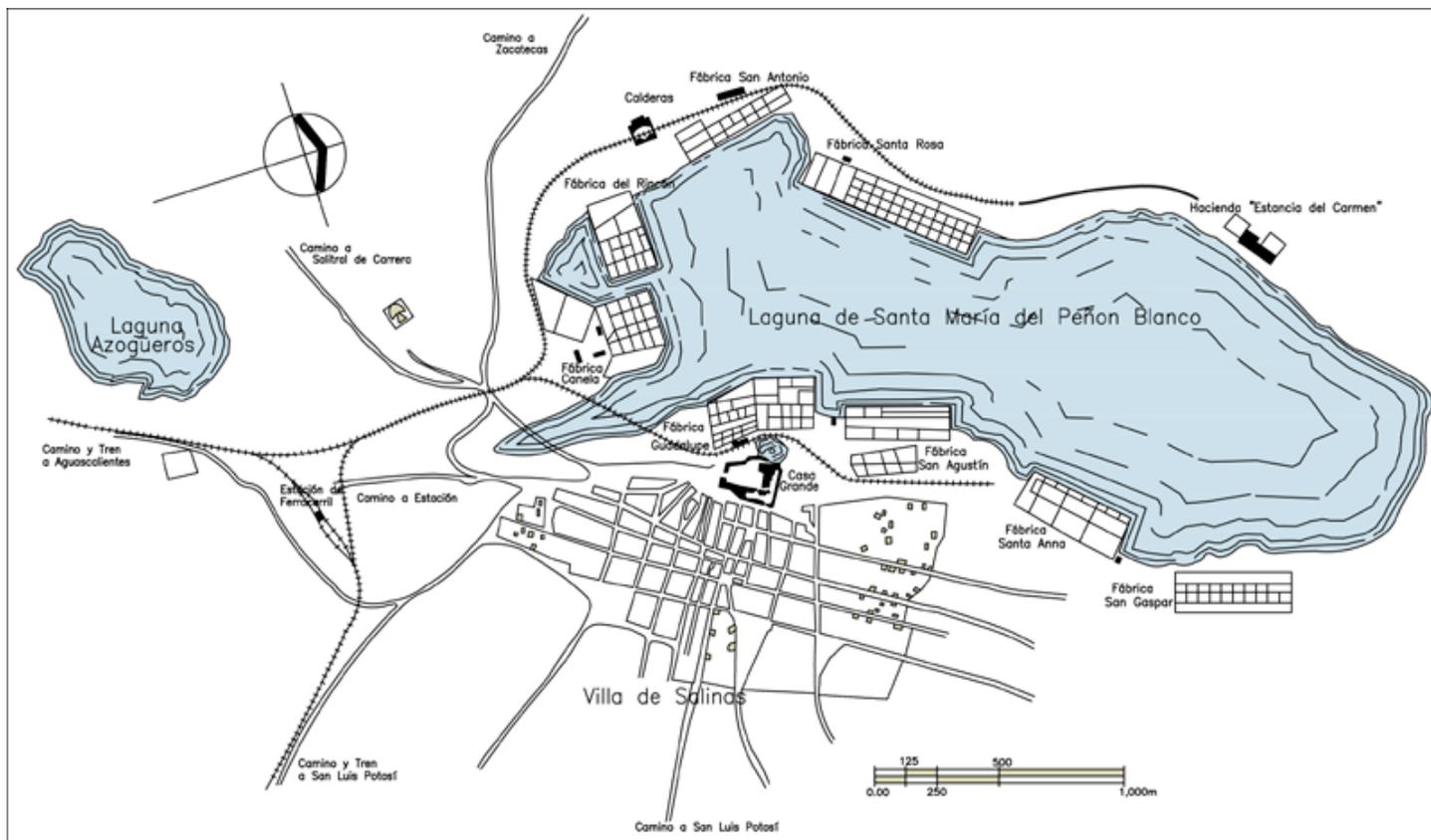


Figura 8 Ubicación de las fábricas de sal en la laguna de Santa María. Adaptado de *Camino de hierro al puerto. Estaciones del Ferrocarril Central Mexicano*, por Carregha Lamadrid, San Luis Potosí, 2003.

A estas unidades de producción se les dio un nombre específico, algunos de ellos fueron puestos en honor a los hijos de Errazú y otros por las características de las lagunas o por el nombre del santo que se festejaba en el día que se había inaugurado la “fábrica”; los nombres de estas fueron: “Fábrica Guadalupe”, “Fábrica de San Agustín”, “Fábrica de Santa Anna”, “Fábrica de la Canela”, “Fábrica del Rincón”, “Fábrica de San Antonio”, “Fábrica de Santa Rosa” y “Fábrica San Gaspar”.

Cada fábrica de sal formaba una unidad de producción individual y estaba vinculada con sus propias áreas de actividad. Las áreas que conformaban esta unidad de producción eran: Norias, pilas o eras, canales, asoleaderos y bodegas.

a) La noria es una máquina hidráulica que sirve para la extracción del agua, en este caso de la salmuera, consiste en una gran rueda con un extremidad transversal, la rueda se coloca parcialmente sumergida en un pozo de agua, el cual gracias a la extremidad y la tracción que es hecha por algún animal de carga, imprime a la rueda un movimiento continuo.

La rueda, posee en su circunferencia una hilera de recipientes, los cuales podían ser cántaros o bolsas de cuero, que con el movimiento de la rueda se llenan de agua, la elevan y la depositaban en un conducto asociado u otro depósito. En algunas fábricas, según algunos datos del archivo histórico, se puede saber que algunas norias estuvieran bajo

techo. Es importante mencionar que ya no existe vestigio alguno de esta área que formó parte esencial de las “fábricas de sal”

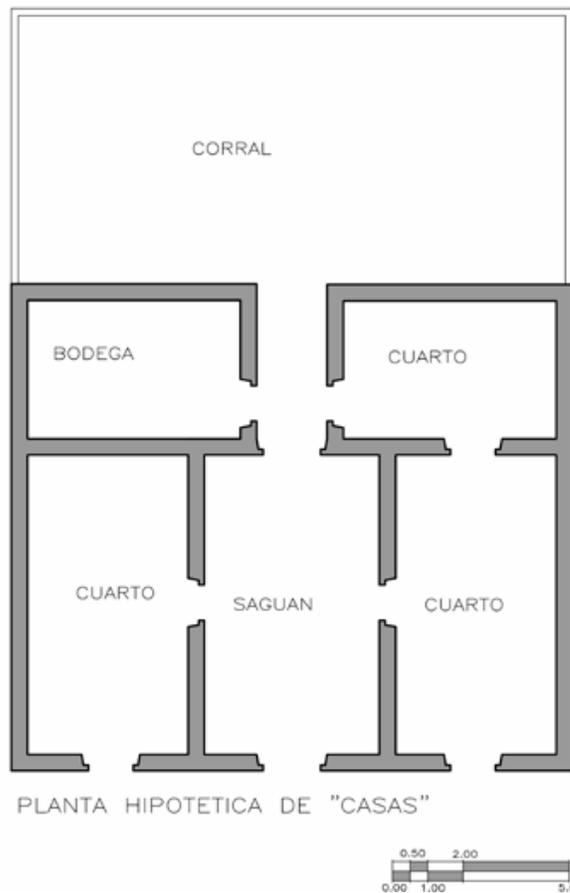


Figura 10. Planta Hipotética de “casas”, por X. Guevara, México, 2014

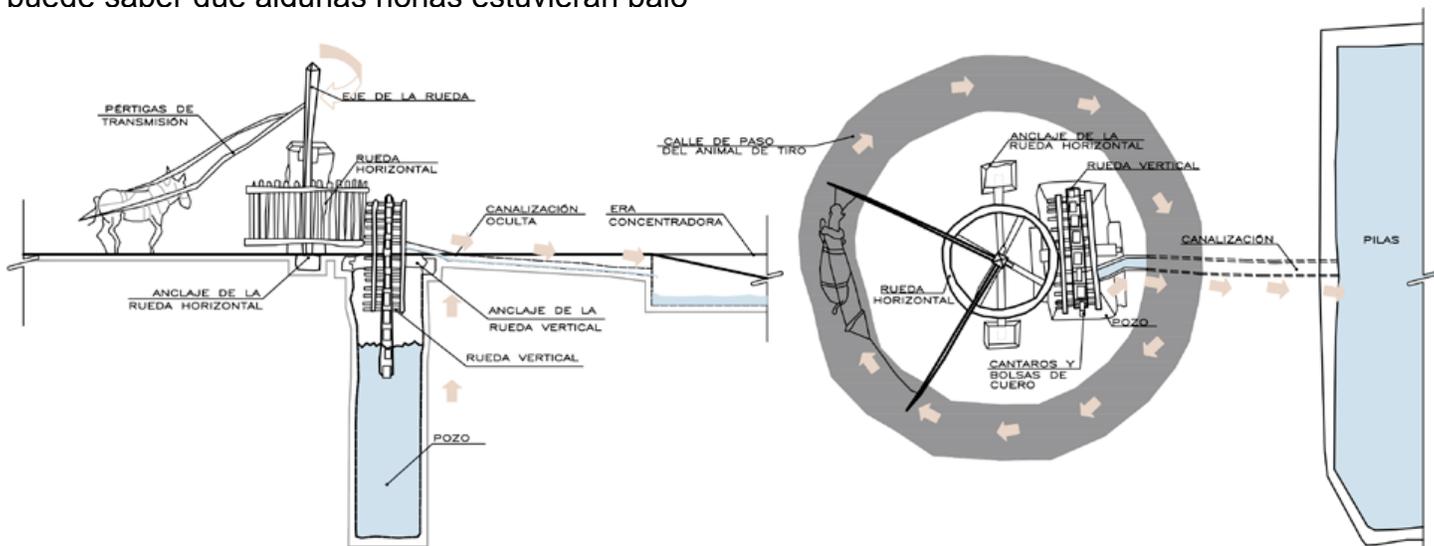


Figura 09. Noria, por X. Guevara, México, 2014.

Dentro de cada fábrica de sal podían existir de dos o tres norias, en función de los “cuadros” que existieran en las fábricas. Las norias estuvieron ligadas con otra área: que eran las “casas”, a las cuales describen, en documentos encontrados en el Archivo Histórico de Salinas del Peñón Blanco, y son un “módulo”, con las siguientes áreas de dos o tres cuartos, una bodega y un corral.

En el archivo Histórico de las Salinas del Peñón Blanco Fabrica Santa Rosa, Sección Errazú, subsección. Gobierno, Inventario, 1859, Caja 172, Expediente 884, dice:

“Los cuartos eran destinados para el noriero, mulero y velador. La bodega servía para resguardo de la pastura de los animales. Los corrales su función era para la guarda y descanso de los animales que movían las norias.”

Estos “modulos” eran construcciones sencillas y eran posiblemente construcciones con techos de viguería de madera y muros de adobe. Estos espacios fueron demolidos al sustituir las norias por los molinos de viento. Los trabajos que se desprendieron de esta área de producción de una noria fueron:

El noriero, era quien se hacía cargo de que la noria funcionara correctamente y reparar algún desperfecto que pudiera surgir.

El mulero, era quien se encargaba de los animales en atenderlos, alimentarlos, llevarlos y traerlos para que sirvieran en la noria.

b) Sobre las pilas o eras en una fábrica de sal, podía haber de dos a cuatro “cuadros”, es decir la unidad en que se agrupaban las eras o pila. Dentro de cada “cuadro” existían eras o pilas de dos tipos: concentradoras y cristalizadoras.

Las pilas o eras concentradoras tenían la función de saturar la sal por medio de evaporación y pasar la salmuera por medio de los canales y por acción de gravedad, a las cristalizadoras.

Las pilas o eras cristalizadoras tenían la función de recibir la salmuera y era donde se formaba la sal. Sus muros son de piedra de origen volcánico, las cuales cuentan aproximadamente con una altura de dos varas,

el ancho de los muros son de media vara, por algunos tramos de estos muros de puede caminar, ya que tienen la función de comunicar las pilas.

c) Canales, su función era pasar por acción de la gravedad de una pila o era la salmuera, los mismos muros divisorios de las eras tenían la función de conducir la salmuera, estos canales eran de barro o madera, los cuales sufrían un desgaste continuo por la fricción y corrosión de la salmuera.

Los trabajos que se desprendían de estos espacios eran: Guarda era quien vigilaba la sal durante la noche ya que con facilidad podían robársela. Barrenderos eran quienes recogían la sal se le llamaba así porque al finalizar la recolección había que barrer las pilas.



Figura 11 Pilas y canales de una fábrica de sal Archivo Histórico de Salinas del Peñón Blanco sin clasificar proporcionada por el Historiador José de Jesús Hermosillo y Medina.

d) Asoleaderos su función era terminar el secado de la sal, se localizaban junto a las bodegas, eran grandes espacios empedrados, para facilitar la nueva recolección de sal.

e) Las bodegas, servían para el almacenaje de la sal una vez retirada de los asoleaderos, los muros son de piedras de origen volcánico, de una vara de grosor; en su interior se componían de arcadas para dividir el espacio para el almacenamiento de la sal y poder salvar un mayor claro, cada espacio recibía el nombre de nave.

La altura de las bodegas oscilaba entre los cinco y seis metros, teniendo un acceso o dos dependiendo de su disposición y la conformación de la distribución, el tamaño de las bodegas dependió de la producción de sal.

Sus techos eran de vigería franciscana, con tejamanil, y algunos de sus muros poseían pintura donde se marcaban sus festividades, los muros cabeceros, se marcaban con líneas

horizontales y verticales para tener un mayor control de la sal que se almacenaba.

El proceso empezaba con la extracción de salmuera subterránea, por norias o molinos de viento, la cual era depositada en una serie de estanques de evaporación llamado concentradoras, de donde se distribuía la salmuera a las pilas cristalizadoras, a través de canales; las pilas o eras concentradoras eran las

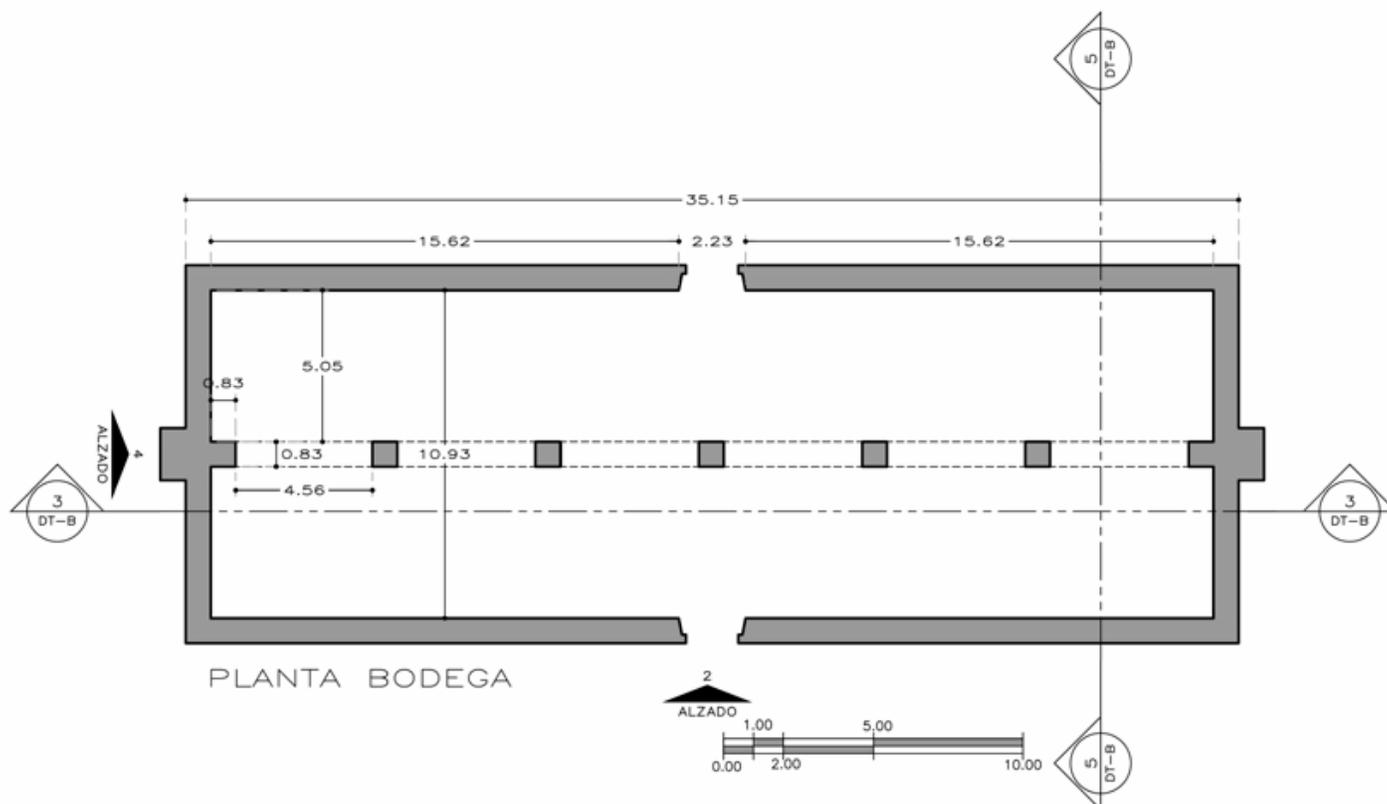


Figura 12. Planta fábrica Santa Rosa, por X. Guevara, México, 2014

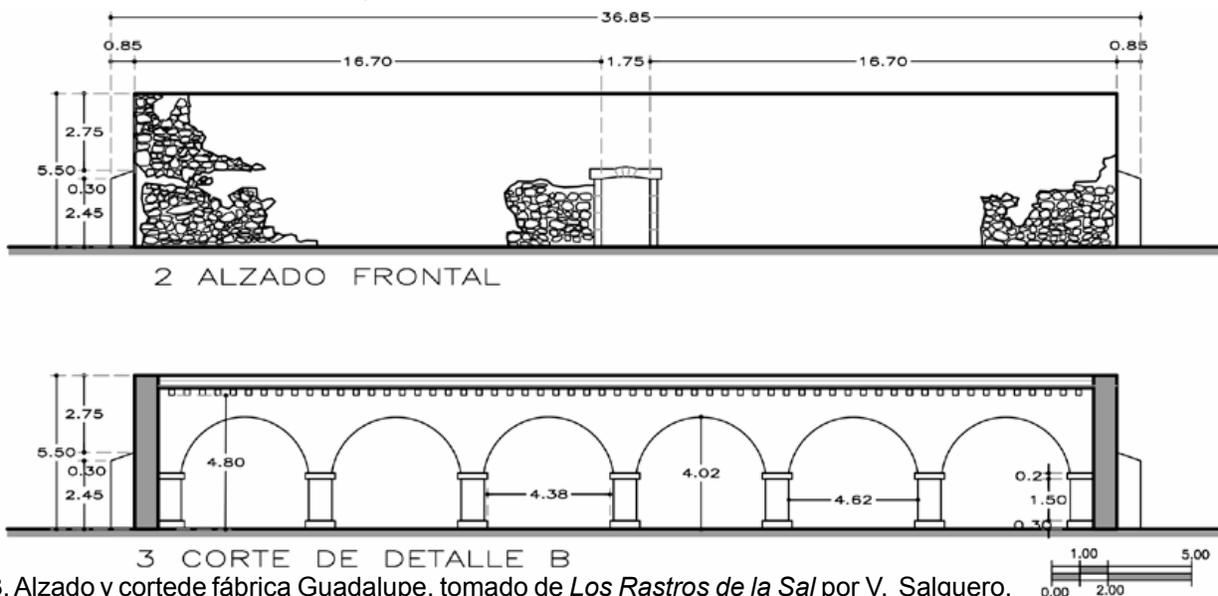


Figura 13. Alzado y corte de fábrica Guadalupe, tomado de *Los Rastros de la Sal* por V. Salguero, San Luis Potosí, México, 2008 p. 86.

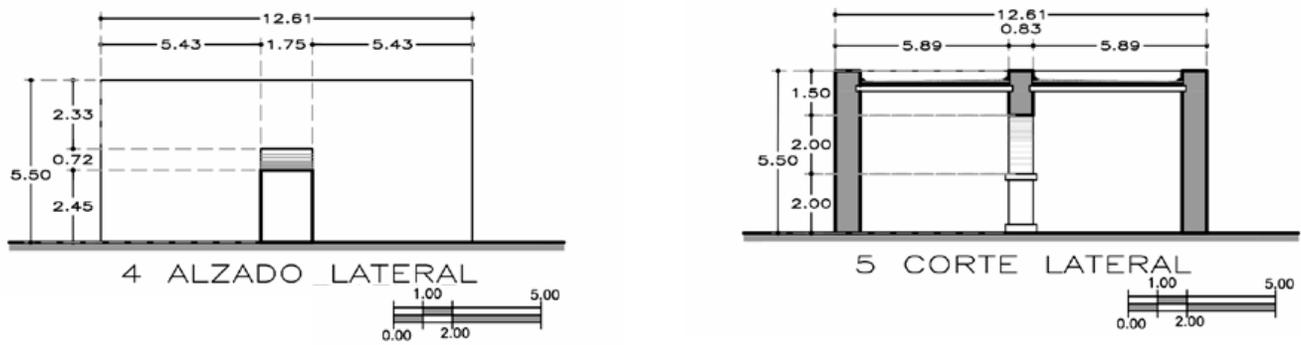


Figura 14. Alzado y corte de fábrica Santa Rosa, por X. Guevara, México, 2014

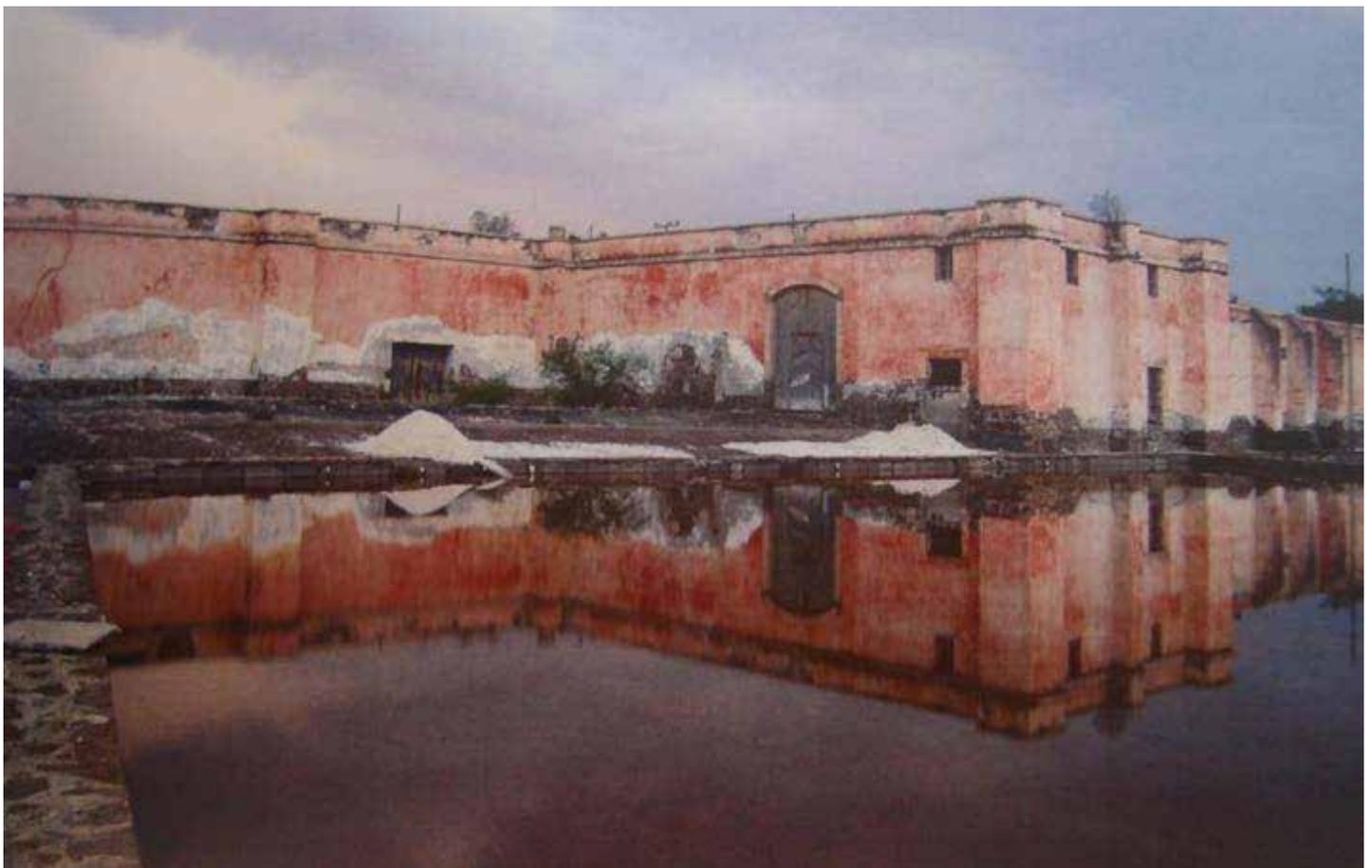


Figura 15. Vista de la fábrica Guadalupe, tomado de *Los Rastros de la Sal* por V. Salguero, San Luis Potosí, México, 2008 p. 86.

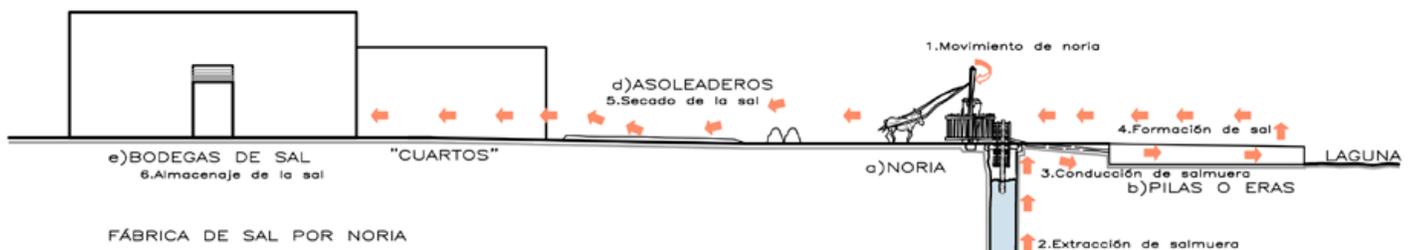


Figura 16. Corte longitudinal de fábrica de sal Santa Rosa, por X. Guevara, México, 2014.

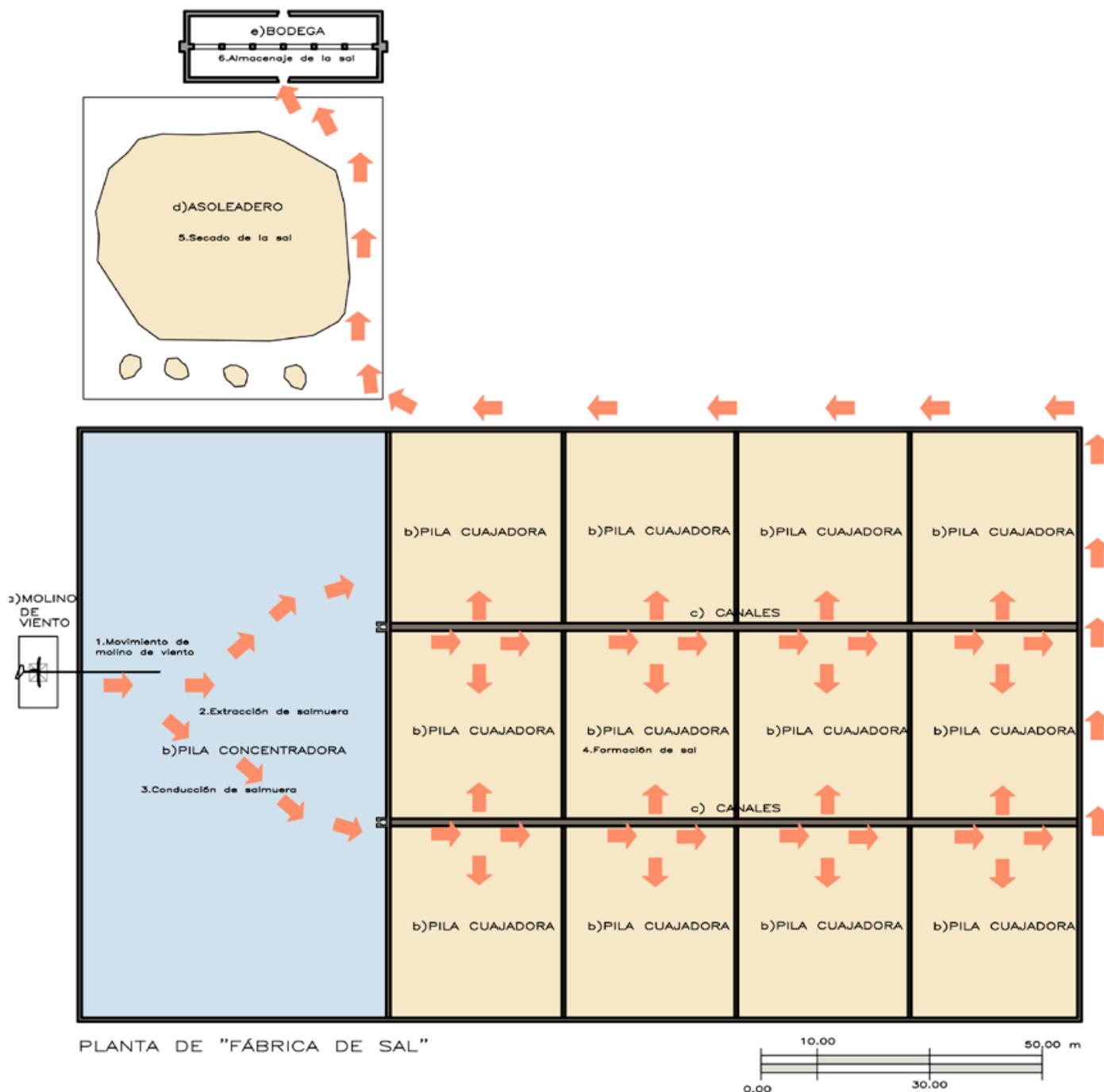


Figura 17 Fábrica de sal Santa Rosa, por X. Guevara, México, 2014.

que tenía la función saturar el agua de sal por medio de la evaporación.

Luego la salmuera pasaba a las cristalizadoras por acción de la gravedad en donde se formaba la sal. Para la formación de la sal, era necesario que se estuviera moviendo la salmuera con un tipo de escoba de palma o zacate, esto con el fin que la sal cuajara.

Una vez que la salmuera cuajaba se formaba la sal empezaba el proceso de cosecha, el

cual consistía en tirar suavemente un rastrillo de madera para llevarla delante de sí toda la saltierra, se levantaba como espuma, acción que en la fase química es llamada eflorescencia de sales. La actividad había que desempeñarla con cuidado para no raspar ni apurar las sales y el fondo en exceso.

La sal se dejaba en los asoleaderos para su secado y después era transportada a las bodegas, así mismo una vez cosechada la

sal, se barrían las eras para continuar con el proceso de producción de sal, si bien aun se seguía dependiendo de la naturaleza para la evaporación solar, las cosechas se podían repetir durante varias veces al año dependiendo del clima.

Conclusión

Las Salinas del Peñón Blanco surgen por la necesidad de encontrar sal, para el beneficio de la plata extraída de los yacimientos encontrados en la región de San Luis Potosí y Zacatecas, como parte de la expansión novohispana por conquistar el nuevo territorio.

La sal fue uno de los elementos de importancia en el proceso de patio de la plata, dicho proceso se realizaba en las haciendas de beneficio minero, este elemento en las haciendas de beneficio dio la creación de un espacio arquitectónico llamando galera. Durante el virreinato, la explotación de la sal tuvo diversos sistemas administrativos. La técnica de explotación de sal, que se llevaba a cabo en la época virreinal solo produjo un espacio arquitectónico a pie de la laguna, el cual tenía la función del almacenaje de la sal.

La Laguna de Santa María, fue la de mayor importancia por su producción, desde la época virreinal; esta fue una característica, para que en el año de 1845, se introdujera una nueva tecnología, es decir un conocimiento sistematizado de procesos de explotación de sal, lo cual dio una tipología arquitectónica que aun sobrevive a las orillas de la laguna, único ejemplo en el país.

En este artículo se analizó y se expuso lo que hemos definido *fábricas de sal*, que tienen un sistema al aire libre, para la explotación de la sal por medio de la evaporación solar; pero aun falta otros elementos arquitectónicos por analizar, Un edificio al que se conoció como fábrica de Calderas, el cual a lo largo de un siglo sufrió grandes modificaciones arquitectónicas como parte de las innovaciones tecnológicas del país.

Esta nueva tecnología, no solo dio la construcción de una arquitectura donde se llevaron a cabo los procesos de explotación de sal, también surgieron dos grandes áreas

de vivienda; la propia Casa Grande, la cual se desarrolla con un partido arquitectónico llamado Hacienda; así mismo dio el desarrollo de la Villa de Salinas con una traza rectangular; así mismo aun falta estudiar las otras once lagunas que formaron parte de las Salinas del Peñón Blanco.

Bibliografía

Archivo Histórico de Salinas de Peñón Blanco, *Fábrica Santa Rosa.*, Sección Errazu, Subsección. Gobierno, Inventario, 1859, Caja 172, Expediente 884.

AGN (Archivo General de la Nación). Instituciones Coloniales. Montepíos. 28535. Volumen 10.

Lacueva, Lacueva Muñoz, Jaime J. (2010) *La plata del rey sus vasallos en*

México siglo XVI-XVII. Sevilla: Padilla Libros Editores & Libreros.

Monroy Castillo, María Isabel.(2008).*Sueños, tentativas y posibilidades: extranjeros en San Luis Potosí, 1821-1845.* San Luis Potosí, México: Universidad de San Luis Potosí.

Reyes Garza, Juan Carlos. (1995) *La Sal en México.* Colima, México: Universidad de Colima.

Salazar González, Guadalupe.(2000) *Las Haciendas en el siglo XVII, en la región minera de San Luis Potosí,* San Luis Potosí, S.L.P., México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Saldaña Juan José, (2013) *Conocimiento y acción Relaciones históricas de la ciencia, la tecnología y la sociedad en México.* México: Plaza y Valdez Editores.

Villain, Enrique, tr. de D. G. R. Y M. (1876) *Historia de un grano de sal.* México: Imprenta de J.M. Aguilar Ortiz.

Los Hornos en el Beneficio de los Metales en la Nueva España Siglo XVI-XVIII

Smelting Furnaces between XVI and XVIII century in New Spain

Andrea Monroy Braham

Arquitecta maestrante en Restauración de Monumentos por Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Sus trabajos de investigación están relacionado con las haciendas de beneficio mineras en México. Ha colaborado junto a la Dra. Ethel Herrera Moreno en la coordinación nacional de monumentos históricos del INAH. Ahí desarrolló trabajos para el *Panteón de Dolores en la Rotonda de los Hombres Ilustres*, el *Panteón de San Fernando*, y el *Barrio de San Sebastián*, en el centro histórico de la Ciudad de México. Email: andreamonroybraham@hotmail.com

Recibido: 10 denoviembre de 2014

Disponible en línea: 01 de enero de 2015

Aceptado: 08 de diciembre de 2014



Resumen

El siglo XVI trajo consigo nuevas técnicas de extracción y transformación minera, que sustituyeron a la forma antigua de trabajar las minas que se había manejado por las culturas indígenas-minería superficial y fundición con pequeños hornos- en el Nuevo Mundo. A pesar que en todos los casos se reemplazaron por completo, estos métodos sirvieron para que las tecnologías traídas de Europa se adaptaran a las condiciones del nuevo territorio, y dieran origen a la construcción de nuevos artefactos de transformación metalúrgica y a nuevos métodos para explotar los yacimientos casi intactos en la Nueva España. El estudio de las particularidades de estos artefactos, que contribuyen a la transformación de los minerales, y su tipología, confirmará que los hornos de fundición existentes en México, tuvieron cambios necesarios para su adaptación, en función de la economía y la austeridad, que enfrentaban en el nuevo territorio.

Palabras clave: Hornos de beneficio, beneficio de los metales, técnicas de beneficio.

Abstract

The Sixteenth century brought new techniques of mining extraction and transformation that substitute the ancient form of mining, handle by prehispanic cultures -like surface mining and small blast furnaces- to the New World. Although in all cases they were replaced, the old methods served to face the new conditions resulting in new extractive and transformation metallurgist constructions and new methods for drifting mining on barely develop mineral deposits in Nueva España. The study of the particularities and typology in the new constructions, allow us to know the ability to change, and the operations of this constructions in the mines that still survive.

Keywords: Smelting furnaces, smelting metals, smelting techniques.

Introducción

La actividad extractiva y de transformación de bienes procedentes del subsuelo, ha permanecido como una labor económica que determina, en la mayoría de los casos, la riqueza en materia prima de un país. Esta idea persistía desde los inicios de la era moderna en el continente europeo, el cual, en su afanosa expansión económica y territorial, busca obtener de sus colonias, la explotación de sus yacimientos y beneficiarse de esa riqueza potencial del Nuevo Mundo. Así en el siglo XVI, surge la minería como actividad económica en la Nueva España, dando origen a la construcción de nuevos artefactos de transformación metalúrgica –mismos que no se habían desarrollado por las culturas indígenas- y a nuevos métodos para explotar los yacimientos -casi intactos en la Nueva España-. En la esta investigación, se presentan aquellos artefactos de fundición y refinación de los metales en la minería, que tuvieron la necesidad de habilitarse a las nuevas condiciones que se enfrentaron los mineros españoles en el nuevo territorio. El estudio de estos hornos y sus características, permite conocer el funcionamiento de los mismos y su evolución, así mismo las particularidades de cada uno se verán definidas de acuerdo a la pureza de los productos extraídos del subsuelo, pues dependiendo de esto, se escogerá el método para beneficiarlos¹.

El valor patrimonial que gira en torno a los complejos mineros, se relaciona con el nacimiento de técnicas de transformación metalúrgica y sus construcciones de calidad artesanal, las cuales mantuvieron la economía

de las poblaciones, incluso de la nación entera y el crecimiento de su capital. Es necesario que, para la conservación de estas tecnologías, se comience por hacer estudios de las mismas para dar a conocer el papel importante que tuvieron en el desarrollo de la nación.

En la Nueva España se utilizaron dos métodos desde el siglo XVI hasta el siglo XIX, que sirvieron para el beneficio de los metales. El primero, el método de “*beneficio por fundición*” o por copelación² (Sumozas, 2007. p 303), se considera el punto de partida de la transformación metalúrgica, pues fue el método utilizado por muchas décadas atrás en Europa, y que después se vio sustituido, por el método de “*beneficio por amalgamación*”, también llamado de patio. Dentro de estos métodos existen cuatro procesos fundamentales para obtención de los metales: el primero será la extracción del material llamado mena³ (Lacueva, 2010. p 33), seguido de la trituration de la misma por medio de molinos de tracción animal o molinos hidráulicos. A partir del tercer punto la metodología en la transformación de los metales será variable respecto a el beneficio utilizado, para finalizar con el cuarto paso que será el refinamiento del material beneficiado. En ciertos procesos, podían pasar por una segunda trituration o molienda con el objetivo de: una mayor pureza. Los procesos de trituration y extracción de los metales, no sufrieron muchos cambios si no hasta el siglo XIX⁴ en donde se sustituiría ó se apoyaría, la

2 De copelar: Fundir minerales o metales en copela para ensayos, o en hornos de copela para operaciones metalúrgicas (Sumozas, 2007. p 303).

3 Mineral extraído de la corteza terrestre que contiene metales útiles (Lacueva, 2010. p 33).

4 En 1768 comenzaba la idea de la utilización de las máquinas de vapor en La Nueva España, sin embargo hasta

1 El término beneficio es utilizado para denominar a el método por el cual se transformarán los metales.

fuerza del hombre, la bestia y el agua, por las máquinas de vapor, situación que permitiría una práctica más efectiva.

Como ya se ha mencionado anteriormente, en la Nueva España durante el siglo XVI, se desarrollaron las técnicas de transformación metalúrgica por fundición, con sus respectivas adaptaciones, traídas del viejo continente, utilizando una variedad de hornos, que a base de temperaturas elevadas permiten la licuefacción de los elementos en las menas. Este procedimiento incluye la habilitación de un espacio, con ciertas especificaciones impuestas en varios tratados escritos previamente en Europa, que a base de una combustión continua, permitiera el cambio de estado de la materia (sólido a líquido) y posibilitara así su copelación.

Frente a la situación a finales de siglo, de que no todos los Reales de Minas⁵ (Sumozas, 2007. p 305) en la Nueva España dispusieron de la abundancia de recursos para dotar de combustible al beneficio de fundición (Lacueva, 2010 p 131), y ante la crisis forestal europea que presentaban algunos países, como Inglaterra y los Países Bajos (Sánchez, 1997, p. 7), existió un estímulo para desarrollar un sistema de beneficio que se adapte mejor a las condiciones a las que se sometía la minería en ese momento.

Surgió entonces el beneficio por amalgamación, que consiste en la adición de azogue⁶ al material triturado, para después separarlo en todas sus partes con mayor facilidad (Barba, 1640. Cap. XIV, p 84). Este tratamiento desarrollado por el sevillano Fray Bartolomé de Medina dentro del continente Americano⁷, incluía una serie de etapas dentro del beneficio, que

mediados de 1821 en las Minas de Catorce, y en 1823 en San José del Cura, Temascaltepec, se empezaría a hacer uso de la máquina de vapor (Riera, 1992. p 35).

⁵ Reales de minas se les denomina a los ingenios encargados del beneficio de los metales (Sumozas, 2007, p. 305).

⁶ Azogue es el Mercurio en forma de metal líquido (Sumozas, 2007, p. 298).

⁷ Método que años después se llevó a Europa para desarrollarse de manera industrial en 1786 y perfeccionado por el ingeniero Born, donde implementa el calentado del material previo a la amalgamación acelerando el proceso, sustituyendo el beneficio por fundición (Von Mentz, 1982, p. 170).

utilizaban otras sustancias para la separación de los metales y así cumplir con la demanda requerida. Sin embargo los impedimentos que se suscitan en la importación y los derechos que tenía España sobre el suministro de estas sustancias y el azogue, no facilitaron en muchos casos, la sustitución del método anterior, por lo que en varios casos ni siquiera se adaptó la mina a este nuevo beneficio, o simplemente se dejó de utilizar, y resurge en el siglo XVII, nuevamente, la antigua técnica de transformación por fundición (Lacueva, 2010, p 121). Por último a partir de 1910, se presenta una preocupación por la impureza con la que gran porción del material del subsuelo es extraído, por lo que se realizan ensayos para el descubrimiento de otra nueva técnica, *la cianuración*, que apoyada en los progresos de la ciencia química y en las inversiones de capital en la industria metalúrgica, surge como alternativa a las técnicas pasadas (Canutas 2005, p 539). Este proceso se basa en la capacidad de las soluciones alcalinas para disolver los metales (Greve, 1943, p 103-105).

Para el estudio de las funciones que desarrollaban los hornos dentro del beneficio de los metales, es necesario tomar en cuenta las etapas por las cuales el producto es sometido. Para estos fines se dividirán en tres grupos, a excepción del método de amalgamación, que contará con 10 etapas en total.

Extracción de los materiales del subsuelo

Una vez localizadas las vetas, se plantea el método por el cual se explotaron los minerales. Este puede ser a cielo abierto, o mediante labores subterráneas, esto estará determinado por la profundidad en la localización de la veta. Una vez decidido utilizar las labores subterráneas, se procederán a realizarse las extracciones a través de pozos (más o menos verticales), y galerías (con orientación horizontal, también llamadas socavones). La extracción del material resultante de las operaciones de derribo, será elevado por medio de malacates, los cuales combinaban un torno con una polea movida por fuerza humana o animal (Bakewell, 1976, p. 191). Otro método para conseguir los minerales ya laborados, fue por medio de carretones que sustituían a las bestias.

Trituración

Se pueden encontrar de cuatro tipos diferentes de molienda. En relación al tipo de fuerza que utilizaban se clasifican en: molinos hidráulicos, también llamados de agua, y los molinos de tracción animal o de sangre. Y de acuerdo a los mecanismos que utilicen podemos encontrar: los que se utilizan para la preparación del material, que están compuestos por una piedra solera y una o varias piedras sujetas a un eje vertical en la intersección de dos travesaños de cruz, llamados molinos de rastras. Por otro lado, los molinos de pisones, compuestos de varios mazos de madera o hierro sobre un eje que los mantenía en movimiento. (Bakewell, 1976, p. 191). Estos molinos se utilizaban para triturar las menas, donde la calidad de la trituración dependía directamente del método de beneficio al cuál derivaría después, y del tipo de horno que se utilizaría para refinar los materiales resultantes.

Beneficio por fundición

La aplicación de calor continuo a los minerales, para separar su contenido metálico y liberarlo de las impurezas fue, la técnica utilizada en el beneficio de la fundición; esta se realizaba de dos tipos: por fundición sencilla, en hornos castellanos donde no es necesario moler el material triturado, y después pasan a la copelación; o en fundición combinada, por medio de hornos de reverbero y tostadillo, en donde es necesario no solo la trituración del mineral, sino también su molienda, después de haber pasado por el horno dando como resultado un polvo fino que, recibiría el nombre de “*harina*”, para después concluir con una fundición con copelación. Estos hornos funcionaban por medio de fuelles hechos a base de madera y cuero lo suficientemente grandes para proporcionarles el soplado necesario para la combustión. El tipo de horno, o de beneficio, se elegirá dependiendo de la clase de mineral de que se trate, para los de fundición se distinguen los metales que tienen un gran porcentaje de plata y que además tienen bajo contenido de Sulfuro de Plomo, a estos, se les dará una *ley de plata elevada*⁸.

Algunos por su gran concentración, no se sometían a los hornos de fundición, si no que se llevaban a los hornos de afinación; cuando se presentan menas con baja ley, se realizaban las fundiciones preparando el suelo del horno con escorias de fundiciones anteriores, y una proporción determinada de mineral, más Óxido de Plomo en pedazos y en cenizas, ayudando al fuego en la separación de las impurezas de los metales. Para los minerales cuya composición está conformada por Cobre, se sometían a varias fundiciones con temperaturas más elevadas pues tarda más que los otros metales en fusionarse, dejando sobre la superficie la plata. Las operaciones de fundición se realizaban en crisoles, que son depósitos que van dentro de los hornos, donde los metales no tienen contacto directo con el fuego, que después de la operación son removidos para obtener los productos fusionados.

La función de los hornos en el beneficio por amalgamación

Para este método era necesario contar con el material triturado y después molido, posteriormente se recurría a el ensalmo⁹, que consistía en la adición de agua y sal magistral sobre el producto molido, dentro de un patio, con características especiales para su tratamiento, y en donde se rociaba sobre la mezcla el mercurio o azogue que en frío permite una aleación con el metal, formando una torta que se removía para favorecer la unión del mercurio con los metales. Una vez concluida la amalgamación, continuaría la decantación del material en donde se suministraba otra nueva cantidad de agua, llevándose a cabo una sedimentación que separaba las impurezas de la torta, la amalgama de metales y mercurio, se depositaba en el fondo de la tina formando una *pella* que se retiraba se colocaba en unos moldes cónicos llamados piñas. Estas piñas eran colocadas bajo alambiques para aplicarles calor que separaba el mercurio de los metales por

de ensayos que se deberán realizar, para rectificar, el tipo de metal al que se refiere, y la ley que contiene cada producto (Berdegal, 1839).

⁹ Ensalmorado, se refiere a la adición de agua y sal al material (Lacueva, 2010, p. 53).

⁸ La ley de los metales, ya limpios se determinará por un método llamado reconocimiento, que se refiere a una serie
52 Sección Histórica

destilación, por último se recurría a la fundición del metal para su conversión en lingotes.

Tipologías de hornos

Debido a la gran variedad de hornos encontrados a lo largo de las minas en el continente europeo, sobre todo los utilizados en la Península Ibérica, los cuales tienen una relación estrecha con los construidos en la Nueva España, podemos establecer una tipología que nos permita identificarlos por su labor dentro de los beneficios de fundición y amalgamación en el territorio novohispano.

Dentro de esta clasificación encontraremos primero a los *hornos de reverbero* que sucedieron a los de jabecas¹⁰ (Sumozas, 2007, p 242). Estos fueron introducidos a principios del siglo XVI en España, donde su uso se extendió hasta mediados del siglo siguiente, y se utilizaban en la mayoría de los casos para la refinación de ciertos metales.

Los *hornos de reverbero* se encontraban construidos a base de mampostería de piedra y barro; la bóveda del horno era de media naranja o semiesférica, y debajo de ella, la caldera, alimentada por combustible a base de leña (Zarzalejos, 2013, p. 242), esta forma permitía que el calor se reflejara (reverberara) en su interior (Lacueva, 2010, p. 50). Tenían capacidad para albergar de cuatro a cinco quintales de mineral. En el suelo de los hornos de reverbero o cendrada, era preparado previamente con un lecho de cenizas, brasas de carbón vegetal y cal llamado carbonilla (Barba, 1640, p.153) (ver Figura 1). Así mismo se dejaban unas pequeñas cavidades de plomo, mismas que actuaban como vasos de copelación y absorbían la escoria calcinada de los minerales (Lacueva, 2010, p.50).

De estos hornos derivan los *hornos de tostadillo* (ver Figura 2), que se caracterizaban por tener la plaza del horno cóncava, al igual que la bóveda, para que pudieran usarse también para tostar la harina mineral con el fin de eliminar parte de las impurezas antes de proceder a la fundición (Lacueva, 2010, p.50) mencionado de

manera específica por Alonso Barba:

“El suelo de los hornos de tostadillo es fundado sobre arcos, los dos principales, que como diametro lo cruzan, son de tres quartas de ancho, y poco mas de vara de alto: todos los demás son pequeños, hechos de adobes angostos, y no gruesos como ladrillos, y de uno á otro hay la distancia que baste para que con otros, hechos del mismo barro fuerte, de una tercia ó algo más de largo en quadro, y de tres dedos de alto, se ajuste y llene lo que hubiere de arco á arco, de suerte, que por encima que el suelo muy parejo y llano. En el hueco de los arcos grandes se enciende el fuego por una boca, tapadas las otras, y de allí se comunica por las concavidades de los otros pequeños, y se calienta y enciende todo el suelo del horno, y se tuesta el metal que sobre él está hecho harina” (Barba, 1640, p. 128).

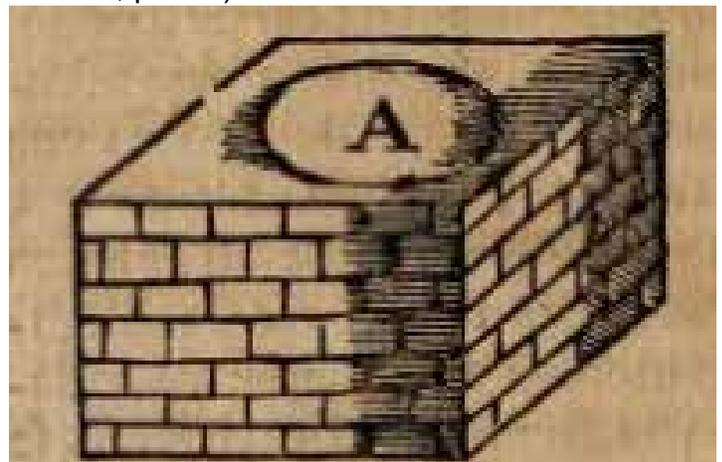


Figura 1. Suelo de horno de reverberación. Recuperado el Arte de los Metales, por A. Barba (1640).

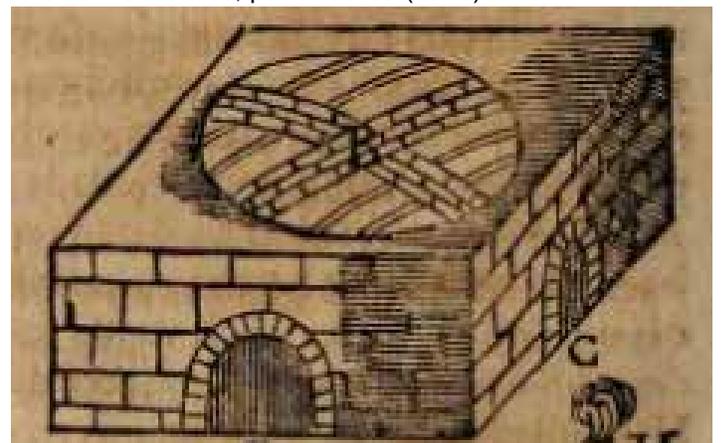


Figura 2. Suelo de horno de tostadillo. Recuperado el Arte de los Metales, por A. Barba (1640).

10 Hornos de Jabecas o Xabecas, hornos introducidos por los árabes tiempo atrás, en las minas de Almadén (Mansilla, 1992, p. 92).



Figura 3. Hornos de Aludeles. Recuperado de Minería, (1773) AGN

Este tipo de horno también fue utilizado para el metal molido y su refinación.

Los *hornos de Aludeles* o de Bustamante (ver Figura 3), fueron introducidos en Almadén¹¹ por Bustamante en 1646, y fueron utilizados exclusivamente para beneficiar el azogue, por eso su uso fue casi exclusivo en España, aunque también se exportaron a algunas regiones de Italia, a la ciudad de Idria Eslovenia en 1750 según Zarzalejos (2013, p.242) y a ciertos lugares de América, donde más tarde fue prohibido su uso; estos hornos están constituidos por mampostería y ladrillo, compuestos por una pareja de hornos de destilación cilíndricos rematados por una semiesfera en el que ubicaban la caldera chimenea, contaba también con *aludeles*¹², que conducían el humo, gas y vapor de azogue, hacia la parte superior.



Figura 4. Guairas. Recuperado el *Arte de los Metales*, por A. Barba (1640).

¹¹ Mina de gran importancia, para la extracción de azogue, localizada en España

¹² Caños de barro o muelas: (Cañizares, 2005, p.67).

Las *guairas*¹³ eran un tipo de hornillo, fabricado de piedra o barro, de forma troncocónica o troncopiramidal, cuyas dimensiones eran aproximadamente una vara de alto, media de ancho en la parte superior y un tercio en la parte inferior, el suelo de las mismas se calentaba sobre un fuego alimentado con leña, carbón vegetal o estiércol. Estos hornos se aireaban con la fuerza del viento.

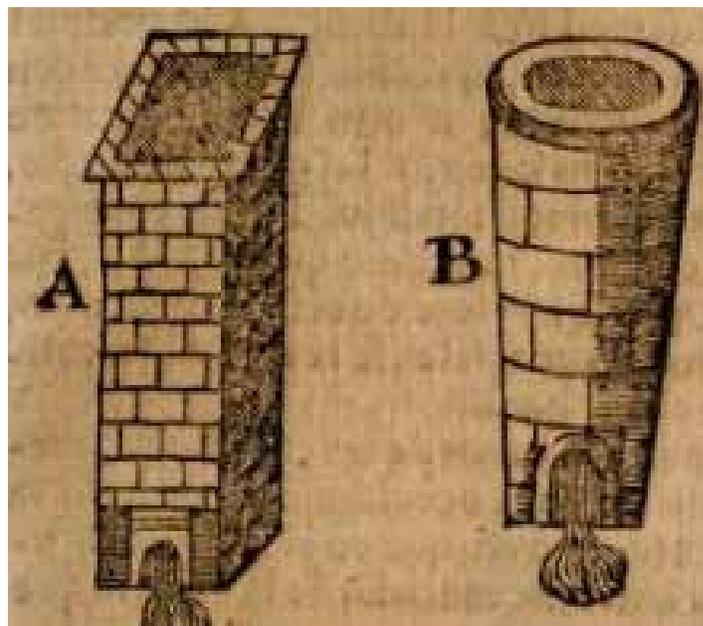


Figura 5. Tipos de hornos castellanos. Recuperado el *Arte de los Metales*, por A. Barba (1640).

Los *hornos castellanos* se empleaban principalmente para la fundición. Muchas veces se podía realizar el proceso sin la necesidad de triturar la mena. Estos hornos se levantan en forma de un pilar de sección cuadrada, su altura depende del tamaño de los fuelles que se utilizan, y de la dureza de los metales y la cantidad de material a fundir (Ver Figura 5). El suelo del horno se prepara con dos partes de carbón molido, y una de tierra buena apisonados, en los muros del horno tendrá aberturas o entradas, que permitirán la entrada del fuelle, y otras por donde permitirán la salida del metal fundido y también salgan las escorias a una hornilla.

La apariencia de estos hornos puede variar. Muchos serán más anchos en la parte superior, otras variaciones también incluyen una cantidad

¹³ Guaira, de la voz andina quechua wayra que significa viento (Sumozas, 2007, p. 305).

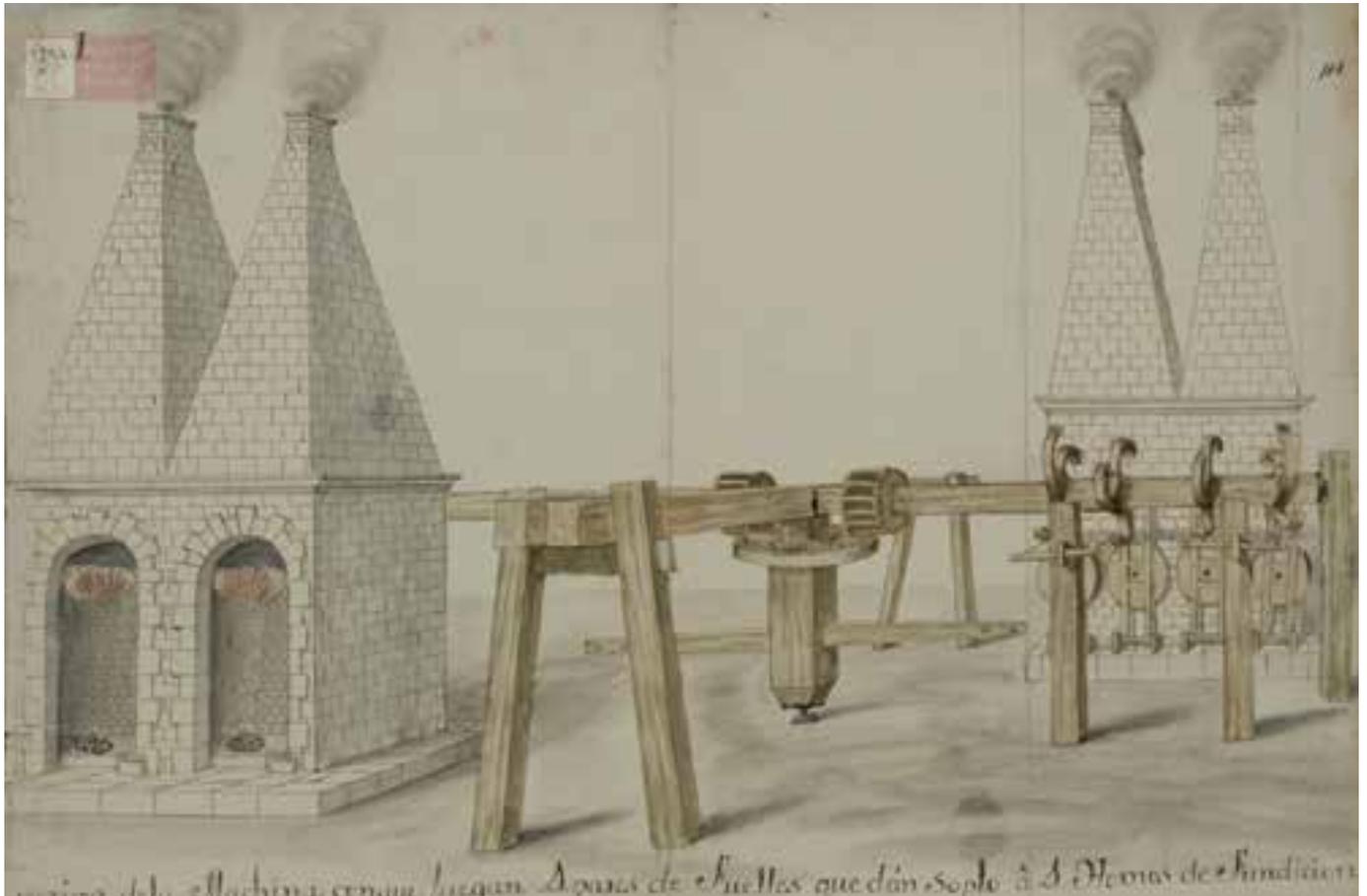


Figura 7. Hornos de fundición. Recuperado de *Minería*, por Joachin Velázquez (1773).

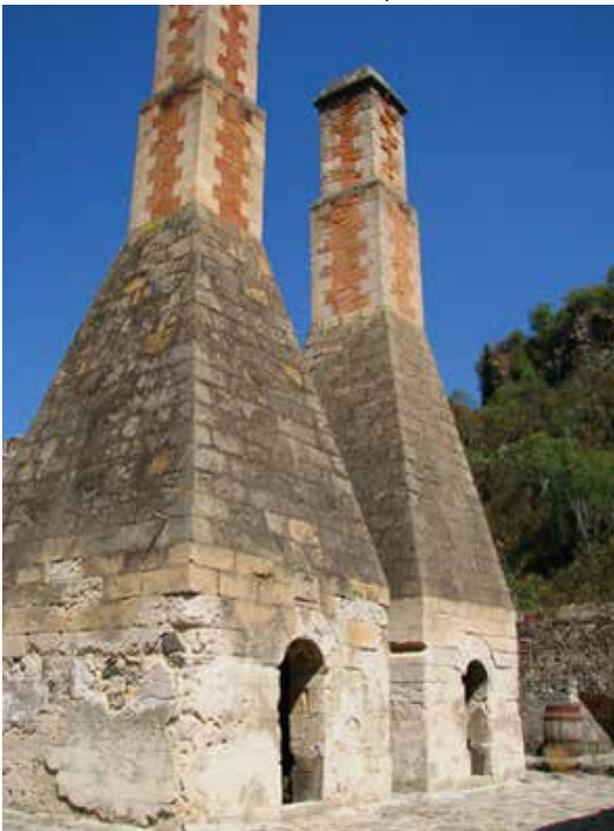


Figura 8. Hornos de fundición, En Santa Maria Regla SLP. Recuperado de www.trotamexico.com,



Figura 9 Hornos de fundición, en Mineral de Pozos Guanajuato. Fotografía por A. Monroy, (2014)

considerable de vanos, para permitir la aireación tal como se realizan en las guairas (Barba, 1640, p 137). Estas variaciones estarán presentes en algunos hornos de la Nueva España, incluyendo la adaptación para que el aire circulara por ellos sin la necesidad de fuelles que los alimentara.

Estos hornos se pueden localizar en algunas haciendas en San Luis Potosí, y en Guanajuato, con algunas evidentes modificaciones mencionadas anteriormente.

En las figuras presentadas podemos reconocer, que estos hornos, que muchas veces son de fundición por no encontrar semejanza con los castellanos o con los de reverbero, son una derivación física de los mismos. Estos resultados confirman que de alguna manera, las adaptaciones en el nuevo territorio, tuvieron que realizarse forzosamente, pues las condiciones no eran las mismas, de donde se idearon originalmente estos hornos.

Para los ensayos de las barras se utilizaron también un tipo de hornos, que en las provincias de la Nueva España fueron llamados *tochochimbos* (ver figura 6) semejantes a los que los plateros llaman muflas¹⁴ su forma es parecida a los hornos de reverbero, pero con las medidas de una vara de diámetro; su forma contiene dos puertas, una para el fuelle, y otra capaz de albergar la mufla, que tiene más o menos 10 dedos de diámetro (Barba, 1640 p 140).

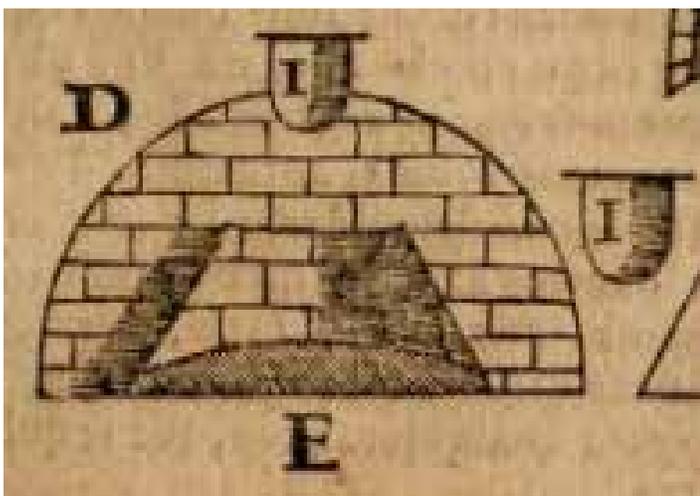


Figura 8 Tocochimbo. Recuperado el *Arte de los Metales*, por A. Barba (1640).

Conclusiones

Como se ha expuesto anteriormente, las técnicas de beneficio al igual que las tecnologías utilizadas, son métodos que han sobrevivido a muchas situaciones, políticas, económicas y territoriales. Estas se han enfrentado también a diversos cambios, por parte de los mineros quienes, a favor de la continuidad y efectividad de su producción, dan origen a estructuras que solo dan razón, a la comprensión entera de toda una ciencia en la fundición. Las características arquitectónicas de los artefactos de fundición y de afinación, aparecen claras en los tratados incluso en algunos vestigios de minas principalmente en España. Sin embargo, la mano de obra en la Nueva España y los ingenieros de minas, tuvieron que hacer algunas adaptaciones, pues los metales, no se presentaban en las mismas condiciones territoriales que en Europa. El tiempo y los cambios en el pensamiento del hombre en la economía, serán influencia también para la adaptación dentro de los sistemas de producción

En cuanto el conocimiento acerca de la minería en México, poco se ha divulgado acerca de las técnicas, así como de los espacios en donde se desarrolla el beneficio de los metales, las herramientas, los sistemas de trabajo y su origen. De todos ellos, es necesario, establecer un punto de partida enfocado a la conservación y su arquitectura, que nos permita comprender aún más la evolución que tuvo la minería en nuestro país y así poder desarrollar sistemas de protección, y difusión para el conocimiento público.

La minería es una actividad económica, que refleja en muchos aspectos, las características de un país, no solo por los recursos obtenidos de sus yacimientos, también incluye, el interés de una época por mantenerse a la vanguardia, y sus inversiones de capital extranjero, que abren implícitamente las puertas a un sincretismo tecnológico y cultural que se verá reflejado en el contexto más próximo a los asentamientos mineros.

¹⁴ Mufla se le denomina a una media olla grande llena de agujeros, por donde el fuego entra. (Barba, 1640 p 41)

Bibliografía

- Bakewell, J. (1976). *Minería y sociedad en el México colonial. Zacatecas (1546-1700)*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Barba, A. (1640). *Arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro, y plata por azogue, el modo de fundirlos todos, y como se han de refinar, y apartar unos de otros*. España: Francisco Ascencio, mercader de libros de la corte.
- Bargalló, M. (1955). *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*. México: Fondo de Cultura Económica, 1955.
- Berdegal, De la Cuesta, Juan. (1839). *Cartilla práctica sobre el elaboreo de las minas y reconocimiento y beneficio de los metales*. Madrid: Imprenta de Marcelino Calero y Portocarrero.
- Canutas, E. (2005). *Las venas de plata en la Historia de México: síntesis de historia económica siglo XIX*. México: Ediciones Utopía S. A. de C.V.
- Cañizares Ruiz, C. (2005). *Territorio y patrimonio minero-industrial en Castilla-La Mancha*. España: Ediciones de la Universidad de Castilla.
- De Gamboa, F. X. (1761). *Comentarios a las ordenanzas de Minas*. Madrid: Oficina de Joachin Ibarra.
- Greve, E. (1943). Historia de la amalgamación de la plata. *En Revista Chilena de Historia y Geografía*. Santiago de Chile. Num. 102.
- Ibañez, P. M. (1992). Almaden en América a través de las rutas del mercurio. En L. Mancilla Plaza (Coord.), *En Memoria del mundo Castilla - La Mancha y América en el Quinto Centenario*. España: Perea.
- Lacueva, Muñoz, J. (2010). *La plata del rey y sus vasallos*. España: Universidad de Sevilla.
- Riera Tuébols, S. (1992). *Tecnología de la Ilustración*. España: Ediciones AKAL.
- Sánchez, Gómez, J. (1989). *De minería, metalurgia y comercio de metales 1410-1610*. España: Universidad de Salamanca.
- Sánchez, Gómez, J. (1997). *Minería y metalurgia en la edad moderna*. Madrid: Ediciones AKAL.
- Sumozas, García-Pardo, R. (2007). *Arquitectura industrial en Almadén: antecedentes, génesis y repercusión del modelo de la minería americana*. Sevilla: Ediciones de la Universidad Castilla-Mancha.
- Velázquez de Leon, J. (1773). Vol II. *Minería*. México.
- Von Mentz, B.; Verena Radkau, B. S.; Turner, G. (1982). *Los procesos del imperialismo alemán en México*. México: Ediciones de la Casa Chata.
- Zarzalejos Prieto, M.; Hevia Gómez, P.; Mansilla Plaza, L. (2013). *Paisajes mineros antiguos en la Península Ibérica*. España.

Tecnología Hidráulica en Tlaxcala

Texto Reseñado: Icaza Lomelí, L. F. (2014). Tecnología Hidráulica de las Haciendas de Tlaxcala. México D.F.: Instituto Nacional de Antropología e Historia
Hydraulic technology Haciendas de Tlaxcala

Comité Editorial Restauero

Recibido: 27 de noviembre de 2014
Aceptado: 08 de diciembre de 2014

Disponible en línea: 01 de enero de 2015

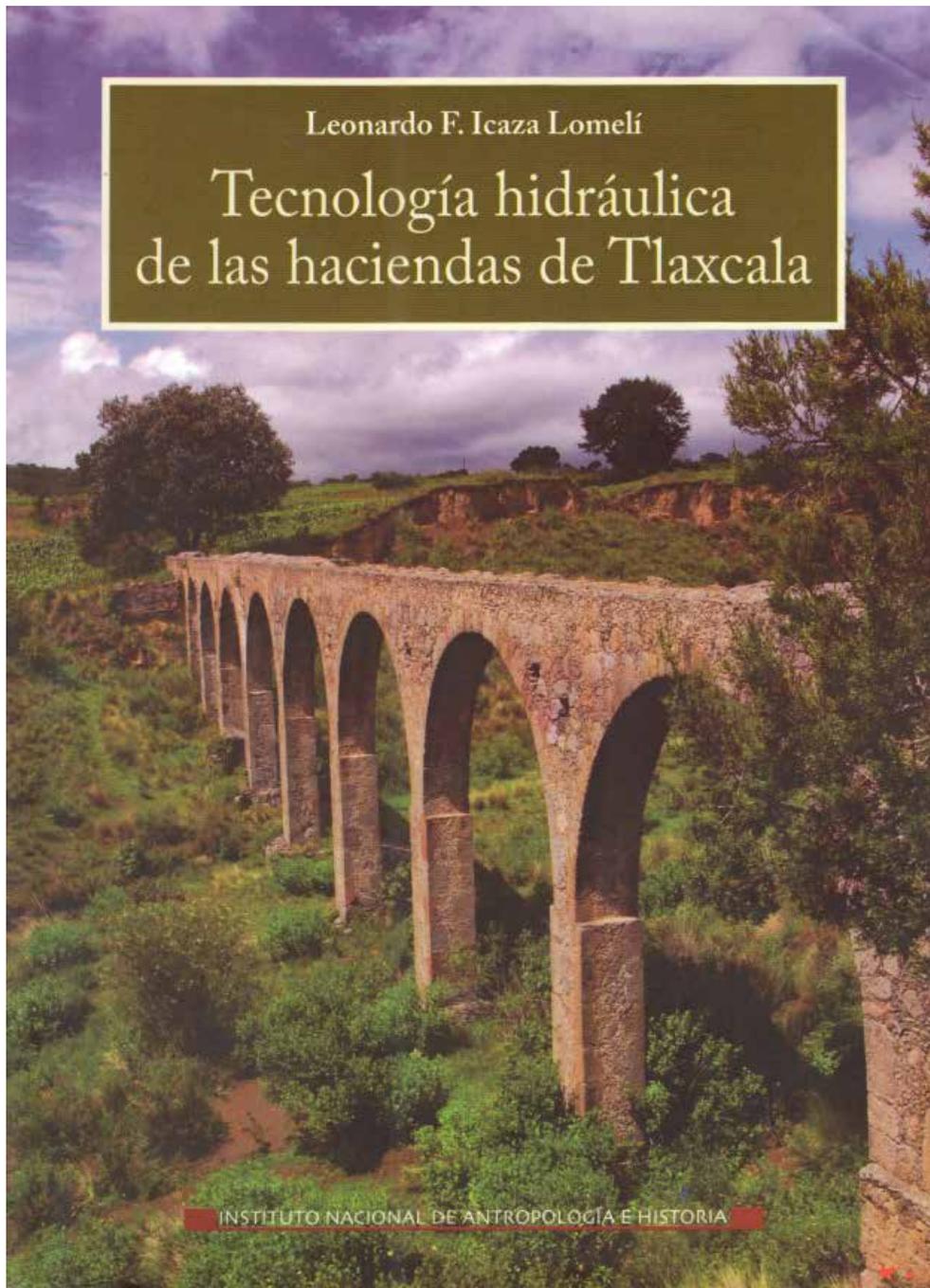


Figura 1. Portada del Texto Tecnología Hidraulica de las Haciendas de Tlaxcala

Palabras clave: Tecnología Hidraulica Historica, Arquitectura de Haciendas Tlaxcaltecas, Patrimonio Arquitectónico

Keywords: Historical Hydraulic Technology, Tlaxcaltecas Architecutre Farms , Architectural Heritage

Tecnología Hidráulica de las Haciendas de Tlaxcala es producto de una investigación que trata es la relación entre las soluciones constructivas de la tecnología hidráulica de algunos edificios con la fuente de abastecimiento y función del agua. El estudio se originó posterior a los trabajos de catalogación de Sistemas Hidráulicos Virreinales en Tlaxcala, elaborados por Icaza Lomelí. Se limitó a construcciones del siglo XVIII y XIX, porque fue la época en que se erigieron la mayoría de las construcciones encontradas en el estudio de campo. La hipótesis es que cada solución constructiva depende de factores naturales y culturales. Esto llevó al desarrollo del libro en dos capítulos: las referencias del medio y las soluciones arquitectónicas.

El primer capítulo inicia con una descripción de la geografía física de Tlaxcala: Temperatura, viento, geología, suelos e hidrología. Señala que la ubicación de la hacienda en el territorio depende de la existencia de fuentes de abastecimientos de agua. Posteriormente añade una descripción de aspectos culturales: legales, financieros y técnicos utilitarios.

Los elementos encontrados en la legislación fueron limitaciones legales para la obtención del agua, en relación con la solicitud. Estas se encontraron en reglamentos y ordenanzas que eran elaborados y aplicados para las mercedes¹ del agua. El cabildo era el que se encargaba de reglamentar el uso del agua. Los cabildos estaban formados por el gobernador y dos consejos: el consejo de justicia que era el alcalde mayor y el regidor. El alcalde mayor intervenía en el cobro de tributos, conservación y construcción de obras. El regidor era el administrador.

El financiamiento de la tecnología hidráulica dependía de los hacendados y del cabildo, debido a que el uso podía ser privado y público. Eran ejecutadas por constructores a los que se les adjudicaba la obra directamente.

En relación a los aspectos técnico utilitarios, señala que del análisis de tratados² el agua

puede tener tres procedencias: atmosféricas, superficiales y subterráneas; y el uso puede ser: consumo del ser humano o animal, riego o fuerza motriz.

El segundo capítulo corresponde a los resultados. La descripción de cada tecnología comienza con el funcionamiento del sistema hidráulico: qué es y para qué sirve. Luego se describe la frecuencia con que se encuentran en las haciendas de Tlaxcala y los lugares potenciales de ubicación. Se describe la relación de tenencia según la legislación y finalmente plantea hipótesis de construcción que van desde la selección del lugar apropiado para el emplazamiento, métodos de excavación hasta medios y equipos. Incluye fotografías actuales, dibujos con notas descriptivas de los elementos constructivos y tablas con los nombres propios, características topográficas encontradas, época aproximada de construcción y el tipo de hacienda en la que se encontró (ganadera, agrícola o pulquera).

Presenta los tipos de sistemas hidráulicas por fuentes de abastecimientos y usos. Clasifica los tipos de almacenamiento de agua en dos tipos: Los almacenamientos transicionales, donde el abastecimiento del agua proviene de manantiales, ríos, arroyos y aguas subterráneas; y almacenamientos definitivos, donde el abastecimiento es de agua de lluvia por medio de diversos sistemas de captaciones (p.66-68). Los sistemas hidráulicos encontrados en Tlaxcala se mencionan en orden descendente según su frecuencia encontrada: jagüeyes³, pozos, norias⁴, aljibes o cisternas, acueductos, diques y galerías filtrantes. Cada construcción se distingue por su forma, constructivos y ubicación de sus elementos.

El tipo de sistema hidráulico implementado depende de las fuentes de abastecimiento de agua potable y el destino que tendría el agua. Tiene ubicaciones específicas en cada hacienda. Los jagüeyes se construían en función

1 Las mercedes de agua fueron concesiones que otorgaba el cabildo a los hacendados, que estos a su vez se comprometían a pagar por una cantidad.

2 Vitrubio (1761), Fray Andrés de San Miguel (19452007) y Tornos 60 Reseña

3 Recipiente construido artificialmente para el almacenamiento del Agua (Trautmann, 1981, p.73)

4 Máquinas para extraer agua de un pozo, compuesta de una rueda con arcaduces y otra horizontal que engrana con la anterior y es movida por una caballería.

de las condiciones de terreno, climatológicas, morfológicas. Los pozos se localizan cerca de las casas hacendadas o macheros. Las norias se ubicaban en áreas de trabajo y donde estaban los animales. Los aljibes se ubicaban en patios de trabajo o casa o cerca de otras construcciones hidráulicas como jagüeyes, pozos y norias.

El tamaño de cada sistema hidráulico estaba relacionado con la actividad productiva de la hacienda. Dichas tecnologías fueron elementos existentes necesarios para actividades productivas en haciendas y que no se pueden aislar de estos conjuntos arquitectónicos.

El estudio de estas tecnologías es de utilidad para la conservación del patrimonio material, que representa la historia de grupos sociales y sus métodos de aprovechamiento del agua integrados en el entorno. También son posibles alternativas tecnológicas a las actuales que son complejas y costosas. Finalmente pueden ser la base para la generación de otras soluciones con un enfoque social de utilidad en el presente.

Lineamientos de Publicación

Comite editorial Gremium

Gremium® es una revista de publicación semestral, enfocada a la investigación científica de la restauración y conservación del patrimonio urbano arquitectónico. Invita públicamente a investigadores a participar en la revista, enviando artículos que contribuyan al campo de estudio en la disciplina de la conservación. Los artículos pueden estar enfocados al análisis del objeto patrimonial desde lo histórico, teórico o técnico.

La revista Gremium® tiene como objetivo incluirse en índices internacionales de revistas científicas, como: LatinIndex, Redalyc, SciELO, Bibliat –CLASE UNAM, Thompson Reuser y CONACYT. Por esta razón, Gremium® adoptó el conjunto de instrucciones para autores de los índices mencionados, como lineamientos de publicación. Estos se presentan a continuación.

1. Estructura y contenido

Los artículos enviados deberán cumplir con los siguientes lineamientos:

- Los artículos que se envíen para ser publicados, deben tener contenido inédito y haberse escritos en menos de año. Para esto el autor del artículo debe confirmar que su obra no ha sido enviada a otro medio de publicación y se compromete a no enviarla si es aceptada. Por la naturaleza de la revista no se admiten memorias de foros ó artículos periodísticos.

- Los artículos de investigación deberá contener al menos las siguientes partes: resumen, introducción, método, resultados, conclusiones y bibliografía. El resumen, la introducción, las conclusiones y la bibliografía deberán ir indicados textualmente con un subtítulo. Los nombres de otros subtítulos que puedan contener los artículos, quedan a consideración del autor.

- Se recomienda que el título no exceda de 12 palabras. Evitar en el título el uso de abreviaturas y palabra como “método”, “resultados” ó “estudio”. El Título del artículo, las palabras claves, y resumen en el idioma original del artículo y en inglés.

- Incluir los datos generales del o los autores. Indicar el nombre completo del autor o los autores del artículo sin abreviatura. Los artículos no podrán tener más de tres autores. Indicar si el autor tiene alguna adscripción institucional o es independiente, el país de origen de la institución y el correo electrónico de al menos uno de los autores y direcciones web.

- El resumen puede tener una extensión de 150 a 250 palabras.

- Se recomienda de 2,000 a 5,000 palabras de extensión para el contenido principal del artículo (se excluye del contenido principal el resumen y la bibliografía). Entre quince (15) cuartillas mínimas y veinticinco (25) cuartillas máximas, incluyendo gráficos, tablas, notas y bibliografía.

- El Contenido del artículo puede estar en español, inglés, italiano, francés ó alemán. Si está escrito en uno de los tres últimos idiomas mencionados, deberá estar acompañado con su traducción en inglés.

- Las ilustraciones serán tituladas como figura (fotografías, gráficas, esquemas, dibujos, planos, diagramas ó cualquier ilustración no textual) y como tablas (los cuadros o ilustraciones compuestas por filas y columnas). La numeración de las figuras y tablas será en números arábigos. Ejemplo: Figura 1 ó Tabla 1.

- Se deberá incluir el significado de las siglas y abreviaturas la primera vez que se indiquen en el texto.

- La bibliografía incluida será sólo la referenciada en el artículo. El sistema de citación utilizado en por la revista Gremium® es el estilo APA.

Los artículos enviados deben estar finalizados por el autor. No se admiten cambios en el contenidos por parte del autor una vez que estén en proceso de dictaminarían, con excepción a los indicados por los árbitros.

2. Formato

El tipo de letra establecido es Arial. Los títulos irán Arial tamaño 14, para el contenido del artículo Arial 12 con interlineado 1.5, espaciado

entre párrafos de 6 puntos. Las citas textuales y pie de gráfico en formato Arial 11. Las notas serán en Arial 10.

La extensión del formato del archivo de textos puede ser DOC, DOCX, RTF y ODT. Los archivos de las fotografías pueden estar en formato JPG ó PNG. La planimetría puede estar en formato fotográfico o vectorial. Será preferible el formato vectorial (EPS, SVG, DWG, y DXF), ordenado por capas según el grosor de línea. En caso de estar en Acad incluir archivo CTB. La resolución mínima de las fotografías será de 300 dpi.

La cantidad de las fotografías por artículo es libre, según los que considere necesarios el autor. Se recomienda que no exceda el 30% de las cuartillas del total del artículo.

3. Perfil del autor

Añadir el resumen profesional del autor en 100 palabras que contenga: Nombre del autor sin abreviatura, Adscripción institucional y actividad laboral, Área de investigación, Correo electrónico, Grado máximo de estudio alcanzado y estudios en curso, experiencia, Teléfono. Añadir la autorización para proporcionar, algunos datos personales a quien los solicite.

4. Derechos

Los autores deberán ceder los derechos patrimoniales a Gremium®. El autor o autores recibirán un formato de cesión de derechos patrimoniales que deberá ser firmada por los mismos. Los autores conservan los derechos morales. Gremium® se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales necesarios para la publicación.

Se debe ceder el permiso de publicación del material de forma libre por parte de la revista Gremium®, bajo la licencia Creative Commons (CC-BY-NC-CD), que consiste en conservar algunos derechos reservados, con la siguiente característica:

Atribución (BY): Debe reconocer la autoría de la obra de la manera especificada por el autor de cada artículo y de la edición por parte de la revista.

No comercial (NC): Esta obra no puede ser utilizada con finalidades comerciales, a menos que se obtenga el permiso del licenciador.

Sin derivar (ND): El licenciador permite copiar, distribuir y comunicar públicamente solamente copias inalteradas de la obra, sea en formatos digitales ó impresos en caso que sea necesario. No se permiten derivadas basadas en ella.

5. Contactos

Los artículos se podrán enviar al correo electrónico contacto@editorialrestauro.com.mx ó bien a Restauro Compás y Canto S.A. de C.V., Eje Central Lázaro Cárdenas No.13, Despacho 1107, México D.F., Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06700, Tel. (55) 186182.

Guideline for Autors

Gremium Editorial Committee

Gremium® is a semestral electronic journal, approached on Scientist Research of Restoration and Conservation of Urban Architectural Heritage. Gremium invites to researchers to take part, submitting papers for development to the field of study of heritage conservation discipline. The scientist articles can be written from the historical, theoretical or technical approach.

The Gremium® Journal want included into national and international science indexes, like to: Thompson Reuser, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Mexican National Council of Science and technology (CONACYT), Latinindex, National Autonomous University of Mexico (UNAM) and Redalyc. For this reason, Gremium® adopted group of instructions author of indexes as author's guidelines. The following guidelines are provided to assist authors in submitting manuscripts.

1. Structure and content

- The Gremium® publishes original and review articles related to the scientific and applied aspects of Urban and Building Conservation. The papers cannot be sent to another journals simultaneously. Newspaper articles and conference memories are not accepted.

- The manuscript must contain at least the following parts: abstract, introduction, method, result, conclusion and bibliography. The abstract, introduction, conclusions and bibliography must be specified textually with a title. The names of other subtitles that might contain the items are at the discretion of the author.

- The title paper preferably brief, and does not exceed 12 words. In title, avoid using abbreviations and word as "method", "results" or "study." The article title, keywords, and abstract written in the original language and in English.

- Include the general data of the authors. Provide the full name of the authors of the article without abbreviation. Maximum three authors for articles. Indicate whether the author has any institutional affiliation or is independent, country

of origin of the institution and email address of at least one of the authors and web addresses.

- The abstract no longer than 150 - 250 words.
- It is recommended 2,000 to 5,000 words in length to the main content of the article (excluding of the main content summary and bibliography). Fifteen (15) pages minimum twenty-five (25) pages maximum, including figures, tables, footnotes and bibliography.
- The content of the article can be in Spanish or English. If the article is written in Italian, French or German, you must send attached an English translation.

- The illustration will be titled as figures (photographs, graphs, diagrams, drawings, plans, diagrams or any non-textual illustration) and as tables (tables or illustrations consist of rows and columns). The numbering of figures and tables will be in Arabic numerals. Example: Figure 1 or Table

- It must include the meaning of acronyms and abbreviations the first time are indicated in the text.
- The bibliography included only be referenced in the article. The citation reference used by Gremium® magazine is the APA style.
- Review articles, providing a comprehensive review on a scientific topic
- Authors should submit only papers that have been carefully proof read and polished.

The research articles should be completed by the author. Changes are not allowed in the content by the author once they are in process arbitration, except those indicated by the scientist committee.

2. Format

The font type must be Arial. Arial size 14 for titles, arial for the content of Article 12 with 1.5 line spacing, paragraph spacing of 6 points. Quotations and footer graphic format in Arial 11. The notes will be in Arial 10.

The extension of the file format can be DOC, DOCX, RTF and ODT. The picture files can be in JPG or PNG format. The mapping may be

photographic or vector format. Vector format (EPS, SVG, DWG, and DXF), ordered according to layer thickness line is preferable. Should be included in Acad CTB file. The minimum resolution of the photographs is 300 dpi.

The amount of pictures per item is free, according to the author deems necessary. It is recommended not exceeding 30% of the total pages of the article.

3. Author Profile

Add the author's professional summary in not longer than 100 words, and containing: Author's name without abbreviation, Institutional Affiliation and work activity, Research Area, Email, reached maximum level study and current studies, experience, Telephone. Add the authorization to provide some personal data upon request.

4. Rights

Authors must give in property rights to Gremium®. The author will receive a copyright transference that must be signed, with the understanding that the rest of the authors have given their agreement. The patrimonial rights of the research article are transferred to Gremium. Authors retain moral rights. Gremium® reserves the right to make editorial changes required for publication.

It must give permission to publish the material free form by the Gremium® magazine under the Creative Commons license (CC-BY-NC-CD), which is to preserve some rights reserved, with the following property license:

Attribution (BY): You must attribute the authorship of the work in the manner specified by the author of each article and the publication by the journal.

Non-Commercial (NC): This work cannot be used for commercial purposes unless permission is obtained from the licensor.

No result (ND): The licensor may copy, distribute and transmit only unaltered copies of the work, either in digital or printed formats if necessary. Do not allow derived based on it.

5. Contacts

The manuscripts can be sent to email: contacto@editorialrestauro.com.mx or Restauero Compás y Canto S.A. de C.V., Eje Central Lázaro Cárdenas No.13, Despacho 1107, México D.F., Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06700.

Tel. +00 52 (55) 186182

Gremium 3

Tecnología Virreinal

Gremium® es una revista de publicación semestral, enfocada a la investigación científica de la restauración y conservación del patrimonio urbano arquitectónico. Está dirigida a estudiantes, arquitectos e investigadores de la restauración arquitectónica. Los artículos pueden estar enfocados al análisis del objeto patrimonial desde lo histórico, teórico o técnico. La presentación y disposición, en conjunto, son propiedad de la Editorial Restauro Compás y Canto S.A. de C.V. y de los autores que en ella participan que con su consentimiento, puede ser producida, o transmitida, por cualquier sistema o método electrónico o mecánico, incluyendo el fotocopiado, la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento de información, siempre y cuando se otorgue el crédito al autor y a la editorial. La responsabilidad de los artículos publicados en la revista Gremium recae, de manera exclusiva, en sus autores y su contenido no refleja necesariamente el criterio editorial.

Gremium
Revista de Restauración Arquitectónica

Revista Gremium® es una publicación
de Editorial Restauro Compas y Canto®
Volumen 02 Número 03
Enero - Julio 2015
ISSN 2007-8773

www.editorialrestauro.com.mx
contacto@editorialrestauro.com.mx

