



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN

TESIS

**El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación
con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo
Zacatecas, 1830-1865.**

P R E S E N T A

José Humberto Flores Castro

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE
Doctor en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos
Con énfasis en Arquitectura, Ingeniería Civil y Urbanismo
PNPC**

TUTOR

Dr. J. Jesús López García

COMITÉ TUTORAL

**Dr. Alejandro González Milea
Dr. Julián Sobrino Simal
Dra. Rocío Ramírez Villalpando
Dr. Andrés Reyes Rodríguez**

Aguascalientes, Ags. Noviembre, 2018

El Doctor **D. JULIÁN SOBRINO SIMAL**, Profesor Colaborador del Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónica de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, emite el presente informe:

Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **JOSÉ HUMBERTO FLORES CASTRO** con ID 210226 quien realizó el/la trabajo práctico/tesis titulado: **EL COMPLEJO TECNOLÓGICO PRODUCTIVO DE LA PLATA Y SU RELACIÓN CON LA ARQUITECTURA DE LA HACIENDA PROAÑO EN FRESNILLO, ZACATECAS, 1830-1865**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el/ella pueda proceder a imprimirlo/la, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

“Se Lumen Proferre”

Sevilla, a 23 de noviembre de 2018



Dr. D. Julián Sobrino Simal

Cotutor de tesis

c.c.p.- Interesado (José Humberto Flores Castro)

c.c.p.- Dr. Ricardo Arturo López León- Secretario Técnico del Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

M. EN FL. OMAR VAZQUEZ GLORIA

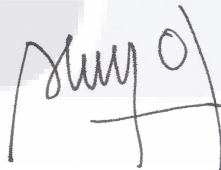
**DECANO DEL CENTRO DE
CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN**
PRESENTE

Por medio del presente como Tutor designado del estudiante **JOSÉ HUMBERTO FLORES CASTRO** con ID 210226 quien realizó el/la trabajo práctico/tesis titulado: **EL COMPLEJO TECNOLÓGICO PRODUCTIVO DE LA PLATA Y SU RELACIÓN CON LA ARQUITECTURA DE LA HACIENDA PROAÑO EN FRESNILLO, ZACATECAS, 1830-1865**, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que el/ella pueda proceder a imprimirlo/la, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 22 de Noviembre de 2018.



Dr. Alejandro González Milea

c.c.p.- Interesado (José Humberto Flores Castro)
c.c.p.- Dr. Ricardo Arturo López León- Secretario Técnico del Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos



M. en FIL. OMAR VÁZQUEZ GLORIA
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DEL DISEÑO Y DE LA CONSTRUCCIÓN
P R E S E N T E

Por medio del presente como Tutor designado del estudiante JOSÉ HUMBERTO FLORES CASTRO con ID 210226 quien realizó la tesis titulada: EL COMPLEJO TECNOLÓGICO PRODUCTIVO DE LA PLATA Y SU RELACIÓN CON LA ARQUITECTURA DE LA HACIENDA PROAÑO EN FRESNILLO, ZACATECAS, 1830-1865, y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia, me permito emitir el VOTO APROBATORIO, para que él pueda proceder a imprimirla, y así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Pongo lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, me permito enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a 14 de noviembre de 2018.

DR. J. JESÚS LÓPEZ GARCÍA
Tutor de tesis

[Handwritten signature in blue ink]
3/10/18

DISEÑO
DEL HABITAT



DRA. EN ADMÓN. MARÍA DEL CARMEN MARTÍNEZ SERNA
DIRECTORA GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
PRESENTE

Estimada Dra. María del Carmen

Por medio de este conducto informo que el documento final de Tesis/Trabajo Práctico Titulado: **EL COMPLEJO TECNOLÓGICO PRODUCTIVO DE LA PLATA Y SU RELACIÓN CON LA ARQUITECTURA DE LA HACIENDA DE PROAÑO EN FRESNILLO, ZACATECAS, 1830-1865**, presentado por el sustentante **JOSÉ HUMBERTO FLORES CASTRO** con ID 210226 egresado del **DOCTORADO EN CIENCIAS DE LOS ÁMBITOS ANTRÓPICOS**, cumple las normas y lineamientos establecidos institucionalmente para presentar el examen de grado.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"SE LUMEN PROFERRE"

Aguascalientes, Ags., 14 de noviembre de 2018

M. en Fil. Omar Vázquez Gloria
Decano del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

- ✓ c.c.p. - Mtro. José Humberto Flores Castro- Estudiante del Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos
- c.c.p. - Dr. Ricardo Arturo López León- Secretario Técnico del Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos
- c.c.p. - Mtra. Imelda Jiménez García- Jefa del Departamento de Control Escolar
- c.c.p. - Archivo
- RALL/cxrr.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE AGUASCALIENTES

José Humberto Flores Castro:

Por medio de la presente se hace constar que el libro digital: *Convergencias del Diseño y de la Construcción Vol. VI. Alteraciones antrópicas en la ciudad y el medio ambiente. Conservación, sustentabilidad, complejidad e interdisciplina en la investigación*, coordinado por el Dr. Alejandro Acosta Collazo, y en el cual usted es autor del capítulo titulado “El distintivo natural en la ciudad mexicana actual”, será publicado por el Departamento Editorial de esta Institución en el año 2018, y contará con registro ISBN.

Para los fines legales que el interesado solicite, se extiende la presente constancia que avala la aceptación de la publicación.

Sin otro particular por el momento, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Aguascalientes, 6 de noviembre de 2017.

“Se Lumen Proferre”

M.E. Martha Esparza Ramírez

Jefa del Departamento Editorial

c.c.p. Archivo

ÍNDICE

ÍNDICE	1
AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA	3
RESUMEN-ABSTRACT	5
PARTE I. ESBOZO CONTEXTUAL DE ZACATECAS Y FRESNILLO DEL SIGLO XVI AL XIX	29
INTRODUCCIÓN.....	29
CAPÍTULO 1. LA PLATA Y LA EXPANSIÓN TERRITORIAL DEL NORTE DE LA NUEVA ESPAÑA	31
1.1.- El territorio de la plata en Zacatecas, de la escala local a la transoceánica	40
1.2.- El Fresnillo y Las Minas de Proaño	46
CAPÍTULO 2. EL PROCESO DE BENEFICIO DE PATIO Y SUS MANIFESTACIONES ARQUITECTÓNICAS.....	53
2.1.- El método y tradición de beneficio de plata por el método de patio en la Nueva España y México Independiente	55
2.2.- Las haciendas de beneficio de patio: una manifestación arquitectónica eotécnica	59
CAPÍTULO 3. ZACATECAS EN EL INCIPIENTE MÉXICO INDEPENDIENTE Y LA REACTIVACIÓN MINERA DE FRESNILLO COMO PUNTAL DE DESARROLLO ECONÓMICO	73
3.1.- Zacatecas en el incipiente México independiente	73
3.2.- La visión empresarial extranjera en la industria minera del México independiente: las inversiones foráneas	77
3.3.- La gubernatura del visionario Francisco García Salinas y la reactivación minera de Fresnillo	80
Reflexión	83
PARTE II. LA HACIENDA NUEVA DEL FRESNILLO, UNA MANIFESTACIÓN ARQUITECTÓNICA DIGNIFICADA	84
INTRODUCCIÓN	84
CAPÍTULO 4.- LAS EXPRESIONES ARQUITECTÓNICAS DE LA PRODUCCIÓN EN LOS INICIOS DEL SIGLO XIX.....	86
4.1.- La tradición académica en la formación de arquitectos e ingenieros en el siglo XIX	87

4.2.- La arquitectura en el Estado de Zacatecas en los inicios del siglo XIX.....	99
CAPÍTULO 5.- LA EXPRESIÓN ACADEMICISTA EN LA ARQUITECTURA DE LA PRODUCCIÓN DE LA HACIENDA NUEVA: 1834-1842.....	106
5.1.- Las instalaciones mineras de las minas de Proaño antes de la Hacienda Nueva.....	106
5.2.- La construcción de la Hacienda Nueva: la fábrica palacio.....	115
Reflexión	148
PARTE III. LA MÁQUINA DE VAPOR EN LA HACIENDA NUEVA.	149
INTRODUCCIÓN.....	149
CAPÍTULO 6.- EL USO DE NUEVAS FUENTES DE ENERGÍA Y SU IMPACTO EN LA ARQUITECTURA PRODUCTIVA DE LA HACIENDA PROAÑO, LA MÁQUINA DE VAPOR: LA FASE NEOTÉCNICA.....	150
PARTE IV. LA TRANSFORMACIÓN NEOTÉCNICA.....	201
INTRODUCCIÓN.....	201
CAPÍTULO 7.- EL CONJUNTO MINERO DE LA HACIENDA NUEVA Y SU RELACIÓN TERRITORIAL ADYACENTE	202
CAPÍTULO 8.- LOS RESTOS ARQUITECTÓNICOS DE LAS INSTALACIONES MINERAS DE PROAÑO EN LA ACTUALIDAD DESDE LA VISIÓN DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL MINERO	223
8.1.- La paradoja de la percepción del patrimonio industrial minero en Fresnillo	224
8.2.- Los criterios de valoración y selección del patrimonio industrial aplicados a las instalaciones mineras de Proaño	232
Reflexión	240
REFLEXIONES FINALES.....	243
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	252
BIBLIOHEMEROGRAFÍA.....	260

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Son muchas las personas que me ayudaron en este proceso investigativo y les estoy profundamente agradecido.

A la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por haberme abierto las puertas a estos estudios.

A mi Tutor, Dr. J. Jesús López García por su estoicismo y a mis Co tutores, los Doctores Alejandro González Milea y al Dr. Julián Sobrino Simal, por su empatía y entendimiento y su gran paciencia hacia mí. A la Dra. Rocío Ramírez Villalpando y al Dr. Andrés Reyes Rodríguez les agradezco sus comentarios y atenciones.

Al Arquitecto Martín González de Fresnillo, PLC por permitirme el acceso a las instalaciones de la Hacienda Proaño y al Ingeniero Juan Manuel Pérez Ibargüengoitia de Servicios Industriales Peñoles, por haberme abierto la puerta a algunos de los textos sobre este mismo edificio.

A Jory Bennet, que fue un parteaguas de entendimiento para mi sobre el arte de las máquinas Cornish y su rica cultura.

A Guadalupe Dávalos, quién con trato natural, me contagió de interés y curiosidad sobre el tema de esta tesis. A la Maestra Alma Parra Campos, por su paciencia y atención sobre mis preguntas. Al Dr. Hugo Arciniega Ávila que me hacía dudar para profundizar más sobre mis propias conclusiones. Al Ing. Francisco Omar Escamilla González, por guiarme sobre las fuentes obligadas de las técnicas mineras del siglo XIX.

A todos ellos les estoy muy agradecido, por haberme ofrecido atisbos de luz en este difuso laberinto de la investigación y en quienes, además de compartir intereses he construido amistades.

A mi familia y al Fenyl por aguantar tanto. Y muy en especial, a todos aquellos que ya no están con nosotros, pero que, a partir de sus ideas y sus acciones, han dejado como legado, un mundo mejor para los que lo habitamos hoy y para los que nos sustituirán en el futuro.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Humberto y Celia, quienes infundieron en mi la capacidad de asombro y de respeto por nuestros antepasados y el gusto por estar vivo.



RESUMEN-ABSTRACT

Este trabajo investigativo se enfocó en analizar las condiciones detrás de la creación de un inmueble comenzado en 1834 en Fresnillo, Zacatecas, México, usado para el beneficio del mineral de plata del Cerro de Proaño, enfocándose en la relación que su arquitectura tenía con los cambios de tecnología de los procesos llevados a cabo en el interior del inmueble y como ambos factores evolucionaron con el tiempo. El trabajo se desarrolló con una introducción donde se incluyó el marco teórico y la metodología de la investigación. A partir de ahí, se analizó la transformación del inmueble combinando aspectos históricos, productivos y de la arquitectura, que estuvieron determinados por la técnica empleada en los procesos transformativos, comprendidas en el "complejo tecnológico" definido por Mumford agrupando estas tecnologías en base a las fuentes de energía empleadas: eotécnica (con base al agua, viento y tracción animal) la paleotécnica (asentada en el carbón) y la neotécnica (de la electricidad). Así se desarrollaron ocho capítulos que gravitan en relación con la Hacienda Nueva como fábrica palacio (1834-1842), la introducción de las máquinas de vapor (1853-1910) con una modificación significativa y la disolución casi completa del esquema edificado original en la etapa neotécnica (1910-1920). Después vendrá una sección que habla de la valoración de los restos de estos inmuebles y los retos de su conservación, explicados en las conclusiones.

This dissertation is focused in analyzing the conditions behind the creation of a complex built originally in 1834 in Fresnillo, Zacatecas, Mexico, that was used mainly for refining silver of the Proaño Hill, focusing on the relationship between its architecture and the technology involved in the processes held inside, and how both factors evolved altogether. This research work was developed with an introduction where the theoretical frame and the methodology is explained. From there, the building transformation was analyzed based on combination of historical, productive and architectural aspects, that were determined by the technic involved in the transformative processes derived by the "technological complex" defined by Mumford relating these technological devices with the energy source involved in boosting their movement: eothecnic (based on water, wind and animal traction), the paleothecnic (based on coal) and the neothecnic (based on electricity). That is how eight chapters were unfolded, surrounding in base to the Hacienda Nueva as a factory-palace (1834-1842), the introduction of steam powered engines (1853-1910) that meant a significant building modification and the advent of the almost complete dissolution of the original architectural design scheme in the neothecnic stage (1910-1920). Afterwards comes a section that talks on how the actual remains of such buildings are valued and the challenges conveyed by the conservation of such elements, explained in the conclusions.

INTRODUCCIÓN

El oro y la plata han sido apreciados desde la antigüedad por sus propiedades físicas y su rareza. Estos metales se volvieron signos abstractos de riqueza y por ello se empleaban en la fabricación de monedas para el intercambio comercial, joyas y artículos utilitarios suntuosos, volviéndose muy cotizados. Esto motivó que la extracción de oro, plata y otros minerales, fueran campo de cultivo para la invención de artilugios para facilitar, por un lado, su explotación (la minería) y por el otro, la separación de la mena (el metal puro) de los otros elementos que la acompañaban (la metalurgia)¹.

De entre estas aleaciones, la plata ha sido una de los más importantes, empleándose en muchas civilizaciones. Los griegos, por ejemplo, inventaron la moneda, la cual representó una gran ayuda en las interpretaciones de valor de los bienes que se intercambiaban y facilitó el comercio. Este medio de intercambio comercial pervivió profusamente durante la existencia del imperio Romano, pero dejó de ser empleado al desintegrarse este régimen: "A medida que el Imperio Romano iba desmoronándose, Europa empezó a ser fragmentada en multitud de reinos individuales" (Roth, 1999, pág. 7073). Las redes comerciales establecidas con el oriente desaparecieron y con ello, el empleo de las monedas cayó en desuso por centurias.

Sin embargo, la moneda se volvió a poner en uso cuando después de las cruzadas europeas en la Edad Media, se permitió la reapertura de las redes comerciales con levante que por siglos se habían perdido después de la caída del imperio romano. Este nuevo esquema comercial se originaba en el lejano oriente y llegaba hasta Europa, generando un importante eje comercial que tendría su otro extremo final en Inglaterra, los Países Bajos y Francia.

¹ La Real Academia de la lengua define la minería como un nombre femenino que es: "El arte de laborear minas" y que incluye a todos aquellos trabajadores, expertos y el entorno físico que incluye las minas. <http://dle.rae.es/?id=PIM67GY>. Metalurgia es "El arte de beneficiar los minerales y de extraer los metales que contienen, para ponerlos en disposición de ser elaborados." Además de los saberes, las técnicas y las industrias relacionadas con ello. <http://dle.rae.es/?id=P5sXD1>. Consultado en junio, 2017.

En el siglo XV, dentro de este contexto europeo, España procuró mantener un lugar preponderante en el orden comercial tratando de abrir nuevas rutas con el oriente por vía marítima. Esto derivó en el fortuito descubrimiento de América en 1492 por Cristóbal Colón motivado por Isabel la Católica.

El descubrimiento de este nuevo continente sería un parteaguas que impondría un nuevo orden hegemónico en el interior de Europa y estableciendo una nueva relación con las tierras americanas, que fueron transformadas en su configuración social, cultural y económica. Posteriormente, esta organización comercial se extendería a otras regiones del mundo instituyendo un nuevo ámbito económico global.

Con el advenimiento español en América², llegaron en conjunto una serie de valores y de tecnologías que permitieron expandir su imperio en estas regiones. La explotación minera, en especial la de metales preciosos fue una premisa importante para los exploradores y colonizadores españoles. El interés se basaba en que estos minerales al amonedarse se podían intercambiar por otros bienes en el viejo continente o financiar empresas militares (Salazar, 1998, pág. 15).

De esa manera, a partir del conocimiento de las rutas de llegada a América, lo que siguió fue realizar expediciones continuas para familiarizarse con los nuevos territorios, conocer sus recursos y reclamarlos en nombre del reino español. Una de las estrategias expedicionarias que más frutos darían a la corona española, sería la de Hernán Cortés en 1519 (García, 2000, pág. 241) hacia el territorio de Mesoamérica (denominación que se da al centro y sur del actual México) consolidando poco a poco en esta región lo que se llamaría el Virreinato de la Nueva España³.

² Las demarcaciones americanas fueron profundamente transformadas por fuerza del poder político, militar y religioso. Estos territorios fueron obligados a ceder sus recursos a España y Portugal (que competía con España por el apoderamiento de estos territorios), convirtiéndose en un repositorio de recursos de toda índole, lo que permitió incrementar exponencialmente la capacidad comercial de estos reinos, que se dividieron la explotación de riquezas y el ámbito mercantil marítimo de las regiones descubiertas (Carmagnani, 2004, pág. 46), para el aprovechamiento discrecional de los recursos que la región atesoraba.

³ Las expediciones españolas avanzaron teniendo como base la antigua Tenochtitlán: la Ciudad de México. Así, iban irrumpiendo en diversas direcciones para explorar y en su caso, determinar con precisión las fuentes de metales de importancia como el oro, la plata, el cobre y el plomo. De esa manera, en las cercanías de la urbe

Para facilitar la exploración y colonización de estas tierras, la corona española ofrecía a quienes pudieran financiar las avanzadas de reconocimiento y de apropiación del territorio, la cesión de derechos sobre actividades exploratorias con la finalidad de obtener una ganancia sobre los bienes encontrados o una participación del usufructo de actividades económicas derivadas de su explotación. Los que gozasen de esos privilegios accedían a amplias competencias de gobierno y justicia local a cambio de una completa lealtad a la religión, al rey y a sus funcionarios siempre y cuando cumplieran con su respectivo pago de derechos a al cuerpo de gobierno monárquico. (Carmagnani, 2004, pág. 78).

Las regiones se fueron integrando en reinos, y al occidente del virreinato se conformó la Nueva Galicia, explorada bajo las órdenes del expedicionario Nuño de Guzmán⁴. Este reino estaba conformado por varias comarcas al occidente del virreinato que contaban con importantes yacimientos de plata. Uno de estos yacimientos resultó ser de gran riqueza: al sitio en donde se encontró este valioso depósito se le denominó Zacatecas, que pronto se convirtió en un poblado de importancia.

La Fundación del Real de Minas de Zacatecas⁵, daría a pie a una serie de eventos de importancia en relación con la explotación de la plata y la actividad económica que ello constituía. Con ello, en el siglo XVI, la Nueva España y las

se localizaron algunos sitios que cobrarían cierta jerarquía por su vocación minera, como Sultepec, Talpujahua o Taxco (Brading, 1975, pág. 274), A los lugares dedicados a la explotación minera se les daba el nombre de Real de Minas los cuales se iban fundando conforme los españoles se introducían en el territorio Novohispano.

⁴ Uno de estos expedicionarios, llamado Nuño de Guzmán (Powell P., 1969, pág. 3), sería muy importante en las estrategias de avanzadas de exploración para asegurar territorios y recursos en la región de occidente de Mesoamérica, pues impulsó iniciativas que, como resultado, produjeron la conformación del territorio que posteriormente se denominó la Nueva Galicia cita donde se encontraron algunos fundos ricos en oro y plata. Este reino incluiría a la postre los actuales estados de Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Zacatecas y Aguascalientes.

⁵ Nuño de Guzmán financió e impulsó otras expediciones a través de un subalterno suyo, Cristóbal de Oñate, quien, a su vez, comisionó en 1546 a Juan de Tolosa y a Diego de Ibarra (Powell P., 1969, pág. 12) para desplazarse al norte del entonces territorio conocido de Nueva Galicia. Partieron a esta comisión junto con una legión de españoles e indígenas, los cuales acamparon por casualidad al pie del Cerro de la Bufo (junto a la actual ciudad de Zacatecas) donde encontraron fortuitamente algunas vetas de plata. A estos personajes, junto con Baltazar Término de Bañuelos y el mismo Cristóbal de Oñate, se les considera los 4 fundadores de esta ciudad (Bakewell, 1971, pág. 4).

demás colonias españolas de América se conceptualizaron rápidamente como una extensión de la corona española: "El derrumbe de la población indígena y el aumento del control de la monarquía crean condiciones favorables para el surgimiento de la agricultura europea, y, sobre todo, de la actividad minera. Este proceso comienza en la América española con la puesta en producción de yacimientos de plata en la región de Zacatecas..." (Carmagnani, 2004, pág. 76).

Hacia el norte del territorio de Nueva Galicia, a partir de la consolidación de Zacatecas como centro de población, las exploraciones generaron fortunas, aseguraron territorios y permitieron la extensión de los límites septentrionales del virreinato hasta crear otros reinos como los de Nueva Vizcaya, Nuevo León y Nuevo México. Bajo todas estas circunstancias, Zacatecas se consideró como el bastión civilizador septentrional de Nueva España ⁶.

Con estos descubrimientos, llegan las tierras mineras, además de colonizadores y aliados, tecnologías y procedimientos productivos que darían como resultado, una nueva civilización que fue el resultado de una combinación de influencias europeas y dinámicas locales. La arquitectura de la producción formó parte de este proceso conquistador, evolucionando a la par del advenimiento de los cambios tecnológicos sucesivos, fortaleciendo la actividad minera y la vida virreinal hasta la época en que el virreinato se independizó oficialmente de España en 1821.

Para el efecto de esta investigación se analizó una instalación minera erigida a inicios del siglo XIX en Fresnillo, Zacatecas que beneficiaba mineral de plata extraída de las minas de Proaño. Estas minas, que fueron descubiertas en el siglo XVI (García Martínez, 2000, pág. 234) siguen en actividad hoy en día y siguen produciendo plata, demostrando que estos fundos han resultado ser de una riqueza extraordinaria.

⁶ Con estos reclamos territoriales se descubrieron importantes vetas de plata y de oro. Por ello, en adición a los centros mineros ya anteriormente encontrados y en labores, se descubren vetas como: Santa Bárbara en Chihuahua, Temascaltepec, en el actual Estado de México y Sombrerete y Fresnillo en Zacatecas. "La Mayoría de la Nueva España contenía en cierta medida algún tipo de actividad minera en el siglo XVI y XVII" (Carmagnani, 2004, pág. 63).

En este complejo, una hacienda minera, se alojaban trabajos de metalurgia de la plata. Este complejo es una hacienda minera que se ha conocido desde sus orígenes con tres nombres: Hacienda Nueva, Hacienda Grande o Hacienda Proaño, como se le identifica actualmente.

En esta tesis nos referiremos a este conjunto como la Hacienda Nueva, por la temporalidad abarcada en el estudio. Para esta investigación, se estableció un vínculo entre tecnología productiva, tiempo y territorio y para desvelar como esta relación se expresó en arquitectura y a su vez, ver como esta se transformó cuando los demás factores lo hacían, como se muestra en la ilustración 1.

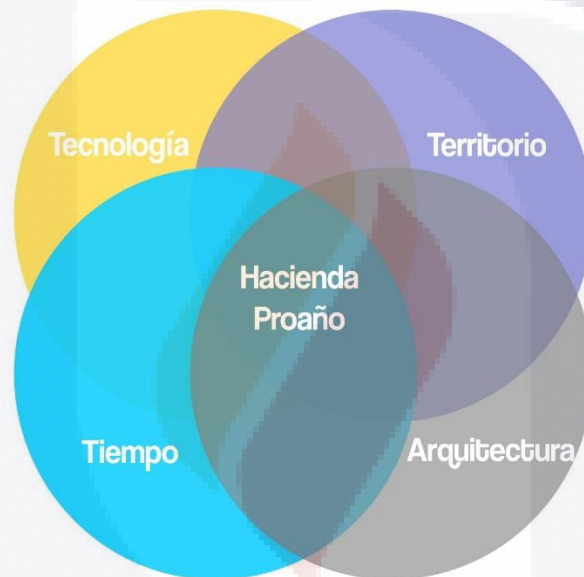


Ilustración 1: Las premisas de la presente investigación. Fuente: José Humberto Flores Castro.

La Hacienda Nueva, construida a partir de 1835 (Ortega, 1901, pág. 6) y modificada varias veces desde entonces, se compone en la actualidad de un extenso perímetro de piedra que contiene una combinación de edificaciones en desuso que conviven con otras construcciones empleadas como vivienda de empleados de la compañía que la posee actualmente. Las construcciones inhabilitadas, algunas construidas a mediados del siglo XIX todavía guardan algunas maquinarias para las labores de beneficio del mineral de plata extraído del conjunto de minas que se conoce como "Las minas de Proaño" (Dávalos, 2000, pág. 34), localizadas al sur de la ciudad. Otra construcción relegada de

1920 que pervive actualmente alberga en su interior equipo que se utilizaba para producir energía eléctrica.

La elección de este caso de estudio se sustenta en diversas razones. Por un lado, una de las áreas que se enfatizan en el programa de doctorado, es la de la arquitectura, donde se resalta el tema del patrimonio histórico, siendo este, de particular interés para el autor. Por otro lado, el que escribe es originario de esa localidad y tiene un bagaje profesional en el campo de la arquitectura, lo cual evidentemente tiene una repercusión en el presente análisis: en él se conjugan dos valores estimativos: el de la disciplina de la arquitectura y el del afecto al terruño y a este inmueble en particular, en el que se han realizado importantes actividades productivas que influyeron en la vida de la comunidad donde se localiza. "...vivimos en edificios antiguos, estamos rodeados de ellos y su sola presencia despierta la curiosidad". (Davies, 2011, pág. 127).

Con este trabajo se estableció el vínculo entre arquitectura y técnica. Mumford nombra como "complejo tecnológico" a todas aquellas etapas de la técnica, que, sustentadas en ciertos materiales y fuentes de energía, han definido a través de las máquinas⁷ o maneras de hacer las cosas, la civilización humana a través del tiempo. Al final, estos conceptos considerados en conjunto son el resultado de una serie de excepciones, de actitudes y de alardes humanos aplicados a la solución de diversas problemáticas que han influido la vida humana en todas las épocas.

Estas maquinarias y maneras de hacer las cosas (procedimientos) han necesitado un espacio, ya sea interior o exterior, para llevar a cabo diferentes aplicaciones. De esa manera se produce una arquitectura: edificios que son parte integral de puesta en función de estos artilugios y de procesos productivos

⁷ La máquina es pues: "... un complejo de agentes no orgánicos destinados a convertir la energía, a hacer trabajo, a dilatar las capacidades mecánicas o sensoriales del cuerpo humano o a someter un orden mensurable y a la regularidad los procesos de la vida." (Mumford, 1932, pág. 42).

derivados de ello. Las haciendas⁸ mineras de beneficio de plata mexicanas son un ejemplo contundente de todo esto.

Metodología

Por ser esta una investigación que se enmarca en el campo de la arquitectura de la producción bajo un enfoque patrimonial, el vínculo con la historia es determinante. Esta orientación inicial fue la que estableció el proceso investigativo, con el fin de poder obtener información que ayudara a revelar las circunstancias y temporalidades a enfatizar en el caso de estudio. Algunos caminos investigativos sugeridos por Salazar González, en su escrito "Los espacios para la producción" dieron luz sobre la manera de abordar el análisis. Estos fueron sugeridos a través de la propia investigación, la interpretación de la información recabada y la posterior redacción.

Así mismo se realizaron varias entrevistas semi estructuradas con investigadores de la historia de la minería en las ciudades de Fresnillo, Zacatecas y México quienes enfatizaron aspectos minero-metalúrgicos y de economía minera. En algunos casos, estas entrevistas abiertas involucraron experiencias de vida y relatos anecdóticos en relación con la historia de Fresnillo. Si bien estas interacciones fueron sumamente útiles, una conclusión de este ejercicio fue que, Si bien es posible hilar hechos de una manera anecdótica para poder completar vacíos en la investigación histórica, las fuentes primarias o secundarias serían de gran importancia para comprobar este hilo conductor.

Bajo la premisa de mantener el enfoque en el aspecto arquitectónico durante la investigación, primeramente, se partió del análisis de varias fuentes impresas

⁸ El término hacienda, acuñado en la Nueva España, fue un término que con el tiempo identificó a las instalaciones productivas de cualquier tipo, aunque primero significaba el caudal que alguien tenía producto de una actividad productiva. Como comenta François Chevalier en su libro "La formación de los latifundios en México "Después de tener primitivamente el sentido de "capital líquido", la palabra hacienda había designado casi cualquier clase de bienes bajo el sol, muebles o inmuebles... se habló igualmente de "haciendas de minas" lo mismo que "haciendas de labor y ganados" (Chevalier, 1999, pág. 378). Salazar González menciona que desde la época de Vitrubio y hasta la Edad Media se empleó el término "ingenio" para identificar mecanismos o maquinarias a los que también se les refería con el tipo de energía que empleaban, y que posteriormente en la Nueva España el termino hacienda se refería a maquinaria y al complejo edificado que la contenía (Salazar, 1998, pág. 77).

que son determinantes para el estudio del caso pertinente. Los textos consultados revelaron una gran variedad de enfoques y maneras de abordar los aspectos historiográficos, resaltando algunos como: la práctica de la minería, la economía, la tecnología y la historia pura.

La historia general y su relación con la minería, en el estado de Zacatecas, se abordó a partir de varias fuentes, como el tradicional texto de Elías Amador, "Bosquejo histórico de Zacatecas", la "Historia breve de Zacatecas" de Jesús Flores Olague, Kuntz Fliker Sandra y Mercedes de Vega; "Los dilemas de la organización autónoma: Zacatecas 1808-1832" de Mercedes de Vega; "Estado y Minería en México (1767-1910)" de Cuauhtémoc Velasco Ávila, Eduardo Flores Clair, Alma Aurora Parra Campos y Edgar Omar Gutiérrez López; "Los señores de Zacatecas" de Frédérique Langue, entre otros.

Por un lado, se entendieron las circunstancias y el contexto social, económico y cultural en el cual se gestó la construcción de los inmuebles estudiados; y por el otro, se reconocieron las modificaciones que han tenido tratando de revelar las razones que las provocaron.

¿Por qué ese acercamiento? Porque así se enfatizó el análisis de la arquitectura, estudiando un edificio que está actualmente incompleto en relación con su forma original: incompleto de forma física e incompleto por la información que lo documenta. La revisión de fuentes de información fue de naturaleza heterogénea para poder comprender y después revelar hechos que, en principio, pudieron parecer inexistentes; Guadalupe Salazar (2006) establece que este modo de estudio de la arquitectura es útil para identificar los espacios que se han dedicado a tareas productivas que por ser de autoría anónima y carecer de valores monumentales, han sido poco analizados.

A diferencia de la investigación cuantitativa, donde se tienen preguntas e hipótesis inmóviles que lideran el transcurso de la investigación, en el presente caso hubo un proceso heurístico que replanteó, adicionó y refinó las preguntas de investigación y las hipótesis relacionadas a partir de los datos recopilados y

analizados de fuentes primarias, fuentes secundarias, imágenes y trabajo de campo.

La metodología de investigación fue de carácter exploratorio y flexible, pues en el camino fueron surgiendo variantes referenciales que hicieron que la metodología se adaptara a cada una de las fases de la exploración, siguiendo un proceso que se basa más en "una lógica y un proceso inductivo (explorar y describir y luego generar perspectivas teóricas)." (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág. 9).

El análisis de las fuentes fue sugiriendo una serie de variantes temáticas que habrían de irse hilando o entrelazando para poder reconstruir las circunstancias en cada una de las épocas de importancia para el análisis del caso de estudio, donde la actividad minero-metalúrgica representó la base para partir a indagar otros aspectos históricos que motivaron la aparición de los edificios.

La comparación con estudios anteriores se consideró bajo un enfoque interpretativo, donde se reconoció que la mayoría de los estudios elaborados sobre el devenir de la Hacienda Proaño, tienen un enfoque mayormente histórico que se relaciona con la política, la economía, los procesos de la minería y la metalurgia y de sociedad. En estos estudios se hace muy poca referencia al tema de la arquitectura y es un tema sobre el que se pudo ahondar y aportar.

Con esta lógica inductiva se reconstruyeron contextos relacionados con momentos clave en el devenir de la construcción de la Hacienda Proaño y sus posteriores transformaciones, entendiendo y situándose en el lugar de los hechos y las experiencias de distintas épocas para conformar la realidad a través de las interpretaciones de los datos obtenidos de diversas fuentes.

Las circunstancias de carácter económico y tecnológico impactaron en la arquitectura como una sucesión de fases que componen el proceso transformativo de la Revolución Industrial (Pacey, 1980, pág. 206) con todas sus acepciones.

Se identificó que la Hacienda Proaño ha sido un reflejo material de una tecnología productiva que evolucionó y se expresó en su arquitectura. Este proceso transformativo fue el resultado de la búsqueda de la eficiencia de procedimientos productivos y de la facilidad de contar con las fuentes de energía necesarias para el movimiento de las maquinarias involucradas en los procesos de metalurgia de cada tiempo, usando modalidades tecnológicas que, en su momento, eran de vanguardia. Estos cambios fueron motivados por los cambios en la posesión de dichas instalaciones minero-metalúrgicas, tomando en cuenta cuestiones tecnológicas, la filosofía de trabajo, el origen y la cultura de cada uno de los propietarios.

Trabajo de campo e imágenes.

Para complementar la consulta de información, se llevaron a cabo otras variantes investigativas. Primero, aprovechando la oportunidad de tener acceso en varias ocasiones a la Hacienda Proaño con la aprobación de los propietarios de las instalaciones, se realizó observación física de campo; además el autor tuvo la oportunidad de tomar notas, hacer fotografías y realizar levantamientos arquitectónicos contando en algunas ocasiones, con la afortunada compañía de la QFB Guadalupe Dávalos. Estas visitas, el contacto directo con las edificaciones, fueron muy ricas en contenido y aportaron datos de suma importancia, como lo menciona Belardi (Belardi, 2014, pág. 264), donde cuando se tiene que hacer una investigación histórica, hay que ir más allá de las fuentes escritas y orales: las "fuentes materiales" pueden ofrecer una gran cantidad de respuestas. Una de las aproximaciones que resultaron de estas observaciones no estructuradas, fueron una serie de notas y dibujos.

Los dibujos

El proceso de registro del dibujo al registro del levantamiento se fue desdoblado en todas sus dimensiones: alto, ancho y longitud y se fue complementando con otras visiones tales como las de la historia y la cultura, para traspasar los límites del puro acopio dimensional e ir adquiriendo información que fue útil sobre aspectos técnicos y culturales. Se dio forma a un

"dibujo informado" que habla de materiales, modos de construir y aspectos culturales que se ligan con el modo de hacer las cosas en épocas anteriores.

Adicionalmente, se hizo delineación directa tomada de fotografías antiguas de los inmuebles estudiados para posteriormente ligar dicha información con fuentes documentales fiables tales como libros o artículos, por ejemplo. Este proceso parte de la idea de agilizar e intensificar la comprensión de hechos a través de la actividad del dibujo⁹

Para crear un registro detallado que confirmara los datos obtenidos de dibujo y levantamientos hechos en sitio, también se hicieron dos vuelos con drones en octubre de 2016, lo que se manifiesta en las ilustraciones 2 y 3, para obtener por fotogrametría un modelo tridimensional de los inmuebles estudiados en la hacienda Proaño. Mediante este procedimiento, se conforman las envolventes de los edificios existentes con una malla en tres dimensiones. El resultado, fue empleado para representar dichos volúmenes en la computadora.



Ilustración 2: Plano fotográfico a detalle elaborado por fotogrametría con drones mostrando a la izquierda una de las bombas Cornish existentes (1852) y planta de poder (1921). Hacienda Proaño, vuelo realizado en octubre, 2016. Elaborado por Víctor Jacobo de ZacSoft para esta investigación. Fuente: José Humberto Flores Castro.

⁹ Cuando se dibuja un objeto, se emplean ambos hemisferios cerebrales que reconstruyen y enriquecen la obtención de la información: "piense en la diferencia simultánea/secuencial de la siguiente manera: el hemisferio derecho es la imagen; el hemisferio izquierdo es las mil palabras" (Pink, 2006, pág. 19).



Ilustración 3: Avance del modelo fotogramétrico de la planta de poder (1921) de la Hacienda Proaño. Vuelo elaborado con drones realizado en octubre, 2016, por Víctor Jacobo de ZacSoft para esta investigación. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Las imágenes

Por la escala, la peculiaridad de la organización de los trabajos efectuados en el interior y la disposición de los espacios de la Hacienda Proaño, esta fue representada por artistas en diversos formatos y técnicas. Estas imágenes complementaron, en gran medida, la falta de archivos históricos disponibles en relación con la arquitectura. Por ejemplo, de los edificios se puede destacar su disposición dentro del contexto inmediato, sus componentes, sus materiales y sus dimensiones. De los procesos productivos también se pueden identificar ciertos detalles útiles cuando se habla de la relación que existe entre ello y el resultante, que, en este caso, es la arquitectura.

De igual manera, Salazar sugiere que para abordar una investigación de la arquitectura de la producción de una manera más efectiva y profunda, la ayuda de las imágenes que existan sobre el inmueble serán muy útiles para obtener datos e informaciones que se revelen a partir de dichas representaciones gráficas que pueden proporcionar datos insertos dentro de campos tales como: el

epistémico, el estético y el simbólico, para de ahí ir decantando los aspectos esenciales que cada una de estas representaciones pictóricas o gráficas brindan en relación con el edificio investigado. Hernández Sampieri de igual manera señala que "el investigador emplea una variedad de formatos para reportar sus resultados: narraciones, fragmentos de textos, videos, audios, fotografías y mapas; diagramas, matrices y modelos conceptuales" (Hernández et al., 2014, pág. 13).

Los medios en los que estas imágenes se realizaron eran distintos: hay pinturas al óleo, acuarelas o grabados impresos, hechos en los primeros años del siglo XIX; Para el análisis del edificio en su estado original se emplearon, entre otras, la pintura al óleo del italiano Pedro Gualdi realizada alrededor del año 1840 y que se guarda en el Museo de Historia de Chapultepec, un grabado que se muestra en el tomo I del "Museo Mexicano" (ambas mostrando una perspectiva general de las instalaciones) y la planta arquitectónica incluida en el libro de St. Clair Duport de 1843.

Posteriormente aparecen fotografías producidas desde la segunda mitad de esa centuria hasta ya entrado el siglo XX, donde ya se registran los llamados "viajes fotográficos" (Sougez, 2001, pág. 155) realizados por diversas partes del mundo (México incluido) principalmente por exploradores ingleses y franceses, para registrar ruinas arqueológicas, escenas naturales y detalles técnicos.

La fotografía paulatinamente fue sustituyendo otros medios manuales de representación gráfica, y para este caso de estudio, se dispone de documentos gráficos con gran riqueza de detalle que en muchas ocasiones sustituyeron al documento escrito, considerando que existen textos que describen, pero no detallan lo que la imagen revela¹⁰. Aquí fueron de mucha ayuda las imágenes

¹⁰ La fotografía sustituirá a la pintura con más frecuencia como documento gráfico, dado que ésta en una sola toma definiría detalles de toda una escena, a diferencia de la sucesión de trazos de la técnica manual: "La fotografía será ... la escritura icónica que estructuralmente ya no se caracterizaba por la adición sucesiva de trazos, propios de todas las técnicas quirográficas anteriores.... Una escena no era traducida pincelada a pincelada, sino que era regenerada entera, de un modo automático, que podríamos llamar "autografístico" (Fontcuberta i Villà , 1990, pág. 24).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

digitales de los acervos del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada, de la Maestra Alma Parra Campos y de la Fototeca de Zacatecas.

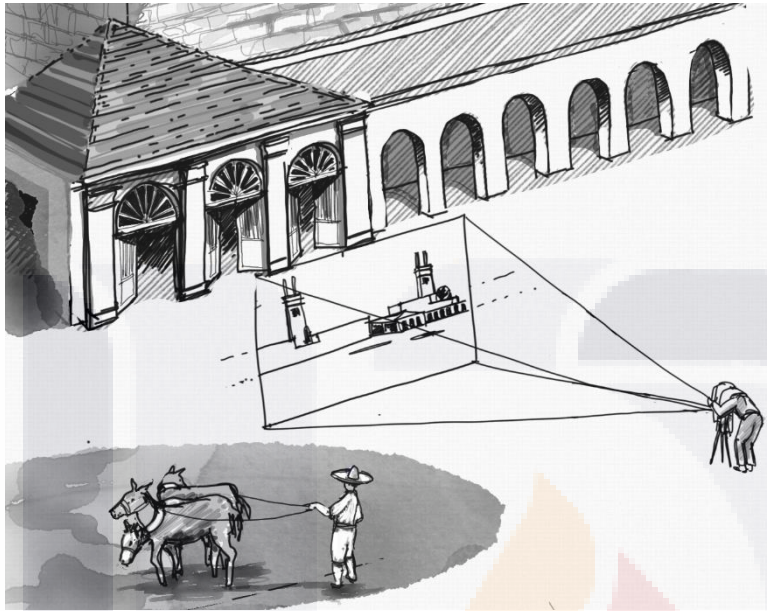


Ilustración 4: Al localizarse en el sitio del observador que hizo una pintura o una fotografía, es posible reconfigurar la escena. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Integración de trabajo de campo con los dibujos y las imágenes

El entendimiento de la perspectiva y su uso en la imagen proporcionó un punto de vista imparcial: "Adoptar la perspectiva equivale a consumir el afán de objetivar la realidad que marca el fin de la visión teocrática y el comienzo de la visión antropocéntrica, es decir, subjetiva" (Fontcuberta, 1990, pág. 88) que se aplicó al uso de programas de computación en donde es posible colocarse en el sitio del observador, para recrear lo que este veía y plasmaba en pinturas o fotografías como se aprecia en la ilustración 4.

A partir del bagaje cultural y profesional del autor surgieron algunas de las hipótesis iniciales, en el método cualitativo se permite "reconocen los propios valores y creencias del investigador y pueden ser fuente de datos para el estudio." (Hernández et al., 2014, pág. 11). Para reconstruir la realidad se emplea un procedimiento de acercamiento que, según Lucas (2016) es de aproximación contextual, donde la teoría y la metodología se adicionan al contexto del caso de estudio, y así se producen resultados.

Hipótesis

La hipótesis principal que sustenta este trabajo es:

Los cambios de procesos y usos en las instalaciones del complejo minero industrial de la Hacienda Nueva de la ciudad de Fresnillo provocaron grandes transformaciones priorizando aspectos utilitarios y económicos, afectando de manera importante su estado físico original; dichas metamorfosis no han sido documentadas totalmente desde el punto de vista arquitectónico e ideológico.

Preguntas de investigación

- ¿Es posible que, a través de una aproximación crítica actualizada del Patrimonio Industrial Minero de Fresnillo, Zacatecas se reconozcan los valores que motivaron su creación y posterior mutación (evolución)?
- ¿Es la Hacienda Proaño, un reflejo del llamado complejo tecnológico que ha definido la civilización humana y que está relacionada con las diferentes fases de la Revolución Industrial?
- ¿Es de especial singularidad la arquitectura, la maquinaria y la tecnología albergada en la Hacienda Nueva?
- ¿Se puede a través de la reinterpretación histórica de un bien cultural arquitectónico, complementar la memoria del pasado y sensibilizar la decisión de su conservación a futuro?

Con la base de que se ha tomado la decisión de analizar La Hacienda Nueva, ello presenta el reto de crear la trama documental para completar la lectura que dicho edificio, a través de sus ruinas, expresa.

Así, esta investigación se centró en develar algunos aspectos relacionados con la arquitectura y la tecnología para lo cual fueron hechas estas construcciones que hoy están en desuso. A partir de la investigación realizada para esta tesis, se establece que estos elementos constructivos y de maquinaria son vínculos significativos de la cultura del trabajo, de cambios y transferencias tecnológicas que sucedieron en las varias etapas de la revolución industrial, uniendo de esa manera, lugares remotos y tiempos distantes, se trata, por tanto,

de establecer la estratigrafía histórica y arquitectónica de este lugar de la producción minero-metalúrgica.

Marco teórico

Para conformar el marco teórico que da sustento a este trabajo, se analizó una gran cantidad de fuentes primarias y secundarias en forma de archivos históricos, bibliográficos y hemerográficos de autores de diverso origen y disciplina con el objeto de obtener una perspectiva acuciosa (estado de la cuestión) de este tema, y saber en qué aspecto y enfoque se ha ahondado más con anterioridad.

Hay dos enfoques que sujetan la información obtenida y proveen el hilo conductor de la investigación. Por un lado, el "complejo tecnológico" de Mumford, que establece una relación entre la "evolución de la máquina y de la civilización de la máquina con su respuesta arquitectónica en tres fases sucesivas que se superponen y se Inter penetran: la eotécnica, la paleotécnica y la neotécnica." (Mumford, 1932, pág. 212).

Por otro lado, el territorio será analizado como el resultado de acciones civilizadoras en el norte de la Nueva España y de como este se redefinió cuando se conforma el México independiente en varias escalas, de la regional a la local: el "tecno paisaje" que define Sobrino en sus diversas acepciones y escalas: el estructural, el articulador y el funcional¹¹ (Sobrino, 2018, pág. 1).

¹¹ Sobrino habla de un paisaje de la producción que abarca muchas otras visiones y que define una variedad de contextos que están interrelacionados, que cambian con el tiempo y que tendrán una respuesta arquitectónica: "...entendido como paisaje de la producción, no sólo desde su dimensión física sino también desde su dimensión social... Ya no entendemos los paisajes sólo como una transformación morfológica y, por tanto, material, sino que la variable perceptiva de carácter fenomenológico, inmaterial, conforma la definición poliédrica del paisaje. Conformando un palimpsesto de carácter cronoespacial: en el que en el espacio leemos el tiempo." (Sobrino, 2018, pág. 1).

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

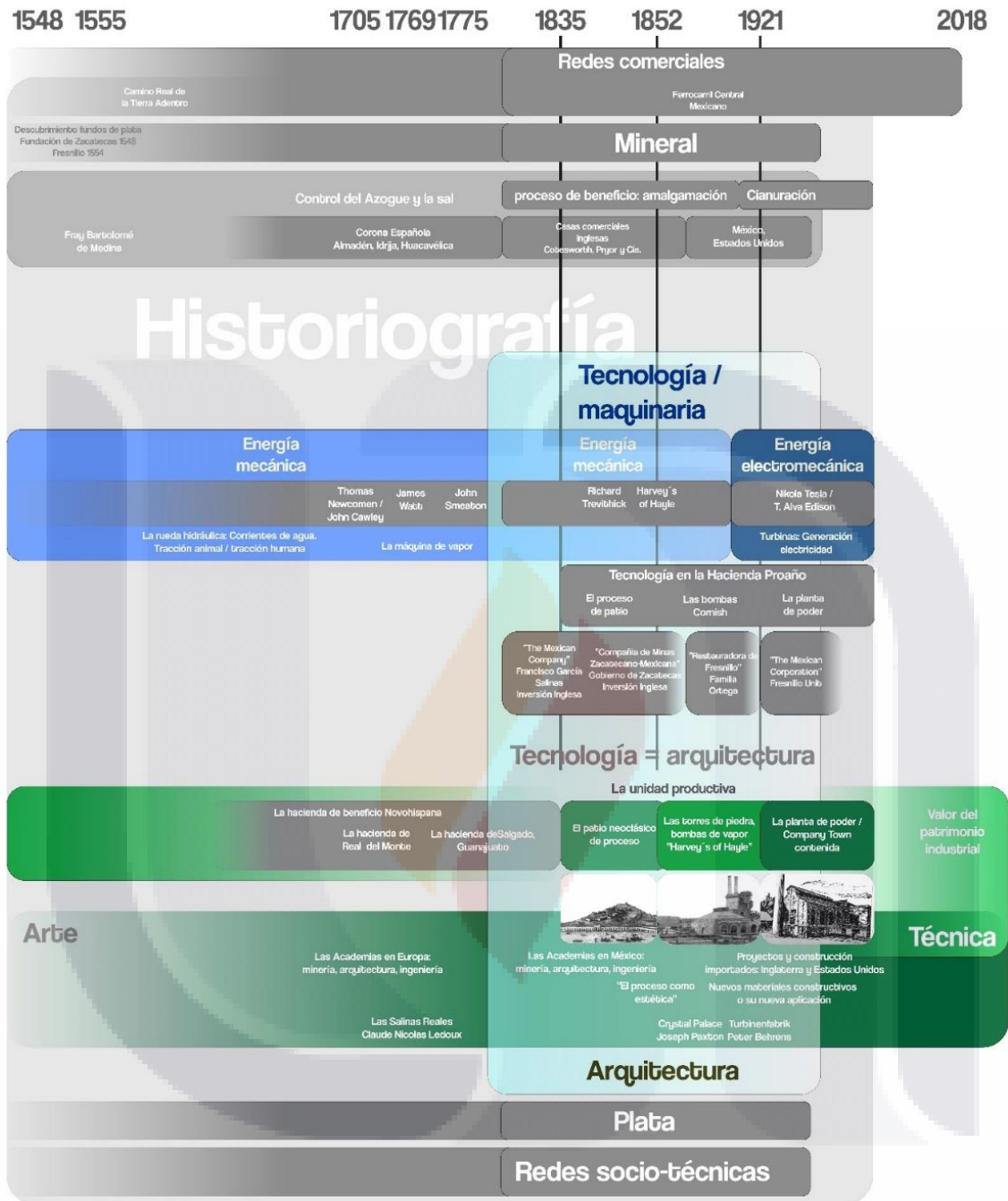


Ilustración 5: El caso de estudio y los diversos factores que afectan su análisis en el presente trabajo. Fuente: José Humberto Flores Castro.

La historiografía fue un importante pilar documental para este estudio, pues reúne puntos de vista diversos sobre cuestiones inherentes a un fenómeno, lo cual se demuestra en la ilustración 5. En este caso, se revisaron textos de diversa naturaleza sobre historia general de México, procesos de minería,

metalurgia, tecnología y arquitectura, en el devenir del siglo XIX. Al hacer esto, se reunió la información que recreó el contexto que da forma a las circunstancias económicas, sociales y culturales que motivaron a la construcción de los inmuebles estudiados y sus posteriores modificaciones.

Las diversas fuentes bibliográficas pertinentes en los diversos aspectos abordados fueron consultadas de acervos como la biblioteca general de la Universidad Autónoma de Zacatecas, la biblioteca del Instituto Tecnológico de Monterrey Campus Estado de México, la biblioteca del Colegio de México, la biblioteca de la dirección de Estudios Históricos del INAH, de la Facultad de Arquitectura de la UNAM y de la ETSAM de Sevilla.

La consulta de los archivos documentales se hizo en el Archivo General de la Nación, el Archivo Histórico de Zacatecas, el Archivo General de Indias y el Archivo Histórico de Sombrerete.

En la ciudad de Fresnillo, desafortunadamente, no se obtuvo información documental, dado que el archivo histórico de esta ciudad fue destruido y en la actualidad solo resguarda documentos de la década de los años 1930 en adelante. De igual modo, se realizó una visita al panteón de Santa Teresa (Ortíz y Escobedo, 2016, pág. 24) de Fresnillo, para indagar sobre posibles personajes relacionados con la historia pasada de este inmueble, sólo para encontrar que muchas de las tumbas antiguas han sido devastadas, como la mostrada en la ilustración 6. Por lo que este recurso representó ser de poca riqueza para este estudio.



Ilustración 6: Una de las tumbas mutiladas del panteón de Fresnillo, como la de la familia Belauzarán (Ortíz y Escobedo, 2016, pág. 28) aportaron poca información para esta tesis. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Para comenzar a entender la situación de la práctica de la minería en Zacatecas durante la época virreinal y a inicios del siglo XIX, el título "Silver Mining and Society in Colonial Mexico, Zacatecas 1546-1700" de Peter John Bakewell, es un puntal informativo elemental, pues el autor profundiza en varios aspectos historiográficos relacionados con las diversas etapas de auge o depresión relacionadas con la actividad minera, técnica y económica en Zacatecas. Bajo un enfoque parecido y adicionando información, los libros "La plata del rey sus vasallos" de Jaime Lacueva y el libro "Minero metalurgia de la plata en México (1767-1849), de Joaquín Melero ayudan a entender la práctica de la extracción de la plata y su beneficio en la región de Zacatecas.

La tecnología minera hubo de ser revisada y entendida bajo la visión de textos tales como "Ciencia y tecnología en el Nuevo Mundo" de Elías Trabulse", "Historia de la Ciencia en México" del mismo autor, "Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la prehistoria a 1900" editada por Melvin Kranzberg y Carroll W. Pursell y "El laberinto del ingenio" de Arnold Pacey, no siendo estos textos los únicos, pero si los más significativos.

La relación directa entre arquitectura y minería expresada en las haciendas de beneficio de la plata con el método de patio, parte de la información tomada de importantes textos como el de "Historia de la arquitectura y el urbanismo

mexicanos" de Carlos Chanfón Olmos et al., "Evolución y morfología de las haciendas en el partido de Zacatecas" de Laura Gemma García Flores y José Jaime Medina Martínez; "las haciendas en el siglo XVII en la región minera de San Luis Potosí, Su espacio, forma, función, material, significado y la estructura regional" de Guadalupe Salazar González, han sido sumamente útiles.

Sobre Fresnillo en particular, hubo varios autores que, a través de sus escritos, fueron de gran ayuda para esta tesis, tales como Charles Dahlgreen, la compilación de Benjamin Silliman, Saint Clair Duport, los textos de Manuel Valerio Ortega y los escritos contemporáneos de Guadalupe Dávalos Macías.

La existencia de las casas de bombas Cornish dentro de la Hacienda Proaño, ha sido documentada a través de libros tales como: "The Harvey´s of Hayle" de Edmund Vale, una serie de artículos que sobre estos edificios en la Hacienda Proaño existen producidos por la Trevithick Society de autores renombrados como Kenneth Brown o Damian Nance; "The English Cornish Beam Engine" de Denys Bradford Barton y el texto " Interpretación de las ruinas de las casa de máquinas Cornish" de Keneth Brown et al, entre otros.

En el tema del patrimonio industrial, se han seguido de cerca a algunos autores españoles que mucho han contribuido en el tema recientemente, comenzando con el libro "arquitectura industrial en España, 1830-1990" de Julián Sobrino; "Preservación de la arquitectura industrial en Iberoamérica y España" del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico y artículos de la Revista Ábaco, con Eusebi Casabelles Rahola o Linarejos Cruz. Otros libros importantes fueron: "The Works. The Industrial Architecture of the United States" de Betsy Hunter Bradley y "Building the XIX Century" de Tom F. Peters

Los aportes de esta tesis

La finalidad de este estudio de teoría fundamentada es identificar las relaciones de distintos factores que han intervenido en las transformaciones de la arquitectura en la Hacienda Nueva de la ciudad de Fresnillo, Zacatecas. Por un lado, se aspira a adicionar la información que actualmente existe sobre el

bagaje histórico relacionado con el devenir de los inmuebles de este conjunto, resaltando el análisis de su arquitectura, tomando como base fuentes primarias y secundarias que sobre el tema existen.

Por otro lado, con el acervo de imágenes de épocas pasadas (ilustraciones, pinturas, fotografías) relacionadas con el caso de estudio se pretende utilizar estas impresiones visuales y aprovecharlas como fuente primaria de estudio. Se tomó como punto inicial el hecho de considerar que estas representaciones pictóricas contienen una gran riqueza de información y de detalle, que, al ser analizadas, pueden ofrecer una mayor claridad sobre diversos aspectos tanto técnicos como de cuestiones relacionadas con los inmuebles. Los procesos y las actividades de los edificios o sus componentes matéricos, por ejemplo, pueden ser identificados en dichas imágenes y de ahí se pueden derivar otros datos que revelen los motivos de las grandes transformaciones que tuvo este conjunto patrimonial a lo largo de su existencia, entendiendo así, que estas transformaciones tienen un trasfondo histórico más profundo que hace que la arquitectura hable más allá de la función y la forma.

Al ser este un inmueble que en su origen se dedicó a las actividades productivas del beneficio de la plata, se comienza a realizar un aporte de información resultante de su análisis bajo el enfoque de la arquitectura y el patrimonio industrial, siendo este un campo poco explorado en nuestro país que, a través de esta visión, pretende facilitar la comprensión y los valores relacionados con dichos inmuebles. Al final de cuentas y de manera indirecta, el estudio pretende cooperar en la construcción de medios que encaminen a la preservación de dichos inmuebles para ofrecer una fuente de aprendizaje y de apreciación para generaciones futuras.

Con todo este bagaje, se ofrecen aportaciones que pueden complementar el conocimiento existente sobre el caso de estudio y, además, compartir el acercamiento investigativo que puede ser útil para otras indagaciones posteriores sobre este tema o sobre otros relacionados con el mismo.

La investigación se desarrolló 8 capítulos, donde primeramente se hace un acercamiento a las circunstancias históricas y técnicas de la Hacienda Nueva, iniciando con una visión amplia de dichos aspectos para posteriormente hacer un acercamiento a las particularidades del conjunto minero.



PARTE I. ESBOZO CONTEXTUAL DE ZACATECAS Y FRESNILLO DEL SIGLO XVI AL XIX

INTRODUCCIÓN

La Parte Primera de esta tesis se enfocó en establecer los elementos para poder hablar de la relación que existe entre la arquitectura productiva de los restos de la hacienda minera de Proaño, el objeto de estudio de esta investigación, y las razones que la forjaron. Así, hay que hablar de otras cuestiones como la historia, la tecnología y la economía; que si bien no son las únicas esferas que han afectado el devenir de la respuesta construida, si pueden conformar un contexto para entender las circunstancias de cada época y con ello se ayudó a definir la línea de investigación posterior sobre la que gravitó la interpretación de la información obtenida conformando un marco conceptual para complementar los trabajos realizados sobre este tema.

Por ello, el Capítulo Primero se avoca a relatar las diversas condiciones que dieron pie a la creación de los poblados mineros de la Nueva Galicia, en el centro norte de la Nueva España desde el siglo XVI, y de como una de estas localidades, Zacatecas, se consolidó como bastión de crecimiento económico regional que posteriormente extendió su influencia hasta llegar a la metrópoli española. Un efecto de esta dinámica fue la fundación de otras comunidades mineras en la comarca zacatecana, como Fresnillo.

Después se habla de cómo la plata, que funcionó como bien prioritario para sustentar la vida económica del virreinato, ayudó a definir una mecánica comercial que permeó a otras dinámicas de existencia local, haciendo, por ejemplo, que se establecieran rutas comerciales definidas, consolidando poblaciones y creando nuevas redes de intercambio de bienes.

El beneficio de la plata dentro de esta cadena productiva fue de gran importancia y ello se explica en el Capítulo Dos, manifestando su aspecto técnico y su respuesta en los espacios creados para llevar a cabo estas tareas, los cuales no variaron significativamente desde el siglo XVI hasta el siglo XIX, pero que

adquirieron un sello propio que se adaptaba a condicionantes locales de clima, topografía o de acceso a fuentes de agua.

En el Capítulo Tres, ya se entra en el tiempo del México independiente y se habla de cómo, con el paso de los años desde el inicio del virreinato, se conforma en Zacatecas una sociedad con personalidad y pretensiones propias que vive bajo la definición de un universo particular apegado a principios ilustrados. Por otro lado, con la liberación del mando español, se relaciona brevemente la apertura de los gobiernos mexicanos a recibir capitales foráneos para invertir en la actividad minera, siendo Inglaterra el país más interesado en ello.

De este escenario surge el gobernador Francisco García Salinas, quien tuvo aspiraciones progresivas para reactivar la dinámica económica del estado y mejorar con ello las condiciones sociales. Ello marcó la diferencia en Fresnillo, cuando él hizo hincapié en una de sus estrategias: la reactivación de las minas de Proaño hacia 1831.

CAPÍTULO 1. LA PLATA Y LA EXPANSIÓN TERRITORIAL DEL NORTE DE LA NUEVA ESPAÑA

Dado que la plata jugaba un papel importante en la consolidación de la riqueza de las naciones en el contexto europeo del siglo XVI, su extracción era de fundamental importancia dentro de las políticas mercantilistas. Este metal se volvió un pilar importante para la economía española de esa época, la cual se vigorizó con el descubrimiento de América y con la explotación de los ricos yacimientos mineros de estos territorios. Como enfatiza Carmagnani, "la producción de metales preciosos como el oro y plata fue la actividad más rentable del sector euroamericano tratándose de un producto rico de alto precio unitario, con capacidad de atraer cualquier tipo de mano de obra fuera libre, esclava o servil" (Carmagnani, 2004, pág. 103).

Para el siglo XVI, cuando los españoles se integraron en territorios americanos, los habitantes de las islas de las Antillas, Mesoamérica y Perú ya tenían conocimientos técnicos y prácticos para el tratamiento de los metales preciosos. En Mesoamérica, en la extensión de territorio que conforma al actual México, la población nativa ya conocía la extracción de ciertos metales tales como el oro o el cobre, de los cuales se conservan evidencias a través de objetos de uso cotidiano como tocados para el pelo, cascabeles o collares de cuentas. "Los aztecas confeccionaban, además, objetos que constituían verdaderas aleaciones de oro, plata y cobre... Obtenían así mismo, aleaciones de cobre y plomo" (Bargalló, 1955, pág. 28).

La producción y la transformación del mineral de fue de gran interés para la economía del virreinato, lo cual motivó el arribo de grandes inversiones para el desarrollo y crecimiento de la producción de la plata y otros minerales. El gobierno virreinal gestionaba en lo posible apoyo a los mineros que garantizaban el pago de su deuda con la producción de plata sorteando así sus debacles financieras.

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro



Ilustración 7: Localización de la ciudad de Fresnillo, al centro de la Nueva España. Fuente: Google Maps, José Humberto Flores Castro.

Una de las expediciones más importantes fue la que dirigió Nuño de Guzmán entre 1531 y 1542 (Flores, de Vega, Kuntz, y del Alizal, 2003, pág. 40) quien tuvo la encomienda de explorar y conformar el territorio occidental de la Nueva España, que posteriormente llamaría La Nueva Galicia donde se encontraron ricos yacimientos de oro y plata. Este territorio incluiría a la postre, los actuales territorios de Jalisco, Nayarit, Zacatecas y Aguascalientes (ilustración 7).

Nuño de Guzmán impulsó otras expediciones a través de Cristóbal de Oñate, uno de sus subordinados, quien a su vez comisionó a Juan de Tolosa y a Diego de Ibarra en 1546, quienes junto con una legión de españoles e indígenas acamparon por casualidad al pie del Cerro de la Bufa, la actual ciudad de Zacatecas, donde encontraron algunas vetas de plata. La explotación de estos ricos yacimientos se convirtió en el parteaguas de la expansión española al norte del virreinato conformando un engranaje económico y comercial que posteriormente se extendería a después a ultramar.

La expansión económica europea provocada primeramente por el hallazgo de América y luego de los yacimientos de plata encontrados en la Nueva España, en especial los de Zacatecas, determinaron de manera importante la dinámica de crecimiento y de intercambio comercial al interior y al exterior del virreinato, con ello se consolidó un nuevo orden mundial en el ámbito comercial y económico, pues se fueron completando las rutas comerciales marítimas con el lejano oriente que antes estaban limitadas en acceso para los países europeos.

Aunque al poco tiempo de establecerse los españoles en la Nueva España se fueron salvando conflictos con los grupos indígenas locales que en muchas ocasiones se oponían a la imposición de los intereses de los nuevos pobladores europeos, muchos de estos nativos se rebelaban a la nueva regla occidental y su pacificación costó mucho al poder virreinal. Algunos de estos pobladores eran guerreros bien preparados que atacaban convoyes de viajeros y poblados. Esta condición beligerante se mantuvo hasta siglos posteriores siendo un agravante para el desarrollo económico de La Nueva Galicia. La pacificación de las tribus bárbaras fue una tarea larga y costosa (Powell P. W., 1975, pág. 162).

Los centros mineros comenzaron a ser explotados conforme se adelantaba la colonización bajo una estrategia radial que se originaba en la Ciudad de México, la capital del virreinato, y que conforme avanzaba hacia el norte se iba extendiendo en consecuencia: "...al amparo de la minería, florecieron la agricultura y la industria" (Bargalló, 1955, pág. 283). Con la minería en marcha se comienza a establecer una sistematización de las actividades relacionadas con la minería, como la extracción del mineral, los procesos del beneficio para la obtención de la plata pura y el marcado (quintado) de las barras para su posterior traslado a la Ciudad de México, donde se estableció una Casa de Moneda que oficialmente las convertía en monedas, las cuales en su mayor parte se exportaban directamente a la península española o se ponían a circular en la Nueva España.

A partir de la explotación de la plata, que en su mayor parte se amonedaba (Velasco, Flores, Parra y Gutiérrez, 1987, pág. 288), la Nueva España funcionó como proveedora de muchos bienes que se exportaban a otras regiones y recibía a cambio otras mercancías. La plata de origen novohispano fue el principal activo de exportación y en forma de moneda fue empleada no solo localmente sino también en Europa y en el lejano oriente, haciendo que regiones enteras se enlazaran a través de la explotación y beneficio del metal.

En Zacatecas, con la intensificación de las actividades mineras se fue estableciendo un vínculo más fuerte y constante con la Ciudad de México. El

fortalecimiento de esta red comercial incrementó el número de expediciones y viajes regulares. A partir de ello, se descubren otros fondos mineros, como Guanajuato en 1550 o Real del Monte y Pachuca en 1552 (Brading, *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*, 1975, pág. 274).

La industria minera, se soportaba no solo por la extracción, sino también en la metalurgia¹², pues era el medio para obtener el deseado metal en estado puro. Las técnicas europeas antiguas basadas en la fundición operaron por un tiempo, pero dependían de grandes cantidades de combustible vegetal que muchas veces no estaba disponible en muchas de las regiones mineras de la Nueva España, sobre todo en la Nueva Galicia.

Con el descubrimiento en Pachuca del método de beneficio por amalgamación por Bartolomé de Medina a mediados del siglo XVI hubo un importante cambio (Perez, 2006, pág. 82). Este método empleaba azogue (mercurio) para separar la plata de los demás componentes minerales sin el empleo de combustión. Además de representar ventajas técnicas para la producción de la plata, la amalgamación tuvo una repercusión comercial extensiva en el comercio trasatlántico por el empleo del azogue que provenía principalmente de minas del este de Europa y de la propia península ibérica. Estos yacimientos eran propiedad de la corona española que monopolizaba este insumo con la finalidad de controlar su precio y también para saber de antemano cuánta plata recuperar de sus territorios americanos, con base al análisis de los resultados productivos del proceso.

Las ricas minas de Zacatecas motivaron que un gran número de personas llegaran a vivir y laborar en estos lares y con ello la ciudad se convirtió en un enclave estratégico para el crecimiento y beneficio económico del virreinato. Chevalier (1999) afirma:

¹² Metalurgia es "el arte de preparar los minerales para apropiarlos a las varias necesidades de los hombres; unos son mecánicos y otros químicos... los hay que sirven para disgregar o separar las sustancias mezcladas o combinadas en la naturaleza." (Guenyveau, 1825, pág. 21).

Se produjo entonces un verdadero alud de aventureros y de gente de toda laya; en ese desierto se levantó una ciudad hongo que, 2 años después de su nacimiento, contaba ya con 5 iglesias y alrededor de 50 explotaciones mineras o "ingenios de metales". Zacatecas era la segunda aglomeración de la Nueva España, aglomeración de tipo nuevo, puesto que sus habitantes "no son encomenderos", sino mineros y comerciantes, exploradores, observaba alguien unas décadas más tarde. (pág. 120).

La población de Zacatecas se componía entonces de una rica mezcla de grupos indígenas, negros, españoles y europeos de otras regiones (Powell P. , 1969, pág. 13). Los grupos indígenas estarían compuestos por individuos tlaxcaltecas y tarascos, trasplantados a esta ciudad desde sus regiones de origen. El motivo de este crecimiento poblacional con la mezcla y la riqueza de la gente motivaría la construcción de ranchos, villas y misiones para albergar a esta nueva población: Zacatecas ganó rápidamente el título de ciudad en 1588.¹³

Desde el tiempo de la fundación de Zacatecas y hasta mediados del siglo XVII los patrones de comercio fueron afectados por la escasez de ciertos alimentos, en particular el maíz y el trigo: "...los Reales de Minas no podían bastarse a sí mismos, a diferencia de la mayor parte de las villas de encomenderos, como, por ejemplo, "Culiacán, que durante el siglo XVII, vivía en pintoresco aislamiento" (Chevalier, 1999, pág. 121). Los productores de dichos productos se verían enriquecidos a costa de la pobreza de otros y se aprovechaban de estos, incluidos los mineros, para obtener beneficios personales.

¹³ "Hacia 1584, consideraban los ya poderosos mineros zacatecanos que su lugar de residencia había adquirido tal relieve por el prestigio y riqueza de sus pobladores, que debía elevarse su rango de villa a ciudad. El rey Felipe II accedió a su reclamo y otorgó a las minas de Zacatecas título de ciudad el 17 de octubre de 1585. Sólo tres años después, en 1588, al título de ciudad, el rey y su Consejo de Indias le sumaban el de "muy noble y leal" y le otorgaron escudo de armas por el servicio con que "los vecinos de ella me han servido con mucha fidelidad, cuidado y trabajo, así en defenderla de los indios chichimecas [...] como en la labor y beneficio de las minas de plata de aquel contorno de que se ha sacado y continuamente saca mucha riqueza" (Flores et al., 2003, pág. 44).

Bajo este contexto, hubo altibajos en la explotación de la plata en Zacatecas con dos etapas de jauja en el siglo XVII siendo la primera entre 1615 y 1635 y la segunda entre 1679 y 1690, con subsecuentes etapas de depresión económica, la primera de 1640 a 1665 y otra más de 1690 a 1705 (Flores et al., 2003, pág. 45).

La última etapa de auge del siglo XVII fue consecuencia de factores internos y externos. Por una parte, la Corona redujo los costos de producción mediante modificaciones a la política fiscal, los créditos para la compra de mercurio y mejores canales de distribución de este producto. Por otra, hubo un aumento de la demanda de plata, resultado de la participación de la Nueva España en el mercado mundial como productora del mineral, y los requerimientos del exterior impulsaron el desarrollo minero novohispano.

Hasta ya muy entrado el siglo XVIII, la falta de referencias técnicas adecuadas para la práctica minera era prácticamente nula y los trabajos se hacían apoyándose en la práctica, intuiciones o simplemente siguiendo las vetas que tuvieran mayor contenido de plata por lo que eran frecuentes los problemas de inundaciones y derrumbes por a la ejecución de túneles mal calculados y por la pobre construcción de los mismos por parte de trabajadores que no tenían preparación previa, lo cual resultaba en altos costos financieros a las personas que la poseían. Por ello, hacia 1774 (Velasco et al., 1987, pág. 181), hubo una preocupación por implementar avances tecnológicos y de herramientas de apoyo en la minería, lo cual apuntó a la corona la urgencia de inversión en materiales de trabajo. Por un lado, estas estrategias eran necesarias para la reactivación de algunas minas que habían sido abandonadas con anterioridad, y, por otro lado, era urgente mejorar la educación técnica de los trabajadores y la disposición de información sobre la correcta explotación de las minas.

Conforme fue pasando la fiebre de la minería del siglo XVI en la Nueva España, el interés por esta actividad disminuyó debido a que otras opciones productivas como la agricultura (Velasco et al., 1987, pág. 38) representaban menores riesgos y altibajos. Por ello, muchas minas quedaron en el abandono y

se anegaron por efecto de las lluvias estacionales o porque se volvían difíciles de trabajar por tener estas labores mucho mayor profundidad.

En el siglo XVIII en Zacatecas la minería repuntó con la llegada de José de la Borda, quien después de haber hecho fama y fortuna con empresas mineras en sitios como Taxco, se trasladó a esta ciudad donde continuó su carrera en empresas mineras: "En 1728, la rica mina de Quebradilla, en Zacatecas, se desaguó por medio de un tiro que costó 24,000 pesos, aunque pocos años después el nivel creciente de las aguas entorpeció las labores y obligó a sus propietarios abandonarla de nuevo." (Trabulse, 1994, pág. 154). Sería él quien llegaría con una nueva propuesta para reactivar minas olvidadas con el mayor de sus beneficios. Su plan incluía una disminución de impuestos, aumentos en el subsidio del azogue e inversión de capital para nuevas tecnologías. Gracias a ello, resurgió la actividad en los yacimientos de Vetagrande, Bolaños y Sombrerete cuyos distritos volvieron a la vida. Como resultado, De la Borda logró ser uno de los grandes productores de plata de la época persuadiendo a muchos inversionistas de financiar diversos proyectos mineros.

A finales del siglo XVIII se fueron dando adelantos tecnológicos en el trabajo de las minas tales como el uso de pólvora y la paulatina sustitución de la labor humana por tracción animal en los trabajos de acarreo de minerales y en la maquinaria de extracción de agua y del beneficio del mineral.

Con estos cambios hubo un aumento de precio en la plata y en los servicios relacionados con su producción (como el hecho de que el transporte del metal seguía siendo arriesgado debido a las largas distancias con otros centros de población lo cual permitía el ataque de indios rebeldes que había que repeler). Aun así, Zacatecas se vio beneficiada por la circulación de la plata dentro de territorios cercanos que le privarían de dichos riesgos. Otro factor que ayudó a esta bonanza fue el que hubo un repunte importante de actividad económica hacia el norte del territorio donde la población comenzó a aumentar atraída por la promesa de mejor paga en esas regiones donde la mano de obra era escasa.

La segunda mitad del siglo XVIII sería marcada por una crisis de capitales que imposibilitaría la actividad en ciertas minas. Sin embargo, también fue un momento de gran producción gracias a que los precios del mercurio y otros insumos de la minería, como la pólvora, habían bajado: Trabulsee (1994), citando a Gamboa en su obra "comentarios a las ordenanzas de minas" de 1761, señala:

[...] que la minería mexicana había atravesado una grave crisis. Como solución propuso varias medidas, entre las cuales estaban reducir el precio del mercurio monopolizado por el Estado español, eliminar las restricciones que impedían su explotación en la Nueva España y abrir otras casas de moneda fuera de la capital virreinal que facilitarían la acuñación de la plata proveniente de reales lejanos...El azogue se convirtió la condición de posibilidad de una minería floreciente... (pág. 167)

Hasta finales del siglo XVIII en la Nueva España, las empresas mineras tenían un carácter individual, pero ante la falta de capital y lo azaroso de las inversiones, los mineros optaron por un esquema innovador: la formación de compañías de inversión donde participaban socios a través de la compra de acciones" (Flores et al., 2003 pág. 204). Este nuevo esquema provocó profundas modificaciones en la minería zacatecana; la producción se concentró casi totalmente en manos de empresarios de origen peninsular y los pequeños propietarios, en su mayoría criollos perdieron poder, lo que explica por qué estos últimos comenzaron a sentir resquemor hacia el poder centralizado español. Estas situaciones generaron constantes desacuerdos entre el pueblo y la corona, ya que, al menos en el aspecto de la minería, las riquezas y los beneficios eran repartidos a grupos sumamente reducidos, dejando a otros con las manos vacías.

La casa de moneda de la Ciudad de México funcionó como una concesión a particulares hasta el año de 1733, cuando la corona decide trasladar su control a la Real Hacienda para poder así surtir de recursos suficientes para surtir de plata a la institución, y a su vez, poder controlar de una manera más cercana, la cantidad de monedas que se producían. Esto como efecto de poner en práctica

las reformas borbónicas que pretendían tener mejor control sobre las actividades mercantiles de las colonias.

Dentro de esta dinámica, el progreso y la peculiar dinámica social, económica y cultural de las colonias hispanoamericanas provocó que, por la lejanía, comenzaran a desligarse de la metrópoli. Poco a poco se fueron creando redes internas de comercio con dinámicas regionales muy particulares, que, por las distancias, era muy difícil controlar para la corona. A través de la consolidación de la vida colonial, se crea y se conforma la nueva sociedad "euroamericana" (Carmagnani, 2004, pág. 188), que va constituyendo sus valores y su forma de organizarse de acuerdo con las actividades que se van realizando en cada una de las regiones de una manera única que adopta patrones europeos y los apropia a su región consolidando un sentido identitario único en cada una de las regiones.

Aunque en las últimas décadas del siglo XVIII y la primera mitad del siglo XIX, el periodo comprendido entre la Revolución francesa y el fin de la Restauración existía en la Nueva España una tradición de total lealtad al rey y la corona, en realidad, se avisaban nuevos horizontes libertarios. Todos estos hechos abrieron paso a una fase en que la nueva cultura local que tuvo que ser resiliente ante las revueltas, guerras e insurrecciones generadas por las crisis derivadas de la oposición al orden monárquico y sus consecuencias. La dinámica mercantil se desvirtuó bajo los parámetros obsoletos que se habían establecido en el siglo XVI por la corona española, lo cual fue caldo de cultivo para un gran cambio social.

Al terminar el siglo XVIII, Inglaterra y Francia se consolidaron como potencias marítimas haciendo a un lado a España, tomando control sobre muchos bienes y territorios. Los países americanos, que se sentían relegados en el orden monárquico español, aprovecharon esta circunstancia para independizarse.

1.1.- El territorio de la plata en Zacatecas, de la escala local a la transoceánica

El actual estado de Zacatecas es un espacio de diversidad biológica y geográfica en donde hay terrenos ásperos y secos: un ambiente frío y árido compuesto por valles y sierras donde se permite una vegetación ligeramente boscosa que contiene pinos, cactáceas, pastizales y matorrales. En el sur del estado, hay un clima más tropical, con una combinación de zonas montañosas con mayor presencia de humedad con terrenos más fértiles.

Mucho antes de la llegada de los españoles, la meseta central del actual México, como el resto del continente americano, fue habitada por pobladores asiáticos que antiguamente migraron a este territorio a través del estrecho de Bering y que con el tiempo conformarían los primeros asentamientos humanos permanentes. Una de estas culturas asentada en el territorio de Zacatecas, la de los Chalchihuites, ya practicaban la minería para obtener piedras preciosas que se enviaban a Teotihuacán dejando uno de los precedentes más antiguos de actividad minera desarrollada en Mesoamérica.

La práctica minera local se desarrolló con la llegada de los españoles y la ruta comercial que iniciaba en Zacatecas a partir de la segunda mitad del siglo XVI, por efectos de la actividad de extracción de la plata y las actividades comerciales que se derivaron de ello, se extendió radialmente hacia el norte del territorio y se consolidó hacia Ciudad de México, Guadalajara y Michoacán. "En el remoto noroeste, los caminos entre Guadalajara y Zacatecas quedaron claramente trazados poco después de la explotación de la plata... Para 1546... Luego de abiertas las minas de Sombrerete, Avino y otras al norte y oeste de Zacatecas, los caminos conectaron los campos mineros del Del Norte con Guadalajara la ruta pasaba por Fresnillo rumbo a Jerez, Tlaltenango, Teúl, luego Río Grande y Guadalajara." (Powell P. W., 1975, pág. 35).

Posteriormente la ruta cruzaba el Océano Atlántico y se fue reforzando en ultramar, con la península española a través del intercambio de plata por azogue o mercurio entre otros muchos bienes. Cádiz (García, 2000, pág. 64) y Sevilla

eran los puertos de entrada a España: "El cargamento más valioso de los carros y carreta será, desde luego, la plata que iba al sur, para ser refinada y acuñada; luego sería enviada de nuevo en carreta Veracruz y de allí, anualmente por barco a España. En cambio, las carretas que iba al norte llevaban a la creciente población de la frontera una gran variedad de abastos; equipo minero y otras herramientas, alimentos y ropa" (Powell, 1975, pág. 41).

De regreso, el camino de Europa a América iniciará, para efectos de la producción de plata, en Hidria, en la actual Eslovenia y de Almadén en Castilla-La Mancha, España de donde se extraía y se enviaba la mayor cantidad de azogue empleado en el método de patio en las haciendas de beneficio en la Nueva España: "una vez llegado a Sevilla era necesario su envío hasta el puerto gaditano y a continuación el embarque de cajones, barriles y baldeses hasta tierras hispanoamericanas, para su posterior reparto y control en aquellas latitudes" (Gil, 2015, pág. 291). Si bien también había producción de azogue en las minas de Huancavelica en Perú, este insumo se empleaba en las minas de plata de aquella región donde se consumía localmente y por ello, generalmente no se exportaba.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

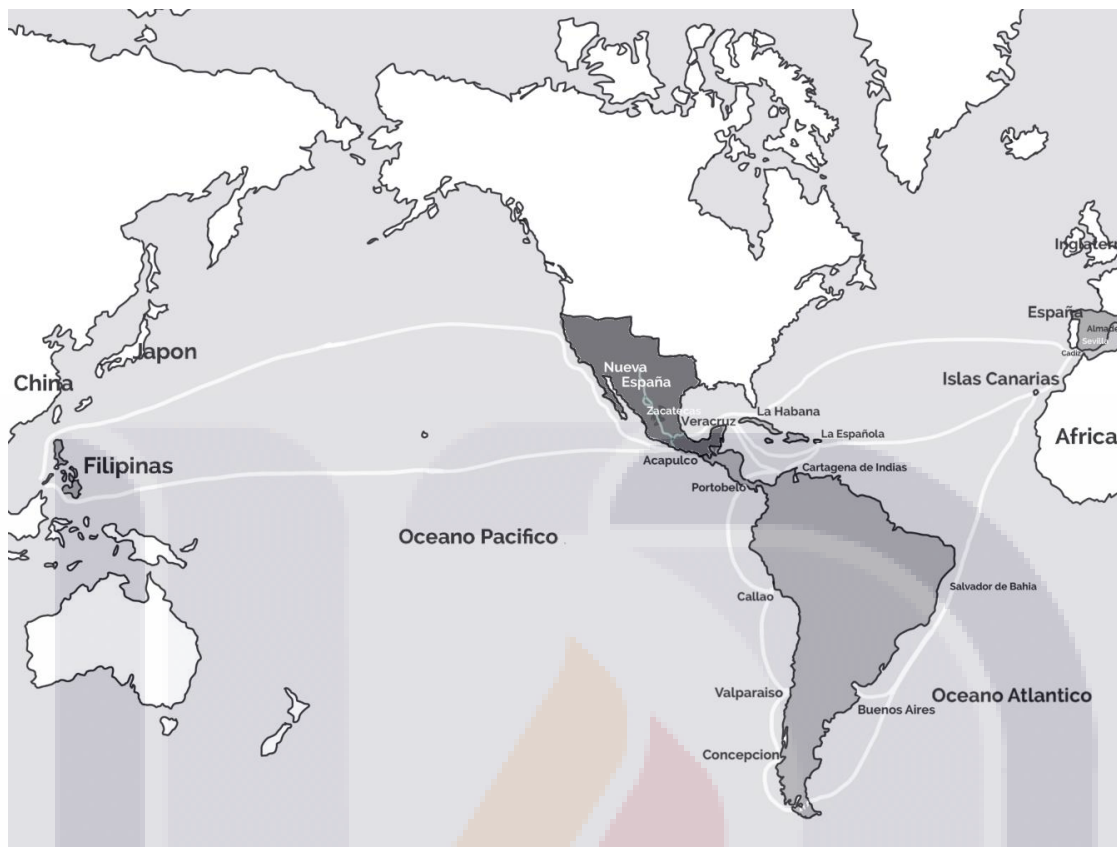


Ilustración 8: Con el comercio de la plata, se expandieron las redes comerciales desde España hasta Filipinas. La Nueva España era el enlace productivo entre estas distantes regiones, como lo muestra la imagen con las rutas principales. Fuente: José Humberto Flores Castro con información de Google Maps, información de Tandrón (1976) y el sitio de INCUNA "Los caminos de la plata": <http://loscaminosdelaplata.com/>.

En corto tiempo, a través de la Nueva España, los españoles extendieron el comercio con el lejano oriente, estableciendo colonias en las Islas Filipinas como se representa en la ilustración 8. Hasta allá llegaría regularmente la plata mexicana en forma de monedas, arte suntuario o en forma de barras, para ser transformada también en joyería o arte religioso en talleres de oriente. (Pacey, 1991, pág. 67).

En la Nueva España, se formaron dos rutas interoceánicas que conectaban Veracruz con la Ciudad de México y esta con Acapulco o el Istmo de Tehuantepec. De Acapulco llegaba y salía el galeón de Manila una vez por año con productos de Asia para la Nueva España siendo estos principalmente "tejidos de algodón y seda de India y China... Las exportaciones de Nueva España a Filipinas... principalmente en plata, y en pequeñas cantidades de cochinilla, cacao y paños españoles." (Tandrón, 1976, pág. 24).

Ese aparato económico funcionaba como una entidad muy fina que involucraba a todos los países de la América española y remataba con un engrane que hacía rodar todo el mecanismo desde España. Así, junto con Portugal, los dos reinos se reforzaban como potencias apoyados en la producción de plata como elemento físico y palpable de riqueza que les proveía de hegemonía ante el mundo (Carmagnani, 2004, pág. 103).

Con la fundación de los nuevos Reales de minas y con actividades productivas en función, surgieron otras necesidades de abasto de alimentos, de insumos diversos y de bestias de carga para los pobladores de esas nuevas localidades. Así, una de las principales insuficiencias a resolver fue la de los transportes y los caminos, pues grandes partes del territorio se encontraban completamente despobladas. Los llamados indios bárbaros atacaban los convoyes constantemente, y esto tuvo un costo alto no solo para la corona española, sino también para los dueños de las minas de la región de Zacatecas, los cuales tenían que invertir en la manutención de pequeños ejércitos, para evitar ataques o robo de ganado: "Los ataques indios se habían vuelto una constante amenaza, tanto en Tlaltenango (sur de la provincia) como en Zacatecas, Fresnillo o Sombrerete". (Langue, 1999, pág. 207).

La actividad minera en Zacatecas tuvo como consecuencia la intensificación de la conexión entre este asentamiento y la Ciudad de México que fue sustituyendo paulatinamente la intensidad de movilidad que se tenía anteriormente con Guadalajara y Compostela. A lo largo de este itinerario se establecieron algunos albergues y puntos de descanso localizados en lugares protegidos de posibles atracos, los llamados "presidios" (Bakewell, 1971, pág. 21)¹⁴.

¹⁴ Los presidios eran lugares con alojamiento donde se atendía a los arrieros y viajeros y se les proveía de mercancías que necesitaban para continuar sus recorridos. Los presidios eran administrados por casas religiosas o por indígenas, los cuales eran propietarios de las tierras, siendo ello una oportunidad que les ayudaba a integrarse en las cadenas productivas del nuevo régimen económico español.

Dependiendo de la actividad que tuvo cada uno de estos presidios, estos crecieron y dieron origen a poblados que, a su vez, se especializaron en la producción de ciertos bienes para su uso en otros asentamientos localizados a lo largo de esta ruta, como Aguascalientes, los poblados de la zona del Bajío o de algunos otros asentamientos localizados en caminos alternos como los de Michoacán o Colima: “Como en todas partes había demanda de mulas, de cuero y de harina, les pareció ventajoso producirlas en gran escala en las zonas bien regadas, aunque fuera a mucha distancia de las minas, pues la influencia de esos hombres llegaba lejos. (Chevalier, 1999, pág. 267).

Este conglomerado de poblaciones surtía de productos agrícolas como cereales, fruta y vegetales o de ganado para consumo humano o para ser usados para bestias de carga en los centros mineros. A esta transitada ruta, se le conocerá con el nombre de Camino Real de Tierra Adentro: “El llamado Camino Real de Tierra Adentro fue la vía más antigua y larga de Norteamérica, con una extensión de más de 3,000 kilómetros, enlazaba la Ciudad de México con la villa de Santa Fe en el Nuevo México.” (Vallebuena y Pacheco, 2006, pág. 2).



Ilustración 9: El camino real de tierra adentro en la Nueva España, era el enlace de las comunidades basados en la dinámica productiva derivada de la obtención de plata. En color más oscuro se muestra el territorio de la Nueva Galicia y en medio tono, el de Zacatecas. Fuente José Humberto Flores Castro con información de Velasco et al. (1987, pág.36).

En donde había localidades mineras, la red de caminos se ensanchó a partir de estos puntos conectando otros poblados secundarios que funcionaban como apoyo de proveeduría de insumos para la actividad productora de la población principal. "La transformación productiva de las áreas americanas en el lapso de un siglo muestran una concentración de la actividad humana en las regiones mineras...en las zonas de mayor cultivo agrícola... y a lo largo de los ejes de tráfico comercial, en dirección este-oeste (de Veracruz a Acapulco) y norte-sur (de Zacatecas a Guatemala)." (Carmagnani, 2004, pág. 66). El Camino real de tierra adentro, mostrado en la ilustración 9, fue fortaleciendo las relaciones de la economía y fue el testigo de los cambios y redefiniciones que las ciudades fueron obteniendo en el proceso. Las villas crecieron y los recursos naturales, como los bosques, fueron arrasados en pocos años.

Inicialmente las mercancías eran transportadas por "tamemes", personas de la población indígena que las llevaban a lomo, pero con el tiempo el transporte en mulas fue más efectivo y así aparecen los arrieros y posteriormente el transporte en recuas de mulas y carruajes, que de igual manera era llevado a cabo por mercaderes indios (Powell, 1975, pág. 40).

La ciudad de Zacatecas, por ejemplo, situada en un territorio poco apto para la agricultura, necesitaba de la provisión de alimentos de otras regiones, produciendo así una red de interacción comercial que permutaba alimentos por plata. "La plata zacatecana era transportada en carretas y mulas literalmente en cualquier dirección, para ser canjeada por granos en Saltillo en el norte y hacia Puebla, en el sur." (Bakewell, 1971, pág. 64).

A finales del siglo XVI, las acciones de avanzadas españolas en los territorios del norte de la Nueva España, que se extendían de manera consistente estableciendo comunidades y un mecanismo económico fluido, se consolidaron las redes comerciales y por ende la caminería del territorio novohispano, creando unas condiciones particulares que posteriormente se heredarían al México independiente.

1.2.- El Fresnillo y Las Minas de Proaño

El mineral del Fresnillo fue fundado a raíz de una de las iniciativas exploratorias en la Nueva Galicia del siglo XVI. Dentro del grupo de conquistadores y expedicionarios, se encontraba un Diego Hernández de Proaño, que en 1540 fue designado como encomendero de Jalpa (Dávalos, 2000, pág. 27) donde trató de dominar violentamente a las tribus locales, lo cual aumento el descontento que los naturales sentían hacia los conquistadores españoles en esta región, siendo este uno de los antecedentes de la guerra del Mixtón¹⁵.

El infame Diego Hernández de Proaño (Dávalos, 2000, pág. 31), es recordado en Fresnillo, por haber hecho una exploración alrededor del sitio en el que posteriormente se fundaría esta ciudad, encontrando por referencias un yacimiento de plata que consideró poco rico y útil y lo abandonó. Este depósito mineral está situado en un cerro pequeño que por este hecho recibió su nombre: El cerro de Proaño.

Fresnillo se establece de manera más formal cuando Francisco de Ibarra junto con un grupo de personas de entre las cuales se encontraba Juan de Tolosa, parten de Zacatecas en rumbo "al Río Grande" en 1554 y descubren algunos yacimientos de plata. Posteriormente, en el año de 1566 otra expedición descubre el yacimiento del Peñol en la actual ciudad de Nieves, y cuando otros exploradores parten a Peñol más tarde sin encontrar dicho destino, a su vuelta encuentran en las inmediaciones un yacimiento de plata muy rico "al que llamaron San Demetrio (de los Plateros) por haberlo descubierto el 8 de octubre". (Dávalos, 2000, pág. 21).¹⁶

¹⁵ Este fue un largo conflicto entre la fuerza militar novohispana y las tribus indígenas de la región situada entre el norte de la actual ciudad de Guadalajara y Juchipila. Este era uno de los grupos indígenas más difíciles de vencer por los españoles. Al final, fueron parcialmente pacificados en la llamada la guerra del Mixtón entre los años de 1541 y 1542 (Powell, 1975, pág. 19).

¹⁶ Al final de cuentas, Amador señala que "Es difícil... fijar con precisión las fechas en que fueron realmente descubiertos y poblados los minerales de Fresnillo, Ranchos, Chacuaco, Chalchihuites, Sombrerete, Nieves, San Martín, y algunos otros del N. O. del Estado, porque las historias están en desacuerdo respecto de estos." (Amador, 1892, pág. 207).

Seguido a este evento, se motivan otras búsquedas de vetas argentíferas y se redescubre el cerro de Proaño. Dado que este lugar se considera de riqueza en mineral de plata, muchos pobladores del Peñol se desplazan a Proaño y en consecuencia "el poblado se fundó junto a unos manantiales y un fresno joven a causa de lo cual le llamaban "El Agua del Fresnillo". (Dávalos, 2000, pág. 23).

La vocación económica de la ciudad siempre tuvo una preferencia lógica hacia la minería y otras actividades¹⁷ relacionadas o derivadas con esta actividad, por ello, desde sus orígenes, esta localidad contuvo edificaciones en las que se llevaban a cabo tareas de beneficio de la plata. Las acciones se concentraban en dos puntos: las minas de San Demetrio, cerca del actual Plateros, al noreste de la ciudad y las referidas minas de Proaño, al sur. Para el año de 1585, había en Fresnillo 6 haciendas de beneficio de plata que empleaban el método de azogue y fundición. Había 25 vecinos que vivían de esta actividad: "...estos ingenios se ocupan en beneficiar el metal que sale del azoque y fundición del cerro de Proaño" Así lo cita Guadalupe Dávalos del escrito hecho por Jhoan de Huidobro, un minero de Fresnillo, en ese año.

Si bien las condiciones topográficas varían de ser muy abruptas en la ciudad de Zacatecas, están se modifican para definir más al norte un valle de gran extensión y poco accidentado en donde se encuentra la actual Ciudad de Fresnillo. La situación de esta ciudad se consideraba privilegiada por estar al borde del enorme valle que permitía las condiciones para poder sembrar ahí cereales y criar ganado para las necesidades de los vecinos que explotaban las minas: "Fresnillo estaba bien situado y con condiciones adecuadas para la agricultura, por su cercanía al Río Grande." (Bakewell, 1971, pág. 59). Para entonces, se probó que el cerro de Proaño prometía mejores leyes que San Demetrio según escribe Chevalier (1999):

¹⁷ Además de la actividad minera, en Fresnillo se establece un presidio, lo cual ayudó en el desarrollo local: "Más allá de las minas de Zacatecas también empezó entrar en vigor la política de presidios en tiempos del virrey Enríquez, así fue colocada una guarnición de Fresnillo... aún estaba activa en enero de 1585, cuando contenía ocho soldados a las órdenes del capitán Rodrigo del Rio de Loza, este era un emplazamiento estratégico de tropas para protección del tráfico del camino entre Zacatecas y Sombrerete, así como para el camino que viniendo de Guadalajara pasará por Jerez." (Powell, 1975 pág. 152).

La explotación de las minas de plata se hallaba estrechamente ligada al cimiento y desarrollo de las grandes haciendas rurales del Norte. En efecto, no había casi un ingenio de metales, un horno de fundición o una excavación minera que no se anexase por lo menos a un rancho de mulas, es decir corrales y grandes pastizales para sus bestias de carga. (pág. 226)

Aunque los yacimientos de plata de Fresnillo fueron explotados desde el siglo XVI, las referencias de este trabajo expresadas a través de restos actuales de edificios de la época novohispana son muy pocas. Es probable que esto se debiera a que dichas actividades fueran hechas en pequeña escala, de manera improvisada y con inversiones muy limitadas.

Durante las centurias que siguieron a su descubrimiento, la explotación minera en Fresnillo tuvo épocas de bonanza y otras más de crisis, esto debido principalmente a dos situaciones: la escasez de azogue para el beneficio de la plata o la inundación de las minas, considerando que, dada la tecnología existente antes de la Revolución Industrial, hacía que la tarea de vaciar el agua fuera complicada y costosa.

Clara Bargellini en su libro "La Arquitectura de la Plata" comenta que después de los primeros años de su formación, Fresnillo tendría un cura para el año de 1569 y para el año de 1585 había una Iglesia parroquial, suponiendo que esta se localizase en la calle que lleva al Templo de Santa Ana, "donde corría un arroyo y los mineros tenían sus casas." Señala que, para el año de 1691, se termina la "iglesia de Fresnillo, en su esquema original de una nave de bóveda de cañón, con cúpula sin linternilla." (Bargellini, 1991, pág. 31). Esta iglesia, comenta la autora, es extendida a lo ancho con otras dos naves laterales iniciando los trabajos en el año de 1728.

Aun así, en la posible relación con la bonanza económica y la motivación de los vecinos de levantar templos, Bargellini sugiere que "Los datos para la construcción y la minería en Fresnillo y Pinos son todavía demasiado escasos para poder proponer conclusiones." (Bargellini, 1991, pág. 93). Si se considera que, durante la colonia, el peso de la religión católica era casi el mismo que el

de la monarquía, hay que hacer notar que la aparición de templos y su dimensión está relacionado con la importancia económica de cada uno de los lugares en donde estos fueron apareciendo. La ciudad se fue conformando en una traza espontánea (Kostof, 1999, pág. 43) un tanto irregular; un patrón orgánico que es el resultado de las condiciones dictadas por los individuos que viven en ella más no la consecuencia de las decisiones de una autoridad o un sujeto.

En el año de 1608, se describe según lo menciona Bakewell (1971, pág. 145), que en Fresnillo ya había una hacienda de minas que obtenía plata por el método de fundición con hornos castellanos construidos con piedra y cal y con chimeneas de adobe, que presentaba una cámara inferior con un mecanismo accionado por mulas y que adicionalmente tenía otro sistema que quebraba el mineral en pedazos más pequeños para poder ser fundidos con de una manera más eficiente. Se sugiere que, para estos años, ya habría varias de estas instalaciones en Fresnillo y otras comunidades de la región como Charcas, Ramos y Sombrerete. Pinedo Robles comenta que, según el censo de 1632, había en Fresnillo 1,272 pobladores (Dávalos et al., 2015, pág. 19).

Para los siglos XVII y XVIII, en Fresnillo se sabe que muchas minas se trabajaban de manera aislada. Algunas de estas, eran manejadas por personas de familias de renombre, normalmente de origen vasco, como la familia Fagoaga o por el Señor Manuel Retegui Bengoechea, que por cuestiones de familia llega a esta ciudad en 1772, donde explotó algunas minas con éxito y donde incluso llegó a ser alcalde (Retegui, 1965, pág. 5).

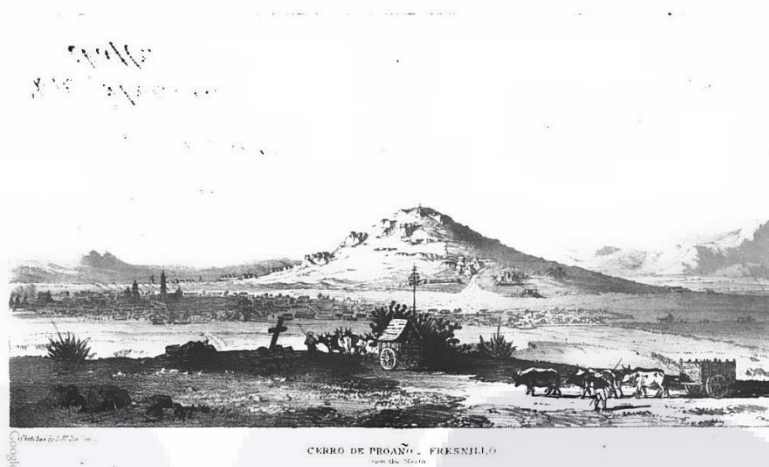


Ilustración 10: Vista del Cerro de Proaño desde el sur. Se observa primero la ciudad de Fresnillo. Autor desconocido. Fuente: acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada.

Las minas trabajaron intermitentemente por el problema de las inundaciones, pero a finales del siglo XVIII hubo varios empresarios decididos a afrontar el desagüe de dichos fundos y la hicieron prosperar, aunque los resultados fueran fugaces en ganancia. El primer promotor de dicha empresa fue un Manuel Aldaco, que solicita al Virrey Agustín Ahumada y Villalón, Marqués de Amarillas, un empréstito en 1749 (Candelas, 2010, pág. 957), para poder hacer más hondos algunos socavones de las minas de Proaño. Las minas trabajaron bajo el mando de un Capitán M. Muñoz (Robertson, 1853, pág. 258) con buenos resultados, pero como la propiedad estaba dividida entre varios socios, algunos fueron descuidados y permitieron que las minas se volvieran a inundar. Aldaco sacó lo que pudo y ahí terminó la acción productiva: "Lo rudimentario de los métodos de desagüe de minas fue, a todo lo largo de la colonia, un efectivo acicate" (Trabulse, 1994, pág. 155).

Al tiempo, el Marqués de Amarillas ordenó una expedición especial a Nicanor Murguía (Ortega, 1901, pág. 4), un minero experimentado que realizó un estudio detallado de las minas de Proaño y que incluía una serie de planos. Murguía terminó su encomienda y guarda estos registros. Posteriormente, por falta de interés, estos documentos serían archivados en el Colegio de Minería de la Ciudad de México.

Durante varias épocas, con los vaivenes de la minería, la población de Fresnillo que dependía de esta actividad para sobrevivir emigraba o repoblaba el asentamiento si el trabajo se retomaba. A finales del siglo XVIII, la ciudad de Fresnillo y las minas de Proaño tendrían que esperar varias décadas (Ortega, 1901, pág. 4) para poder ver tiempos mejores¹⁸. En un viaje que haría Escudero a Fresnillo en 1824, este relata que en aquel año Fresnillo "no eras más que un vasto hacinamiento de ruinas y de escombros: desiertas sus calles, sus casas viejas y deterioradas, sus paredes desnudas y erizadas de ahugeros, mostraban por todas partes que la miseria y desolación habían fijado su permanencia en esta viuda ciudad hacía mucho tiempo" (Escudero, 1842, Julio 8, pág. 1). Para estos años, esto es lo que vería el diplomático inglés Henry George Ward en su visita a Fresnillo en 1827 (Ward, 1828, pág. 616), el cerro de Proaño a inicios del siglo XIX, lucía como se observa en la ilustración 10 y su localización en referencia a la ciudad de Fresnillo en la ilustración 11.

¹⁸ Dado el carácter inseguro de la duración del trabajo en las minas debido a la garantía de sus reservas de mineral, estas no siempre eran la mejor opción para que un poblado subsistiera, a menos que hubiera otra fuente de ingresos para la economía local: "...la mina es la peor base local para una civilización permanente; porque cuando los yacimientos se han agotado, la mina debe cerrarse, dejando tras ella ruinas, cobertizos y casas desiertas." (Mumford, 1932, pág. 293)

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

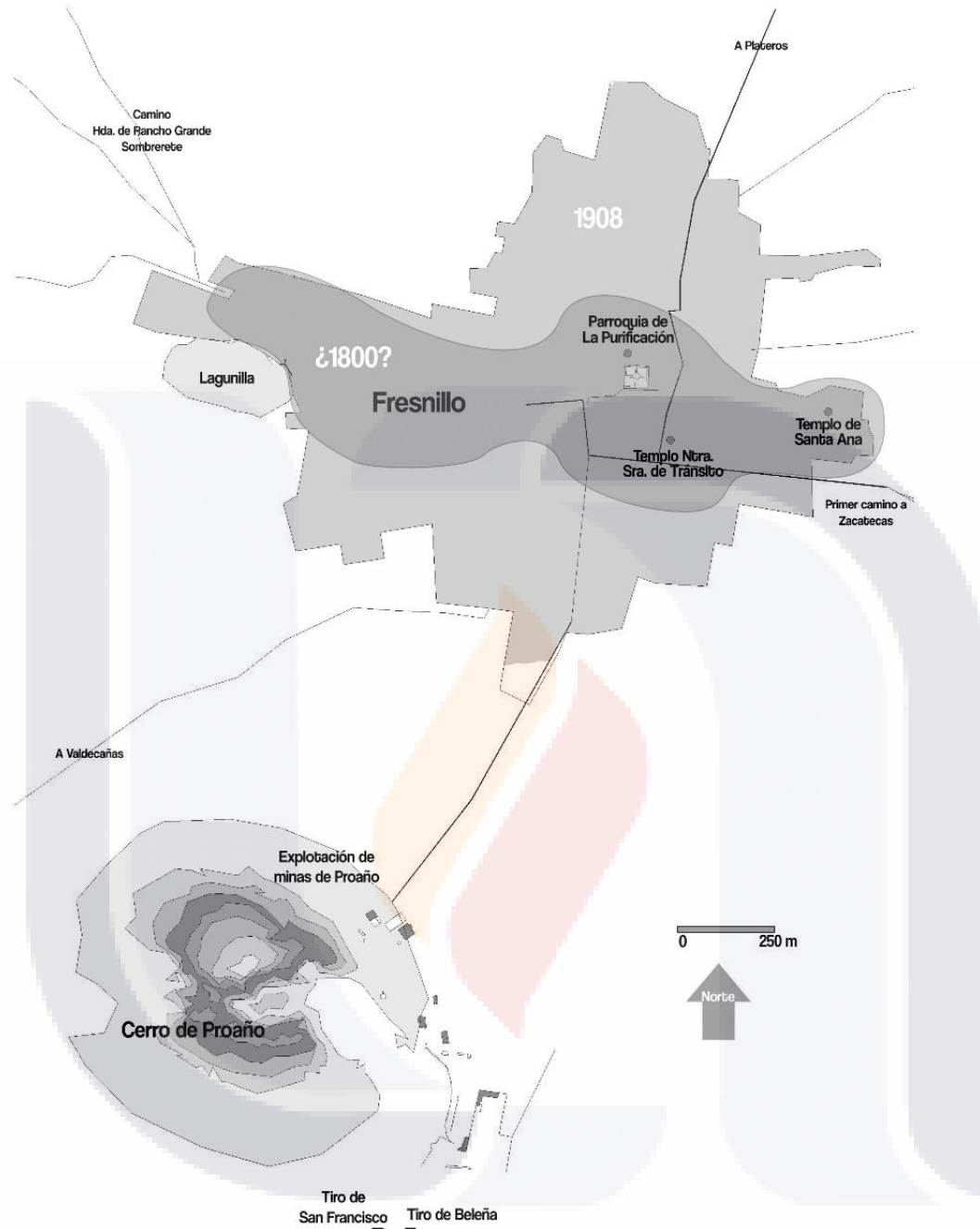


Ilustración 11: Plano en donde se ve la localización de la Ciudad de Fresnillo y su relación con las minas de Proaño. El área gris difuminada sugiere el perímetro que tendría la ciudad alrededor de 1800. Fuente: José Humberto Flores Castro, Google maps y plano de Krauss (1908).

CAPÍTULO 2. EL PROCESO DE BENEFICIO DE PATIO Y SUS MANIFESTACIONES ARQUITECTÓNICAS

La tecnología de la minería y la metalurgia de la plata en la Nueva España adquirió rasgos particulares tomando como punto de partida una serie de soluciones prácticas que se adaptaban, por un lado, a las características de los recursos de la región y por otro, a una serie de métodos basados en soluciones empíricas tradicionales. La tecnología local se conformó a partir de una larga y añeja cadena de invenciones, de saberes de procesos productivos y de sistemas aplicados. Al final de cuentas se creó una combinación de aciertos del viejo mundo y de la América prehispánica¹⁹.

Antes del siglo XVIII, si en estos métodos se utilizaban algunos artilugios, estos requerían de un gran esfuerzo mecánico y empleaban cuatro fuentes de energía para producir movimiento, "... la actividad industrial ... dependía del empleo de cuatro fuentes básicas de energía: humana, animal, del viento y del agua" (Ferguson, 1981, pág. 272).

Sin embargo, estas fuentes de energía no eran constantes ni estaban disponibles en todos los lugares. En el caso de la energía humana o el animal, se requerían periodos de descanso y se tenían fuertes limitaciones en sus capacidades de impulso. En el caso de la energía por viento, esta podría estar presente en ciertas horas o días, sin saber con antelación sus condiciones, lo cual limitaba la constancia de los trabajos. El agua, por su parte, cuando estaba presente en forma de corrientes continuas o en caídas, era el elemento que se aprovechaba más comúnmente. La energía que el agua proveía podía ser de un caudal uniforme y la fuerza que generaba podía ser considerable.

Durante esta época, el material más habitual para ejecutar los mecanismos era la madera, un elemento abundante, de relativo poco peso y que podía ser

¹⁹ Los naturales americanos, conocían métodos de metalurgia de la plata que involucraban plomo para separar la plata del mineral "En México se emplearon, en un principio, los métodos de explotación utilizados por los indios, los cuales habían llegado a un grado avanzado de tecnología. Las operaciones se basaban en la solubilidad de la plata en el plomo fundido y en la progresiva eliminación de este último metal por oxidación al entrar en contacto con el aire" (Trabulse, 1994, pág. 158).

modelado a voluntad. La madera se combinaba algunas veces con elementos de fierro en partes que estuvieran sujetas a mayor desgaste por el trabajo perpetrado y la dimensión de las máquinas era proporcional al trabajo que se deseaba que estas realizaran. Casi siempre la eficiencia era poca y el costo de manutención de los artilugios y la inversión energética muy alta. Así, si se pretendía una respuesta de labor de gran capacidad por parte del aparato, este tendría que ser enorme. A esta situación productiva basada en moción por medio de energía de viento agua o tracción humana y animal, se ha llamado la "etapa eólica" (Mumford, Técnica y Civilización, 1932) que tendrá su interpretación en la maquinaria de la minería y metalurgia de la plata y también en la arquitectura para albergar estos procesos en las haciendas de beneficio.

Aunque en mayor medida, la maquinaria aplicada a las labores de minería era la de la extracción de agua²⁰, en la metalurgia de la plata en el proceso de patio, había algunos artefactos empleados para la molienda del mineral necesarios para poder obtener como resultado, cantidades significativas que, en la mayoría de las ocasiones, eran accionadas por energía animal. Estos aparatos tenían el viejo antecedente de los molinos de granos.

La fuente de energía más empleada para vaciar las minas, donde no había disponibilidad de corrientes o caídas de agua, fue la generada por caballos o mulas. "los caballos arrastraban vagonetas de carbón a lo largo de trechos de rieles, o caminando en círculo alrededor de una noria, movilizaban engranajes o hacían funcionar bombas". (Pacey, 1980, pág. 195). De ahí, que, hasta la actualidad, se emplee el término de "caballo de fuerza" para determinar la potencia que una máquina tendría en relación con el esfuerzo que haría un caballo para realizar la misma tarea.

²⁰ Uno de los usos más extensivos en la minería era el de desagüe de las minas, que era un problema muy común y que representaba un alto costo de los propietarios de dichas explotaciones, a través de los malacates que eran máquinas que, para el efecto, ayudaban en el propósito: "Más costeable en su fase inicial y menos riesgosa resultaba la operación de desaguar por medio de malacates. Los mineros de la Nueva España se inclinaban casi siempre puesta solución, en lugar de recurrir a la perforación de un socavón.... Conocían bien los costos de operación (construcción y mantenimiento de los aparatos, sacos de cuero, cuerdas, forraje de mulas y caballos) y la eficiencia que podían lograr con sus equipos." (Trabulse, 1994, pág. 154)

2.1.- El método y tradición de beneficio de plata por el método de patio en la Nueva España y México Independiente

La mena²¹ de plata era el insumo que representaba el valor más importante para la maquinaria económica de la Nueva España. La extracción del mineral y su beneficio, fueron por ello dos procesos productivos sumamente importantes. La plata entonces se transformaba en barras y era tasada para ser comercializada en formas variadas.

La práctica minera se apoyaba en la ciencia antigua: "era una forma de tradicionalismo científico que se apoyaba en los buenos resultados prácticos obtenidos" (Trabulse, 1994, pág. 156). En la Nueva España era muy común emplear el proceso de fundición, también conocido como "de fuego" (Lacueva, 2010, pág. 47). La fundición requería grandes cantidades de combustible vegetal sólido (carbón o leña)²² para generar energía térmica suficiente y obtener una combustión sostenida para la separación del mineral de plata y sus componentes.

La obtención de combustible representaba un problema pues en muchas regiones mineras este no existía en las cantidades requeridas y además este tipo de transformación requería de mineral con características especiales de contenido argentífero para lograr una buena producción de metal puro: "La técnica europea de fundición que empleaban los hornos castellanos fue satisfactoria en los primeros años de la Nueva España cuando se obtenía mineral casi puro y cuando la veta producía riqueza suficiente para cubrir los costos de

²¹ Mena es el nombre dado a "la sustancia mineral que contiene uno o varios metales que pueden separarse por operaciones ejecutadas en grande..." (Guenyveau, 1825, pág. 27).

²² La adopción de la amalgamación en Zacatecas y la Nueva España respondía a las condiciones naturales de esas regiones donde el agua y la vegetación de gran tamaño era escasa o se extinguió por efectos de las actividades productivas, así se adapta el método de amalgamación también porque "...el combustible para la fundición, sobre todo del carbón se tornaba escaso, pues competía con la demanda de madera para la construcción y el uso doméstico, contribuyendo a desaparecer los bosques cercanos a los reales de minas, haciendas de beneficio y asentamientos humanos. Por otra parte, se adoptó la amalgamación al escasear los yacimientos de alta ley aptos para la fundición y a que el proceso resultó incosteable por el combustible requerido para los hornos." (Salazar, 1998, pág. 105).

energéticos, de mano de obra de operación y para dejar una ganancia." (Salazar, 1998, pág. 83).

Con la práctica de la metalurgia de la plata en la Nueva España, se fueron explorando distintas combinaciones de las condiciones de los recursos minerales existentes en cada sitio y los de métodos de producción buscando una relación más eficiente entre costo y producción. A través de estas labores prácticas, se fueron obteniendo distintos resultados y de esa manera se formaron opiniones para elegir entre los distintos métodos existentes para adoptar o mejorar alguno de estos procesos persiguiendo lograr así el mayor ahorro en la economía de insumos involucrados en el procedimiento y la mayor eficiencia en los resultados de la producción. Debido a la falta de conocimientos técnicos precisos en la Nueva España, La extracción del mineral era arriesgada ya que al no saber con precisión el contenido de plata de los minerales, era muy fácil perder la inversión monetaria puesta en dicha empresa cuando no había una idea exacta de la cantidad de plata pura que se pudiera obtener al final del proceso.

En el siglo XVI a partir de la explotación de los yacimientos mineros cercanos a la Ciudad de México en el área de Pachuca y de Real del Monte, se presentó la oportunidad de ensayar procesos para tratar de obtener mejoras en los resultados en la producción de plata. De esa manera, es bien conocido que un sevillano llamado Fray Bartolomé de Medina en 1538 "minero del distrito de Temascaltepec, en la Nueva España" inventó un proceso de reacción química lenta "Consistía fundamentalmente mezclar la Mena molida y húmeda con sal y mercurio en presencia de piritas de cobre calcinados que estaba como catalizador, con lo que se obtenía una amalgama de plata que se disociaba por calentamiento.

El ahorro en combustible era notorio, aunque el proceso duraba de dos semanas a dos meses según las condiciones ambientales" (Trabulse, 1994, pág. 156). Este método se desarrolló a partir de otros métodos descubiertos en la región de las minas de Freiberg en la Europa Nororiental. La amalgamación con

sus variantes²³ sería una de las innovaciones más importantes de la edad moderna.

En el área de Zacatecas, Vetagrande y Pánuco se beneficiaba la mina con el método de patio y señala Amador que Orozco y Berra cuenta que, para mitades del siglo XVI, había 33 haciendas "de beneficio de plata en continuo movimiento o corrientes y molientes, como se decía entonces. Esas haciendas beneficiaban los metales de las minas descubiertas hasta entonces y empleaban el sistema de moliendas por medio de arrastres o tahonas movidas por mulas. El beneficio era el de patio y se usaba para la reducción de los metales azogue y sal, y algunas veces el fuego para los llamados rebeldes al beneficio en el patio." (Amador, 1901, pág. 221).

El método de la amalgamación, por su práctica y resultados convenientes, fue un proceso muy extendido en la Nueva España que sustituyó al de fundición y que tenía la ventaja de no depender de grandes cantidades de combustible para funcionar. Y aunque dependía enormemente de la disponibilidad de azogue controlado por la corona, el método funcionó en muchas regiones de manera continua y consistente hasta bien entrado el siglo XIX: "Entre 1555 y 1898, al menos, no sufrió cambios apreciables, más que los estrictamente locales debido a la naturaleza de las menas." (Pérez, 2006, pág. 83).

Hasta antes del siglo XIX, en muchas de las labores de las haciendas de beneficio de patio se empleaban máquinas simples conocidas desde antiguo (Derry y Williams, 1993, pág. 249), que ayudaban en las labores de molienda o de lavado, por ejemplo. En la región norte de la Nueva España, estas máquinas eran elaboradas mayormente de madera y eran accionadas por humanos o por animales (caballos, mulas o bueyes) siendo estos últimos los más empleados

²³ La amalgamación tenía variantes que dependían del tipo de mineral que se beneficiaba. Dado que el método productivo era lento, se descubrieron maneras de acelerar dicho proceso a través de la tostación de la mezcla en una etapa, a lo que a ello se le llamaba amalgamación de cazo: "No obstante debemos señalar que a principios del siglo XVII el español Álvaro Alonso Barba Perfeccionó en Perú el procedimiento descubierto por Medina, Ya que propuso con éxito que se realizará la mal gama en caliente dentro de calderas de cobre, lo que se conoció como método de cazo y cocimiento." (Trabulse, 1994, pág. 159).

por su fuerza. Claramente, estas edificaciones eran una respuesta a la etapa neotécnica (Mumford, 1932, pág. 212).

Así, el beneficio de amalgamación se tradujo en unos espacios y arquitecturas que poco a poco conformaron una tipología especial: las haciendas de beneficio por amalgamación, donde se combinaban locales cerrados y áreas abiertas. Las áreas abiertas tendrían que ser limpias y llanas, para llevar a cabo la lenta reacción de las mezclas y su revoltura. Alrededor de esta explanada generalmente se anexaban con libertad y en orden aleatorio, los espacios a cubierto en donde se llevaban a cabo actividades complementarias. El espacio abierto para llevar a cabo los trabajos era tan importante, que posteriormente a este método se le conoció como "de patio" (Trabulse, 1994, pág. 159).

2.2.- Las haciendas de beneficio de patio: una manifestación arquitectónica eotécnica

Si bien desde que el hombre existe ha habido espacios productivos, hasta antes del siglo XVIII no se pensaba en estas edificaciones como complejos premeditados y simplemente estos se iban adaptando a las funciones. En muchas ocasiones las actividades se llevaban a cabo en las casas de los operarios que después si necesitaban construían otros anexos. Darley menciona que antes de ese siglo "Los recursos físicos y sociales de las primeras fábricas y su mano de obra eran con demasiada frecuencia improvisados..." (Darley, 2010, pág. 51).

Los edificios de la producción²⁴, por lo general eran adaptaciones a edificios existentes. En el caso de las haciendas de la Nueva España, ya fueran estas de campo (agrícolas)²⁵ o de beneficio minero, los complejos construidos eran casi siempre una combinación entre villa habitacional y de edificio para la producción. En estos complejos, se tenían muy bien definidas las necesidades programáticas para que las funciones se llevaran a cabo adecuadamente, sin embargo como era costumbre, no había un patrón establecido para su configuración y su disposición variaba de acuerdo con cuestiones muy específicas tales como: el proceso involucrado, la topografía, el tipo de energía a emplear para mover la maquinaria, la red de caminos e incluso el clima del sitio: "La hacienda de beneficio no tuvo un plan fijo y predeterminado, sino que variaba en extensión y componentes en función del terreno disponible, de las características topográficas, del sistema de procesamiento a seguir y la magnitud de la producción" (Salazar, 1998, pág. 83).

La tipología de la hacienda de beneficio de patio se conformó en base a una actividad productiva bien definida que tuvo una respuesta arquitectónica

²⁴ "se habían construido generalmente en función de cada caso: el ala de una casa de labor podía convertirse de manera rudimentaria en un horno, una forja o una fundición, todo ello metido dentro de la ampliación de un cobertizo mientras que los trabajadores a domicilio simplemente usaban como lugares de trabajos sus propias cabañas, las dependencias auxiliares y las construcciones agrícolas." (Darley, 2010, pág. 38).

²⁵ El nombre de las haciendas se acompañaría de una actividad que las identificaría, de acuerdo a la tarea llevada a cabo en su interior: "...a pesar de que el beneficio ya se practicaba-, hablan principalmente de las actividades de moler, fundir y afinar metales para sacar plata..." (Salazar, 1998, pág. 83).

contundente. A partir de la existencia de restos de algunos de estos complejos productivos y de documentación existente, se puede identificar una topología²⁶ de las actividades llevadas a cabo en su interior e identificar su impronta en la arquitectura, lo cual es muy útil para este estudio.



²⁶ La Real Academia de la Lengua define Topología como "Rama de las matemáticas que trata especialmente de la continuidad y de otros conceptos más generales originados de ella, como las propiedades de las figuras con independencia de su tamaño o forma.": <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=topolog%C3%ADa>. Así, el análisis topológico de la arquitectura productiva de las haciendas de beneficio de patio se muestra en las imágenes anexas delineadas por el autor en base a las fuentes que en cada una se cita, identificando la relación que existía entre los procesos de beneficio de patio, los locales y la forma que el conjunto productivo tomaba a partir de ello.

2.2.1.- Los pasos del método de patio para beneficio de la plata

El beneficio de la plata por amalgamación o de patio, ha sido ampliamente estudiado por varios autores en diversas épocas y lugares que relacionan el método dependiendo particularidades locales. Como lo refiere Salazar (1998) y Pérez (2006), los pasos del proceso eran mayormente los que se enlistan y aparecen en la ilustración 12:

- Extracción de mineral. El mineral salía de la mina en mena de distinto tamaño y con contenido variable de plata.
- Transporte a la hacienda. El mineral se transportaba en carretas a la hacienda de beneficio para separar la plata de la ganga.
- Almacén. El mineral se guardaba en montones para irse beneficiando en base a las posibilidades de la instalación productiva.
- Clasificación del mineral. Se hacía una separación de la mena en base a tamaño de la piedra y la riqueza de contenido de plata. Se preparaban lotes de mineral para beneficiarse.
- Separación del azufre. Los lotes por beneficiar se quemaban para separar el azufre de la mezcla.
- Primera molienda. Se molía el mineral mezclado con agua. Se empleaban dos tipos de máquinas generalmente accionadas por mulas, las tahonas y los arrastres: "Artefacto movido por mulas en el que el mineral era reducido a polvo fino por el movimiento constante de las pesadas piedras de los arrastres" (Lara, 2001, pág. 84). La importancia de las haciendas dependería del número de arrastres que se pudieran contener, pues eso indicaba la cantidad de mineral que se podía procesar. En la tahona el mineral se molía con pesadas piedras redondas que giraban en un eje de madera, a diferencia de los donde las piedras se arrastraban sujetas de un eje horizontal que las mulas hacían girar. El mineral quedaba reducido a la medida de una granza "(grano de 1-1.5 cm aproximadamente)" (Salazar, 1998, pág. 105), y por ello a esta etapa se le llamaba "granceo".

- Segunda molienda. Después de harnear el producto de la primera molienda, se volvía a moler el material con las mismas maquinas o empleando martinetes, también accionados con mulas para dejar el material en calidad de polvo fino.
- Incorporadero. Esta etapa se llevaba a cabo en el patio, donde a la mezcla se le agregaban elementos tales como agua, sales, azogue y magistral (pirita de cobre) (Pérez, 2006, pág. 86). La emulsión era un lodo que se distribuía y se dejaba reposar para que los elementos hiciesen reacción entre ellos.
- Repaso. También efectuada en el patio, era el paso donde esta mezcla se extendía en el patio, se continuaba triturando y revolviendo mediante el paso continuo de las patas de mulas, caballos o los pies de personas, y se le continuaba agregando mercurio hasta que "el cloruro de plata soltara la plata pura, amalgamándose con él azogue" (Salazar, 1998, pág. 108).
- Lavadero. La Mezcla muy bien incorporada y mezclada, se llevaba a unas oquedades en el suelo contenidas con madera o piedra como bocas de pozo, que tenían un eje al centro que hacía rotar unas aspas que revolvían la mezcla donde los componentes se separaban por su densidad y peso. De aquí, la mezcla de plata y azogue, llamada la pella, se precipitaba y por medio de unos canales inferiores, se conducía a un solo sitio.
- Colgadero recuperación del azogue o desasogaderas. En el sitio donde llegaba la mezcla del precipitado, la pella, se introducía en unas sacas de lona de forma cónica que se colgaban de un palo de donde escurría el azogue por peso propio y se recuperaba al caer en tinajas. En algunas otras ocasiones se empleaba un horno llamado capellina de forma acampanada (Pérez, 2006, pág. 91) en el cual el mercurio se evaporaba antes que la plata y se recuperaba al condensarse.
- Fundición de la plata. En hornos muy precisos, la plata se fundía para convertirse en barras.
- Almacenamiento. Las barras de plata se resguardaban para después ser transportadas en carretas.

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro

- Disposición de los jales. El material resultante de este proceso, se llama jal. Los jales se disponían en montones en sitios cercanos a las haciendas.



Ilustración 12: Se muestran los pasos consecutivos del beneficio de patio. Fuente: José Humberto Flores Castro.

2.2.2.- Los espacios del método de patio para beneficio de la plata

Las actividades llevadas a cabo en la hacienda de beneficio de patio tendrían a la postre, unos locales o espacios arquitectónicos que se identificarían claramente con cada uno de los pasos de la técnica. Como lo escribe Lara Meza, que hace una relación de una de las propiedades del Marqués de San Juan de Rayas en Guanajuato, habría espacios como los que se nombran: "Incluían, según el administrador de los bienes de Sardeneta y Legaspi...para una hacienda de azogue de plata copella: Casa de vivienda cómoda para el administrador, azoguería, lavadero, desasogadera, pilas de deslame, planilla, pilas de ellas, hornos de magistral, aposento para el magistral, aposento de sal, troje de maíz, troje de paja, incorporadero, galeras de arrastres, caballerizas, aposento de hato para recuas, norias, mulas para cada arrastre 6 para cada molino, un patio enlosado o incorporadero o donde se dejaba reposar el mineral extendido en montones de 15 y 32 quintales" (Lara, 2001, pág. 84).

De estos espacios, la mayoría estaría en locales cubiertos para proteger los procesos. Normalmente las tahonas estaban en locales techados para proteger los elementos de madera que las componían y evitar que el mineral molido se esparciera, a este espacio se le llamaba galera, "Con suficiente espacio para que la mula girara y moliera". (Salazar, 1998, pág. 108). Otros espacios techados serían los almacenes de diversos insumos, como los reactivos como el azogue, la sal, la leña, el magistral y el carbón, que se controlaban celosamente. Para los efectos de administración, había una oficina para llevar el control de la producción en libros de diario. Había almacenes de herramientas o "aderezos" y caballerizas para los animales empleados en las labores del beneficio y para bueyes y mulas para las labores de carga del mineral desde la mina y el transporte de leña y carbón. Para ambas áreas habría pilas y abrevaderos.

También se necesitaban cocheras para el acarreo de productos y talleres de carpintería y forja, para lo necesario en los aparatos del método de patio, mantenimiento de carretas, entre otros. En algunas ocasiones, habría una capilla (Lara, 2001, pág. 86).

Los que estarían a descubierto serían comúnmente: las pilas de deslame, la planilla y el incorporadero. El área abierta era muy importante, pues se necesitaba que fuera completamente llana, con una fina pendiente y enlosada con piedra de buena calidad colocada con la menor junta posible para evitar la filtración de cualquiera de los elementos de la mezcla colocada en estos espacios para su incorporo o su mezclado.

Además de estos espacios, el agua era de suma importancia para el proceso y también para la subsistencia de los animales y los empleados que se dedicaban a ello. Normalmente, las hacienda estarían cerca de una fuente de este líquido, ya fuera un río, un arroyo o tendrían norias accionadas por energía animal o humana según se requiriera. Si era necesario, se hacían acequias para dirigir el agua de fuentes más lejanas o también para distribuirla según el uso: amalgamar, beber o para lavado. Las aguas residuales se dejaban ir a donde menos perjuicio hicieran, pero a este aspecto no se le daba mucha importancia, como lo comenta Salazar González, amén de que no hay evidencias de instalaciones sanitarias para los empleados: "Las instalaciones para drenar aguas residuales son muy reducidas, ya que ésta se arrojaban el suelo a cielo abierto o el curso del arroyo adjunto." (Salazar, 1998, pág. 118).

A razón de analizar planos y fotografías e imágenes antiguas de haciendas mineras de beneficio de patio en regiones de importancia de la Nueva España, como Real del Monte, Guanajuato o Zacatecas, se observa que la respuesta arquitectónica de estas instalaciones productivas no tenía más pretensiones que las basadas en las funciones del proceso. La disposición en planta generalmente era irregular o de alguna manera ortogonal, pero no habría principios simétricos o de formas regulares: los principios utilitarios dictaron la arquitectura. Pérez Melero dice sobre la Hacienda de San Miguel Regla que era: "una estancia de dimensiones y forma variable (dese oblonga hasta rectangular), pero suficiente para beneficiar a la vez varios miles de quintales de mineral... el enorme patio de la hacienda de San Miguel Regla, propiedad del conde de Regla, medía 93x72 varas (78x60m)" (Pérez, 2006, pág. 85).

Formalmente dichos conjuntos tenían una disposición que era el resultado del agrupamiento de espacios en donde se perseguía la eficiencia los procesos o de adaptación de los locales al sitio y la cercanía a fuentes de agua. Flores García y Medina Martínez, citando a Humboldt en su libro de las haciendas en el partido de Zacatecas señalan que: "la mayoría de las minas semejan edificios mal contruidos donde, para pasar de una pieza a otra, es menester dar la vuelta a toda la casa" (Flores y Medina, 2012, pág. 143), aunque los autores comentan que la mayoría de los casos de estudio que analizaron, eran convenientes y tenían espacio suficiente para las labores que en ellos se llevaban a cabo.

Ello deja ver que muchas de estas instalaciones no fueron proyectadas desde el inicio y que se podrían haber ido adaptando a nuevas escalas de trabajo, adicionando o reduciendo espacios conforme lo requirieran las necesidades de los operarios y los dueños de dichas instalaciones. Los conjuntos se podrían adaptar a la cercanía de fuentes de agua, como manantiales arroyos, o a una topografía muy pronunciada que impedía que existiese un trazado arquitectónico regular en planta para los efectos perseguidos, pero que, sin embargo, en este último caso, el efecto de la gravedad podría ayudar en los procedimientos: "Las haciendas de beneficio muchas veces fueron las primeras edificaciones de un asentamiento en el septentrión de la Nueva España a lo largo de la "faja de plata", algunas se convirtieron en fortalezas... su localización sería necesaria junto a afluentes de agua, cuya ruta geomórfica es irregular, contraria a la estructura ortogonal preestablecida por las ordenanzas..." (Salazar, 1998, pág. 83).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro



Ilustración 13: El "Plano de la hacienda de las Mercedes, ilustra una Hacienda de Beneficio con una planta irregular, en este caso, producto de una topografía accidentada. Fuente: José Humberto Flores Castro con información del plano realizado por Felipe Semeria, en el año de 1850" del Archivo Histórico del Estado de Zacatecas, Fondo Mapas e ilustraciones, Serie Planos, carpeta 16.

Tomando como ejemplos análogos de haciendas de beneficio de patio con planos existentes, se puede hacer una comparación entre la programación arquitectónica de los espacios de la producción y de la respuesta en planta de dichos complejos para comprobar que generalmente estos edificios tenían una disposición muy irregular, como las Haciendas de las Mercedes (ilustración 13) y de Bernárdez, en Zacatecas o las Haciendas de Rocha y de Salgado en Guanajuato.

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro

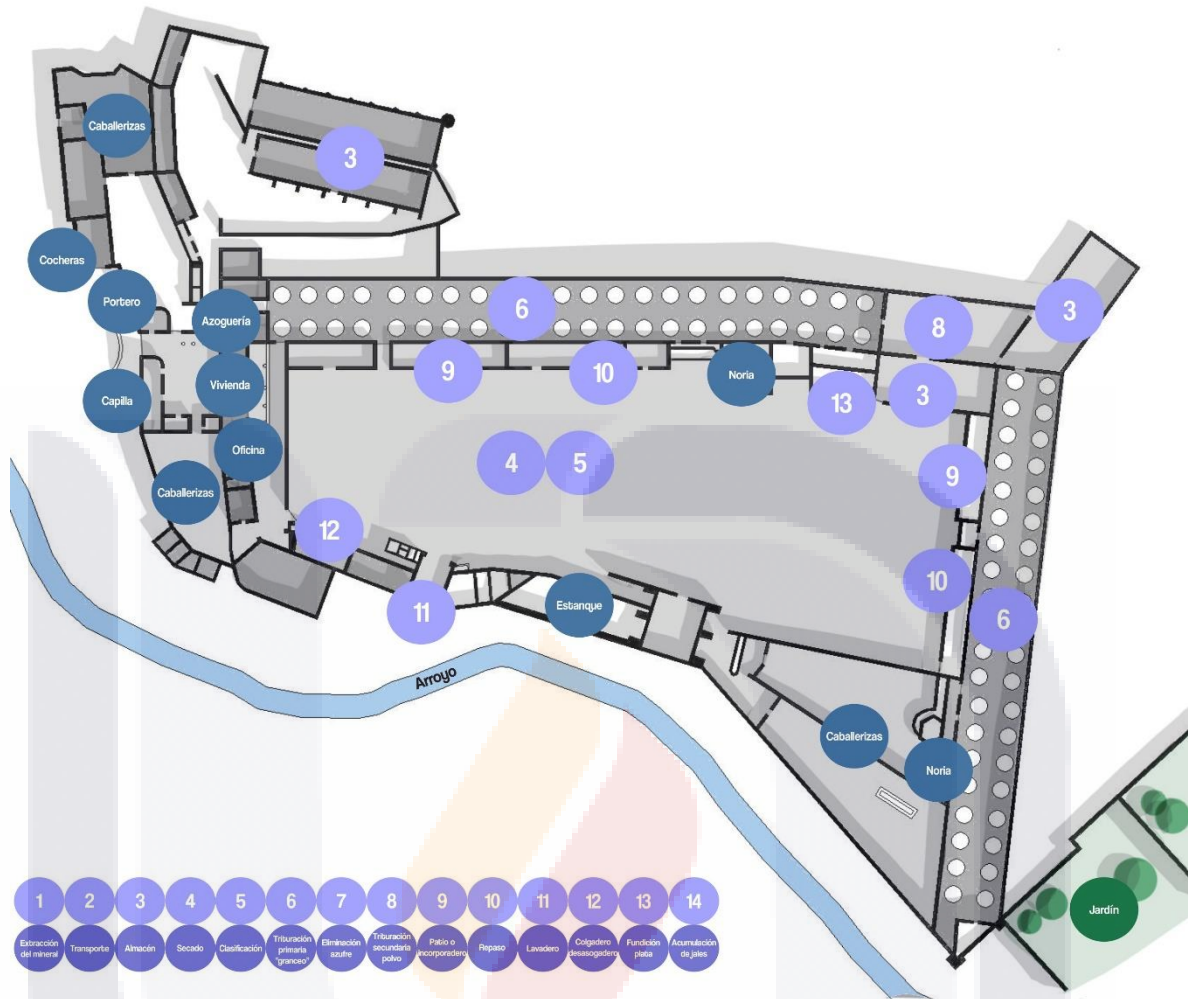


Ilustración 14: La Hacienda de Rocha en Guanajuato. El tamaño de la hacienda se deduce en base al número de arrastras incluidas en el plano, que en este caso son 84, localizadas en dos largas galeras. Fuente: José Humberto Flores Castro según imagen incluida en el libro "Escuelas de minas mexicanas. 225 años del Real Seminario de Minería" (Escamilla y Morelos, 2017, Pág.189).

Dependiendo de la capacidad de producción y tamaño de las haciendas, estas tenían más o menos locales para las actividades. La capacidad de las haciendas se medía por la cantidad de arrastres que contenían, pues ello era el reflejo de la cantidad de mineral que podían procesar (Lara, 2001, pág. 83).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

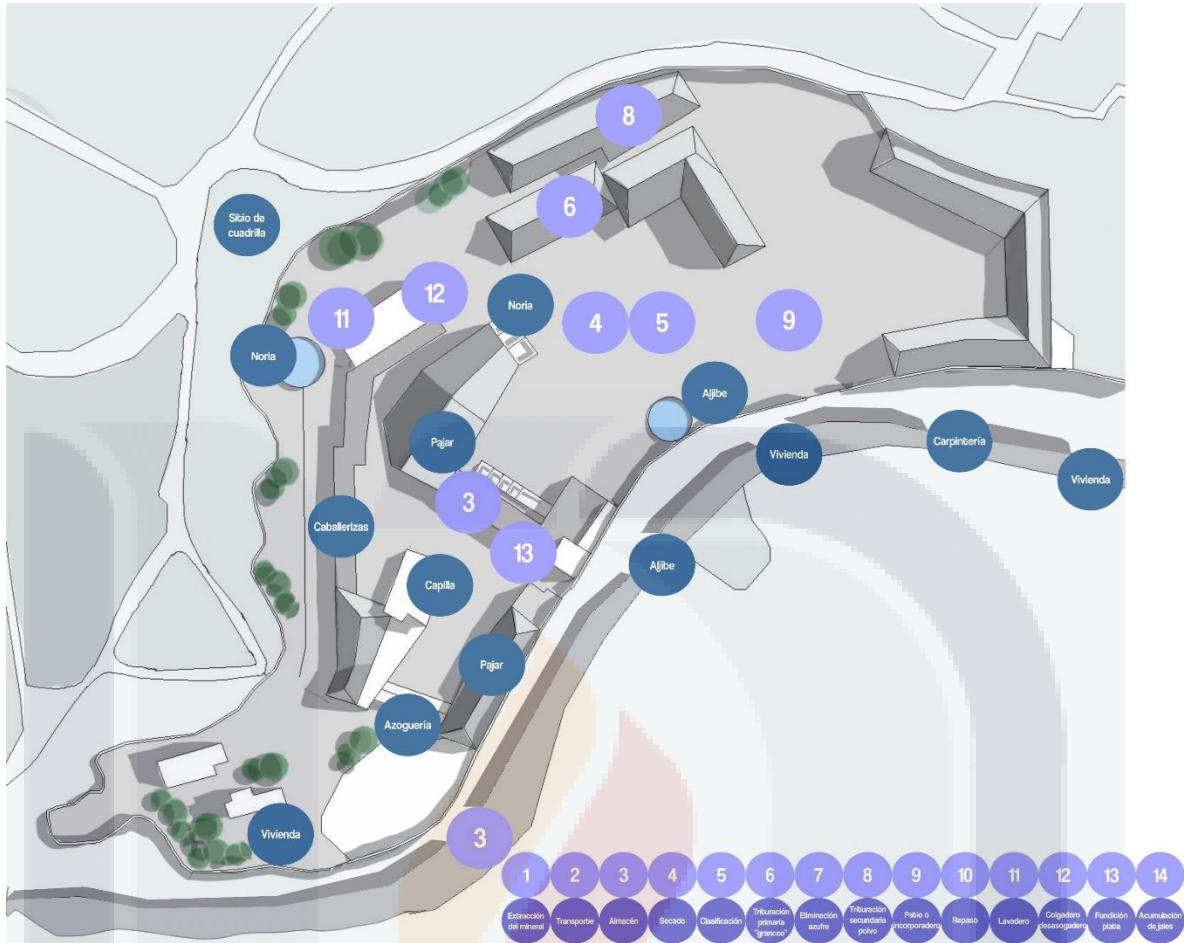


Ilustración 15: La Hacienda de Salgado en Guanajuato, con una planta irregular que respondía a un terreno de topografía irregular. Fuente: José Humberto Flores Castro, según plano de Luis Javier Fonseca (Lara, 2001).

De los casos citados, la hacienda de Rocha, en la ilustración 14, y la de Salgado en la ilustración 15, ambas en Guanajuato, eran excepcionales por su tamaño y por el número de locales contenidos. En el caso de la Hacienda de Salgado, esta contaba con capilla, viviendas, talleres y oficinas; además de un gran patio y locales de almacenamiento y de molienda: "Hacienda y cuadrilla de Nuestra Señora de la Natividad o la Natividad de Nuestro Señor, también conocida como Salgado", es un ejemplo que conjugaba las funciones típicas de una hacienda de beneficio, que en este caso, trabajaba bajo los métodos de fundición y de patio, tuvo varios propietarios, aumento y disminuyo sus dimensiones en varias épocas según las necesidades y altibajos en producción y ganancia. Esta hacienda es una de las que mayores cantidades de plata

produjo en la década de 1770 en Guanajuato. (Lara, 2001, pág. 105) y beneficiaba mineral de varias minas²⁷ ayudando el hecho de que se encontraba en la confluencia de caminos entre estas, como las minas de Rayas, Mellado y Valenciana. La Hacienda de Salgado, llegó a tener en 1763: "una galera de gran tamaño en donde ubicar 26 arrastres en corriente, 3 molinos andando, dos norias; una de a caballo y otra movida por hombres, caballerizas para caballos y mulas, pesebres, otro patio en donde ubicaban las pilas de deslame, lavadero con 4 tinas, desasogadera y un horno de magistral, una carpintería... y dos patios en donde depositar los montones de mineral" (Lara, 2001, pág. 120).

Las haciendas de menor capacidad también eran llamadas zangarros y estas no contaban con locales como capillas o caballerizas ni "tierra de cuadrillas" (Lara, 2001, pág. 86). Bajo esta definición, la Hacienda de Mercedes en Zacatecas, según el plano de 1850, entraría en esta categoría pues no tendría capilla y contaba con solo 8 arrastres según se deja ver en el dibujo.



Ilustración 16: La hacienda de Bernárdez recreada por el autor. La crujía principal, tenía en planta baja, los espacios propios para auxiliar en las labores del beneficio de patio. En la planta alta, vivían sus propietarios. Fuente: José Humberto Flores Castro.

²⁷ Las haciendas que beneficiaban mineral de varias minas se les llamaba refaccionarias (Lara, 2001, pág. 93). Dependiendo del tamaño, las haciendas de mayor tamaño se localizarían extramuros de la ciudad o localidad donde se encontrarán cercanas a fuentes de agua con suficiente terreno para expandirse si era necesario, pero si las instalaciones eran pequeñas, estas podrían estar dentro del asentamiento.

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro

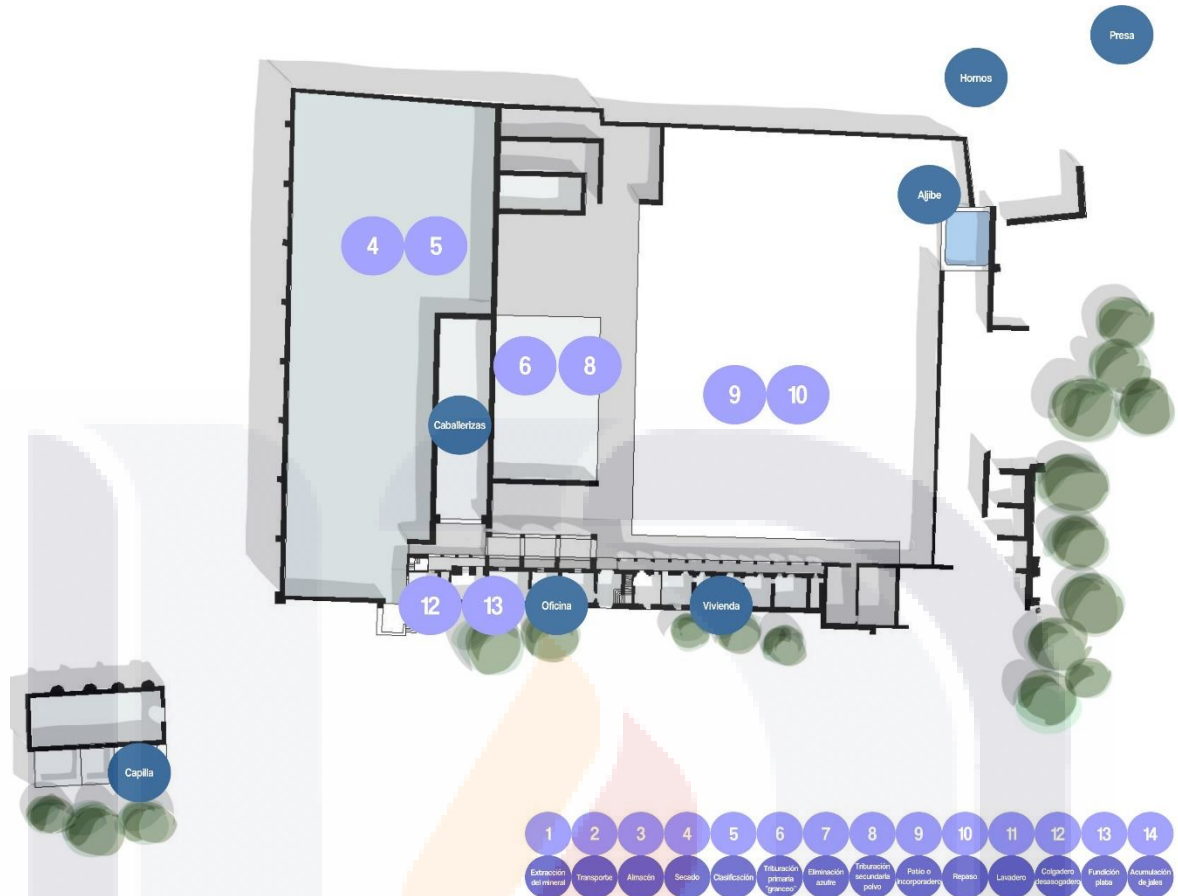


Ilustración 17: La Hacienda de Bernárdez en Zacatecas, tiene en planta una disposición más ortogonal. Fuente: José Humberto Flores Castro en base al plano que aparece en el libro “Evolución y morfología de las haciendas en el Partido de Zacatecas”, según información proporcionada por la Secretaría de Obras Públicas del Gobierno de Zacatecas en 1983 y Google maps.

En la Ciudad de Zacatecas la Hacienda de Bernárdez que se muestra en las ilustraciones 16 y 17, todavía se conserva una buena parte en pie, habiendo de este conjunto: planos, fotos y descripciones. En este caso se combinaban las actividades productivas con las del uso habitacional, esto es, ahí también vivían los propietarios de dichas entidades de beneficio de plata.

La Hacienda de Bernárdez, se localiza entre las ciudades de Guadalupe y Zacatecas. Según señalan Flores y Medina (2012), la hacienda contaba con 65 tahonas, aunque solo funcionaban 25, y tenía 7 molinos. La hacienda tenía una singular capilla barroca y al costado oriente de esta, está la edificación que se designó para habitación y locales auxiliares para el beneficio de la plata. Hecha de cal y canto, este edificio se disponía en un solo cuerpo que se alarga de norte

a sur que da en su parte posterior al patio de beneficio, que está delimitado por una enorme tapia y "un acceso de servicio en el costado poniente; en ese mismo costado, existían oficinas, necesarias para albergar maquinaria para el proceso de tratamiento de los minerales." (Flores y Medina, 2012, pág. 152). Extramuros, la hacienda tenía casas para empleados y trabajadores y dos presas, la de Bernárdez y la de Infante, que guardaban el agua que se necesitaba para mantener las funciones de la Hacienda de Bernárdez. La propiedad de la hacienda estuvo en manos de empresarios locales, hasta que, a finales del siglo XIX, esta pasa a ser propiedad de "The Fresnillo Company". (Flores y Medina, 2012) página 152.

CAPÍTULO 3. ZACATECAS EN EL INCIPIENTE MÉXICO INDEPENDIENTE Y LA REACTIVACIÓN MINERA DE FRESNILLO COMO PUNTAL DE DESARROLLO ECONÓMICO

Las colonias españolas en América, con el tiempo fueron conformando una vida propia que dependía cada vez menos de la metrópoli y ello redundó en la formación de nuevas corrientes de opinión y de ideas constitucionales de la libertad política. Así mismo, el comercio, la seguridad, la propiedad y las facciones políticas en los últimos años del siglo XVIII se reorganizaron para constituir el soporte de los proyectos de la reforma del imperio que a su vez configuraron las líneas de acción que conducirán a la independencia. (Carmagnani, 2004, pág. 129).

Hacia 1808, la supremacía de la corona española se cimbra frente al imperio francés Napoleónico, cuando este presiona para que el rey español Fernando VII abdique a su favor. Este fue el hecho terminante que provocó que los sentimientos independentistas de las colonias de la América española tomaran forma definitiva, como resultado de una acumulación de descontentos en el trato desfavorable de la corona hacia los territorios de ultramar, del aumento exigido de impuestos a estas y de la diseminación de las ideas de la ilustración que apoyaban la visión liberal de esquemas de organización política antimonárquicos.

3.1.- Zacatecas en el incipiente México independiente

Como consecuencia, la transición del siglo XVIII al XIX, sucedió entre una serie de enormes cambios políticos, sociales y culturales que replantearon la vida en el territorio Novohispano. El movimiento independentista en la Nueva España creó un sentido de orgullo local que produjo ideas de competencia directa con el poder peninsular produciendo así un camino sin regreso a la forja de una nueva nación que debía reorganizarse interna y externamente. Esto impactó todas las áreas de la vida del incipiente México y la economía se cimbró totalmente.

La clase política se movía constantemente y así, hubo muchos cambios de poder que encaminaron al país a un ambiente de inseguridad e inestabilidad.

Este ambiente permeó de diferente manera los diferentes territorios de la nación, afectando con mayor intensidad a las regiones cercanas al centro del actual país. Zacatecas, incluida la actividad minera en su territorio, no fue ajeno a este fenómeno, pero no fue tan afectado por las contiendas independentistas del centro del país por la distancia de esta entidad con la Ciudad de México (Terán, 2007, pág. 25).

En esta confusión, en Zacatecas se eligen gobiernos de ideas contrarias a la regla monárquica defendiendo intereses locales y por ello se expulsan a muchos de los dueños de las minas más importantes por haber nacido en España: "Mineros de mediana importancia llevaron a cabo la recuperación antes de la segunda ola revolucionaria consecutiva a la revolución liberal acaecida en la península de enero a marzo de 1820, y por último la independencia, causó de nueva cuenta la emigración de estos mineros, quienes habrían de ser reemplazados por compañías de capital inglés. En ese sentido la revolución de 1810-1811, e incluso la independencia, no causaron un perjuicio considerable al potencial económico de Zacatecas" (Langue, 1999, pág. 405).

Esto provocó que muchas minas dejaran de trabajar y quedaran en el abandono. En muchos casos, como las minas de Proaño en Fresnillo, se anegaron y los trabajadores que dependían de esta actividad se desplazaron a otros lados buscando otras fuentes de trabajo.

En el año de 1809 se crea el gobierno autónomo de Zacatecas, quedando al mando el Conde Santiago de la Laguna, que logra negociar intereses y diferencias de las clases de poder locales: criollos y peninsulares, y aunque temporalmente se expulsa de la capital a estos últimos que se refugian en Fresnillo, muchos de estos vuelven para seguir con sus actividades económicas anteriores y dan cierto impulso a la economía local (Martínez, 2002, pág. 23). Bajo esta tarea conciliadora, el Conde al final de cuentas, queda mal visto por ambos mandos y es arrestado. Después, el gobierno zacatecano fue re adjudicado en una sucesión de poder entre realistas e insurrectos.

Por las razones ya descritas, en varias ocasiones se solicitó se establecieran nuevas casas de moneda en Zacatecas para así sortear los problemas de transporte con la Ciudad de México y suplir la demanda del bien en la comunidad, sobre todo la de monedas más comunes, que eran de bajo valor. La corona replicó que esto no era posible pues no había cómo financiar dicha empresa, y, por otro lado, se comentaba que era mejor que la moneda se fabricase en la Ciudad de México, para evitar falsificaciones argumentando también que de ahí eran las monedas más reconocidas.

La presión de la crisis política crea en España una serie de espacios para la representatividad de las colonias hacia 1810, cuando se instalan las cortes españolas y cuando, entretanto, la revuelta independentista en México estaba por comenzar (Terán, 2007, pág. 59). Se establece la Constitución de Cádiz en 1812 y para el año de 1813 se jura en Zacatecas, reforzando la idea de la representatividad de los ayuntamientos locales y sus diputaciones ante las cortes.

La explotación de las minas se regulariza y se acuerda crear la Casa de Moneda Provisional de Zacatecas y para ello se crea un edificio en un predio anexo a la casa de ensaye de la localidad, donde se fabrican monedas burdamente que después se irán refinando poco a poco (Martínez, 2002, pág. 25).

Al final de cuentas, aunque la Nueva España todavía dependía de la corona española en las cuestiones políticas y administrativas, los movimientos independentistas continuaron en la forma de juntas secretas. En el caso de Zacatecas, estas ideas tomaron la forma del federalismo que apoyaban tanto como los ayuntamientos como las diputaciones.

Cuando en España, el Rey Fernando IV instala de nuevo su régimen y desconoce muchos de los estatutos de la constitución gaditana, crea las condiciones para que los territorios americanos se consideraran relegados y desfavorecidos en sus intereses y representatividad ante los asuntos del reino entero y ello conduce a la consecución de su independencia (Terán, 2007, pág.

65). Así, Para el año de 1822 se declara a México como país independiente, Agustín de Iturbide se vuelve el "depositario del poder ejecutivo" y se instala el primer congreso constituyente en una revuelta de adscripciones políticas entre los que apoyaban a la monarquía institucional y a los que favorecían al federalismo. Para estos entonces, comienza a destacar un personaje importante para Fresnillo: Francisco García Salinas, quien es en esos años, parte del cuerpo de diputados que representaban a Zacatecas en el Congreso Nacional Constituyente.

Para el año de 1823, se proclama por la diputación provincial a Zacatecas como estado libre y federado bajo la dirección de tres poderes: ejecutivo, legislativo y judicial. Para el año de 1825, se instituye la "Constitución política del estado libre de Zacatecas" que establece los vínculos entre los estados y el poder central y entonces se crean partidos y se les da mayor poder a los ayuntamientos. Así, Fresnillo fue designado como partido.

Las ideas de conciliación entre los poderes públicos y privados por parte de la élite local crean un ambiente de crecimiento económico en Zacatecas. Muchas de estas ideas progresivas se reflejaban en el ideario de "La sociedad patriótica de amigos del país" (Terán, 2007, pág. 133) en su facción local, que al final de cuentas forjó las bases de pensamiento de rumbo nacional y de la región.

Como lo comenta Terán Fuentes, el ambiente intelectual del estado de Zacatecas tenía la preocupación de crear condiciones de igualdad para esta entidad que tanta riqueza había aportado a la nación entera- La "Sociedad patriótica del país" pensaba que: "La paradoja de Zacatecas... que ha dado tanta riqueza otros, mantienen en la pobreza a los propios zacatecanos. Se trataba, por tanto, de promover una política pública de beneficio al naciente Estado. La minería era el soporte económico más importante... Es la piedra angular de Zacatecas y de la nación entera - sostenían." (Terán, 2007, pág. 136).

Para el año de 1829 entra en funciones el Gobernador Francisco García Salinas, hombre ilustrado y con enorme sentido empresarial en el ámbito minero con grande experiencia política a nivel local y nacional. Don Francisco García

Salinas, quien entra en funciones el 1 de agosto de ese año (Amador, 1892, pág. 354), realiza una serie de acciones importantes en beneficio del progreso del Estado creando un entorno de tranquilidad y progreso, aunque esto fuera por corto tiempo.

Para la primera república federal y después de las confrontaciones que existieron a nivel interno de la nación, Zacatecas se apuntaló como uno de los pilares básicos dentro de la economía.

3.2.- La visión empresarial extranjera en la industria minera del México independiente: las inversiones foráneas

A partir de los viajes de personajes eminentes de la Europa de principios del Siglo XIX, como Alexander Von Humboldt, que recorre algunos países de Latinoamérica y México en 1803 (Humboldt, 1827, pág. XVII) o las expediciones del comisionado inglés Henry Ward que específicamente viaja a este país entre 1824 y 1827, se generan una serie de documentos que contenían extensa información sobre las geografías, las costumbres, las ciudades y los recursos de estos territorios que para muchos eran desconocidos (Ward, 1828). Estos informes circularon profusamente en Europa que, en esos entonces, veía con muy buenas expectativas las inversiones con fines productivos en los países de la América Española, que coincidentemente se desligaban de la Metrópoli Española y dejando abierta la puerta del control comercial a nuevos participantes.

En el México incipiente, después de los conflictos de independencia y con la partida de la mayoría de los peninsulares del territorio, las inversiones criollas no serían suficientes para la reactivación de la minería y de la economía en general. Esto aumentó el interés de inversionistas extranjeros de invertir en el país a falta de capital nacional para financiar diversos proyectos, siendo la minería uno de campos más importantes y prometedores. Los imperialistas europeos alegaban que la incapacidad de los gobiernos americanos para mantener el orden arriesgaba el equilibrio de la comunidad internacional.

Estas circunstancias provocan que en países como Alemania, Francia o Inglaterra se originen una serie de expectativas exploratorias destinadas a Latinoamérica para búsqueda de recursos, principalmente mineros. En México, estas exploraciones desembocarían en una serie de estrategias de inversión en la producción minera de entre las cuales muchas se enfocaron en la región de Pachuca y Real del Monte, cercanas a la Ciudad de México (Randall, 1972, pág. 48). Así, esta región se volvió el centro neurálgico de la inversión inglesa, proveniente principalmente de la región minera de Cornwall²⁸. Además de participar en financiar iniciativas de la minería, algunos de estos ciudadanos Cornualleses llegaron a México para trabajar en las minas locales y otros más se aventuraron a conocer con mayor detalle distintas regiones del país con el objeto de localizar lugares con potencial minero para su posterior explotación.

Después de diez años de lucha, para 1821, la nueva nación mexicana se enfrenta a la crisis post independentista donde la situación económica urge a promover la inversión productiva y rehabilitar el sector minero. El fomento de la inversión extranjera no encontró oposición política. Para 1824 (Velasco et al., 1987, pág. 42), se instalaron compañías mineras de capital mayoritariamente británico, algunas alemanas y norteamericanas, en minas que habían tenido gran bonanza en la época colonial. La invasión de capital inglés fue producto de la disponibilidad de capital en Londres, la separación de México del dominio español, las grandes expectativas que crearon los viajeros con respecto a la riqueza del Nuevo Mundo y de la promoción de la inversión extranjera por parte de funcionarios mexicanos en el avío de minas.

El desmedido entusiasmo y expectativas de accionistas de mineras anglosajonas, provocó errores en el inicio de las operaciones, en la planeación, dirección y debido a la falta de resultados inmediatos se vieron sumidos en una gran decepción. Entre los errores más importantes, fue la de afrontar con gran

²⁸ Se ha considerado al condado de Cornwall, o Cornualles en español, como un enclave importante para la producción y abastecimiento de metales en toda Europa, así como sus aportaciones para mejorar las técnicas de explotación minera alrededor del mundo. Estos ciudadanos ingleses, superaron una serie de dificultades para su llegada a México y comenzaron a trabajar las minas del tercer Conde de Regla a inicios del siglo XIX. Se les atribuye como innovación, la introducción de la máquina de vapor para el desagüe de estas minas.

avidez las acciones de inversión lo cual generó una competencia desmedida en lograr los contratos en las minas más famosas, lo que favoreció a los propietarios contratos muy favorables. Las inversiones se dirigieron hacia las minas más profundas y trabajadas, lo que ocasionó enormes gastos de desagüe, muy difíciles de compensar en cuanto se llegaban los minerales. Se trajeron maquinarias y expertos del extranjero para desaguar las minas inundadas (Velasco et al., 1987, pág. 42).

Durante los inicios de los proyectos de rehabilitación de la industria minera, se intentó enmendar los arranques desafortunados, reduciendo gastos y reorganizando la administración, mas no pudieron evadir las consecuencias de los errores iniciales. Algunas de ellas alcanzaron a obtener ganancias, las cuales usaron para pagar deudas.

A pesar de haber fallado en sus propósitos, los capitales foráneos contribuyeron a rehabilitar las minas profundas e hicieron que los centros mineros revivieran. La reactivación minera provocó que, en ciertas zonas del país, la agricultura y el comercio encontraran mejores condiciones para su desarrollo. También dejaron máquinas de vapor y personal capacitado para operarlas.

México ocupó el primer lugar en migración de individuos procedentes de la región minera inglesa de Cornwall (Todd, 1977, pág. 4). El lugar que tuvo la mayor ocupación de ingleses durante este periodo fue Real del Monte, en el estado de Hidalgo. Las minas tenían una gran cantidad de agua y había gran dificultad para extraerla. Esto se pensó solventar con la introducción de dos máquinas de vapor, que se compran y se transportaron hacia el año de 1825 a México desde Inglaterra bajo una serie de circunstancias penosas y adversas que costaron vidas y muchos recursos. Esta epopeya, ampliamente relatada por autores como Randall (1972, pág. 856) o Todd (1977) abrió el camino para la introducción de este tipo de maquinaria en sitios donde el agua representaba un impedimento para trabajar los yacimientos. Real del Monte sería en 1826, el

primer centro minero mexicano en poseer la tecnología Cornish (Buckley, 2002, pág. 60).

A partir de estas exploraciones, una de las regiones que fueron del interés de estos ingleses fue el estado de Zacatecas (Velasco et al., 1987, pág. 205), donde se concentraron las iniciativas de inversión en las minas de Vetagrande, Quebradilla, Sombrerete y posteriormente, Fresnillo.

Precisa Escobedo (2016): "Los primeros registros de inversión extranjera en Fresnillo datan del año de 1824... Una empresa de capital inglés llega a una negociación con el Gobierno de Zacatecas y forman la "Compañía Minera Mexicana", sin embargo, debido a que los derechos de propiedad seguían en disputa, la compañía inglesa nunca entró en labor, pese a que sí se realizaron inversiones monetarias" (pág. 19). Se puede inferir que el lapso comprendido entre 1824 y 1860 es el que presenta mayor evidencia de presencia inglesa en el mineral fresnillense, aunque los datos al respecto son muy dispersos.

3.3.- La gubernatura del visionario Francisco García Salinas y la reactivación minera de Fresnillo

Francisco García Salinas tenía una fe especial en la minería, dada la familiaridad que adquirió con esta actividad productiva, cuando de joven trabajó en las minas de Quebradilla y Vetagrande. Esta fe se fundaba en el hecho de saber que el estado de Zacatecas contaba con una gran cantidad de recursos minerales que se podrían explotar (Rangel, 1984, pág. 170), y, además, considerando el valor de la plata y la frecuente escasez de monedas que se podría superar de ese modo, la adecuada organización de la explotación minera sería una de sus principales estrategias cuando se da el caso en que se convierte en gobernador del estado.

Otra querencia especial que el insigne personaje tenía en relación con la minería y el posible desarrollo regional era la Ciudad de Fresnillo, de donde su padre era originario y que, a pesar de tener unos fondos mineros muy ricos, pasaba en la primera veintena del siglo XIX, por condiciones de vida paupérrimas. La minería y la ciudad de Fresnillo, se volverían clave en su

administración como gobernador.²⁹ Crítico y difusor del liberalismo, la formación ilustrada de García Salinas influyó en la dirección que tomaron los proyectos estatales elaborados durante su gobierno (Candelas, 2010, pág. 931).

El pertrecho de conocimientos, experiencias de vida y acercamiento a la vida política, conforma en García Salinas al individuo ideal para ser considerado como uno de los aspirantes a la gubernatura de Zacatecas. En 1828, Francisco García Salinas acepta su postulación como gobernador y es designado para el puesto. Al entrar en funciones trata de guiar al Estado de Zacatecas con presteza aprovechando su previa experiencia en la industria minera y sus habilidades políticas (Candelas, 2010, pág. 936). En esa posición, tendría la oportunidad de proponer una serie de estrategias con las que pretendía llevar al estado de Zacatecas a un estado de desarrollo, con la premisa de considerar el bienestar de su entidad como premisa fundamental y proponiendo impulsar e integrar el esquema federalista como modelo para el país entero que se liberara del control centralista del país.

Con la minería como uno de sus principales intereses, es designado Gobernador del Estado y sostiene ese cargo hasta el año de 1835. Una de las primeras tareas a las que se avocó García Salinas en su administración, fue la de tratar de recuperar planos y documentos de las minas de Fresnillo que habían sido realizados por Nicanor Murguía casi medio siglo antes por encargo del Marqués de Amarillas (Ortega, 1901, pág. 4). De entre sus múltiples conocimientos y investiduras, García Salinas tiene representación de intereses locales y extranjeros en relación con las minas y experiencia en estos trabajos, que ganó en trabajar anteriormente las minas de Quebradilla y Vetagrande en Zacatecas.

²⁹ García Salinas, después de estudiar en Guadalajara y de trabajar en las minas de Vetagrande, participó en los círculos políticos zacatecanos y se fue conformando como un gran pensador y estratega: un protagonista ilustrado con grandes aspiraciones progresistas (Rangel, 1984, pág. 92). Así, poco a poco va ganando prestigio y va siendo incluido en el ámbito político: fungió como síndico municipal en la capital del estado, posteriormente como diputado y luego también como senador por el estado de Zacatecas. Paulatinamente, es posible también que, en estos puestos, se familiarizara con personajes de decisión a nivel estatal, nacional y del extranjero.

Fresnillo se volvió fundamental para reforzar la economía estatal, pues la mina de Proaño en esa localidad podría ser una fuente de riqueza que apuntalaría y mejoraría las actividades financieras del estado, tratando de obtener la estabilidad económica necesaria para el reordenamiento de la sociedad dentro de los ideales de la razón y el progreso (García, 1834/1909, pág. 28).



Reflexión

Con el desarrollo de la Primera Parte, se hizo un acercamiento a las circunstancias económicas, históricas y tecnológicas de la minería de la plata en Zacatecas y Fresnillo durante la época virreinal y los primeros años del México independiente. Si bien este contexto no es profundo, es útil pues se dejan ver las condiciones que motivaron la creación de la Hacienda Nueva en Fresnillo, el caso de estudio que ocupa ahora. Con ello se conformó un panorama basado en la visión de varios autores como Bakewell, Bargellini, Lacueva Pérez o Salazar. En algunas partes, esto se reforzó con algunas fuentes primarias.

En referencia a la arquitectura de la producción asociada al beneficio de la plata por el método de patio, se pudieron ver algunas características comunes que se aplicaban en las haciendas dedicadas a estas tareas y que se basaban, por un lado, en técnicas constructivas y materiales tradicionales como la piedra, las condiciones de los sitios donde se asentaban y muy importantemente, los pasos en los métodos, en aras de conseguir eficiencia y mayor producción. Esta arquitectura abrazaba en muchos casos, las máquinas de la era eotécnica para ayudarse en la transformación del mineral en plata pura, que poco había cambiado desde la antigüedad. Todos estos elementos, dieron como resultado, una serie de edificios que más bien eran adaptaciones a necesidades emergentes y, por ende, su disposición en planta resultaba bastante irregular y que combinaba vivienda con edificios religiosos, espacios administrativos, áreas productivas y enormes extensiones para el proceso del material y para albergar a los animales que impulsaban los artilugios.

De esa manera, otra conclusión emanada de esta Primera Parte es la firmeza que tenía la industria minera para Zacatecas, para el entorno novohispano y para la corona española. Con la independencia de México, el valor de este recurso se heredó a un país que con ello tuvo entonces una nueva relación con actores internacionales, como Inglaterra, con lo cual se abrieron nuevas expectativas de crecimiento económico y de intercambio tecnológico bajo la promesa ilustrada de crear un mejor ambiente social, lo cual tendrá efectos posteriores, como se verá en la parte Dos de esta investigación.

PARTE II. LA HACIENDA NUEVA DEL FRESNILLO, UNA MANIFESTACIÓN ARQUITECTÓNICA DIGNIFICADA

INTRODUCCIÓN

Después de haber visualizado el contexto general de Nueva España y el recién formado México en la Parte Uno de esta investigación, en la Parte Dos se establece un lazo entre las condiciones de esta compleja transición y se relacionan con la manera de hacer la arquitectura en esa época, explicando sucintamente como se enseñaba la disciplina y como se fue profesionalizando, comenzando dicho proceso en la Francia del siglo XVII, donde se pretendía reinterpretar los cánones clásicos para expresar civilidad, orden y actualidad teniendo esto, una herencia tácita de entender el medio construido que no habría cambiado desde épocas pasadas. Aún con el advenimiento de nuevos usos y de la fabricación en masa, muchos edificios realizados para actividades productivas continuaron teniendo un aire clasicista, que más bien aparentaban ser palacios.

Se establece posteriormente, que estas influencias llegaron a la Nueva España a fines del siglo XVIII y se prolongaron en el México independiente, expresándose en edificios de toda índole. Esto es importante pues como dice Michael Hays, el teórico de la arquitectura de la Universidad de Yale, asevera que la razón y la moralidad no son suficientes en el campo del estudio de la arquitectura, la estética también revela información: “las consideraciones de la estética son necesarias y son un tercer modo de conocimiento después de los conceptos derivados de la razón pura y la moralidad práctica, pues estos dos no son todo lo que existe en relación con el conocimiento humano” (Hays, 2017).

Las formas, las disposiciones y las organizaciones en los edificios, aunque no son texto, revelan ideas y pensamientos: aquellos que estuvieron detrás de su concepción y que al final de cuentas, dejan su impronta a través de los materiales y de cómo estos se ensamblan para dar forma a dichas construcciones. Esto compete a esta parte del análisis, pues en esta parte, se entra de lleno en el proyecto de la Hacienda Nueva, que es proyectada y

construida bajo la influencia de crear edificaciones palaciegas para ser empleadas en actividades productivas.

En el presente caso, el método productivo generó espacios muy específicos para albergar maquinaria, actividades productivas, almacenaje de insumos, alojar animales de carga y algunas viviendas. Todo ello en realidad, seguía siendo una respuesta basada en la tecnología eotécnica, donde se dependía enormemente en la energía animal para mover los artilugios y lograr una mayor producción de la plata, en una industrialización seminal que pronto estaría por cambiar cuando llegue la era del carbón y del vapor, lo cual se analizará en la Tercera Parte.

La temporalidad cubierta en esta parte será entre 1834 y 1842, cuando esta construcción se termina de construir en su totalidad.

CAPÍTULO 4.- LAS EXPRESIONES ARQUITECTÓNICAS DE LA PRODUCCIÓN EN LOS INICIOS DEL SIGLO XIX

El siglo XIX fue una época de grandes cambios que impactaron en la arquitectura mundial. A partir de los tiempos de la Revolución industrial en el siglo XIX, cuando se considera una sistematización lucrativa y eficaz de los procesos productivos, comienzan a aparecer una serie de usos en las edificaciones completamente distintos a los tradicionales. Las actividades productivas derivadas de la Revolución Industrial crearon una serie de nuevas condiciones laborales que no solo afectaron los procesos y las maneras de producir, sino que tuvieron un efecto físico en la arquitectura en donde se albergarían estas actividades. Este fenómeno se expandió desde este país europeo a todo el mundo y México no fue ajeno a ello. Parte de dicho cambio, se vio reflejado en las minas de Proaño en Fresnillo con las ya comentadas estrategias de García Salinas para incrementar la producción de plata. La tecnología del beneficio de la plata en este sitio también fue de la mano de las etapas de avance en esos procesos: los materiales y las fuentes de energía aplicadas en las máquinas empleadas en las actividades productivas dejaron su impronta en las construcciones.

La arquitectura de la producción entre los siglos XVIII y XIX, estuvo situada en un área gris que primeramente se entendía como una extensión de la tradición vernácula o clásica para proyectar y construir. Esta área gris incluiría, por un lado, la paulatina especialización de los individuos que la concebían, y por otro, su participación en la atención de estas nuevas tipologías de edificios, que dieron lugar a nuevos paradigmas en relación con la definición de los límites en la práctica de la profesión de la arquitectura. Esta práctica iría cambiando en aras de la eficiencia constructiva y espacial como objetivo a apremiar. Cuando los diseñadores y aparejadores se enfrentaron dar solución a necesidades productivas dictadas por empresarios o entidades de gobierno, estas serían traducidas en edificaciones industriales que anteriormente no estaban definidas.

La creación y construcción de estos inmuebles tuvo la oscilante participación de los propios empresarios de los ingenios o de arquitectos e ingenieros, siendo estos últimos militares o civiles. Con la especialización, las bases teóricas que estos tendrían para articular los espacios y las envolventes de este nuevo tipo de edificaciones irían cambiando, desde la tradición clásica más contundente, hasta la innovación más vanguardista, a finales del siglo XIX.

4.1.- La tradición académica en la formación de arquitectos e ingenieros en el siglo XIX

En la Francia de mediados del siglo XVII la preparación de los arquitectos se daba en base a la práctica o a principios de conocimientos poco unificados y sistematizados. Por ello se comienza a instituir una academia especializada en la que ya se establecen campos de conocimientos específicos con programas de estudio definidos. Este modelo después sería imitado en otros sitios del mundo. Así para el año de 1671, Jean Baptiste Colbert establece la "*Académie Royale d'Architecture*...que combinaba la educación teórica con aprendizaje en talleres" (Vidler, 1990, pág. 10).

Paulatinamente, se fue haciendo cada vez más necesario que el conocimiento se concentrara en especialidades, considerando que comienzan a ser cada vez más comunes las comisiones para obras de infraestructura pública como caminos, puentes o canales. Así, la ingeniería aparece como una profesión precisa y hacia el año de 1747, se funda el "*Corps des Ponts et Chaussées*": "la primera escuela organizada de ingeniería civil, principalmente para preparar técnicos en puentes y caminos." (Vidler, 1990, pág. 53), Para el año de 1743, François Blondel funda la "Ecole des Arts", donde se enseña arquitectura y que funciona a la par de la mencionada escuela de puentes y caminos.

Considerando que desde la antigüedad hasta el siglo XVIII, la arquitectura del occidente en cualquier lugar fue muy uniforme, la preparación de los profesionales en las artes de la edificación se realizaba siempre con la base de la arquitectura. Sin embargo, dicha profesión comienza a redefinirse de nueva cuenta con la aparición de los principios filosóficos de la ilustración, que

apostaban por el reacomodo de principios sociales en relación con la razón del hombre, para adaptarse a un orden en el cual la burguesía y la religión deberían de dejar de ser las rectoras del modo de vivir y se debía de responder a nuevos requisitos. Así, a pesar de que para finales del siglo XVIII ya existía una clara definición y diferenciación entre los campos de trabajo de los arquitectos y de los ingenieros, en la práctica, esta separación no era tácita ni clara: lo arquitectos podían seguir diseñando puentes y los ingenieros civiles, casas o edificios institucionales: la línea que dividía estas profesiones en esos tiempos y a lo largo del siglo XIX fue siempre difusa, permitiendo que ambos profesionistas incursionaran en cualquiera de los dos campos: "No solo los arquitectos continúan diseñando obras de ingeniería civil por muchos años pero era común también, incluso a inicios del siglo XIX, para los ingenieros civiles ...diseñar iglesias." (Collins, 1966, pág. 185).

En los primeros lustros del siglo XIX, la educación de los ingenieros incluía una serie de conocimientos que arropaban su práctica profesional desde otras áreas disciplinares como la arquitectura, para poder así afrontar problemáticas de su área de conocimiento en caso de requerirlo en lugares remotos en donde esto se necesitase, como son los sitios de extracción minera. La tradición arquitectónica se apoyaría en cánones y tipologías clásicos que se traducirían en edificaciones palaciegas, cuando la estética industrial, señal de eficiencia y rigor productivo, aún no aparecía.

Sin embargo, las incursiones entre profesiones de arquitectos e ingenieros civiles dependían del nivel de complejidad del problema a resolver, La ingeniería toma su camino separado cuando se incluyen cálculos precisos y estudios tecnológicos que cada vez tienen menos que ver con la visión tradicional del arquitecto, el cual se enfoca directamente con el diseño del edificio y no con las especificidades técnicas especializadas relacionadas sobre todo con la industria o el transporte.

4.1.2.- Los cánones clásicos y las formas puras como símbolo de orden en la arquitectura proto industrial

Un edificio existente, y ocasionalmente uno en proyecto, y la organización de este en relación con otros, puede ofrecer una serie de representaciones de valores culturales expresados a través de formas, usos y propósitos "Las relaciones entre la arquitectura y la historia son complejas. Los edificios perduran; son vestigios visibles e insoslayables del pasado, y les interrogamos para saber cómo solían ser las cosas." (Davies, 2011, pág. 137).

Estas ideas y jerarquizaciones, en muchos casos, a través de la historia del hombre, han pretendido representar claridad, orden y civilidad con el uso de formas regulares como el cuadrado, el triángulo o el círculo y sus derivaciones tridimensionales; el tema y las variaciones son tan amplias como la práctica lo ha permitido en diversos tiempos y lugares en el planeta. También han existido muchas aseveraciones al respecto. Forma y material dos cosas que parece son inseparables una de otra, pueden ser en la mente del humano y de los autores de la arquitectura, dos cosas separadas que posteriormente obtendrán una cualidad de realidad si esas formas se construyen (Davies, 2011, pág. 145).

Platón consideraba que, a través de la concepción mental, somos capaces de crear un esquema mental que logre conformar un concepto perfecto de lo que se perciba o se analice. Platón analiza "en su Filebo, unas formas engendradas por líneas rectas y círculos, así como los sólidos tridimensionales formados con ellas. Para Platón, esas formas no solo tenían una belleza inherente, sino que eran "eterna y absolutamente hermosas". (Roth, 1999, pos. 8641).

Estas formas son así colocadas en un orden distinto a aquellas que se original con principios numéricos irracionales produciendo contornos y volúmenes complejos, como los fractales, por ejemplo. De esa manera, se da a entender que las formas básicas son racionales, son creadas por el orden del hombre, las irregulares u orgánicas, irracionales, pertenecen a la creación natural, son de

difícil comprensión. Éste manejo de formas claras y contundentes ordenadas ortogonalmente se opone a la organización o la composición de elementos dispuestos de una manera aleatoria y anárquica que se ha tendido a relacionar con la desorganización, pues en dado caso, refleja adiciones descuidadas y no programadas. Poco a poco, la búsqueda de la geometría perfecta se fue destilando para producir una arquitectura que por consecuencia se ha relacionado con un concepto de "alta cultura" que expresaba actitudes e ideas críticas, más que sentimientos o emociones improvisadas.

El orden ortogonal se ha empleado como un patrón para crear desde el diseño de ciudades, hasta la concepción de los edificios que las componen. Los ejemplos son antiguos, muy vastos y en toda geografía: en el antiguo Egipto, en Teotihuacán, en la antigua Grecia o con los romanos con su "Roma Quadrata": "se refiere a una ciudad establecida en base a una forma cuadrada o rectangular, aunque el término *quadrata* no necesariamente implicara una forma de perfecta cuadratura". (Platner, 1901, pág. 421).

Vitruvio, el tratadista romano que en el siglo I esboza en sus diez libros de la arquitectura la manera de ver y hacer arquitectura y que deja plasmadas las ideas de la época derivadas de los modelos romanos y griegos, deja ver entre todas sus recomendaciones en el libro primero del capítulo tercero de su tratado 4, que el hombre puede ser la base de la disposición compositiva y constructiva y establece una relación contundente entre lo que sería las formas ideales y las proporciones del hombre para conformar un modelo semiótico antropomorfo en el cual se asocia al cuadrado y al círculo a las representaciones de lo banal y lo espiritual, lo terrenal y lo universal.

Es así cómo se produce el concepto del edificio-cuerpo, que es entonces representado por dos figuras: el círculo que personifica la divinidad y lo universal y que a su vez es confrontado por el cuadrado, una figura dependiente de la anterior que representa lo mundano y lo terrenal. "El ombligo es el punto central natural del cuerpo humano. En efecto, si se coloca un hombre boca arriba, con sus manos y sus pies estirados, situando el centro del compás en su ombligo y

trazando una circunferencia, ésta tocaría la punta de ambas manos y los dedos de los pies. La figura circular trazada sobre el cuerpo humano nos posibilita el lograr también un cuadrado" (Vitruvio, 1/1997, pág. 82).

En la Italia de los siglos XV y XVI, a partir de redescubrimiento y análisis de los textos clásicos de la antigua Grecia y Roma que toman como modelo al hombre para como la medida de todas las cosas y las creaciones que de ello se derivan, se redefine la concepción de la manera del ver al mundo. En arquitectura, ese sistema de medidas también sirve como base literal para la proporcionalidad de la forma: "...la arquitectura renacentista, entendida como expresión diáfana e intelectual de la forma a través de proporciones matemáticas simples..." (Roth, 1999, Pos. 8641).

Estas ideas viajarían por tiempos y geografías distintas, y ya para el siglo XVI, el modelo reticular que empleaba el cuadrado como base de orden urbano se emplearía a través de las ordenanzas de Felipe II en fundación de nuevas ciudades de la América española, particularmente en la nueva España.

Considerando que, en el ámbito occidental, los tratados de arquitectura fueron los documentos que regulan la manera de proyectar y hacer los edificios y expresaban ideas técnicas, de orden y de uso de formas, los autores del renacimiento emplean a Vitruvio para componer ellos mismos sus propios manuales con la idea de actualizar conceptos e incluir nuevos principios compositivos más adecuados a su tiempo. De entre los autores de esta época hubo algunos autores que, por sus trabajos impresos, se volvieron profundamente influyentes, como lo fueron Rafael Alberti, Sebastiano Serlio y Andrea Palladio.

Palladio fue un autor notable, pues por sus circunstancias de vida, su amor por la arquitectura romana y su gran oportunidad de construir edificaciones fue un personaje hondamente acreditado que prolijamente combinó aprendizaje, práctica y teoría de la arquitectura.



Ilustración 18: La representación de la Afrodita que emerge del mar, flaqueada por la geometría y la Arquitectura, señalando hacia la virtud, (Regina Virtus) que aparece como precedente a cada uno de los libros de "I quattro libri de l'architettura" de Andrea Palladio. Fuente: José Humberto Flores Castro, trazado a partir de la edición española del tratado, de Ediciones Akal, de 1988.

Su historia de vida en la región del Véneto al norte de Italia comenzó con la práctica arquitectónica como un cantero que, por sus aptitudes para el dibujo y su interés por las artes constructivas, se fue enfocando en la profesión de la arquitectura apoyado inicialmente por Giangiorgio Trissino "Un humanista, poeta y estudioso que juntaba a aprendices jóvenes en una especie de academia privada". (Mitrovic, 2004, pág. 13). Este autor expresó sus propias ideas sobre la profesión al publicar en 1570, su texto "I quattro libri dell'architettura", donde representa a la arquitectura como una virtud máxima (ilustración 18).

Palladio empleó a Vitruvio como su guía, pues dado que admiraba la arquitectura Romana, quién mejor para expresar las ideas de la época que un autor que vivió en esos tiempos, así cuando escribe sus Cuatro libros, lo menciona: "Como dice Vitruvio, en toda construcción deben considerarse tres cosas, sin las cuales ningún edificio merecerá ser alabado. Estas son: la utilidad o comodidad, la perpetuidad y la belleza. Porque no podría llamarse perfecta aquella obra que fuera útil, pero por poco tiempo; o bien que, aunque duradera no fuera cómoda; o bien que teniendo ambas cualidades no tuviera gracia en sí." (Palladio, 1570/1988, pág. 51).

Este texto se vuelve una referencia, cuando es reimpresso en gran cantidad de ocasiones y lugares distintos; y, por ende, es extensamente difundido, ya no solo en Europa, sino en otros lares, como América: "influencias palladianas y palladianismos se pueden detectar desde el siglo XVII hasta el XIX, en una lista

que sería interminable, desde Leningrado a Estados Unidos y Canadá, desde México, Brasil y Argentina -pasando por Sudáfrica y la India- hasta la lejana Australia." Comenta Javier Rivera en la introducción de la edición española de 1986. (Palladio, 1570/1988, pág. 33).

Estas ideas y sabidurías viajarán a través de los continentes a través de sus textos y de la impronta dejada en multitud de edificios establecidos por otros arquitectos en épocas posteriores, sirviendo de base metodológica y de inspiración para continuar la creación de la arquitectura o para formar el conocimiento de los futuros profesionistas en el área, que toman estos principios como modelo a seguir, pues representaban la renovación de las ideas clásicas, las cuales además, se van adaptando a nuevos usos y composiciones: "Desde la mitad del siglo XVIII se pusieron las bases para la restauración de la arquitectura grecorromana que se había venido perdiendo entre las particularidades de cada país o región, las distorsiones excesos decorativos del barroco y por la heterodoxia frente a las normas clásicas. El siglo de las luces promueve una vuelta el ideal clásico, sinónimo de racionalidad codificada..." (Cortés Rocha, 2007, pág. 348).

La idea de la forma pura combinada con tipologías de arquitectura clásica tendrá un impacto notable en la arquitectura productiva en la Europa central del siglo XVIII, donde todavía se emplea maquinaria de la fase neotécnica (Mumford, 1932, pág. 212), pero que ya tenía pretensiones de lograr producciones masivas. A este tipo de arquitectura de la producción, se le llama protoindustrial (Sobrino Simal, 1998, pág. 19).

En este tipo de edificaciones, además de perseguir los fines prácticos de la producción tendrían una respuesta arquitectónica que expresaba pretensiones sociales y culturales: "Esas fábricas reflejaban una estricta realidad social y política, pero también indicado en el camino de lo que podría venir, a medida que los oficios tradicionales basados en la artesanía y mandando paso, de modo muy irregular, a la nueva maquinaria y a los sistemas y de organización del trabajo. Las formas construidas podían actuar como un elemento de control,

potencialmente reproducible, dentro de la burocracia global." (Darley, 2010, pág. 54). Muchos de estos ejemplos emplearon el patio de forma cuadrada como su concepto generador. Estas influencias llegarían a la Nueva España y por consecuencia, al incipiente México del siglo XIX, donde la similitud programática de estos edificios con las haciendas mineras virreinales produciría un ejemplo singular en la Hacienda Proaño de Fresnillo.

Este modelo de arquitectura de la producción se puede observar en varios ejemplos a los que se les refiere como las "fábricas palacio... que incorpora en su arquitectura los elementos clásicos de la simetría, axialidad, proporciones de huecos y ritmo en su composición..." (Peris, Gutiérrez y Martínez, 1999, pág. 63). Estas construcciones se producían bajo patrocinio real, en una época en la cual se pretendía modernizar la industria y crear mejores condiciones para la producción: "En Europa Continental... Las comunidades fabriles eran competencia de los autócratas que detentaban el poder; por eso, en las formas arquitectónicas -Al igual que en los aspectos económicos y sociales- tales comunidades tenían mucho en común con la organización predeterminada y jerárquica de las fincas de los terratenientes." (Darley, 2010, pág. 51).

Generalmente la forma gobernaba y el programa arquitectónico se acomodaba a una forma regular de manera forzada donde las fórmulas clásicas se empleaban para disponer los procesos edificios de grandes dimensiones con patios de forma cuadrangular, como la fábrica de tabacos de Sevilla de 1766 y la Fábrica de Armas de Toledo, en España, la Fundición Real de Luis XVI, en Le Creusot de 1781 o la Fábrica de Cristal de la Reina de 1786 (en la ilustración 19), ambas en Francia: "Se metieron firmemente con calzador [los procesos]... un curioso simulacro del orden establecido" (Darley, 2010, pág. 151). Estos espacios utilitarios perseguían por un lado la innovación y por otro, seguían bajo el influjo de los cánones conocidos como correctos.

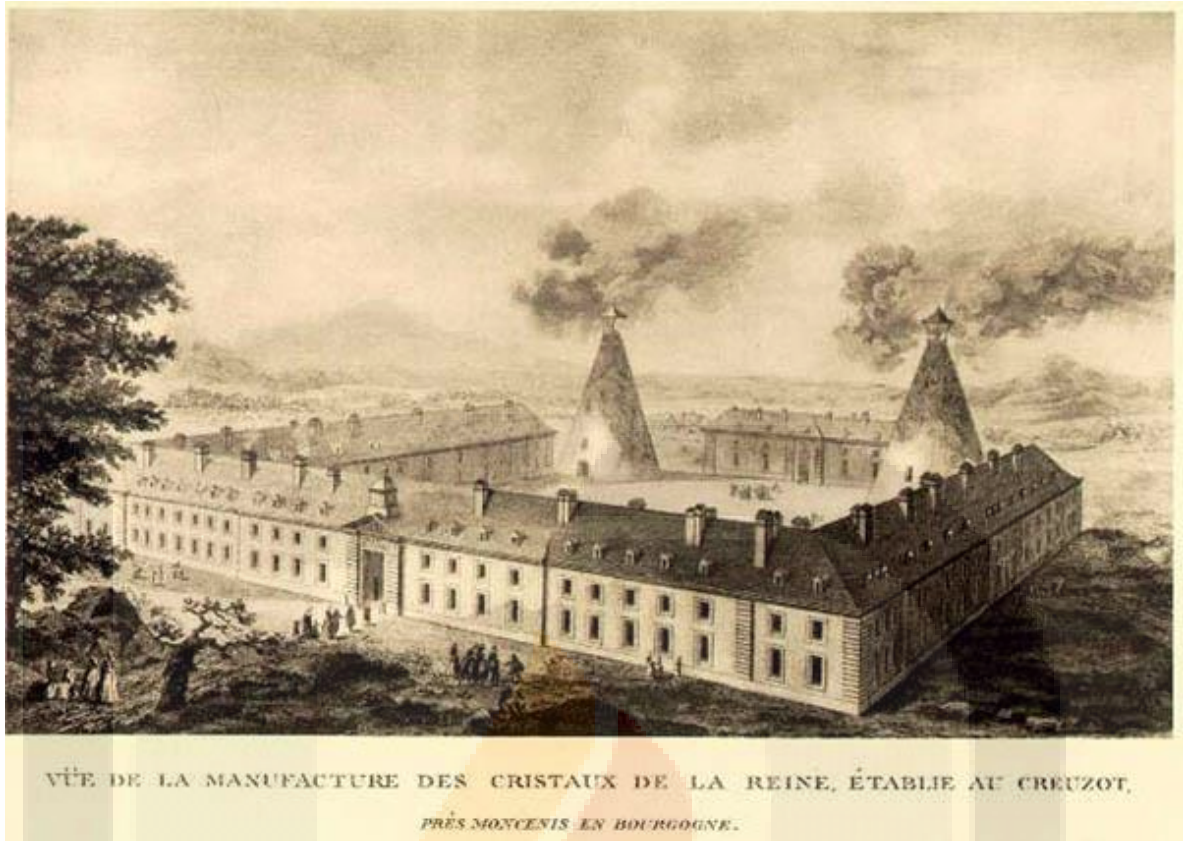


Ilustración 19: La fábrica de cristal de la reina, 1786. Una fábrica que tomó como principios compositivos de su arquitectura, los elementos de un palacio, con un patio cuadrangular y dos enormes hornos como elementos monumentales. Fuente: <http://www.marcmaison.com/architectural-antiques-resources/Crystal>

Claude Nicolás Ledoux propondrá una serie de proyectos de interés en base a la combinación de formas puras y de cuidadoso estudio programático, como el proyecto de las Salinas Reales que realizó en el año de 1773 (Darley, 2010, pág. 55). Antes de ejecutar este plan, Ledoux analiza algunas otras construcciones similares. De entre todo este acervo de ejemplos análogos que Ledoux analizó, hay un ejemplo que probablemente le haya sido de mucho interés, pues ya tiene una impronta establecida producto de la programación de las actividades involucradas en la producción de la sal.

El proyecto al que se hace referencia es el proyecto elaborado para las Salinas de Montmorot, en la ilustración 20, de Jean Querret elaborado en 1744. Este proyecto se distribuía a partir de una planta cuadrangular en donde los espacios a cubierto, se desarrollan alrededor de un gran patio. El conjunto se rodeaba por una gran muralla que protegía al producto de posibles robos o

fraudes: "Completada en 1744, fue la primera fábrica de su tipo en ser diseñada con una base completamente nueva y racionalizada." (Vidler, 1990, pág. 80) como se deja ver en la ilustración 20.

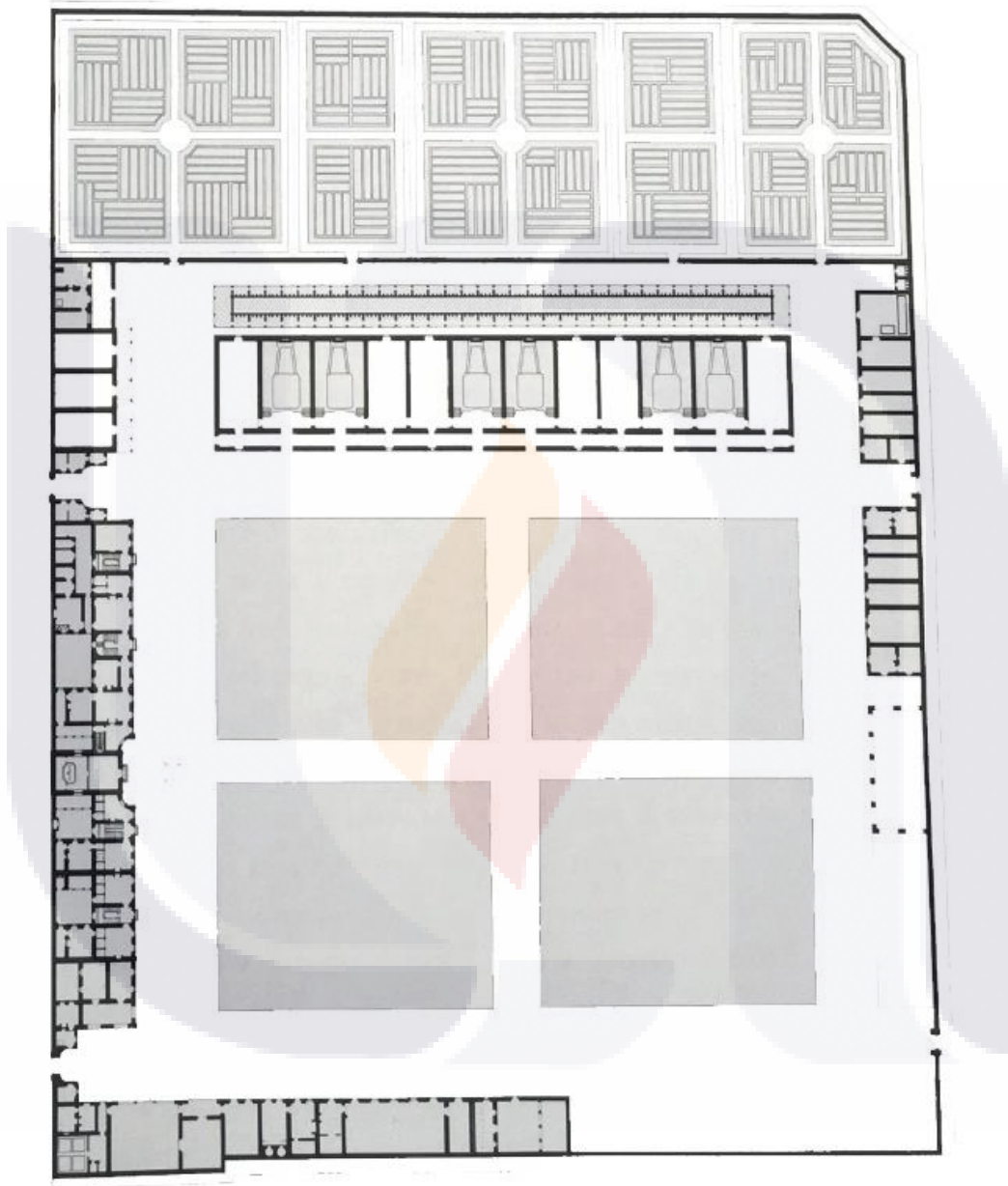


Ilustración 20: Las salinas de Montmorot, de Jean Querret. Proyecto elaborado en 1744. Fuente: Vidler (1990, pág. 81).

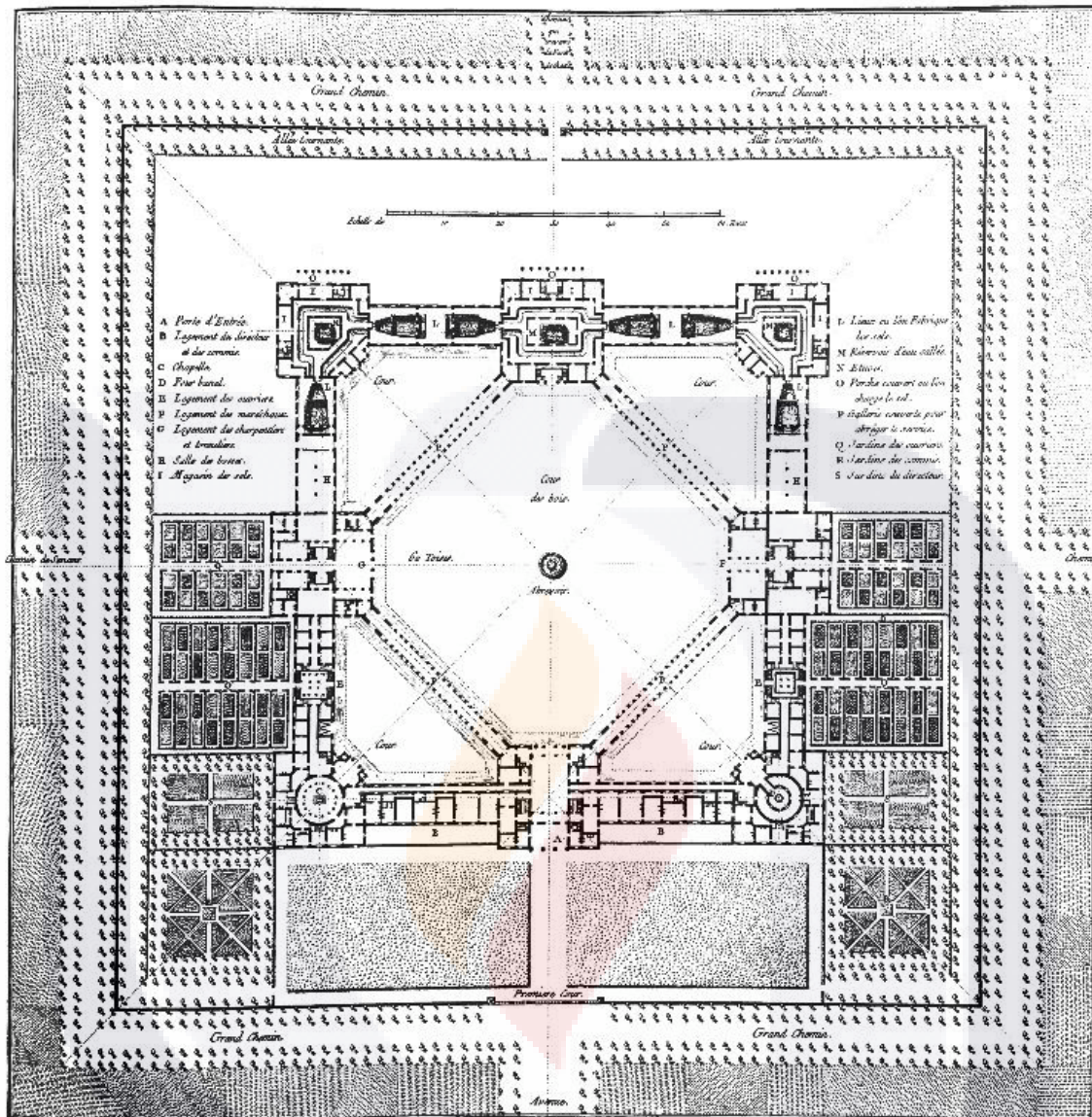


Ilustración 21: Primer esbozo de Claude Nicolas Ledoux para las Salinas Reales de Chaux. Fuente: Vidler (1990, pág.90).

Con los antecedentes investigativos hechos por Ledoux, este se avocó a elaborar esquemas para el proyecto de las Salinas Reales. Estos esquemas fueron incorporando espacios para funciones paralelas a las de la propia producción de la sal. El primer esquema mostrado en la ilustración 21, se distribuye alrededor de un cuadrángulo, es, como lo menciona Vidler, un esquema común en la época: "... la planta en el primer proyecto de Ledoux era muy convencional: una simple transformación de la configuración del patio

cerrado común a muchas instituciones de finales del siglo diecisiete y de principios del dieciocho... se distribuían las funciones de habitar y de trabajar en una estructura continua alrededor de un patio cuadrado" (Vidler, 1990, pág. 90). Adicionales a los espacios de la producción de la sal el primer proyecto incluía viviendas para el director y empleados, una capilla, panadería, apartamentos para los empleados de la sal, jardines separados para el director, para los empleados y para los trabajadores. En realidad, el proyecto era una pequeña ciudad contenida con muros perimetrales, donde se también se planteaba un completo modo de vida diferente. Darley (2010) cita a Ledoux: "Se perseguía un orden social y eficacia económica... la puntualidad, la productividad y la rectitud moral... Donde la utilidad del tiempo ofrece una primera forma de economía" (pág. 61).

El esquema final de las Salinas Reales es por demás conocido, en donde Ledoux distribuye las funciones y los espacios en un formato geométrico semi circular con la casa del director y los espacios de producción al centro y que se construye a partir de 1775 (Vidler, 1990, pág. 14).

Ledoux era partidario de emplear formas puras en sus diseños pues pretendía relacionarlas con la función y su representatividad para que estuvieran "cargadas de simbolismo" (Vidler, 1990, pág. 15). Posteriormente, a pesar de pasar por momentos complejos por su relación con la monarquía durante la revolución francesa, publica su propio ideario de proyectos de arquitectura, el llamado "*L'architecture considérée sous le rapport de l'art, des mœurs et de la législation*" en 1804. Al final de cuentas, como lo comenta López: "Las salinas de Chaux de Ledoux, con un corte social fourierista, será de los iniciadores de una gran cadena de experimentos territoriales donde los recursos y sus interacciones se disponen en una zonificación considerada óptima para si adecuado funcionamiento como conjunto articulado" (López, 2005, pág. 124).

Estas ideas se pueden insertar en la definición que describe Herschberger donde la arquitectura puede tener una interpretación prescriptiva, esto es, en donde la forma y el uso se reconocen para ofrecer significado, pero también

propósito, con el objeto de que dicha arquitectura sea un medio para establecer actitudes conductuales en los usuarios que acoge: se busca que la intención en la arquitectura sea un elemento representativo que sume ideas y conceptos en nuestra percepción, pues el reconocimiento de dichas formas y funciones nos puede ofrecer un sentido de seguridad o hasta de la identificación de un sitio dentro de los roles sociales o de estatus. Con el paso del tiempo, las funciones técnicas y funcionales fueron desplazando a la forma como núcleo significativo.

4.2.- La arquitectura en el Estado de Zacatecas en los inicios del siglo XIX

A finales del siglo XVIII, la arquitectura novohispana fue guiada por las ideas progresistas de las reformas borbónicas que pretendían mejorar el control y la administración que la metrópoli tenía con sus colonias en América (Díaz, 2000, pág. 159). Dentro de estas reformas, había un interés por modernizar las ciudades y su arquitectura. Este contexto coincide con el interés y la necesidad de crear condiciones para la especialización técnica de los profesionales, como había sucedido en Francia y se van creando academias enfocadas a disciplinas concretas. Para 1752, Fernando VI pone a funcionar la Real Academia de las Tres Nobles Artes de San Fernando en la calle de Alcalá en Madrid (Cortés, 2007, pág. 342).

En la Nueva España, en 1783, se crea la "Real Academia de las Nobles Artes de Pintura, Escultura y Arquitectura de San Carlos" bajo el mismo espíritu ilustrado y renovador que la de San Fernando, que se enfocaban en crear una visión racionalista para la creación de las artes: "Carlos III impulsó una serie de reformas para transformar los reinos españoles en el orden científico y en el artístico." (Cortés, 2007, pág. 356). Había entonces, una recia discusión sobre los términos de la arquitectura de la época, que si era de inspiración clásica se consideraba de buen gusto, depreciando la expresión barroca, que se consideraba iletrada y de mal gusto.

Los nuevos edificios, deberían mostrar un sentido más cívico, ordenado y basado en cánones clasicistas: "El neoclásico se implantó en la Nueva España

como un instrumento del poder central en el campo de las artes, idea que el rey Carlos III trató de imponer dentro de las mejoras y transformaciones por medio de las cuales quiso modernizar las viejas estructuras e ingresar en el terreno de eficiencia y competitividad que solicitaba el llamado siglo de la ilustración." (Cortés, 2007, pág. 333).

Las sociedades coloniales, de una manera constante se fueron consolidando y trataron de emular los modelos de la metrópoli española, su punto de comparación inmediata. España, a su vez, recibía influencias de Francia y de Italia (Sánchez, 1977, pág. 43). Con las iniciativas modernizadoras, surge la necesidad de construir nuevas sedes administrativas de las instituciones reales en Iberoamérica. La monarquía con la promoción de la práctica neoclásica en sustitución del estilo barroco en la arquitectura, que aún conservaba su estilo y vigencia en la Nueva España, va provocando una profunda renovación urbana que se da lugar en la segunda mitad del siglo XVIII, cuando se construyen acueductos, caminos y se modernizaron puertos.

Entonces, en la arquitectura se concretaba la respuesta a necesidades de espacio, pero también trataba de ofrecer un lenguaje iconográfico que hablaba de nuevos modos de ver el mundo, que, con la ilustración, perseguía las buenas maneras: "El estilo esencial al que recurrió el despotismo ilustrado en su arquitectura fue el clasicismo revitalizado, considerado el retorno a la norma oficial de buen gusto." (Flores et al., 2003, pág. 214). De cualquier modo, el lenguaje clásico fue conveniente en varias épocas porque está "basado en la tradición y no un estilo... así en cada época y lugar de características diferentes lo cual le ha permitido adaptarse a diferentes géneros y programas arquitectónicos." (Cortés, 2007, pág. 351).

La práctica arquitectónica llevada a cabo a fines del siglo XVIII e inicios del XIX en México oscilaría en aquella que Peter Collins (1996) llamaría Neo Renacentista, considerando que, en el periodo del Renacimiento, dichos cánones clásicos se mezclaban de una manera novedosa en la arquitectura, respondiendo a disposiciones que no se alineaban ortodoxamente al templo griego o romano,

y que se configuraban bajo un esquema de tradición y estricto rigor. En realidad, algunas de las innovaciones en el uso de estos elementos clásicos integrados a la arquitectura a fines del siglo XVIII "no son precisamente de mayor acercamiento a la antigüedad clásica sino al renacimiento." (Katzman, 1993, pág. 115).

Por otro lado, los edificios elaborados todavía en la Nueva España bajo el influjo español directo, como los de Manuel Tolsá, estuvieron "marcados... por el gusto de la decoración y así los ejemplos... pronto derivaron en un estilo que ha sido denominado barroco republicano, el cual se extendió por todo el país durante medio siglo..." (Cortés, 2007, pág. 356).

La arquitectura evolucionaba en el México del siglo XIX. Por costumbre, como en muchas regiones de América, la arquitectura se basaba en la que se producía en Europa, aunque con interpretaciones más libres que se ceñían menos a las estrictas reglas de la práctica del viejo continente. Una de las razones de esta costumbre, fue la falta de contacto directo con las construcciones de las civilizaciones clásicas como las grecorromanas, que generalmente se empleaban como referencias. De cualquier modo, los libros y tratados sustituían esta interacción estética y desde la época novohispana, ya existían copias de tratados sobre arquitectura en este territorio en manos de la clase gobernante o en las bibliotecas de los conventos: "Los tratados de arquitectura fueron referencia constante para la actividad constructiva. Don Antonio de Mendoza, el primer virrey poseía un ejemplar de Alberti: los tratados formaban parte de las bibliotecas de los conventos de frailes..." y eran parte "de la instrucción que se impartía en la Real Academia de San Carlos." (Cortés, 2007, pág. 353).

El empleo de esta práctica arquitectónica en el siglo XIX se veía entonces como una disposición más adecuada a usos o materiales novedosos en esos entonces, y que eran más acordes a la época adaptándose a una sociedad cambiante, otorgando sentido común al diseño arquitectónico: "A partir de mediados del siglo XIX, imperaba una nueva concepción del orden y buen gusto:

la arquitectura debía liberarse de los ornamentos barrocos y manifestarse a través de la pureza y simplicidad." (Flores y Medina, 2012, pág. 214).

Al tiempo, en la Ciudad de Zacatecas, comienzan a aparecer otros ejemplos de edificaciones que, bajo el mismo espíritu común, emplean mezclas de patrones edificatorios basados en cánones clásicos: "El canon histórico es algo imperfecto, lleno de distorsiones e injusticias, en particular las creadas por el dudoso concepto de autoría, y el aún más dudoso concepto de genio; pero, no obstante, es útil, indispensable en realidad. Sin él, la arquitectura perdería esa relación especial con la historia, de la que extrae su profundidad cultural y crítica." (Collins, 1966, pág. 137).

Este fenómeno se puede ligar al Estado de Zacatecas en los albores del siglo XIX. Al igual que en otros lares, la arquitectura que se estaba produciendo en esa entidad, reflejaba un cambio importante que era derivado de la concepción de la vida bajo las ideas de la ilustración, que rescataba los textos clásicos y los aplicaba a la vida rutinaria. Así, en la arquitectura, estas nuevas expresiones se reflejaban en la reinterpretación de cánones clásicos que ahora resurgían y se empleaban retomando patrones establecidos para otorgar a los edificios de un carácter que daba preponderancia a la razón: "En términos generales, el racionalismo se asocia también con el arte clásico" (Katzman, 1993, pág. 24). Con estas acciones, se negaba la práctica de la arquitectura realizada en épocas anteriores, la del barroco, donde los autores interpretaban y variaban libremente los patrones que componían las edificaciones y los cargaban de ornamentos como complemento de fantasía en las composiciones, que entonces ya se comenzaba a considerar excesiva y de mal gusto. Al tiempo, este tipo de construcciones "debido a que fueron empleados para construir una serie de edificios representativos del gobierno, este estilo fue considerado como el estilo "oficial". (Lira, 1990, pág. 120).

Se podría pensar que el cambio de las expresiones arquitectónicas en los albores del siglo XIX en México sería un reflejo de un cambio de sentimientos hacia la reconfiguración política de la Nueva España y su independencia de la Metrópoli, pero la transfiguración arquitectónica se vendría expresando desde épocas anteriores, como el resultado de la influencia de la práctica edilicia de otras latitudes y contextos. A partir de ello, las nuevas ideas viajarán para dejar su impronta en las tierras mexicanas.

Algunos de los arquitectos que ya estaban realizando edificaciones basadas en cánones clásicos más estrictos, serían, por ejemplo, el relevante peninsular Manuel Tolsá o el también afamado Eduardo Tresguerras. Manuel Tolsá, sería en realidad, el arquitecto oficial, cuando se le comienzan a encargar comisiones ligadas al establecimiento de instituciones derivadas de las reformas borbónicas y su interés en las ciencias, como el Real Seminario de Minería, que se comienza a realizar en 1797 (Sánchez, 1977, pág. 151), en la Ciudad de México, o el Hospicio Cabañas de Guadalajara, por ejemplo.

Manuel Tolsá realizaría algunas otras comisiones en otras entidades, donde se requería de equipamiento local como la sede de la Casa de La Moneda de Zacatecas, actualmente conocida como “La Ciudadela del Arte”, como lo menciona Villegas (2011).



Ilustración 22. La antigua Alhóndiga de Zacatecas. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Algunos ejemplos de esta práctica arquitectónica fue la alhóndiga de la misma ciudad, mostrada en la ilustración 22, atribuida al arquitecto peninsular Antonio González Velázquez (Ramos, 1991). Esta edificación sería empleada posteriormente como fábrica de tabaco y oficinas gubernamentales. González Velázquez era un gaditano que llegó a la Nueva España en 1786 para fungir como el primer director de la escuela de arquitectura de la Academia de Artes de San Carlos de la Ciudad de México (Cánovas, 1999, pág. 48), además de ser el autor de la real Fábrica de tabacos de la Ciudad de México, de 1792, hoy conocida como "la ciudadela" y que actualmente alberga la Biblioteca "José Vasconcelos".

Otro ejemplo de interés es el Templo del Sagrado Corazón de Jesús, también en la ciudad de Zacatecas, expuesto en la ilustración 23, donde se deja ver el nuevo influjo de los principios clásicos, reflejado: "... en la arquitectura civil ... en la composición de fachadas, portadas y pórticos en todo género de edificios..." (Cortés, 2007, pág. 353).



Ilustración 23: Templo del Sagrado Corazón de Zacatecas. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Bajo la administración del gobierno de Francisco García Salinas, se realizan otros proyectos bajo un esquema de ideas similares, como El portal de Rosales (Villegas, 2011). Al final de cuentas, a diferencia de los edificios más elaborados y ornamentados del siglo XVIII, los de características del estilo neoclásico pudieron ser construidos "con una menor inversión y mayor rapidez, ya que la arquitectura grecorromana -en la cual se basó el neoclásico- en su desnudez estructural y simplicidad ornamental, resultó ser más práctica, más moderna y fundamentalmente más barata que la barroca." (Lira, 1990, pág. 120).

CAPÍTULO 5.- LA EXPRESIÓN ACADEMICISTA EN LA ARQUITECTURA DE LA PRODUCCIÓN DE LA HACIENDA NUEVA: 1834-1842

El programa de rehabilitación de las minas en el cerro de Proaño daría apertura a la industrialización de la minería en el Estado de Zacatecas, sirviendo de ejemplo para otras empresas nacionales y extranjeras.

La reactivación de las minas de Proaño en la primera mitad del siglo XIX potenció la actividad significativamente. Con el incremento de actividad se dieron las condiciones para que arribaran nuevos capitales, tecnologías y personas. Ello provocó que hubiera un gran intercambio de científicos y especialistas nacionales e internacionales, que a la postre, darían forma a una de las obras más importantes de la época en relación con la metalurgia de la plata: la Hacienda Nueva.

5.1.- Las instalaciones mineras de las minas de Proaño antes de la Hacienda Nueva

Antes de la rehabilitación de las minas de Proaño en la administración de Francisco García Salinas, hubo compañías inglesas que intervinieron en las minas de Fresnillo, Sombrerete y Zacatecas. Las compañías no adquirieron la propiedad de las minas, sólo contaron con concesiones otorgadas por el gobierno mexicano para poder explotarlas una vez que hubiesen sido denunciadas y puestas en operación. Una de estas compañías, la "United Mexican Association", invirtió en 1825 (Velasco et al., 1987, pág. 205) fuertes sumas para emprender las labores de desagüe, exploración, reconocimiento y extracción de las vetas concesionadas del estado de Zacatecas.

Sin embargo, la "United Mexican Association" fracasó en la rehabilitación de los yacimientos localizados en el cerro de Proaño. La situación de la minería en Fresnillo se vio agravada por los acontecimientos posteriores a la guerra de independencia tales como: la expulsión de residentes españoles, motines violentos y delincuencia. A estos factores se aunaron otras condiciones adversas como las situaciones climáticas extremas presentadas entre 1827 a 1831 (heladas, sequías, lluvias abundantes o escasas) y la falta de mano de obra

(García, 1834/1909, pág. 13). Estos desalientos terminaron por reducir las labores en las minas, en los campos y en las haciendas de los alrededores. El interés comercial de esta compañía se terminó y para el año de 1830 se crea por el gobierno zacatecano la "Compañía Minera Zacatecana" financiada por la Casa de La Moneda, la Hacienda Pública y distintos tipos de préstamos, para rehabilitar las minas de Proaño durante la administración de Francisco García Salinas. Fresnillo era una ciudad abandonada y los pocos habitantes que quedaban, Vivian en condiciones de gran pobreza, contando con solo alrededor de 2,000 habitantes (Dávalos, 2000, pág. 88).

La reactivación minera sirve para que la población de Fresnillo aumente y para el año de 1832 los habitantes en la villa ascenderían a la cantidad de 17,000 personas (Orozco et al., 1856, pág. 360).

Las labores de desagüe en las minas de Proaño comenzaron oficialmente en febrero de 1831 y las actividades extractivas comenzaron con éxito redituando en la obtención de volúmenes de mena de plata que fueron creciendo en años posteriores. Para contrarrestar la falta de mano de obra que existía en el real de minas a causa de su despoblamiento, el Gobierno del Estado de Zacatecas convocó a los gobiernos de los estados circundantes a que enviasen presidiarios a las minas de Proaño para que trabajaran en las minas. Por ello se instauró el presidio y casa correccional de Fresnillo en los primeros meses de 1831, en un local existente en "una casa del ayuntamiento" (Dávalos, 2000, pág. 88). Cada día, de ahí se escoltaba a los presidiarios a hacer sus labores de ida y vuelta por tropas del gobierno zacatecano (Auld y Buchan, 1883/2010, pág. 29)

Entre 1833 y 1834, con la reorganización de los trabajos en las minas de Fresnillo los volúmenes de producción variarían por peculiaridades relacionadas con las limitadas posibilidades técnicas de la maquinaria para la extracción de agua de las minas y porque en el mes de febrero de 1834 hubo varias epidemias de cólera y mucha gente murió, entre ellos, muchos trabajadores. Ello provocó que las minas se volvieran a inundar y de nuevo cayó en falta mucha mano de

obra. Sin embargo, con trabajo constante, el agua se sustrajo y se reanudó la actividad.

Por la incapacidad de desaguar las minas con la maquinaria tradicional, el 23 de agosto de 1833 el Congreso del Estado dictó un decreto autorizando al gobernador la compra en Londres de dos máquinas de vapor, de las que se hablará más posteriormente que se usarían para el desagüe de los tiros (Ortíz y Escobedo, 2016) La encomienda para la adquisición de esta tecnología fue puesta en manos de unos ingenieros ingleses Robert O. Auld y John H. Buchan que buscarían los fondos en Londres y facilitarían las gestiones de compra (Dávalos, 2000, pág. 92). Auld y Buchan escribirían un informe sobre las minas de Fresnillo en 1834. De la faena de la adquisición de las máquinas de vapor se hablará en detalle posteriormente.

Con toda esta bonanza productiva, se necesitaban instalaciones el beneficio del mineral. El gobernador García Salinas supervisaba personalmente los trabajos en Fresnillo y no solo rehabilitó las minas, sino que fue preciso: "montar setenta malacates en galeras a propósito, construir caballerizas para tres mil caballos, y reconstruir, además, tres haciendas de beneficio que se hallaban convertidas en ruinas." (Dávalos, 2000, pág. 88).

Según los datos recolectados por Silliman, El gobierno poseía dos haciendas de beneficio en Fresnillo: la más grande llamada "Guadalupe", que tenía tres morteros y 40 tahonas con oficinas y maquinaria necesarias para la amalgamación. La otra hacienda se llamaba "Rosario", con dos morteros, 12 tahonas y dos hornos para fundición, donde se empleaban 500 animales, con capacidad de reducir "1300 cargas de mena por semana" (Auld & Buchan, 1883/2010, pág. 28). También habría un zangarro (San José) en medio de la ciudad donde se reducían 500 cargas a la semana.

El material extraído se enviaba a las haciendas de beneficio de la localidad, pero aun distribuyendo el máximo volumen de material posible entre todos estos establecimientos, estos no daban abasto y no se lograba obtener el volumen de

plata requerido. El excedente de mineral sin procesar se tenía que enviar a Zacatecas para ser beneficiado: "que no hubo fleteros suficientes para conducir a esta ciudad los que no podían ser beneficiados en Fresnillo." (Amador, 1892, pág. 400). La instalación que beneficiaban este excedente de mineral eran la hacienda de Bernárdez que pertenecía a la "United Mexican Company" y la hacienda de La Granja, de la compañía "Bolaños, Co.". El transporte se hacía mediante carretas con bueyes, que era el medio más común y más barato (Auld & Buchan, 1883/2010, pág. 29).

La falta de instalaciones capaces de procesar todo el mineral producido en Fresnillo fue la motivación de impulsar la creación de una instalación de mayor tamaño que pudiera tener la capacidad de atender las necesidades de obtención de plata en un solo sitio y con proximidad suficiente para hacer más eficientes estos trabajos bajo un esquema más sistematizado. Estas son las razones que motivaron la realización de un proyecto que se propuso localizar en un sitio llano localizado entre la mina de Proaño y el poblado de Fresnillo.

La negociación que se hizo sobre la mina de Proaño cubría perfectamente los gastos y dejaba mucho sobrante para la hacienda pública del Estado. Por otro lado, señala que el trato que se les dio a los presos generó que un gran número se rehabilitaran para dedicarse después con tranquilidad y honestidad al trabajo y no volvieron a cometer alguna felonía. El mineral de Fresnillo entonces entró en un periodo de actividad y de provecho que fundó las esperanzas de mejores tiempos por venir.

A finales de 1834, la reactivación funcionaba venturosamente. Dávalos (2000) cita a García (1895) que dice que el laborío de Proaño:

[...] ocupaba más de tres mil quinientos caballos en minas y haciendas; mantenía cerca de cuatro mil caballos y mulas; tenía muy adelantados los trabajos de construcción de una gran hacienda de beneficio... Entre las existencias se encontraban: dos grandes máquinas para molienda y granceo de minerales, cada una de ellas con una fuerza de trescientos caballos de vapor,

además de una maestranza y de grandes máquinas para el desagüe en bombas.
(pág.177)

Sin embargo, esta bonanza llamó la atención del presidente de la nación Antonio López de Santa Anna, de tendencia centralista, que necesitaba fondos para financiar la guerra que preparaba contra Texas. Dado que García Salinas atendía más los intereses federalistas, esto fue la excusa que fomentó las diferencias políticas entre ambos. Santa Anna advierte a García Salinas de adherirse a sus intereses o atenerse a una incursión militar del poder central. García Salinas decide enfrentarlo por la vía militar y este en respuesta avanza con sus huestes a Zacatecas donde incursiona y vence los ejércitos del estado en la comunidad de Tolosa, cuando García Salinas convoca a la defensa.

Las potencias militares zacatecanas fueron perdiendo fuerza, dado que muchos de los soldados se escapaban o se adherían a las causas de López de Santa Anna. Así, para el 11 de mayo de 1835 López de Santa Anna sitió Zacatecas y la ciudad es amedrentada. Posteriormente, continúa tomando algunos otros lugares como Sombrerete y Fresnillo. Para el 27 de mayo en regresa a la ciudad de México; lleva consigo a prisioneros, armamento la artillería del Estado: "Testigos hay de Zacatecas de Los escandalosos robos que allí se hicieron: carros cargados de barras de plata fueron sacados por Santa Anna y conducidos a Manga de Clavo!! El Fresnillo fue casi suyo, y à esos robos á la federación debe Santa-Anna tener hoy más de tres millones de pesos en el banco de Lóndres." (Anónimo, 1849, pág. 12).

Al fin de cuentas, parece que la intromisión en Zacatecas por López de Santa Anna fue una estrategia de emergencia, pues uno de sus generales comentaba que "ya era necesario venir a Zacatecas y a Fresnillo pues en México no tenían ni para comer" (Amador, 1901, pág. 424).

Para el año de 1835 la "Compañía Minera Zacatecana" es disuelta y saqueada por órdenes de Antonio López de Santa Anna, quien, para paliar un poco la mala impresión y los perjuicios que había cometido, reorganiza la entidad minera y conforma una nueva compañía llamada "Zacatecano-mexicana" (Baylles,

Iturbe, de Rozas, y Sáyago, 1845, pág. 7) con intereses nacionales e ingleses para suprimir la intervención directa del Estado de Zacatecas. Santana tenía un cómplice que se llamaba Lorenzo Carrera (Amador, 1892, pág. 424) a quien colocó en calidad de administrador de la negociación de Proaño.

A este personaje, se le entregaron todos los bienes de la “Compañía Minera Zacatecana” como consta en el inventario que para el efecto se hizo y que existe en el Archivo General de la Nación en la Ciudad de México, elaborado en mayo de 1835, del que se hablará brevemente a continuación. Posteriormente, López de Santa Anna, nombra como director de la “Compañía Zacatecano-mexicana” primeramente a Narciso Anitúa, que será sucedido años después en el año de 1838, por José González Echeverría (López, 2014, pág. 1) un personaje con experiencia en tareas administrativas, que supo sobrellevar el cambio de propietarios de manera muy provechosa.

5.1.1.- El Inventario de la negociación de minas del Fresnillo, dado a Lorenzo Carrera en mayo de 1835

Este inventario es revelador por varios aspectos, pues habla de los materiales de los edificios y de sus dimensiones, lo cual hace pensar en las técnicas constructivas empleadas en dichos inmuebles, por ejemplo, del tiro general habla de elementos arquitectónicos:

El cuadro de ella contiene 66 varas de oriente a poniente y de $64 \frac{2}{3}$ de norte a sur, cuyos simientos son de piedra y barro y cuadrada en longitud por su latitud en descensos con inclusion de 24 varas de cada una de las cuatro en cada esquina, hacen 712 varas cuadradas que se aprecian en [...]

En la misma longitud incluyendo 32 pilares dobles de dentro y fuera, y dejando para el completo de la latitud del Sur las paredes de las galeras de oriente y poniente, las de las cinco galerita del Sur y sobras de la galera del N, [...] 7.5 lo. en. de pared de Adobe, que se estiman en [...]

Por 82 varas cúbicas de calinto en canalones y Pretiles, apreciadas en [...]

Se infiere de esta información que el adobe era un material de construcción muy común, así como la integración de elementos de piedra con cal. En el inventario se describen muchos espacios, tales como galeras donde se guardan

materiales para la elaboración de malacates, donde hay: pies derechos, vigas de marca, tejamaniles, tabletas para los techados, tirantes en diagonales y donde se guardaba maíz. Adicionalmente, habría sitios para guardar maíz y pajeras para los caballos.

De estos espacios, evidentemente las caballerizas eran muy importantes, y en el inventario se hace relación de estos espacios y del número de caballos que se tenían para accionar los malacates:

Caballerizas

Hay 3 paredes de oriente, poniente y norte, 82 varas de simiento de piedra y barro en 24. pilares a 12. rs. vara

Por 208. varas en los pesebres, con simiento y pared, a 1. peso.

En la misma longitud de las 3. paredes anteriores y pilares, resultan 944. varas cubicas de pared de adove. a 1. po.

En las 4 naves de norte a sur, se halla de 1. pilas a otro de oriente a poniente 208 vigas de marca a 11. rs.

En 329. Vs. de pesebre, se hallan 47 vigas de marca, a 11. rs.

Por 988 viguetas que hay en en cuadro del techo de esta fabrica, a 9. % rs.

Por 16 viguetas y 4. vigas, en amarraderos y separos de las paradas; las 1as a 4. rs. Y las segundas a 1. ps.

Por 18.000 tabletas, a 7. ps. millar

Por 3.060 cargas de tierra en torta que hay en 1.020 varas de azotea, a 30. ps. 1 peso

Por 4.080 varas (digo) cargas de lama, a 24. por 1. ps.

Por 204. varas cubicas de calicanto en pretil y canalones, a 20. rs. vara

Por la puerta grande del campo que esta al oriente

Por la puerta q. esta al Norte y se comunica con las nuevas caballer.

Por 1. Farol de cristal en la entrada

Frente

—

Del frente

Caballerizas nuevas

Por 1.179. varas cubicas de lared de adove, a 1. po.

Por 964. varas de simiento de piedra, a 12. rs

Por 238. varas cubicas de pesebre, a 1. po.

Por 40. vigas de marca en id. a 10 rs.

Por 293. viguetas en el tramo techado, a 9. rs.

Por 6.500 tabletas en id. a 7h (%=h) por millar

Por 1.020. cargas de lama en id, a 18. ps. 1. po

Por 795... id. De tierra en id, a 40. ps. 1. po.

Por 79 varas de canalon y pretil, a 1. po.

Por 49. vigas, y 2. viguetas en los amarraderos y separos, con algunas sueltas: las 1. ras a 10. rs. Y mas 2as. a 9. rs.

Caballada

Por 334. Caballos en el servicio de los malacates a 12. ps. cada uno

Por 191. Mulas, a 30. ps.

Por 13. Caballos de silla, a 19. ps.

Se observa que las técnicas constructivas son similares y que se emplean los mismos elementos, tales como adobes en muros, vigas de madera en techos cubiertos por terrados, todo ello cimentado con piedra. Por la información relacionada, se ve que la parte superior de los muros se cuidaba especialmente, pues se especifica muy claramente que había cal y canto en canalones y pretilas. Los componentes constructivos de madera se observa que eran muy apreciados, pues los nombran por pieza: puertas, ventanas y en algunos casos muebles empotrados en muros. Por otro lado, los faroles también se contaban cuidadosamente. Desafortunadamente, de estos espacios no hay referencia espacial, aunque estos datos pueden ser útiles para la Parte Tres, donde se habla de unas casas de máquinas Cornish que se instalarían en los tiros de Beleña y San Francisco.

De San Francisco, se nombra la siguiente herramienta:

Herramienta de fragua

Por 1. Fuey grande con alcxioy

Por 1 Id. chico con.....id.

Por 3. Yunques de almadaneta, con peso de 2.@ cada uno

Por 3. Machos de á 12. N, á 2. P

Por 3. Martillos de mano, á 4 r

Por 4. Pares de tenasas de mano, á 1. P.o

Porid. De anillo, á 2. P

Por 1. Tornillo de mano con peso de 1.@

Por 1. Clavera con peso de 12. N.l

Por un Hovillo, una tapadera de golpe y 2. Atisadores, á 4 r. Pieza

Por 3. Sinchos de los yunques, á 1. Po.

Por 1. Repartidor

Herramienta de mina

Por 26. Barras con peso de 8. Quintales 2. @. A 25 pesos quintal

Por 335. Barrenas de golpe con peso de 28 %quintales, á 25.ps. Qq.

Por 19. Barrenas de pulso, con peso de 1. Quintal 1@ a 25. Ps. qq.
Por 101. picos barreteros, con peso de 6%^s qq a 25. Pesos quintal
Por 99. Cuñas de mano, con peso de 1. qq .l 3.@. Á id.
Por 20. Cuñas de agua con po. De 3.qq.s. Aá id.

Vta.

De la vta.

Por 21. Cucharillas con peso de %qq.l á 25. Ps
Por 16. Atacadores con peso de 1%qq.l á id..
Por 16. Ahipunces con peso de 1.qq.l
Por 8 pernos y 4. Guifos, con peso de 2. Quintales , á 25. Ps
Por 2 quintales de fierro bruto, á 19. Ps.

En el tiro de San Francisco se sabe que había un patio con edificaciones de buen tamaño, como lo señala Ortega (1901) que albergaban talleres y oficinas.

5.2.- La construcción de la Hacienda Nueva: la fábrica palacio

Después de la complicada transición administrativa del manejo de las minas de Proaño entre la "Compañía Minera Zacatecana" y la "Compañía Zacatecano-mexicana", se restablecieron los objetivos y trabajos de la entidad financiera. A pesar del cambio, el cambio de administración con José González Echeverría resultó ser afortunado. Este personaje congeniaba con las ideas de García Salinas y dio continuidad a las acciones que este último había propuesto e iniciado en Fresnillo cuando gobernaba.

Una de estas acciones sería la de la creación de un ingenio de mayor tamaño para beneficiar toda la mena extraída en Proaño y evitar los procesos disgregados que se tenían anteriormente en las haciendas de Fresnillo y Zacatecas. Con ello se tendrían ahorros en la transformación del mineral y su transporte además de lograr un mejor control en insumos, costos y tiempos de producción.

En la conceptualización de esta instalación de beneficio se contempló el método de patio, considerando una combinación acertada de continuidad en los pasos del proceso y espacios físicos apropiados y adecuados para permitir un mayor volumen de transformación. Se pretendía asegurar niveles de rendimiento significativos, para conseguir ganancias económicas contundentes para la empresa propietaria.

Para la construcción del proyecto se eligió un sitio llano entre las minas de Proaño y la ciudad de Fresnillo. El solar elegido está en una elevación menor que el de las bocas de las minas y tiros. El área seleccionada tenía una pendiente mínima que ayudaba a las labores del beneficio de patio "... a unos cuantos metros cientos metros del Cerro de Proaño." (Dávalos, 2000, pág. 95). Como se contará adelante, esta diferencia de niveles ayudará en la provisión del agua para las labores de beneficio.

Si bien la precisiones conceptuales del proyecto son desconocidas, algunas son prioridades que señala Salazar, como prioridades prácticas típicas de la época: "Los criterios para la estructuración del espacio de la hacienda de beneficio fueron los siguientes: el proceso del beneficio de metales, la condición de temporalidad de los asientos de minas, la necesidad de defensa contra los ataques chichimecas en las primeras décadas del siglo XVII Y el requerimiento de un abastecimiento constante de agua." (Salazar, 1998, pág. 143) De entre estas situaciones, la de la seguridad siguió siendo una dificultad en Fresnillo durante todo el siglo XIX, por la constante amenaza de ataques de indios bárbaros: "A principios del siglo XIX, son numerosos los viajeros que todavía consideran la tierra de los chichimecas, como lo son las inmensas llanuras que se extienden al norte de la ciudad de Zacatecas, como tierra incógnita. el Padre Morfi, que recorrió la región en la década de 1770, señala en su diario que, al norte de Fresnillo, lo esperaban indios armados con flechas." (Langue, 1999, pág. 204).

Cuando el proyecto se comienza a construir, se le conocerá como "Hacienda Nueva". Esta Hacienda también cumplirá dos de los tres casos de localización urbana señalados por Salazar para este tipo de arquitectura productiva: "... las haciendas en interrelación con otras haciendas o con los pueblos... podían estar (García, 1834) producción, ampliando la propiedad de sus alrededores para llegar a ser grandes unidades de producción. Un tercer caso es cuando las haciendas de beneficio estaban en la periferia de una población." (Salazar, 1998, pág. 146).

Aunque la autoría de este proyecto se discute, hay algunas fuentes que concuerdan en que esta se podría atribuir a un ingeniero francés llamado Julio Doy. Eso se expresa, por un lado, en las memorias escritas por Francisco García Salinas al congreso del Estado en 1834, que rezan: "que se seguirá el esquema del Ing. Civil julio Doy". (García Salinas, 1834/1909, pág. 19), Por otro lado, Amador (1892) señala que llega a esta ciudad el "inteligente ingeniero francés don Julio Doy" a quien se le encarga la construcción de 100 tahonas o arrastres

"para aumentar la molienda de los metales, una que llegó a la cantidad de 3000 cargas semanarias." (Amador, 1892, pág. 401). Se establecía en el reglamento de la compañía, que debía haber un "... un ingeniero civil encargado de las obras exteriores que se ofrezcan hacer en la negociación. Será de su obligación levantar los planos y demás dibujos que fueren necesarios al efecto... cuidará de que las obras ecistente se conserven en el mejor estado de servicio... solo estará sujeto a las órdenes inmediatas del director." (García, 1834, pág. 10).



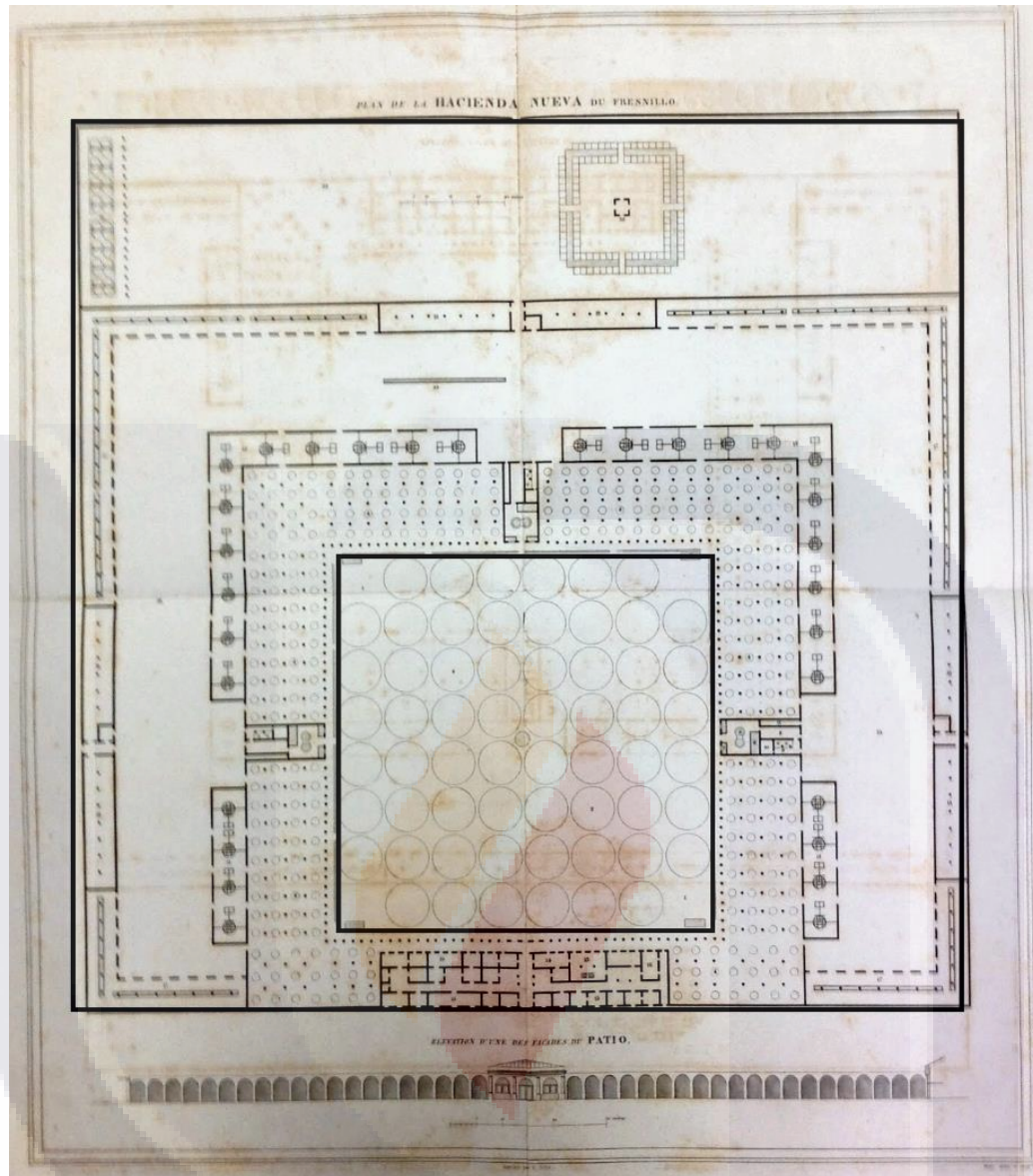


Ilustración 24: Planta arquitectónica de la hacienda Nueva del Fresnillo. Fuente: St. Clair Duport (1840). Originalmente delineado por Dulos.

La Hacienda Nueva del Fresnillo fue un proyecto distintivo pues fue famosa en su época por sus grandes dimensiones y por su peculiar arreglo en planta que, a la manera de las fábricas palacio, contaba con un gran patio de forma cuadrangular alrededor del cual se disponían espacios cubiertos y otros patios en el contorno del conjunto como se puede ver en la ilustración 24.

Esta primera edificación concuerda en concepto, con la mayoría de las instalaciones productivas de la época, donde todavía persisten los patrones arquitectónicos clásicos de gran influencia académica y se repiten patrones de escala y forma derivados de la tipología arquitectónica de los palacios, considerando la necesidad de un gran tamaño para el edificio y su disposición formal y funcional. Muchos de estos inmuebles se insertan en el periodo llamado preindustrial, donde se está forjando el sistema de trabajo a gran escala, aun sin la presencia de grandes máquinas: "Las primeras tipologías copian al palacio e instaurarán en sus pisos un sistema de circulación horizontal para la producción...escasamente mecanizadas" (Darley, 2010, pág. 38).

Como el proyecto mencionado de las Salinas de Monmorot, La Hacienda Nueva tendría una muralla perimetral -que todavía se conserva en partes- para protegerla de robos o asaltos que le dio un carácter defensivo. Darley comenta que este tipo de formas en edificios fabriles tenía también la intención de: "Imponer la eficacia a una mano de obra no cuantificada, posiblemente eventual, (que) no era una tarea fácil... para ello.... se desarrolló una geometría lógica. El bienestar físico y moral de la mano de obra era esencial para el proceso..." (Darley, 2010, pág. 6) . En realidad, en la Hacienda Nueva, se creó un mundo interno profundamente separado del exterior donde se buscaba la eficiencia y el orden para mejorar los resultados del beneficio de la plata.³⁰

Los locales cubiertos en el perímetro del gran patio, se resguardaban bajo una arcada continua, una logia, enfatizando un sentido de orden y regularidad en la edificación empleando libremente un lenguaje clásico: "La habilidad de los arquitectos del mejor *revival* renacentista, no se refleja en la exactitud arqueológica de sus fachadas, sino en la libertad con la que emplearon el

³⁰ "Esos microcosmos cerrados de la fábrica y la mano de obra pronto llamar una atención de los teóricos sociales y políticos; y es que en ellos existía una sociedad en miniatura sobre la que podían fundarse mundos mayores y mejores." (Darley, 2010, pág. 51).

vocabulario tectónico clásico..." (Collins, 1966, pág. 96). Por ello se puede decir que la construcción tenía un aire que más neorrenacentista que neoclásico. En esa época, la arquitectura clásica "reflejaba el poder de los nuevos industriales. Pero también era una vestimenta refinada y digna para los edificios..." (Darley, 2010, pág. 38).

La Hacienda Nueva disponía en planta de una serie de espacios que eran el resultado de un análisis cuidadoso de los pasos del proceso de beneficio de patio. Así, además de un gran patio para el beneficio del metal "...en un cuadro de 125 m de lado, enlosado en piedra consistente y cercado por un antepecho de mampostería de un metro de altura" (Amador, 1892, 405), había locales auxiliares como en otras haciendas de este tipo, tales como: almacenes, caballerizas, carpinterías, herrerías, hornos de recuperación de azogue, fundición final de los lingotes de plata, entre otros, para facilitar las tareas y hacer eficiente el trabajo. También se haría especial énfasis en colocar una casa para el administrador, que como en otras ocasiones, se disponía en un punto en el cual se garantizara el control de la producción. En el caso de las Salinas Reales, Ledoux le llamaba a este elemento: "el templo de vigilancia" (Darley, 2010, pág. 60).

Una característica interesante de este complejo es que no hay espacios de culto religioso, posiblemente esta práctica se llevaba a cabo en las iglesias cercanas existentes. Aunque es posible que ello tuviera que ver con el hecho de que había un sentido laicista detrás de esta decisión.

Los testimonios documentales de la arquitectura de dicha instalación productiva decimonónica son escritos y gráficos y ayudan a contar el estado de dichas instalaciones. Algunos son muy significativos, como el óleo pintado por el italiano Pedro Gualdi, que realiza en 1840 y que se conserva en el Museo Nacional de Historia, en el Castillo de Chapultepec, en la Ciudad de México. "la hacienda Nueva del fresnillo es verdaderamente hermosa. Un patio espacioso, con su fuente en el centro y arquería en derredor: caballerizas y almacenes

amplios y seguros: piezas para las oficinas: habitaciones para los dependientes. (Payno y Del Castillo, 1843, pág. 7)".

Adicional a las consideraciones técnicas y proyectuales, se tenía en cuenta un enfoque social con el empleo de la mano de obra de los presidiarios, con el efecto de rehabilitarlos socialmente mediante estas tareas y que con ello, obtuvieran un sueldo: "el trato que se les dio a los presos se observó con tal disciplina, haciendo hincapié en la moralidad y sentido de aprovechamiento, que hubo un gran número de presos que se rehabilitaron para dedicarse después con tranquilidad y honestidad al trabajo y no volvieron a cometer alguna felonía. El mineral de Fresnillo entonces entró en un periodo de actividad y de provecho que daba esperanzas a esta población de mejores épocas por venir." (Amador, 1892, pág. 401). La rehabilitación se basaba en un orden social interno donde prevalecía la eficacia, la productividad y la disciplina.

La construcción se lleva a cabo bajo la supervisión de Narciso Anitúa (Duport, 1843, pág. 350), un minero vasco asentado en Sombrerete, designado director de la negociación. Escamilla relata que: "En diciembre de 1836 apenas se habían concluido 96 tahonas, dos lavaderos, cuatro molinos, las instalaciones de apoyo, parte de las habitaciones y las oficinas de cuentas, avance suficiente para iniciar operaciones. En 1837, ya existían 192 tahonas y se habían completado las oficinas." (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 190). Larrea comentaba del número de trabajadores: "Se ocupan en la repetida hacienda Nueva, cuarenta y un empleados, cuyo: pago importa 618 pesos semanarios: cuatrocientos setenta y dos jornaleros, incluso ochenta y tres que han trabajado en la obra material: y mantiene mil doscientas bestias en caballeriza." (Baylles, Informe que da la Junta Menor Permanente de la Compañía de minas Zacatecano-Mexicana del estado de la negociación del Fresnillo en el primer semestre del año de 1839, 1840, pág. 33), la vista del complejo era la que se muestra en la ilustración 25.



Ilustración 25: Representación de la instalación original de la Hacienda Nueva. Al centro, las labores de beneficio de la plata por el método de patio. Fuente: José Humberto Flores Castro, basado en la lámina del "Museo Mexicano" de 1843.

Afortunadamente, en la obra de Saint Clair Duport aparecen algunas láminas que añaden información gráfica del contenido escrito. En una lámina, se muestra la planta arquitectónica de la Hacienda Nueva (Dulos, 1843), que el autor dice que reprodujo bajo la aprobación de Narciso Anitúa y de Julio Doy (Duport, 1843, pág. 261). La visita de Duport sucede precisamente en el año en que se termina el inmueble por completo, en el año de 1843 (Ortega, 1901, pág. 8).

Además de la información gráfica mostrada por Duport, hay otras láminas adicionales en donde se describe parte de la maquinaria empleada para los procesos. Los gráficos ayudan a entender cómo funcionaban estas máquinas y para esta tesis se han recreado en tres dimensiones en la computadora, para aclarar con mayor detalle su desempeño, una vista de ello se ofrece en la ilustración 26.

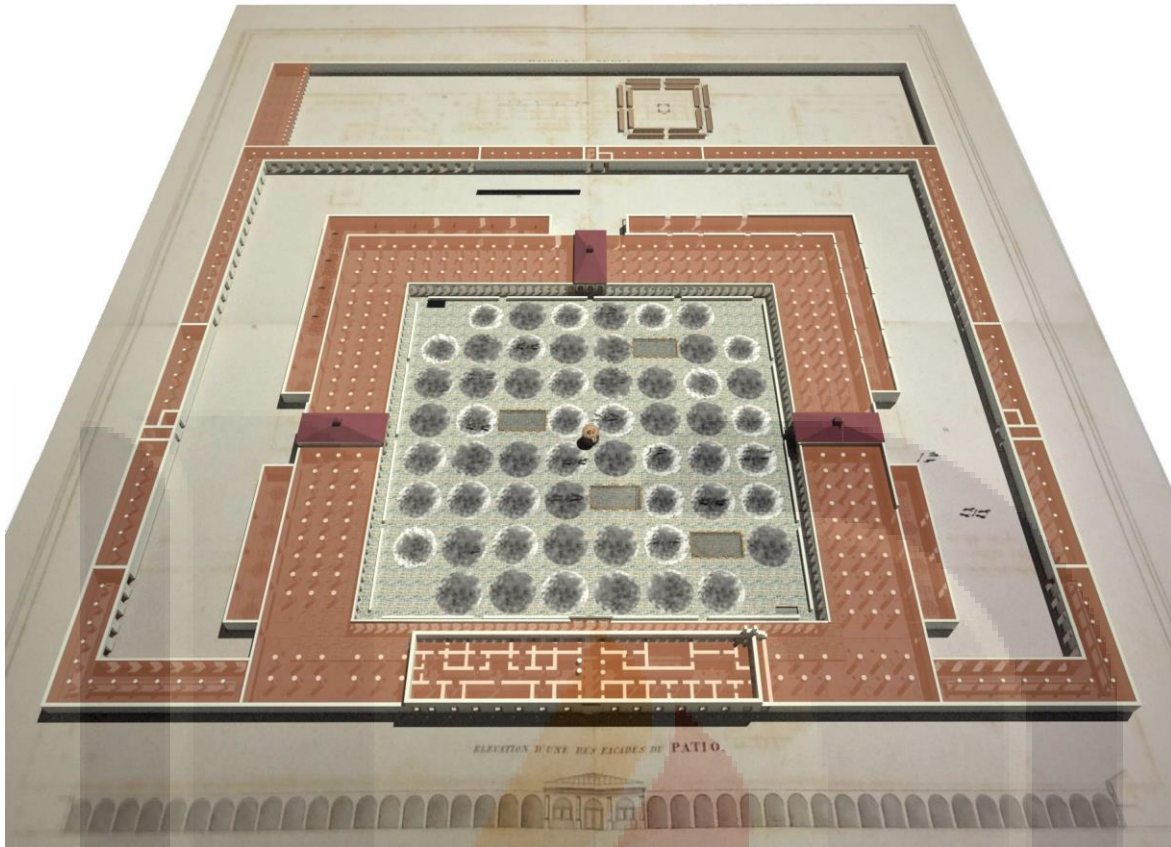


Ilustración 26: Recreación tridimensional de la Hacienda Nueva. Al centro, el patio de beneficio y a la derecha, descubiertos, los espacios dedicados al manejo de mineral y para mulas y caballos. En primer plano, se ven los locales administrativos y casas de empleados Fuente: José Humberto Flores Castro, sobre el plano del libro de St. Clair Duport (1843).

Este contorno minero, como establece González Milea tenía: "cuatro sendas entradas, una a cada punto cardinal, dan acceso a zaguanes amplios con grandes almacenes a los lados para guardado de semillas, pasturas y maderas. La entrada principal se encuentra en un gran bloque donde están las oficinas principales o del director de la hacienda, la contaduría y el escritorio." (Gonzalez Milea, 2006, pág. 20).

Julio Doy era un personaje del cual no se sabe mucho en la actualidad, sin embargo, como lo prueban algunos documentos del Archivo General de la Nación en la Ciudad de México y del archivo histórico de Sombrerete, se comprueban dos cosas: una, que era ingeniero, y otra, que era francés, y que vivió hacia el

año de 1854 en Sombrerete y casó con una ciudadana irlandesa que vivía en esos entonces en esa ciudad. De cualquier modo y de acuerdo con el Dr. Pérez Siller, que se enfoca a estudios de relaciones históricas entre México y Francia: "En un Registro de franceses en México, en 1849, encontré a un tal Jacques Doy, originario de Lyon, y como profesión "*ouvrier mineur*" (obrero de minas), estado civil, soltero, y reside en Fresnillo, Zacatecas.... no sé si se refiera al mismo, pero muy probablemente... Recuerde que los franceses, en esa época y aún hoy día, se les bautiza con al menos tres nombres".

Por otro lado, hay un registro de un Jaques Doy, que aparece en 1826 en "*liste d'élèves de l'Ecole royale d'Architecture de Paris*" (Delaire, Pénanrun de, Thérèse, y François, 1907, pág. 245), donde se menciona como graduado de arquitectura, lo que se puntualiza en la ilustración 27. No es de extrañar que Julio Doy se entendiera bien con Francisco García Salinas con quien pudo haber participado para definir este proyecto, pues según menciona Sergio Candelas (2010), se comunicaba fluidamente en francés. De cualquier modo, si era ingeniero (Pacey, 1980, pág. 126), podría cumplir las funciones de un arquitecto: "la formación de los ingenieros militares realizada en academias que se establecieron antes que las de arquitectura, con formación científica, de construcción y con las bases para realizar en forma correcta obras de arquitectura, les permitió desplazar frecuentemente a los arquitectos en las obras más importantes." (Cortés, 2007, pág. 336).

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

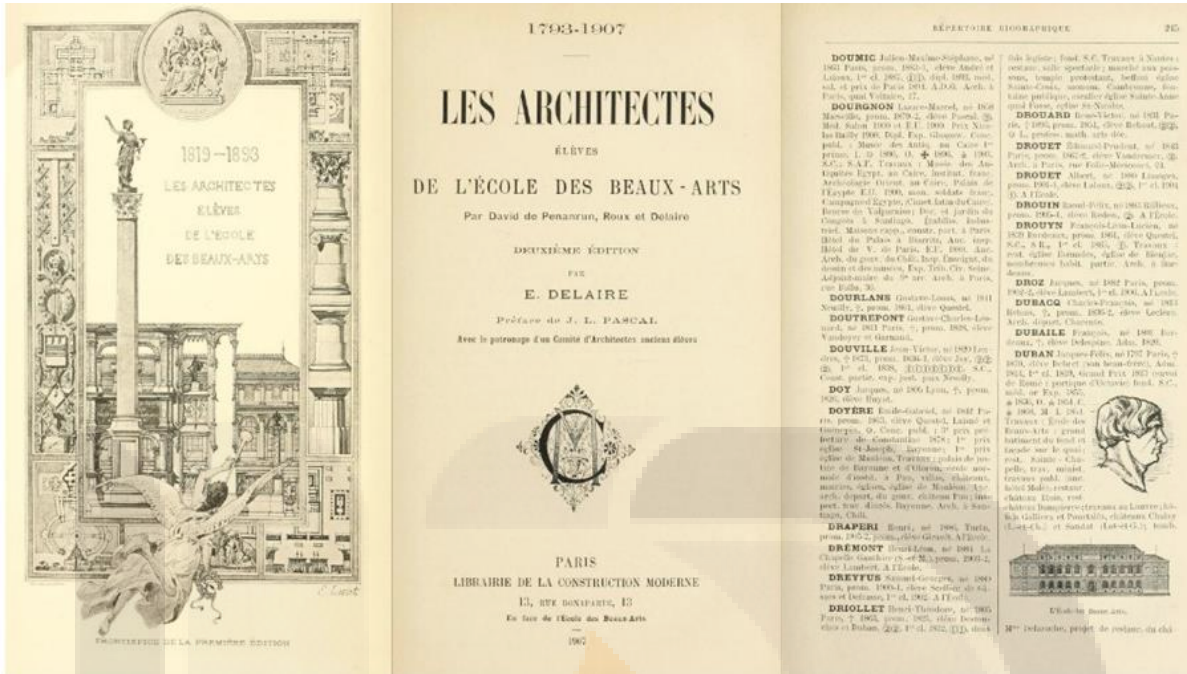


Ilustración 27: Un J. Doy, aparece en 1826 en "liste d'élèves de l'Ecole royale d'Architecture de Paris".

Bajo los antecedentes presentados por las imágenes de la época y por los antecedentes teóricos descritos anteriormente, se plantean algunas hipótesis que pueden sustentar la singularidad de este conjunto edilicio para la producción de la plata en Fresnillo. Posiblemente Julio Doy, teniendo la formación de arquitecto o ingeniero, muy probablemente conocía tratados de arquitectura o los libros de Palladio y de Ledoux como se acostumbraba en la época, pues en la Hacienda Nueva hay elementos compositivos y funcionales que son notoriamente parecidos a los ejemplos citados por estos autores en sus importantes publicaciones (Escamilla González y Morelos, 2017).³¹

³¹ En Escamilla y Morelos (2017) se menciona el hecho de que el Sr. Doy tenía oportunidad de crear diversos ingenios para hacer eficientes los procesos de la minería: «Sr. Doy, ingeniero francés», empleado según él hacía ya varios años en la Compañía. El hábil maquinista Julio [¿Jules?] Doy había construido un molino de minerales movido por viento en 1832 en Fresnillo y continuó activo en Zacatecas al menos hasta 1851.» (pág. 190)

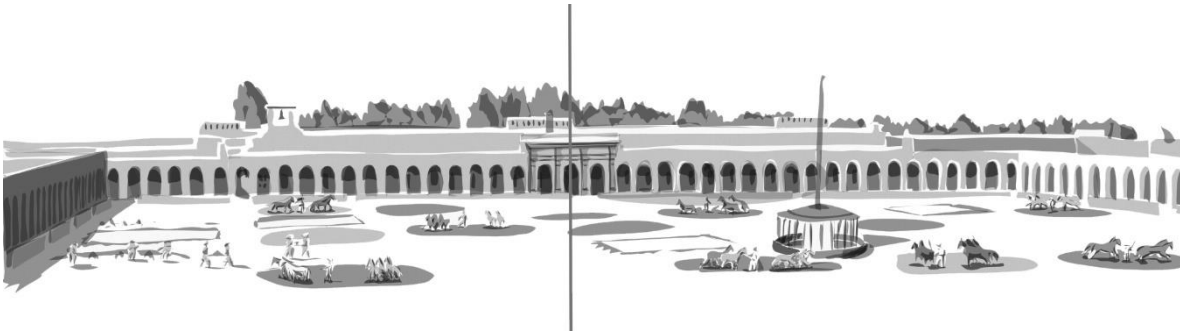


Ilustración 28: Sección del óleo de Pedro Gualdi de 1840 que se encuentra en el Museo Nacional de Historia, donde se aprecia el tratamiento de las logias que componen cada uno de los cuadrángulos de la Hacienda Nueva. La imagen base se obtuvo de: <http://www.sothebys.com/en/auctions/ecatalogue/2012/latin-american-art-n08907/lot.15.html>.

Por un lado, se perciben ciertas trazas compositivas derivadas del concepto de ideas de arquitectura del pensamiento ilustrado de finales del siglo XVIII donde, como al modo de Ledoux, se maneja la regularidad y el cuidadoso estudio del proceso productivo para crear un ambiente de eficiencia y de decoro, que, según Vitruvio, es el reconocimiento de la forma y los usos como referencias en la interpretación, si la forma no se reconoce y se relaciona con el uso, el caos aparece y ayuda a que se reconozca la arquitectura a través de la relación con el tamaño, la organización, la fuerza, la textura o su potencia en conjunto (ilustración 28). En este caso, se empleó el cuadrado como geometría ideal que conforma un gran patio alrededor en el cual se llevan a cabo los procedimientos principales del método de beneficio de patio.

Este espacio se contenía por un edificio compuesto por una logia continua que, por detrás, albergaba algunos otros espacios relacionados con el proceso productivo y que necesariamente tendrían que estar a cubierto como caballerizas, la casa del administrador, los talleres de fundición y otros más para el mantenimiento y buena función de las tareas.

Básicamente se rescata el sentido de simetría, era muy importante para todo edificio que se dígase de ser importante: "La disposición de los templos depende de la simetría, cuyas normas deben observar escrupulosamente los arquitectos. La simetría tiene su origen en la proporción, que en griego se

denomina analogía." (Vitruvio, 1/1997, pág. 81). El acomodo de los espacios para las tareas de producción, y la repetición de elementos que conforman, por un lado, una edificación que combinaría vivienda y trabajo en un solo complejo, sobre todo en sus Villas Campestres, se observa muy similar a la composición que Doy daría para su conjunto minero.

Las entradas localizadas al centro de cada uno de los extremos del cuadrángulo, según se observa en el óleo de Gualdi, son del orden toscano. Palladio señala que el orden "...toscano, como es más tosco, se usa raras veces sobre tierra, excepto en fábricas de un solo orden, como los cobertizos de campo..." (Palladio, 1570/1988, pág. 71), y sugiere que el uso de las logias es pertinente por ser estas dedicadas a las circulaciones exteriores y "sirven para muchos usos como pasear comer y otras diversiones, y se hacen mayores o menores según exija la magnitud y comodidad de la fábrica..." (Vitruvio, 1/1997 pág. 119).

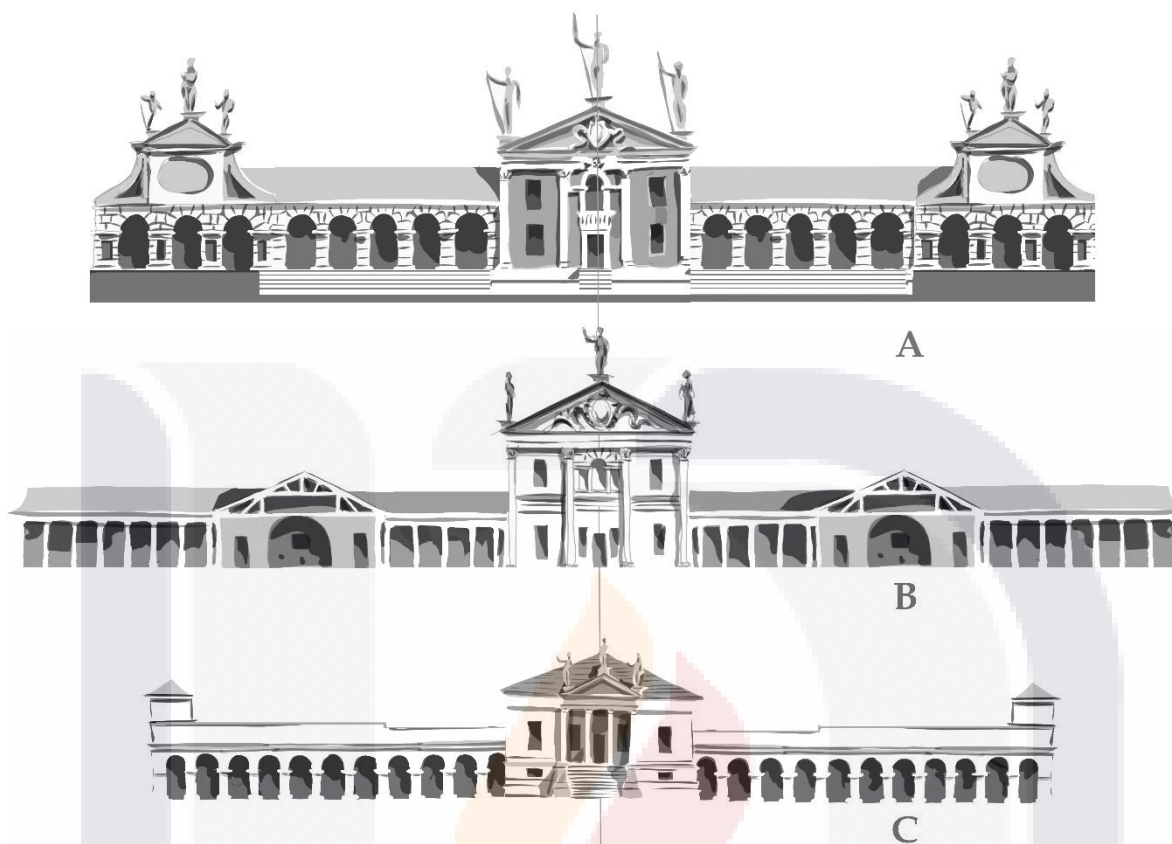


Ilustración 29: Las Villas: A: Barbaro, Angarano y Emo de Andrea Palladio, redibujadas por el autor en base a los dibujos que aparecen en "Los cuatro libros de arquitectura". Se observa el tratamiento de logias y de pabellón central que combina vivienda y espacios para la producción agrícola.

En relación con sus villas de campo, Palladio enfatizaba el hecho de que estas son el producto de dos usos: el de vivienda y el de producción, que, en su caso, es agrícola. Aun así, los ejemplos que relaciona presentan casi siempre un patrón definido en el cual prevalece un pabellón central que está flanqueado por logias alargadas que resguardan los espacios dedicados a la producción³². Ver ilustración 29.

³² De la Villa Barbaro, señala que a un lado de la casa del dueño "A uno y otro lado hay logias que en las extremidades tienen dos palomares y debajo de ellos hay lagares, establos y demás elementos para los trabajos del campo." (Palladio, 1570/1988, pág. 213). De la Villa del Conde de Angarano, comenta que la casa queda en medio y que "a los lados del patio hay bodegas, graneros, lagares, habitaciones para el capataz, establos, palomares y además a una parte el patio para las cosas del campo, a la otra un jardín." (Vitruvio, 1/1997, pág. 233). De La Villa del Señor Leonardo Emo, en Fanzolo: "Las bodegas, los graneros, los establos y demás lugares apropiados para los trabajos del campo están a una y otra parte de la casa del dueño... Por

5.2.1.- La percepción de los viajeros y la Hacienda Nueva

A partir de los siglos XVIII y XIX, se vuelve más común recibir viajeros extranjeros en México, que por un lado arribaban con interés de conocer el territorio desde el punto de vista científico para adquirir conocimiento o por búsqueda de oportunidades de negocio. También hubo aquellos que simplemente tenían curiosidad de aprender de la circunstancia que el país tenía en el momento en que lo visitaban.

Algunos de estos viajeros llegaron a Fresnillo con el objeto de poder conocer de primera mano, las instalaciones de la Hacienda Nueva, ya fuera desde el punto de vista técnico, social o cultural. De este tipo de experiencias, será que se efectúan estudios tales como el de St. Clair Duport, diversos reportes mineros, como el de Burkhart o descripciones vivenciales como las de Manuel Payno, que alaba a la Hacienda Nueva (Payno y Del Castillo, 1843, pág. 6).

George Frederick Augustus Ruxton, por ejemplo, menciona dentro de sus memorias de viaje en el territorio mexicano, que la inseguridad representaba un gran flagelo a la sociedad. Expresa como en su trayecto a Zacatecas, el tema de conversación siempre eran los "indios" que atacaban las diligencias o los poblados. Al trasladarse a Fresnillo, describe como viajaban las diligencias con plata arrastrado a toda velocidad por 6 mulas y vigilado por 8 o 10 guardias con mosquetones y otras guardias más a lomo de caballo armados lo más posible que se defendían de bandas de ladrones de hasta 300 o 400 personas (Ruxton, 1848, pág. 87).

Habla de Fresnillo como de un pueblo polvoso y sucio pero que da considerables ganancias y de cómo el Gobierno, bajo una visión corta y de inmediata ganancia, vendió todas las propiedades de la mina (Proaño) en el valor

todos lados se puede ir a cubierto, que es una de las cosas principales que se requiere de una casa de campo..." (Palladio, 1570/1998, pág. 221).

de menos de un año de dividendos, cuando la mina producía medio millón de dólares en producción.

El viajero junto con sus acompañantes es invitado a hospedarse en la casa del administrador de la mina de Proaño, quien dice que es un americano y que los oficiales en su mayoría eran españoles. De su experiencia relata que se les explicaron los avatares del beneficio de la plata, había 2,500 mulas trabajando en la hacienda de beneficio y 2,500 personas trabajando a su lado. El tiro mayor era de 1,200 pies de profundidad: "... una enorme máquina se usa constantemente para remover agua de las minas." (Ruxton, 1848, pág. 87).

Había muchos "Cornishmen" empleados en las minas que bebían y peleaban constantemente, pero a pesar de eso, eran de confianza. Señala que existía un depósito de armas bien surtido para casos de emergencia. De cualquier modo, los mineros en general eran conocidos por ser conflictivos y por eso celebra el buen gobierno del administrador americano.

5.2.2.- Los espacios de la producción en la Hacienda Nueva, su distribución y función

Siguiendo la tradición productiva en la región, el beneficio de patio sería la mejor alternativa para la Hacienda Nueva, que se empleaba en la región desde principios del siglo XVII por tener las menas menor ley: "se adoptó el método de amalgamación incrementándose su uso en las haciendas... minas Fresnillo (doce hdas. con molino de mulas) ..." (Salazar, 1998, pág. 105).

Para describir los procesos de la amalgamación en la Hacienda Nueva, se acompaña el texto con imágenes elaboradas por el autor en base a la planta de este complejo minero y los detalles de la maquinaria mostrada en el libro de St. Clair Duport "*De la production des Métaux Précieux au Mexique considéré dans ses rapports avec la géologie, la métallurgie et l'économie politique*" del año de 1843, es una referencia muy útil y detallada de las prácticas mineras del naciente México. El autor tuvo la oportunidad de visitar varias regiones mineras de este país y conoció de primera mano las particularidades minero-metalúrgicas de

cada región. En su libro, dedica una sección a Fresnillo donde, además de hablar de la geología, recursos minerales de la plata y métodos de extracción, describe los métodos y los espacios de trabajo de la metalurgia de La Hacienda Nueva. Otras fuentes informativas se tomaron en cuenta; de esta información, se conformó la ilustración 30 donde se identifica el proceso.

Primeramente el mineral extraído de las minas, que quedaban "como a un kilómetro de distancia" (Ortega, 1901, pág. 48), se quebraba para producir un material de medida uniforme que después se pesaba y se colocaba en el interior de sacos de cuero para de esa manera, ser transportado a la hacienda. El traslado de este material se le encargaba a un empleado de mucha confianza que era acompañado de otros 7 arrieros, que conducían a mulas que cargaban 300 lbs. (136 kilos) cada una, según relata Lyon (Percy, Metallurgy and the art of extracting metals from their ores., 1880, pág. 589), para asegurar con seguridad que la carga llegase a su sitio para ser beneficiada. El material se recibía con un registro escrito de cualidades y cantidades. La plata se clasificaba (Amador, 1901, pág. 72), dependiendo de la riqueza y de los elementos que la acompañaban.³³

Al llegar a la Hacienda Nueva, se distribuía en "montones" para pasar al primer paso del proceso de molienda. Los montones se componían de material que pesaba en promedio 20 quintales, siendo cada quintal, (Percy, Metallurgy and the art of extracting metals from their ores., 1880, pág. 589), de "(1 ton = 20 quintals = 2028.8 lbs. avoirdupois)" En ese caso los 20 quintales equivalen a 920.28 kilos que si dividimos entre 20 (920.28/20) entonces tendríamos que el quintal pesaría 46 kilos.

³³ Según Manuel Ortega (1901), Los minerales de las minas de Proaño, se clasifican en lo que se conocía como mineral colorado, negro y "azulaque". Según Burkhart, los negros tenían piritas de fierro conteniendo plata nativa como argentita diseminada de tan finamente que no se distinguía a simple vista. Los azulaques, están impregnados de piritas de fierro, argentita, cloruro de plata y plata nativa; conteniendo grandes cantidades de plata. Para el beneficio se distinguen también en calientes, templados y fríos y de fundición." (Amador, 1901, pág. 73).

Antes de que llegara la tecnología de vapor, el movimiento de la maquinaria de molienda, sumamente importante en el método de patio, se daba a partir de tracción de animales y por ello, a estos se les llamaba "molinos de sangre". En Fresnillo, no se contaba con agua para efecto de proveer de energía, así que la asistencia de mulas era de gran ayuda en estos lares.

Algunos autores hacen descripciones de primera mano o en base a la experiencia de terceros. Percy describe el molino "*Crushing Mill Stamp*" (de mazos) (Percy, 1880, pág. 588)³⁴ en base a la experiencia práctica del Señor John H. Clement, un ingeniero minero que estuvo involucrado en tareas de amalgamación en el distrito de Zacatecas por 18 años, hasta 1857 y que le comunicó sus conocimientos sobre estos aspectos.

³⁴ El molino (en este caso llamado de mazos) era un artilugio que tenía algunos elementos de madera de encino, una larga palanca horizontal que contenía algunos elementos: un árbol de levas, que movía de manera diferencial componentes verticales llamados "mazos", que eran pisones de madera rematados por un cabezal de fierro forjado que se conocía como "almadeneta" y que se movían por acción de 3 mulas que caminaban con los ojos tapados. Regularmente cada molino de esta clase tendría 9 mazos y según ambos autores, cada mazo pesaría "1 quintal (101.44 lbs) each" (46.01 kilos) y cada uno caía 27 veces por minuto desde una altura de 22 ½ pulgadas (0.56 metros). La almadeneta de fierro forjado duraría de 4 a 6 meses, dependiendo de la calidad del metal empleado.

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro

PLAN DE LA HACIENDA NUEVA DEL FRESNILLO.

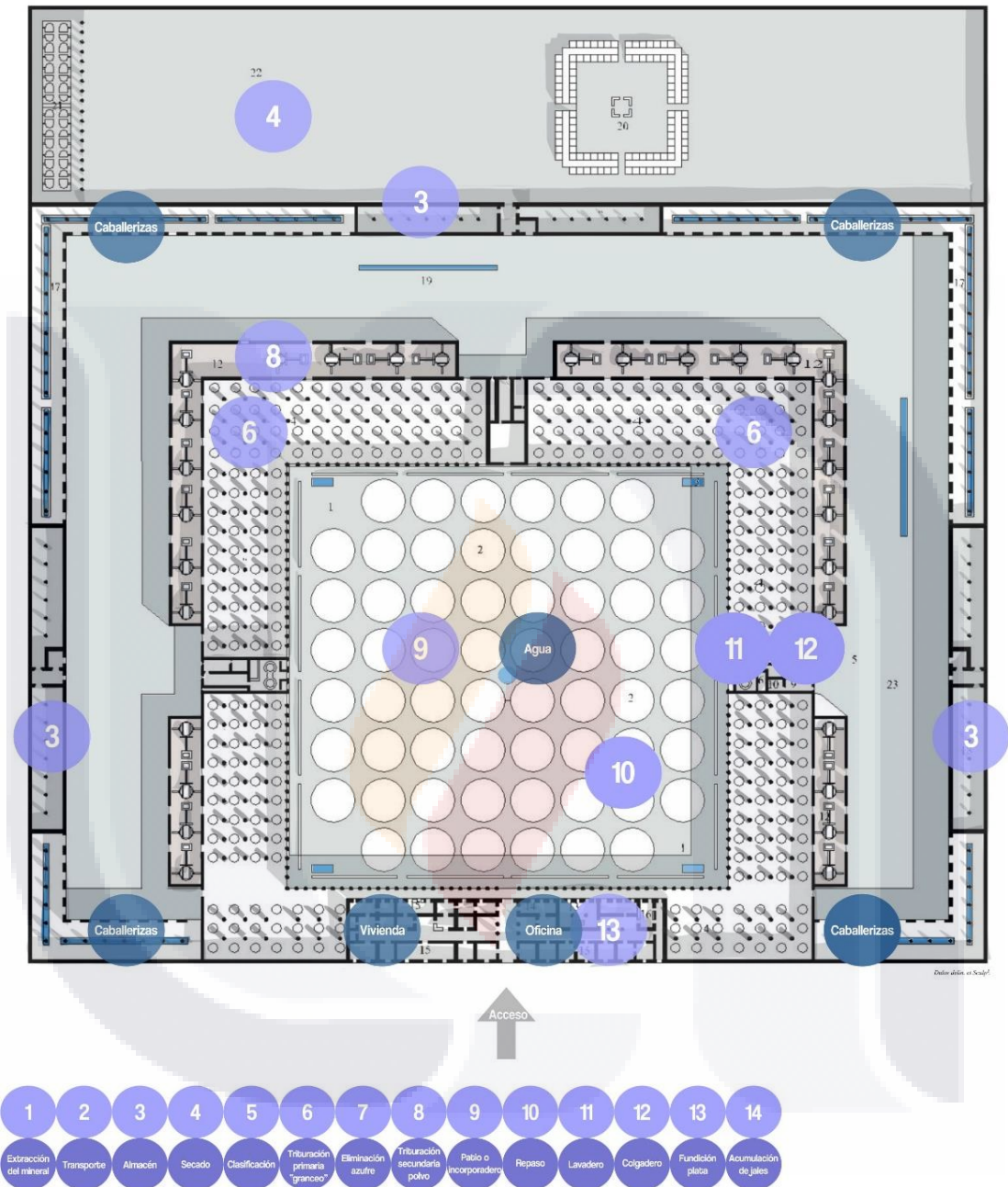


Ilustración 30: La planta de la Hacienda Nueva, con el proceso de amalgamación señalado en ejemplos anteriores. Fuente: José Humberto Flores Castro basado en el plano de Dulos que aparece en el Libro de St. Clair Duport (1843).

La primera molienda se llevaba a cabo con molinos de mazos (ilustración 31) donde el mineral molido caía sobre una malla de hierro con agujeros de aproximadamente 1/2" y que posteriormente se vertían sobre una superficie con pendientes a cuatro lados de donde se recogería posteriormente. A este

material, que estaba molido a cierto tamaño “*the size of peas*” (Phillips, 1868, pág. 276). La conocida como “Granza”.

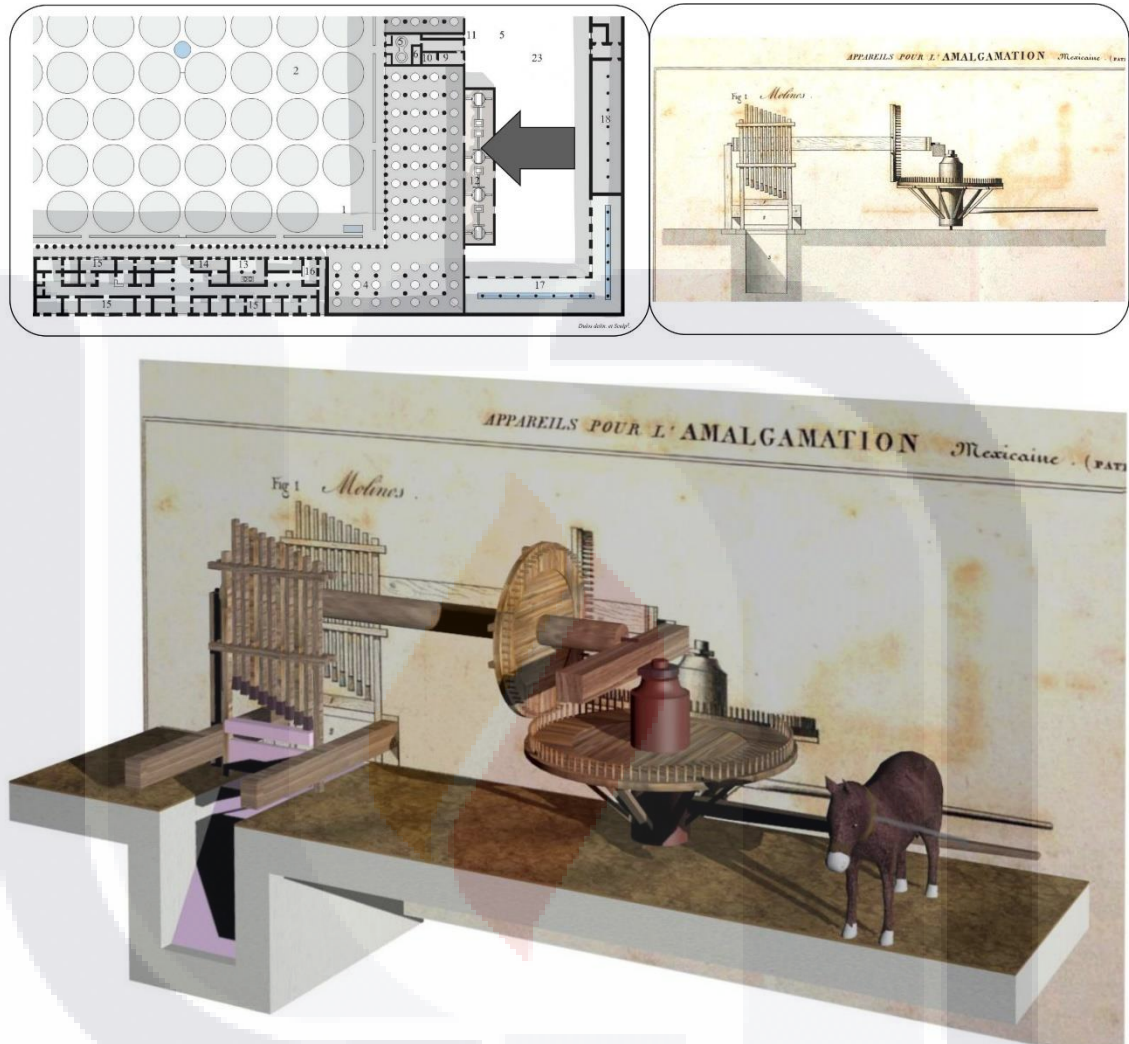


Ilustración 31: La primera molienda se llevaba a cabo en molinos de mazo, ubicados en las galerías exteriores del patio central. Fuente: José Humberto Flores Castro a los planos de detalle de maquinaria del libro de St. Clair Duport (1843).

Para cada molino había 3 trabajadores que echaban material a paladas al interior (Phillips, 1868, pág. 276). A estos trabajadores se les conocía como “Cebadores”. También había un “arriero” que se sentaba en el extremo de una de las palancas horizontales para conducir a las mulas.

La respuesta arquitectónica se tradujo en crujías alargadas lo suficientemente angostas para no tener soportales en el medio, además de que los muros sostenían unas grandes vigas atravesadas que sostenían la maquinaria, mostrado esto en la ilustración 32. Esta localización deja ver que los patios exteriores permitían llevar a cabo labores de preparación del mineral y que el proceso se llevaba a cabo comenzando desde estos espacios periféricos descubiertos, al interior y viceversa.



Ilustración 32: Los espacios productivos de la Hacienda Nueva estaban condicionados por la función y por las técnicas y materiales disponibles en el sitio y en la época. Así, los espacios cubiertos estarían sujetos a las limitantes de emplear madera para librar los claros y para tener los artilugios fijos para que pudieran accionarse. Fuente: José Humberto Flores Castro, mostrando los locales de primera molienda con mazos.

Las mulas caminaban describiendo un círculo de 26 pies (7.92 metros) y daban 4 vueltas por minuto empleando 18 mulas por cada molino. El turno de trabajo era de 14 horas, dejando un espacio de 2 horas para cambio de mulas,

esto es, el trabajo efectivo era en realidad, de 12 horas (Percy, 1880, Pág. 589). Lyon (Phillips, 1868, pág. 331) por su lado, describe que las mulas se cambiaban cada 6 horas por mantenerlas a trote. En cada turno, se producían 20 quintales de material que quedaba reducido a un tamaño de una arena áspera.

La segunda molienda se llevaba a cabo mediante las llamadas arrastres para tratar el mineral previamente triturado y se transformaba en un polvo fino. Este proceso se efectuaba a través de apisonar el material mezclado con suficiente agua, con grandes piedras que literalmente se arrastraban, expuesto esto en la ilustración 33. Bajo este proceso, el material quedaba listo para la posterior incorporación de los reactivos necesarios para crear las reacciones químicas involucradas en el método de amalgamación en las llamadas tortas.

El principal encargado de hacer esta tarea y de dirigir a las mulas se llamaba el "tahonero" (Lara, 2001, pág. 104). "Tres lados del patio están destinados a las arrastras; el número total que puede albergar es de trescientos catorce; pero el presente trabajo ocupa poco más de doscientos; el otro lado contiene los talleres para la fundición de lingotes, las oficinas y las habitaciones de algunos empleados" (Duport, 1843).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

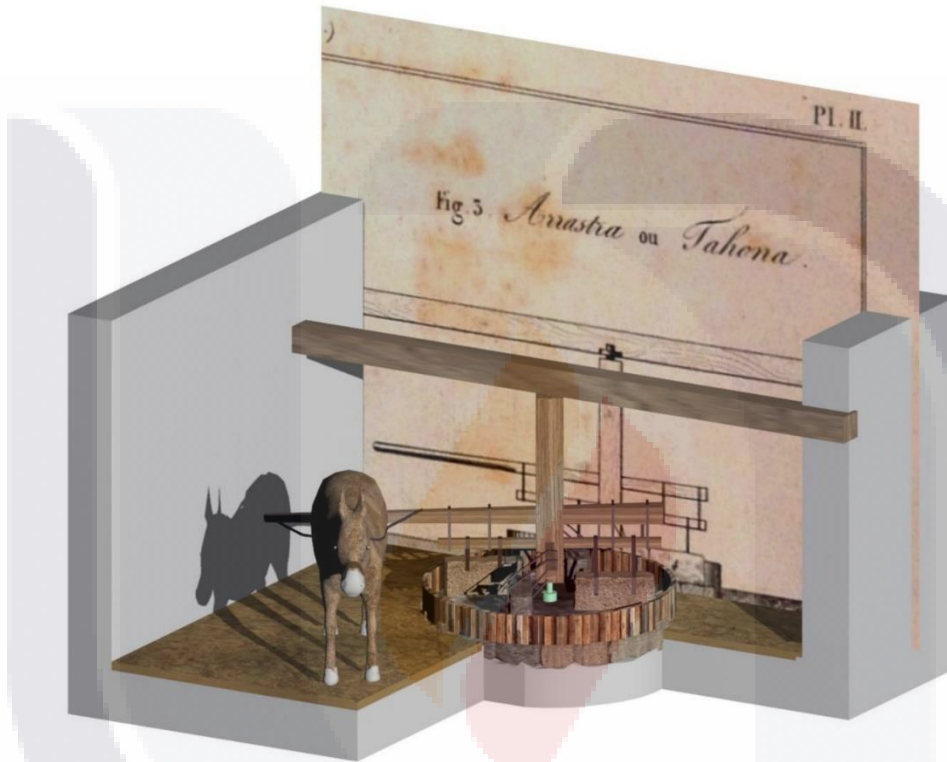
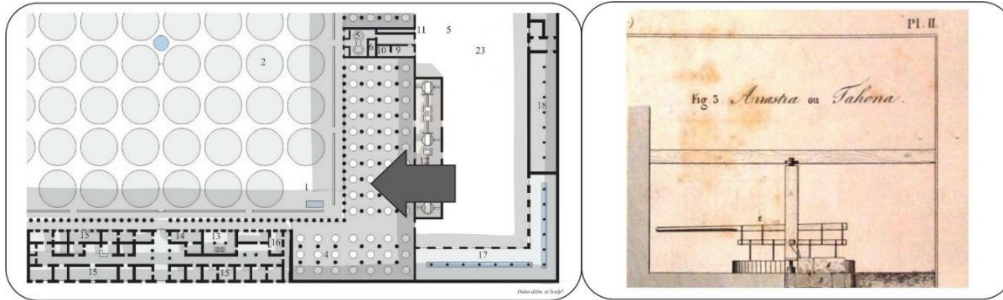


Ilustración 33: La segunda molienda se llevaba a cabo por medio de arrastras, en las galerías centrales inmediatas al patio central. Fuente: José Humberto Flores Castro, elaborado en base a los planos de detalle del libro de St. Clair Duport (1843).

En el centro del depósito cilíndrico había un eje vertical de madera, "el peón" (Pérez, 2006, pág. 83) colocado en medio de una piedra circular llamada "cepo" que giraba sobre sí mismo con un "guijo" de hierro y que sostenía en la parte superior dos vigas horizontales llamadas "cruces". De estas vigas colgaban de ganchos de hierro forjado y cadenas, los "metapiles" o piedras voladoras³⁵, que

³⁵ En las descripciones de Percy (1880) se habla de que estas piedras de arrastre duraban alrededor de 6 semanas y daban alrededor de 3 ½ o 4 vueltas por minuto, según se requiriera, empleando 2 mulas que se cambiaban cada 3 horas. Los turnos de esta labor eran de 15 horas, consumiendo en cambio de mulas, 3 horas

eran pesadas piedras que arrastraban sobre las superficies del fondo pétreo de la taza y que convertían en polvo la "granza" (Amador, 1901, pág. 67).

Las tareas de molienda, en especial las de los arrastres, se llevaban a cabo en espacios cerrados llamados "galeras" por efecto de proteger el producto molido. Para atender las instalaciones, además de los tahoneros, habría para la supervisión general de la galera un "macero", dos "ayudantes maceros" y un "capitán de Galera". La respuesta arquitectónica en este caso respondía a un espacio de mayor tamaño, donde habría columnas intermedias que tenían dos funciones: sostener los ejes verticales de las arrastras y por otro, sostener la techumbre, que en este caso era plana, a diferencia de las cubiertas inclinadas como la de Salgado (Lara, 2001, pag.). Al material obtenido de ese proceso, se le llamaba "lama". El material quedaba reducido a polvo fino.

La lama se pasaba al patio en barriles de "18 galones sujetos a un poste y cargados por dos hombres" (Percy, 1880, pág. 601). El patio³⁶ es el elemento fundamental en el proceso de amalgamación, pues es donde se dispone el mineral ya convertido en polvo para incorporar los elementos necesarios para la lenta reacción química que separaba la plata de los otros componentes.

El patio era una extensión de tamaño variable que necesitaba un enlosado de piedra con losas de "de piedra baja o losa de patio la que va sentada en lama o arcilla y emboquillada con rajuela de la misma losa". (Amador, 1901, pág. 69). La intención era de tener uniones muy estrechas y precisas para que materiales tales como el azogue y "pella", no se filtrara a través de ella.

cada día. Por cada tres arrastres se empleaba a un hombre para atención de las mulas y de supervisar el estado de las mezclas, llamado el "tahonero".

³⁶ Amador (1901) comenta que la mejor ubicación para dicha instalación es cerca de una fuente de agua y de preferencia en un sitio plano, sin mucha pendiente, que se recomendaba de alrededor de un 1% para que las aguas no se estancaran. Hay que considerar que la cercanía con los fundos de producción era preferente, para ahorrar en costos y esfuerzos de transportación. Ambas condiciones se cumplían en la Hacienda Nueva, donde el terreno llano tendría una muy ligera pendiente para contener el patio. La fuente de agua llegaría por gravedad desde las minas de Proaño de donde se extraía de las profundidades.

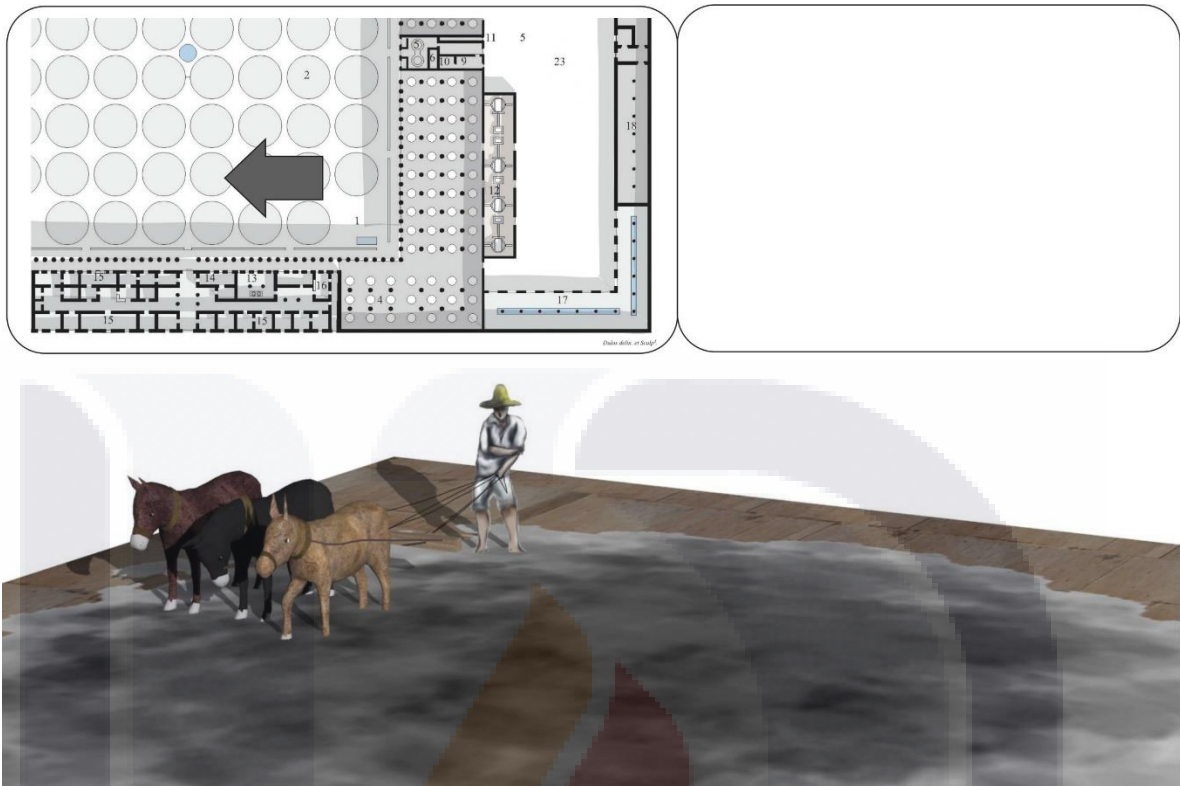


Ilustración 34: La disposición de las tortas para el incorporadero y el repaso, éste último mostrado en este caso. Fuente: José Humberto Flores Castro.

En el caso de la Hacienda Proaño, el patio de beneficio "es un cuadrado perfecto de 125 metros por lado, está enlosado con piedra muy consistente y está cercado con una cortina de mampostería de un metro de altura" (Ortega, 1901, pág. 51). Duport (1843) comenta que:

El patio es el centro de la instalación, y puede contener sesenta y cuatro tortas, compuestas de 120.000 libras de mineral... En el medio de este vasto patio, hay una fuente que proporciona el agua para las tentaduras; en las cuatro esquinas hay cuencas para lavar a los caballos después de su trabajo en el lodo de metal; un canal cubierto atraviesa los cuatro lados de esta plaza para conducir las aguas hasta los lavaderos y las arrastras. (pág. 261)

En el patio se hacían dos procesos: el incorporo y repaso, explicado gráficamente en la ilustración 34. Para el repaso, se hacía un lodo con el mineral

molido, agua, saltierra y magistral³⁷. Otro elemento muy importante en esta parte del proceso era el azogue que se iba incorporando según la mezcla lo necesitase³⁸.

El lamero se delimitaba con placas de piedra que se fijaban temporalmente con estiércol de caballo y polvo o por vigas de madera colocadas de canto y aseguradas al piso, para impedir que ésta se extendiese en el proceso. A las lamas se les integraba agua de la cual se liberaba el exceso si era necesario y se dejaba asentar o "cuajar" dejando que el compuesto reposara para que el agua se evaporara, exponiendo el resultado al medio ambiente para que el aire afectara el compuesto. El material en el lamero duraría, dependiendo el tipo de material y los factores de clima de 12 a 15 días en el verano y de 20 a 25 días en el invierno, de acuerdo a Lyon, citado por Percy (Percy, 1880, pág. 608).

Había para este proceso, un especialista en ensayar el material llamado el "Azoguero" (Lara, 2001, pág. 104) quien determinaba que su la mezcla tomaba una consistencia uniforme y los componentes los adecuados para que la plata se fuera adhiriendo al azogue, se "revuelve con las pisadas de nueve caballos mancornados de tres en tres los cuales dan cuentas alrededor de un centro que ocupa el arreador" (Amador, 1901, pág. 70). Cada lapso de revoltura se llamaba "repasso" (Duport, 1843, pág. 268) y duraba 5 horas y era llevado a cabo por 6 caballos o mulas. Después de ello, peones volteaban el material a paladas. Posteriormente, se sacaban algunas muestras que se ensayaban para saber las cantidades de azogue que se le incorporaría. Estas eran las llamadas tortas.

³⁷ El magistral es básicamente sulfato de cobre; es un mineral de piritas de cobre y de fierro que se puede fabricar artificialmente o que se encuentra en ese estado en la naturaleza, como en los fundos de Tepezala "...cerca alrededor de veinte leguas al sureste de Zacatecas y sesenta de Guanajuato, de donde se surte la mayoría del material" (Phillips, 1868, pág. 232).

³⁸ Previamente a este proceso, se hacían una serie de ensayos con muestras del fondo y la superficie de cada uno de estos lameros. El azogue se colocaba haciéndolo pasar por un trapo "dándole vuelta y oprimiéndolo". Los caballos empleados debían de ser lavados cuidadosamente para que, al dar los pisotones, no se hirieran con los líquidos y pudieran seguir trabajando. El lapso de trabajo era de seis de la mañana a las dos de la tarde. Para sacar el entortado, se desclavaban algunas de las vigas y se extraía el material que a veces se podía sacar mediante unos rieles portátiles de fierro. Si se necesitaba el lamero de nuevo, habría de limpiarse muy bien para recibir una nueva carga (Percy, 1880, pág. 614).

Las tortas eran montones circulares de lama, según Lyon (Percy, 1880), de aproximadamente 15 metros de diámetro y unos 18 centímetros de alto. Las tortas se arreglaban por columnas y filas, considerando los tamaños por medio de las dimensiones de las piedras del enlosado³⁹. La torta era revuelta por mulas o caballos o incluso repasadores (Lara, 2001, pág. 104) que eran "hombres descalzos". (Dávalos, 2000, pág. 82) En el caso de la Hacienda nueva, se podrían tener al mismo tiempo 64 de estas tortas y como lo comenta Payno (1843):

[...] entrando al gran patio de la hacienda todo es actividad y movimiento. Las mulas de las tahonas, incansables, y sufridas, girando sin cesar en su pequeña orbita: los molinos haciendo resonar el rudo golpe de sus mazos: los peones volteando las tortas con palas: los tahoneros y molineros acarreando costales de piedras hechas granza y barriles de metal molido para formar las tortas... (pág. 6).

³⁹ La sal que se agregaba era de distinta fuente, de comarcas cercanas a Fresnillo o incluso de las costas de Colima, como en el caso de la hacienda de Saucedá, ilustrado por Percy (1880).

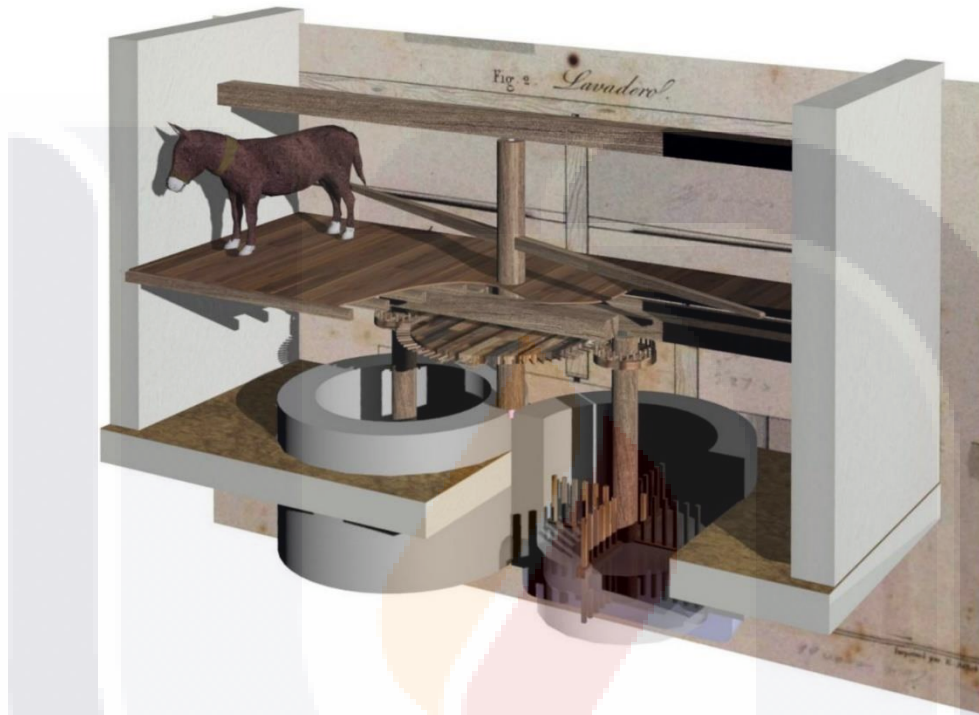
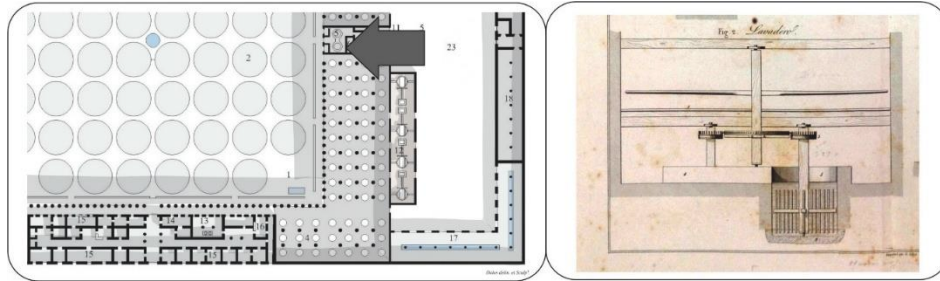


Ilustración 35: El lavadero en la Hacienda Nueva, era un artilugio que se disponía en dos plantas separadas: la superior para proveer de movimiento y la inferior para revolver la mezcla. Fuente: José Humberto Flores Castro, basado en los planos del libro de St. Clair Duport (1843).

Terminado el proceso de incorporo y de repaso el material se transportaba a locales interiores (en el caso de la Hacienda nueva había tres) y se "lavaba" con un artilugio que rotaba por acción de 8 mulas que giraban sobre un entarimado de madera y transmitían la acción a un piso inferior donde había dos agitadores (Pérez, 2006, pág. 91) que removían el interior de dos depósitos donde la mezcla se precipitaba (decantaba) y se facilitaba la separación de los componentes ricos en plata⁴⁰ "cada una de estas máquinas, cuya rueda motriz

⁴⁰ "Los lavaderos cortan por en medio, cada una de las largas líneas de arcadas del edificio de las arrastras; cada una de ellas contiene dos tinajas de lavado, cuyo rastrillo, que recibe un movimiento giratorio, es movido por un mango colocado encima del taller. Además de estos tres lavaderos, están las azoguerías, donde la

mide 4 metros de diámetro y se impulsa con la fuerza de ocho mulas, tiene dos tinajas, con fondo de piedra de una sola pieza: la tina tiene dos metros setenta y cinco centímetros de diámetro (2m 75cm) por dos de altura, cuyas paredes son de sillería." (Ortega, 1901, pág. 52). Los muros estaban hechos de piedra enlucida y los techos de madera, como se señala en la ilustración 35 y 36.

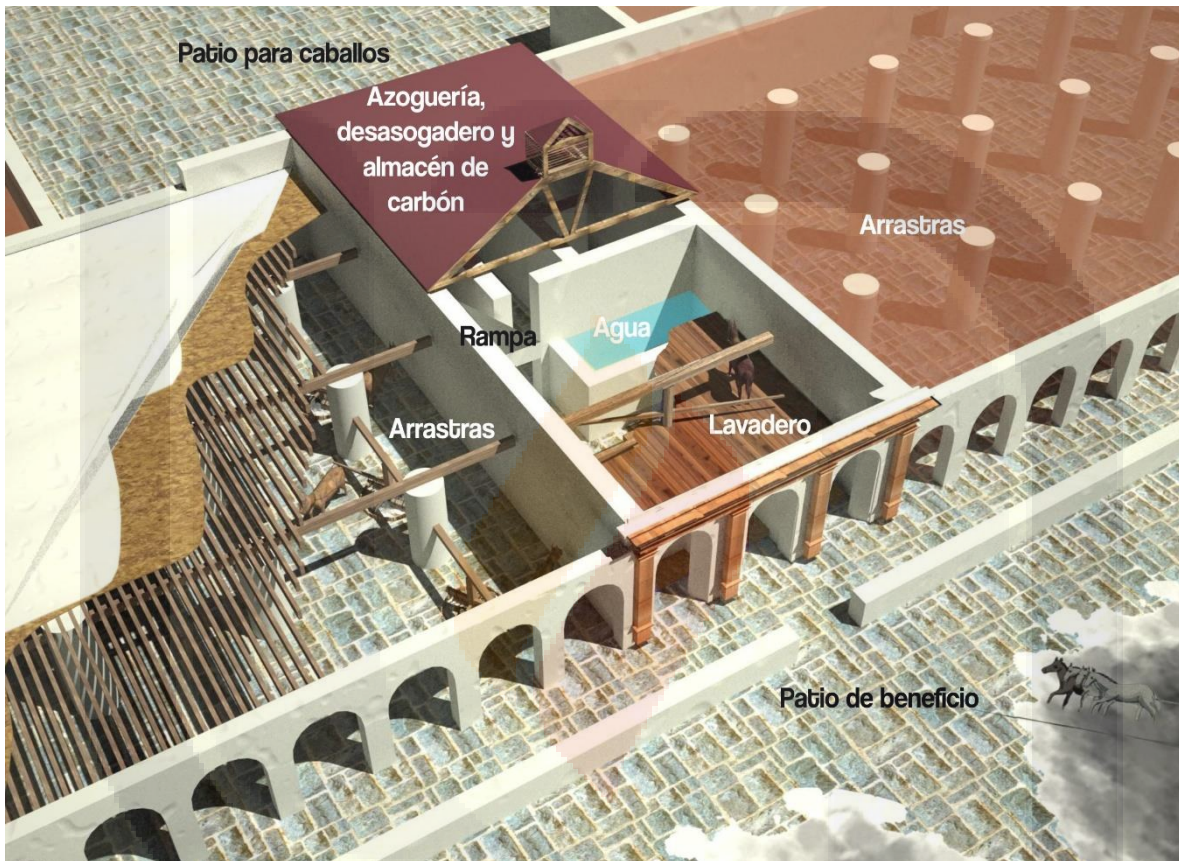


Ilustración 36: Partiendo cada uno de los largos flancos con arcadas, se encontraba una portada de piedra, detrás de la cual se encontraban varias funciones del proceso de beneficio: lavado, depósito de agua, azoquería y desasogadero. Fuente: José Humberto Flores Castro con información de Dupont (1843) y Dávalos (2000).

En el espacio intermedio, en los flancos de oriente, norte y poniente del patio, había unas portadas de piedra que enmarcaban el espacio donde se encontraba el citado lavadero, un depósito de agua, el lugar donde se reducía el mercurio de la pella, la azoquería "donde se filtran las amalgamas para reducir las

amalgama se filtra para reducirse en marquetas, y quemaderas, hay talleres a cubierto con bóveda, bajo la cual se colocan los casquillos (capellinas) para la destilación de mercurio." (Dupont, 1843, pág. 262).

en marquetas” (Duport, 1843, pág. 262), el azogue se recuperaba en el colgadero o por medio de capellinas.

El flanco sur del patio contenía las viviendas de los “mandones o capataces; los administradores de las haciendas” (Lara, 2001, pág. 104), las oficinas y también el sitio donde se fundía la plata, seguramente, este era el sitio donde se guardaban las barras del metal, para luego ser enviadas para ser transformadas, ya fuera en monedas u objetos de otro tipo (ilustración 37). De la vivienda, Ortega (1901) comenta que:

[...] se halla una hermosa vivienda que sirve de habitación al director de la negociación, su buena y elegante construcción, su comodidad, la hacen notable a los ojos del visitante y muy grata al que la ocupa... en el mismo lado, en otro departamento están las principales oficinas de la empresa, como son: la contaduría con un magnífico escritorio, la fundición de barras con todos los útiles necesarios, la azoquería... el almacén y otros muchos cuartos con ventana a la calle que sirven hoy para guardar fierros y muebles no necesarios. (pág. 51).

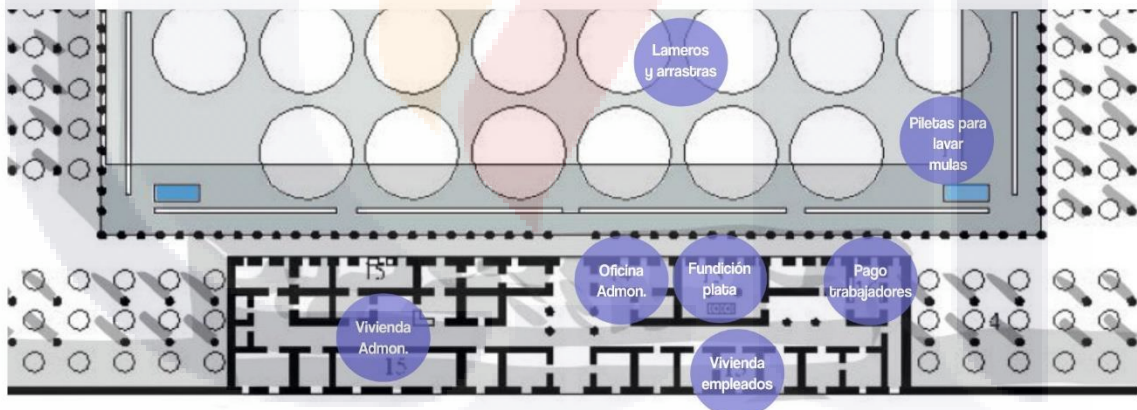


Ilustración 37: La sección sur de la Hacienda Nueva albergaba la casa y oficinas del administrador. Fuente: José Humberto Flores Castro en base al plano del libro de Saint Clair Duport (1843) delineado por Dulos.

Habría un espacio abierto alrededor del cuerpo que delimitaba el patio principal y que servía para albergar almacenes de varios tipos y establos para “mil quinientas mulas o caballos.” Al extremo norte, otro gran patio se empleaba para preparar el magistral con “hornos de reverbero”

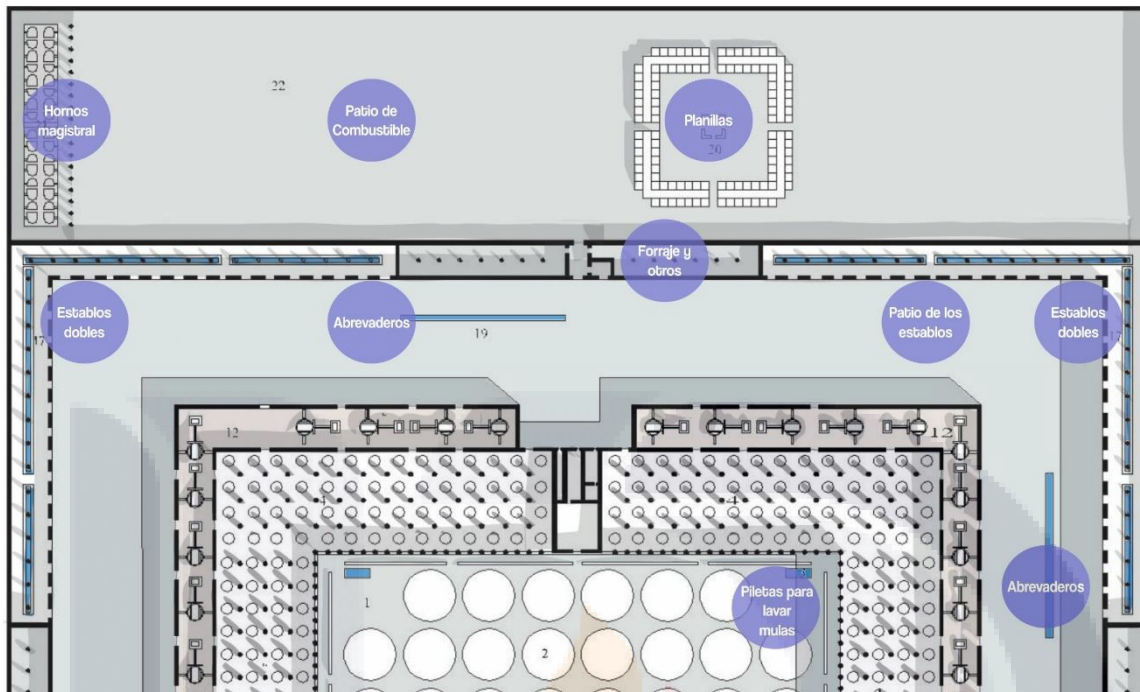


Ilustración 38: El patio de la sección norte se empleaba para maniobras con el mineral, almacenar combustible y para los hornos de magistral. Fuente: José Humberto Flores Castro en base al plano del libro de Saint Clair Duport (1843) delineado por Dulos.

Un tercer patio, paralelo a una de las caras del edificio, estaba destinado para los hornos de reverbero para obtener magistral, muy necesario en el caso del mineral de Proaño “por contener grandes cantidades de sulfuros metálicos” (Percy, 1880, pág. 618) y el lavado con la planilla, mostrado esto en la ilustración 38.

Decía Duport que “El costo de este gran edificio, que no está exento de elegancia, asciende a trescientos mil dólares, suma recuperada rápidamente por los beneficios que ha representado en base a la economía del transporte, y la concentración del trabajo metalúrgico en la misma instalación.” (Duport, 1843).

Si bien la amalgamación era el proceso más empleado, se echaba en falta la necesidad de construir instalaciones para procesar mineral por el método de fundición: “En dicha hacienda Nueva habrá necesidad de construir una sección de fundición, pues, aunque pocos, no faltan metales de esta clase que son aprovechables. Entretanto, por el beneficio de amalgamación, con 192 tahonas, 11 molinos y 4 tinas en uso que actualmente tiene” (Baylles, Informe que da

la Junta Menor Permanente de la Compañía de minas Zacatecano-Mexicana del estado de la negociación del Fresnillo en el primer semestre del año de 1839, 1840, pág. 36).

El agua en el proceso de amalgamación era sumamente importante. Según Salazar, la acequia era manera más común y sencilla de conducir el agua a los sitios donde esta se requería. De cualquier modo, en Fresnillo no había una fuente natural cercana, entonces había que llevarla hasta la hacienda. En el caso que nos ocupa, se debieron de combinar sistemas e ingenios para "emplear, conducir, conservar, ahorrar el agua para el consumo, incrementar los caudales o usarla con fuerza motriz." (Salazar, 1998, pág. 116).

En el caso de la Hacienda Nueva, el agua que se surtía era la que se extraía de las minas, que una vez en la superficie, se enviaba por gravedad a la finca de beneficio. Si bien no hay muchas referencias sobre el sistema hidráulico de la Hacienda Nueva, este debió ser muy bien implementado. Duport señala que todo el complejo estaba atravesado por "las aguas de las minas que las bombas extraen y que llegaran por su inclinación natural a las instalaciones, después de llenar un estanque que alimentará la hacienda durante varios meses si, por una causa imprevista, el trabajo de la maquinaria debía suspenderse." (Duport, 1843, pág. 261) De este depósito no se sabe la localización. Ortega menciona que el "agua extraída del tiro de San Francisco abastece de la necesaria a esta hacienda [Hacienda Nueva]" (Ortega, 1901, pág. 8).

Es posible que el agua se condujera por acequias que saldrían del depósito, pero la diferencia de niveles entre las minas y la hacienda es considerable donde queda asumir que se empleaba el principio de los vasos comunicantes para colmatar el estanque que señala Duport o de este estanque, surtir los depósitos de agua de la Hacienda.



Ilustración 39: Reconstrucción de la fuente central del patio de beneficio de la Hacienda Nueva. Fuente: José Humberto Flores Castro.

De ahí, habrían dos opciones: una que era llevar el agua a nivel desde los tiros de la mina en canales a manera de acueducto⁴¹ y dejarla caer en un depósito cercano a la hacienda para ser distribuida al interior o como segunda opción, ser conducida desde un estanque justo afuera de los tiros de Beleña y San Francisco por conductos cerrados (que previnieran que el agua no se desbordara) para que estos pudieran pasar por debajo de los locales y los patios de la Hacienda Nueva, como lo señalaba Duport (Duport, 1843, pág. 261), para brotar nuevamente al interior empleando el principio de los vasos comunicantes.

Se nota la presencia de este líquido en varios sitios: los abrevaderos, los depósitos en los tres complejos de lavado de la pella, las piletas de lavado de caballos y mulas en cada esquina del patio de beneficio principal y la fuente brotante que se encontraba en medio del mismo espacio, puntualizada en la ilustración 39. Debió haber un sistema de compuertas o de válvulas, pues como

⁴¹ Actualmente, existen unas columnas cuadradas que definen un trayecto lineal, a manera de acueducto, que saldrían de las minas hasta la Hacienda, sin embargo, estas columnas ya no tienen una estructura para cubrir la luz entre ellos, como lo hacían los arcos de medio punto en otras estructuras de piedra similares. En la actualidad, tienen entre ellas unos perfiles metálicos, por lo que habría de seguir indagando sobre el objeto de estos elementos. Nota del autor.

se muestra en el cuadro de Pedro Gualdi (Ca. 1840), la fuente brotante es la única que se ve que funciona de esa forma.

Reflexión

A pesar de que durante el siglo XIX México vivía en un ritmo sincopado que afectó todos los aspectos de la vida nacional, la economía del país poco a poco se consolidaba y la arquitectura no era una práctica ajena a esas transformaciones, evolucionando con ella.

Como se vio en la Parte Dos, Esta disciplina se exponía a cambios paradigmáticos teóricos, tipológicos y de uso que se originaron en la Europa Occidental que después permearon al nuevo continente con un sello y características propias. En esta segunda parte, se identificaron elementos en la arquitectura de la Hacienda Nueva que expresaban el espíritu de su tiempo por medio de un lenguaje clasicista empleado en su composición, articulación y también por su organización en planta. Por otro lado, este edificio fue el resultado del análisis concienzudo del programa productivo del beneficio de la plata por el método de patio. Todo ello produjo una edificación distinguida que se desapegaba de la tradición anterior de las haciendas de beneficio más identificadas con la etapa novohispana, que se generaban de manera más espontánea.

La Hacienda Nueva fue entonces, un complejo productivo que sería insigne en su época, donde se ensalzaba el carácter institucional de la negociación que lo poseía en aras de representar orden y dignidad a través del trabajo sistematizado llevado a cabo en su interior y la imagen que dicho edificio transmitía a la comunidad y a los visitantes de otros lares.

PARTE III. LÁ MÁQUINA DE VAPOR EN LA HACIENDA NUEVA.

INTRODUCCIÓN

Creando un contexto en esta época, se habla en esta Tercera Parte, de cómo a nivel mundial durante el siglo XIX se difundieron las ideas de la ilustración basadas en el conocimiento científico, lo que condujo a un mejor entendimiento del entorno universal estableciendo un nuevo orden económico y comercial que se aceleró con la introducción de la tecnología del vapor lo cual provocó que este tipo de equipos se dispersará desde Inglaterra a muchas regiones del mundo, entre ellas, México, y de cómo se empleaban muchas de estas máquinas para el desagüe de las minas: el advenimiento de la tecnología paleotécnica.

Fresnillo fue un objetivo para esta práctica, pues se verá que desaguar las minas de Proaño era una tarea complicada, ineficiente y costosa, por el uso de las maquinarias de madera impulsadas por mulas o caballos. Sin embargo esta situación cambió cuando se adquirieron los primeros equipos en Cornwall, Inglaterra en 1834 para retirar el agua de los tiros de los yacimientos. Se explica que la presencia de intereses ingleses en la compañía que poseía la explotación ayudó a la llegada de esta tecnología al sitio que concierne la investigación.

Se entrará en detalles de las casas de máquinas Cornish, sus partes y su función para entrar de lleno en la llegada de la tecnología de las máquinas de vapor a las instalaciones de la Hacienda Nueva, para sustituir la gran cantidad de animales que se empleaban en mover los distintos mecanismos del beneficio de la plata: sobre todo en la molienda, por un proceso de *technology transfer* muy peculiar, que integraba prácticas tradicionales de la molienda en el beneficio de patio generando una tercera invención que provocará la aparición de las arrastras de vapor en la Hacienda Nueva. Ello se verá, provocó una transformación en la planta física de este complejo productivo, iniciando un proceso evolutivo que ira diluyendo el esquema original de la fábrica palacio. La temporalidad que cubre esta tercera parte es de 1834 a 1865, cuando la compañía deja de trabajar por un tiempo.

CAPÍTULO 6.- EL USO DE NUEVAS FUENTES DE ENERGÍA Y SU IMPACTO EN LA ARQUITECTURA PRODUCTIVA DE LA HACIENDA PROAÑO, LA MÁQUINA DE VAPOR: LA FASE NEOTÉCNICA

La dependencia de las fuentes de energía tales como el agua, el viento, la humana y animal, se fue remplazando a finales del siglo XVII con la aparición de la máquina de vapor que se apoyaba en la economía del carbón y del fierro, implantada por Inglaterra, para subsistir. La predominancia del carbón (Pérez, 2006, pág. 195) como combustible y su relación con la máquina de vapor cambió completamente el concepto de la minería porque aumentó la capacidad de explotación de los yacimientos a nivel mundial. Mumford le ha llamado a la dependencia del carbón como fuente de energía para la maquinaria, la etapa técnica paleotécnica (Mumford, 1932, pág. 212).

Con la unión de la tecnología del vapor, el carbón como combustible y el hierro como material, la humanidad entra sin vuelta atrás a la era de las máquinas lo cual hace que se redefina la sociedad, la economía y la visión del hombre sobre la naturaleza.⁴²

La inclusión de la máquina de vapor en gran variedad de procedimientos productivos cambió radicalmente la manera en cómo los procesos se llevaban a cabo. Considerando los recursos empleados, la mano de obra involucrada, las fuentes de energía y resultados obtenidos, las invenciones mecánicas poco a poco se enfocaron en tratar de conseguir la mayor eficiencia en el trabajo, pero también el mayor ahorro en recursos energéticos, de aquí derivan dos de los principales temas del "progreso técnico en la Revolución Industrial: el afán de reducir costes, produciendo materias primas o elaboradas en forma más barata, y la búsqueda de nuevas o mejores fuentes de energía" (Mumford, 1932, pág. 195).

⁴² Antes de esta época, la naturaleza era vista bajo el lente de un contexto mágico que mostraba un contenido que debía de ser tratado con mucho cuidado pues se pensaba estaba relacionada con cuestiones divinas en donde todos los elementos que la componían y los procesos en los que intervenían no se entendían, pero tampoco se cuestionaban (Pacey, 1980, pág. 169).

En los albores de la Revolución Industrial en Europa, en donde la población aumentaba y eran necesarios más bienes y servicios, se comienzan a crear nuevos usos y necesidades que debían de ser expresadas a través de los edificios de una manera eficiente, creativa y novedosa: "Los científicos propagaron la fe en el resultad cuantitativo, y la gente empezó a medir la producción. "Mas grande" y "más nuevo" fueron cualidades admirables a las que valía la pena aspirar. El progreso pareció ser el sinónimo de mecanización y velocidad." (Peters, 1996, pág. 1), De esa manera, se comienza a dar una carrera interminable entre eficiencia y mejora tecnológica. Para el siglo XIX, la máquina de vapor "se había convertido en sinónimo de la modernidad ambiciosa, el dominio tecnológico de la situación social... Y para quienes tenían imaginación, dio paso a un futuro increíble." (Darley, 2010, pág. 32).

6.1.- La máquina de vapor y la minería

Las máquinas⁴³ desde tiempos remotos se desarrollaron en base al ingenio, conocimiento de materiales y técnicas para facilitar las tareas en las que el hombre empleaba su energía. El agua fue un elemento que por su importancia para la vida siempre supuso un estímulo creativo para inventar ingenios que ayudaran a trasladarla de un sitio a otro, ya fuera para usos domésticos, de manufactura o como en la minería, para que esta no impidiera los trabajos de extracción. En la industria extractiva que nos concierne en este caso (a menos que esta fuera una explotación a tajo abierto) entre más profundos fueran los trabajos, los volúmenes de agua aumentaban y con ello también aumentaba la dificultad para extraer dicho líquido para continuar la explotación de los yacimientos.

⁴³ Y para entender mejor los procesos del beneficio de la plata, hay que hablar de la herramienta y la máquina, los cuales son dos grandes componentes que se desarrollaron como producto del ingenio y el esfuerzo humano y que se concibieron bajo la premisa de usar las fuerzas mecánicas de la naturaleza, para hacer un trabajo determinado y con ello extender las capacidades físicas del hombre, sobre todo al tratar de extraer agua de las minas y de auxiliarse en las tareas de molienda de mineral: la herramienta y la máquina permiten realizar acciones que el propio humano por su cuenta no podría realizar en base a sus capacidades físicas naturales.

Alternativamente, para desaguar las minas, había varias opciones: realizar tiros horizontales para permitir que el agua se desplazara por gravedad de lateralmente o por medios de extracción manual del agua, bajando a los túneles y subiéndola con costales, lo cual requería una inversión de energía humana tremenda con resultados muy pobres. Por otro lado, se empleaban mecanismos eotécnicos basados en los principios de las máquinas simples, que a través de sistemas de poleas que se accionaba por energía humana, energía animal (Brading, 2007, pág. 30) o por corrientes de agua, extraían mayores volúmenes del líquido. Por siglos, estas máquinas tuvieron muy pocas variaciones (Pérez Melero, 2006, pág. 42).

Tradicionalmente, en la minería, como se observa en la ilustración 40, los artificios de mayor tamaño eran empleados principalmente para retirar el agua de las áreas de labores extractivas subterráneas: "Estos problemas derivados de la extracción de aguas profundas en las minas, tuvieron dos efectos. Primero, la práctica minera era más costosa, requiriendo mayor capital monetario. Segundo, la necesidad estimuló la inventiva y amplió las habilidades. Mineros e ingenieros mineros se avocaron a resolver esos problemas a través de tecnologías y prácticas mejoradas." (Buckley, 2002, pág. 105). "El incentivo para la mecanización estribaba en las mayores ganancias que podrían obtenerse mediante el poder y la eficiencia cada vez mayores de la máquina" dice Momfort en (Darley, 2010, pág. 68).⁴⁴

El concepto de la relación entre tiempo y producción cambió con la Revolución Industrial cuando se potencializó la capacidad productiva del hombre a través de las máquinas impulsadas por vapor, como lo comenta Mumford (1932):

El tiempo era dinero: el dinero era poder: el poder exigía el fomento del comercio y de la producción, la producción iba desviada de los canales de uso directo a

⁴⁴ De esta manera el capitalismo y la técnica fueron dos elementos que funcionaron uno en base al otro y que evolucionaron reaccionando de una manera cíclica. En algunos casos, si había algún oficio en el cual intervenían una gran cantidad de personas, para proteger su propio trabajo, estos rechazaban el uso de las máquinas y retrasaban la introducción de estos artilugios en sus labores. Así, se dice que el comercio y la máquina son dos componentes del capitalismo que a veces eran rivales.

aquellos de comercio lejano, hacia la adquisición de mayores beneficios, con un margen más amplio para nuevas inversiones de capital para guerras, conquistas en el extranjero, minas, empresas productivas... más dinero y más poder. (pág. 6).

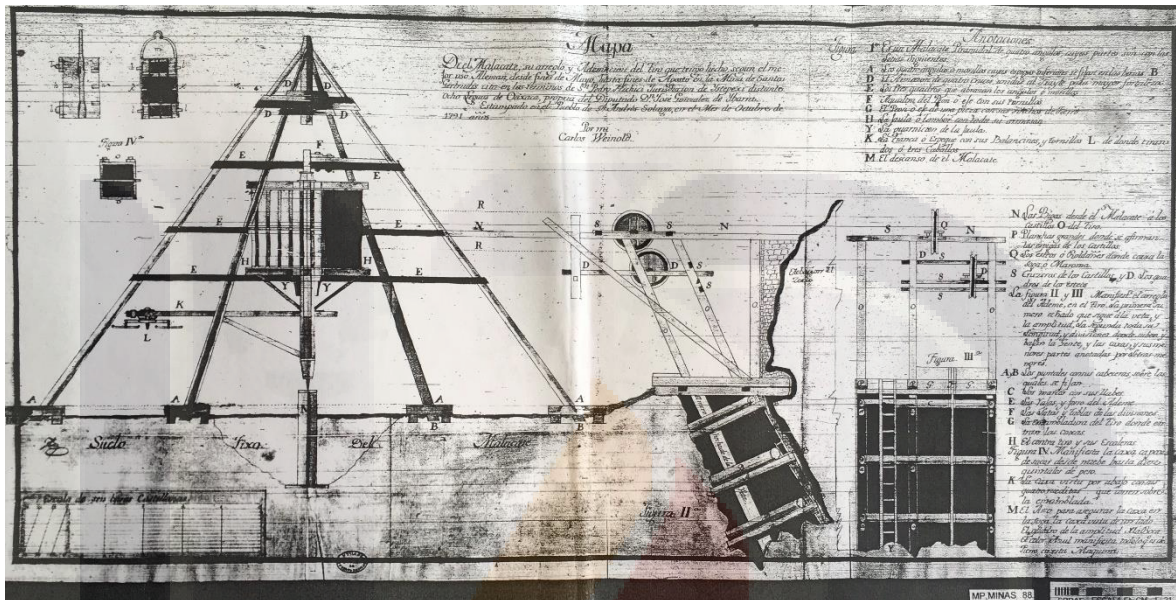


Ilustración 40: Imagen que ilustra una máquina para desaguar minas, empleada en Almadén, España. Es de notar los sistemas de poleas elaborados con madera, el principal material de maquinaria preindustrial, que se impulsaba por medio de fuerza animal. Este sistema se sustituiría posteriormente empleando hierro como material principal y se accionaría por vapor. Archivo de Indias, Sevilla. Mapas y minas.

Es muy común señalar que la máquina de vapor se creó a finales del siglo XVII en Inglaterra sin mayores antecedentes técnicos, pero en realidad, esta fue el resultado de una serie de pequeñas invenciones anteriores. Se dice que el vapor fue empleado inicialmente a nivel experimental por Herón de Alejandría en el año 120 A.C. para crear un dispositivo, “la eolipila”, que sostenía un globo de metal que rotaba al ser accionado por vapor inyectado en su interior. (Forman, 1911, pág. 55), hay menciones de mecanismos que emplearían vapor para moler medicinas para el año de 1629, por un italiano llamado Branca. “tomo alrededor de 1,700 años para que algún humano hiciera el gran salto intuitivo de la curiosidad a la aplicación práctica [del uso del vapor]” (Brown, Morris, Pérez y Critchley, 2005, pág. 5). Evidentemente, para calentar el agua, se necesitaba un combustible y el carbón se convirtió en un actor principal.

A pesar de que muchos de los adelantos se llevaron a cabo en Inglaterra donde "En lo principal, la industria paleotécnica gravitaba sobre la mina..." (Mumford, 1932, pág. 294), muchos de los mejores libros que se escribieron durante el siglo XVII que sirvieron de base para desarrollar la tecnología de la máquina de vapor fueron producidos en Francia y Alemania. Los dispositivos que se habían desarrollado en la Inglaterra del siglo XVIII se fundamentaban en invenciones anteriores elaboradas por personas tales como "relojeros, molineros y constructores de maquinaria" (Pacey, 1980, pág. 210) como Von Guericke, Hygens y Papin.

Los intentos fueron varios y sirvieron para posteriormente ser mejorados. En 1662, Edward Somerset, el Segundo Marqués de Worcester, construyó una máquina de vapor que elevó cuatro grandes cubos de agua 12 metros en 4 minutos. (Forman, 1911, pág. 59). Esta máquina funcionaba con un depósito donde se producía vapor y otro donde este vapor se enfriaba rápidamente creando un vacío que impulsaba el agua. Con el éxito de su invento, Somerset quedó muy animado y quiso implementar su creación para extraer agua de las minas.

Treinta y siete años más tarde, un ingeniero militar llamado Thomas Savery, del condado de Devon, Inglaterra, patentó una máquina que "subía agua... mediante el impelente poder del fuego" (Barton, 1989, pág. 15) y que comercializó para uso doméstico, aunque solo podía subir agua a una altura de aproximadamente 17 metros⁴⁵. Savery, a sabiendas de que este artefacto podría emplearse en las minas posteriormente lo comercializaría con un folleto como "el amigo del minero" (Savery, 1702, pág. 3).

Muchas de estas máquinas de vapor se comenzaron a emplear en la región de Cornwall (Cornualles), al suroeste de Inglaterra (ilustración 41). Esta zona

⁴⁵ La máquina de Savery contaba con una pequeña caldera, un depósito cerrado que él llamaba el "receptor" dos válvulas check y dos llaves de paso. Del depósito, un tubo descendía a el agua que se iba a subir; otro tubo se levantaba de ahí al punto de descarga. Las llaves de paso se manipulaban manualmente cuando era preciso pues la primera llave llenaba el depósito de vapor (generado con la caldera y luego se cerraba. La segunda llave entonces se abría para vaciar agua fría sobre el depósito, que condensaba el vapor en el interior, lo cual creaba un vacío que hacía que el agua subiera de nivel (Vale, 1966, pág. 21).

ha sido considerada como un lugar clave para la producción y abastecimiento de metales en toda Europa, así como por sus aportaciones para mejorar las técnicas de explotación minera alrededor del mundo. Los mineros de Cornwall eran considerados como personas de gran experiencia en ese campo productivo dada su larga y antigua tradición en la explotación del zinc y del cobre en su región (Buckley, 2002, pág. 59).

Con la latente necesidad práctica de subir agua en las minas, la máquina de vapor continuó desarrollándose a través de John Newcomen y John Cawley, que también eran originarios de Devon. Estos exonienses emplearon el principio de la máquina de Savery, usaban una caldera para crear vapor y manipular su entrada dentro de un cilindro metálico (el receptor) que tenía un pistón. Al enfriar el depósito se creaba un vacío que lo hacía subir y bajar, ayudándose de la presión atmosférica (Vale, 1966, pág. 22). Para mover el pistón de vuelta a su posición inicial, se agregó una palanca (barra) y un émbolo que por su peso contrarrestaba el movimiento, siendo esta su principal innovación, pues daba paso a tener una oscilación continua sin la necesidad de estar controlando manualmente las válvulas en cada ciclo⁴⁶.

⁴⁶ Como el artilugio era de grandes dimensiones, requería de una casa de máquinas especialmente hecha para albergar todos estos elementos. El cilindro receptor se localizaba sobre la caldera y el émbolo, que se apoyaba en uno de los muros, se proyectaba la mitad al interior de la casa de máquinas donde conectaba con el pistón y el otro, al exterior, de donde pendían barras largas hasta los cuerpos de agua de las minas, para poder extraer el líquido (Vale, 1966, pág. 21).



Ilustración 41: Localización de los poblados de Hayle y Truro, en la punta sur oeste del Reino Unido. Sitios ambos en Cornualles, región minera de gran tradición, de donde se exportaron las máquinas de vapor que se instalarían en Fresnillo. Mapas Cortesía de Google Maps.

Así, Newcomen y Calley, en 1716 pudieron bombear agua en una mina “(*Wheal Vor* o en la mina adyacente conocida como *Godolphin Bal*)” (Barton, 1989, pág. 16) en Cornwall, cerca de Devon, sobrepasando por mucho los resultados obtenidos con la máquina de Savery. A esta máquina se le conocerá como “newcomen” o “atmosférica” (Brown et al., 2005, pág. 5). Pronto habría máquinas Newcomen en otras minas y en regiones de Europa, como España o Hungría. Los dispositivos se adaptaban a necesidades locales y si se requería aumentar su poder, generalmente se ampliaban sus dimensiones: esencialmente el cilindro era el que aumentaba en diámetro, pero eso las hacía más eficientes, pues entre más grandes, consumían mayor cantidad de carbón. De cualquier modo, la cadena de invenciones continuó en Inglaterra, con algunos personajes singulares como John Smeaton⁴⁷ un hombre curioso e ingenioso quién construyó una máquina de 72” en Cornwall que se consideró muy eficiente y refinada, pues dobló la capacidad de la máquina Newcomen (Buckley, 2002,

⁴⁷ Smeaton viajó por Holanda (Pacey, 1980, pág. 198) para conocer más sobre los canales, los molinos de viento, el drenaje de terrenos y trabajos de puertos. Uno de los proyectos más conocidos fue el del faro de Eddystone, donde desarrolló un concreto hidráulico que resistió por muchos años los embates del mar. Su estudio en base a la precisión de las medidas, la energía hidráulica (con sus propias conclusiones sobre las ruedas hidráulicas), las mediciones astronómicas y su sentido experimental dejaron mucho a la ciencia para su avance posterior. Uno de los libros que Smeaton elaboró para plasmar sus impresiones sobre hidráulica se llamó “*philosophical Transactions*” (Skempton, 1971, pág. 159), publicado en 1759 y que fue muy influyente sobre la rama de la ingeniería que después se denominaría como civil.

pág. 287) casi con las mismas dimensiones, haciendo énfasis en el gasto de poco combustible (carbón) que para los cornualleses era muy caro.

La máquina de vapor se volvería más eficiente y su uso más común con James Watt. Watt era un hombre de naturaleza inventiva y de capacidad de observación similar a Smeaton, quien, con un bagaje técnico familiar dedicado a la fabricación de herramientas de precisión, le encargaron reparar un motor Newcomen en la Universidad de Glasgow, donde él trabajaba. En base a sus observaciones, vio que separar el condensador de la máquina Newcomen (Barton, 1989, pág. 22) haría que el motor trabajara de manera más eficiente al permitir menos intercambio de calor en el proceso de calentamiento y enfriado del agua cuando se producía el vapor y cuando se enfriaba el cilindro.

Así patenta su mecanismo y para 1774 entra en sociedad con Matthew Boulton, quien financia su proyecto. Juntos, fueron los responsables de la proveeduría de muchos motores en minas y fábricas en Inglaterra generando los principios técnicos necesarios para que otros fabricaran las partes de los motores, que ellos asesoraban en la instalación y que "se les pagaban sus servicios mediante una regalía por el uso del condensador separado que estaba patentado." (Pacey, 1980, pág. 206). A sus dispositivos se les conocía como "Maquinas Watt".

Si bien hubo máquinas Watt por varias zonas de Inglaterra, estas llamaron la atención de los mineros de Cornwall y para alrededor de 1775 (Barton, 1989, pág. 22), había en la zona 75 máquinas de entre 45" y 75" de diámetro funcionando para desaguar minas, a pesar de que en Cornwall el carbón no estaba expeditamente disponible y por ende era muy caro. Watt y Boulton cuidaban celosamente el pago de los derechos de sus patentes, lo cual, en ocasiones, frenaba el ingenio de otros inventores para mejorar dichas máquinas.

Cuando la patente de Watt y Boulton se termina en 1800, comenzó otra etapa de mejoras, que sucedieron mayormente en Cornwall, como la inclusión de otro cilindro (Barton, 1989, pág. 33).

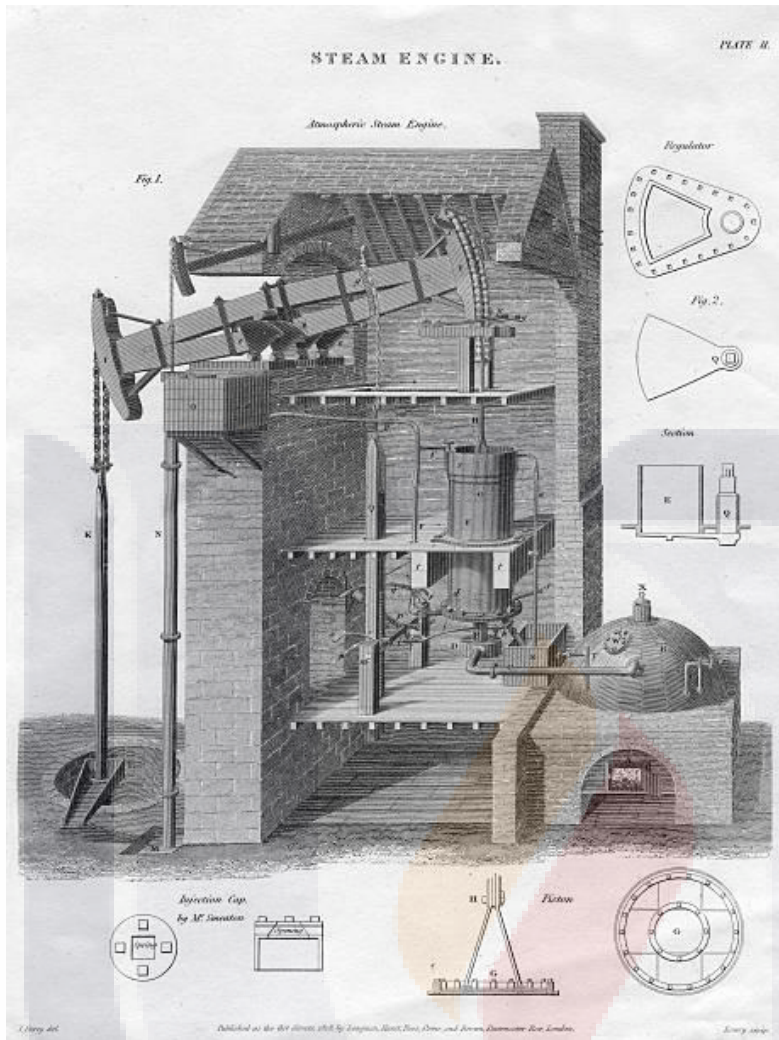


Ilustración 42: Máquina de vapor, 1818. Corte de una casa de bombas conteniendo una bomba de vapor atmosférica para extraer agua. Nótese que todavía estas máquinas tenían componentes de madera. Fuente: The Print Collector/Print Collector/Getty Images) <https://www.asme.org/about-asme/who-we-are/engineering-history/landmarks/194-kew-bridge-cornish-beam-engines>.

Tradicionalmente, el principal material para la elaboración de las maquinarias era la madera, como se ve en la ilustración 42, pero esta se fue sustituyendo paulatinamente por fierro, pues la madera no soportaba el desgaste del movimiento continuo y era fácilmente combustible. Para ello, se necesitaba que hubiera herrerías y fundiciones para proveer las partes de las máquinas de vapor, que por ejemplo, Watt y Boulton fabricaban en la "Soho Manufactory" en Birmingham (Vale, 1966, pág. 23), de la propiedad del segundo, o las colectaban de varios fabricantes que se especializaban en la elaboración de cada elemento. Los cilindros, por ejemplo, se fabricaban

mayormente por una compañía llamada "*Coalbrookdale Company*", que primero los manufacturaba de bronce y posteriormente, a mediados del siglo XVIII, de fierro fundido (Barton, 1989, pág. 19).

La liberación de la patente de Watt y Boulton, además de permitir mejoras a las máquinas elaboradas por otros inventores (Buckley, 2002, pág. 348), permitió también la fabricación de estos artilugios por diferentes herrerías y fundiciones. De esa manera, en Cornwall comienzan a fabricarse estas máquinas en factorías locales, localizándose estos ingenios principalmente en dos ciudades: Hayle y Camborne. Estas actividades ayudaron a sustituir los implementos de hierro que costaba mucho llevar a Cornwall, principalmente desde Coalbrookdale (Vale, 1966, pág. 26)⁴⁸. William Edward Bull, uno de los trabajadores de Boulton y Watt, se encargaba de construir sus máquinas en Cornwall. Antes de que la patente dejara de efecto, Bull empieza a crear sus propias máquinas invirtiendo el cilindro justo sobre el tiro sin requerir del balancín. Uno de sus ayudantes era Richard Trevithick hijo, de quien se hablará posteriormente. Bull dejó de producir estas máquinas porque perdió en 1793 (Barton, 1989, pág. 25) una demanda impuesta por Boulton y Watt. A este tipo de máquinas se les conocerá como máquinas "Bull".

Para el año de 1837, dada la alta actividad industrial, ya había una red ferroviaria que conectaba estas ciudades con los distritos mineros más importantes de esta región y con los puertos costeros cercanos. Las fundiciones de los Harvey, la *Cornish Copper Company*, La Fundición de los Holman y la de Tuckingmill eran las principales productoras de máquinas de vapor, de herramientas y de equipo de minería que se exportaba a todo el mundo (Buckley, 2002, pág. 467).

⁴⁸ Para la primera veintena del siglo XIX en Cornwall, ya se hacían competencias de extracción de agua, para comparar la eficiencia de las máquinas producidas en la zona, alcanzando algunas de ellas hasta 43 metros de profundidad. La competencia comparaba la eficiencia de estas máquinas mediante la relación del diámetro del cilindro que contenía el vapor, la profundidad de extracción del agua y la fundición que la fabricaba (Barton, 1989, pág. 40).

Algunas otras mejoras a las máquinas de vapor serían hechas por los Trevithick, padre e hijo. El padre, era uno de los ingenieros de minas más importantes en la región de Cornwall y adaptaba viejas máquinas Newcomen para hacerlas más eficientes o para alargar su función por más años. Con esa práctica, en base a observaciones, hizo: "una de las mejoras más importantes... que fue la cubierta semi circular de los tanques de caldera de los Trevithick que... sustituyó el lugar de la tapa plana sujeta en sitio por medio de placas de granito" (Vale, 1966, pág. 25).

Su hijo, Richard Trevithick (hijo) (Derry & Williams, 1993, pág. 325), tuvo gran familiaridad con el mundo de los ingenios de vapor a través de los oficios de su padre. Ello dio pie a que en la edad adulta el mismo hiciera optimizaciones a estas máquinas, siendo la más importante, la inclusión del principio de la alta presión en su funcionamiento lo cual potenció de nueva cuenta sus funciones (Buckley, 2002, pág. 287) ⁴⁹. A través de pruebas y errores, después de una gran explosión donde pierden la vida cuatro personas en 1803, "Trevithick continuó perfeccionando su diseño añadiendo válvulas de seguridad, tapones de fusibles, barómetros y una construcción remachada" (Brown et al., 2005, pág. 7).

Hacia el año de 1811 crea la primera "... "Caldera Cornish" que funcionaba a presiones de hasta 50 psi. Combinó este nuevo tipo de caldera de alta presión con una máquina de condensación de vapor... Este nuevo diseño es lo que se conoce como "máquina Cornish" (Brown et al., 2005, pág. 8). Para el año de 1816, incluye en su diseño un balancín en la parte superior de la casa de máquinas, y a ello se le conocerá como "Casa de máquinas Cornish" (Brown et al., 2005, pág. 8).

Uno de los fabricantes más singulares de Cornwall, era el de La Compañía fundidora de la familia Harvey, más conocida como "Los Harvey de Hayle"

⁴⁹ Richard Trevithick hijo, era un hombre perseverante y diligente, que es conocido por haber empleado esta invención en impulsar un carro, sentando así un antecedente del ferrocarril. También se lio con empresas mineras en Suramérica, pero con calamitosos resultados, por estar estos países en medio de la revuelta independentista con España (Barton, 1989, pág. 38).

(Harvey's of Hayle en inglés). Los Hayle tenían ya hecha una tradición por generaciones en la actividad en el trabajo de metales, aunque su práctica mayormente se enfocaba en la forja, no en la fundición. Para finales del siglo XVIII, John Harvey, el heredero de la estirpe, se involucró en las artes de la fundición y también en la albañilería de casas de máquinas de vapor hechas con ladrillos (Vale, 1966, pág. 26). A inicios del siglo XIX, sorteando una serie de dificultades de logística y de competencia con las compañías rivales, los Harvey ya producían tuberías, partes de máquinas, e incluso bombas enteras, lo cual era una ventaja tremenda para los mineros de Cornwall, que antes tenían que importar estos componentes desde Coalbrookdale.

Los Trevithick tendrían una conexión importante con los Hayle; Richard Trevithick Padre, ya conocía a John Harvey a partir de encargos de construcción de casas de máquinas que el primero encargaba al segundo. Richard Trevithick Hijo, se casaría con la hija de John Harvey, Jane Harvey. Henry, otro de los hijos de John, tomaría el cargo de la compañía en 1801 (ECPK, 1779-1983). La especialización de la compañía sería posteriormente la de la fabricación de barcos y, sobre todo, la de máquinas de vapor con balancín de fierro, más conocidas como "Máquinas de balancín Cornish" (Brown et al., 2005, pág. 9).

Los Harvey de Hayle, junto con otras fundiciones como "*The Koperhouse*" y Williams Perran (Brown et al., 2005, pág. 9), comenzarán a fabricar máquinas de balancín Cornish para uso local en Inglaterra y para muchos otros países. Las máquinas de balancín Cornish, atribuidas a Trevithick (hijo) por las mejoras hechas por él, pronto se estarían empleando para fines distintos a los del desagüe de las minas como el rolado de hierro y acero o la molienda de maíz o de azúcar. Estas eran fáciles de construir y ensamblar y se adaptaban fácilmente a pequeñas inexactitudes en su colocación (Derry & Williams, 1993, pág. 324).

La fundición de los Hayle, por ejemplo, en 1824, estarían haciendo un contrato para surtir de máquinas para las minas de Real del Monte, en México: "el encargo se componía de seis máquinas de vapor portátiles, una grande cantidad de trabajo en tiros de minas y otros equipos" (Vale, 1966, pág. 143). Como el puerto más cercano, Veracruz, se encontraba lejos de las minas, los

componentes se tendrían que separar en piezas que no sobrepasaran de 400 libras (181 kilos). Con grandes dificultades (Randall, 1972, pág. 1149), estas máquinas llegarán a Real del Monte sentando un precedente de una gran conexión entre Cornwall y las minas de México en el siglo XIX. Fresnillo y las minas de Proaño, serán otro de los sitios en recibir la tecnología Cornish en años posteriores.

6.2.- La arquitectura de las casas de máquinas de vapor

Bajo el influjo de la Revolución Industrial, se redefinió la respuesta arquitectónica de los edificios relacionados con las funciones productivas, lo cual también tuvo que ver con los límites de práctica de las disciplinas de ingeniería y arquitectura. Pragmatismo y progreso fueron los nuevos determinantes de la arquitectura que iba olvidando poco a poco los cánones clásicos.

En la arquitectura productiva la necesidad motivó el ingenio y con ello se activó el análisis de condicionantes que fueron el motivo de soluciones novedosas y originales que si funcionaban bien serían replicadas posteriormente. Tal es el caso de la arquitectura realizada para la protección de la bomba de vapor: la casa de máquinas. Se considera que a lo largo del siglo XIX y principios del XX, fueron construidas e instaladas unas 1000 máquinas de vapor (muchas de ellas Cornish) en diferentes partes del mundo (adicionales a las 2000 construidas en el Reino Unido) (Brown et al., 2005, pág. 9).

A partir de las dimensiones de la maquinaria, la edificación debía tener otras medidas adecuadas que permitieran libertad de movimiento del artillero y también para los trabajadores que la vigilaban. Esta envolvente debía ser suficientemente fuerte para, por un lado, sostener los mecanismos funcionando en su sitio evitando desplazamientos o vibraciones, y, por otro lado, garantizar unas condiciones internas de temperatura y humedad constantes para proteger los componentes mecánicos de las acciones del clima.

Se considera a la casa de máquinas obras de ingenieros y de no arquitectos (Barton, 1989, pág. 169). Esta envolvente es la que alberga todos los elementos

móviles que funcionan bajo a la acción del vapor y del condensador. Por ello, la casa de máquinas no es un elemento aislado del aparato, es un componente más para que el total funcione: este marco (la arquitectura) está totalmente relacionada con la función y la eficiencia del artilugio entero. Dada la función de este equipo, la casa de máquinas varió muy poco en forma, desde la época de las máquinas Newcomen hasta casi entrado el siglo XX.

Si bien habría algunas casas de máquinas de madera para equipos pequeños (Barton, 1989, pág. 183), el material de construcción primordial de estas edificaciones era típicamente la piedra, material resistente a los elementos del clima, disponible en muchos sitios y también ideal para soportar el gran peso que representaba la suma de todas las piezas de la máquina y las estructuras periféricas para el personal de operación y supervisión, el granito era la piedra preferida, sobre todo para el muro que sostenía el balancín (Barton, 1989, pág. 172). Ver ilustración 43.

La condición de prevención de incendios también aplicaba para los edificios que albergaban estos artilugios, así que se preferían materiales ignífugos ya fuera que se iniciase un incendio por descuido de la caldera o por sobrecalentamiento del cilindro. Si la máquina de vapor iba a servir para desaguar minas, esta debía de localizarse con suficiente distancia al tiro y evitar que esta pudiese inclinarse o peor aún, caer al interior. Por ello era necesario localizar un sitio seguro donde la cimentación de este elemento pudiese garantizar la integridad de todo el aparato, sobre todo por el gran peso que se sostenía (ilustración 44).

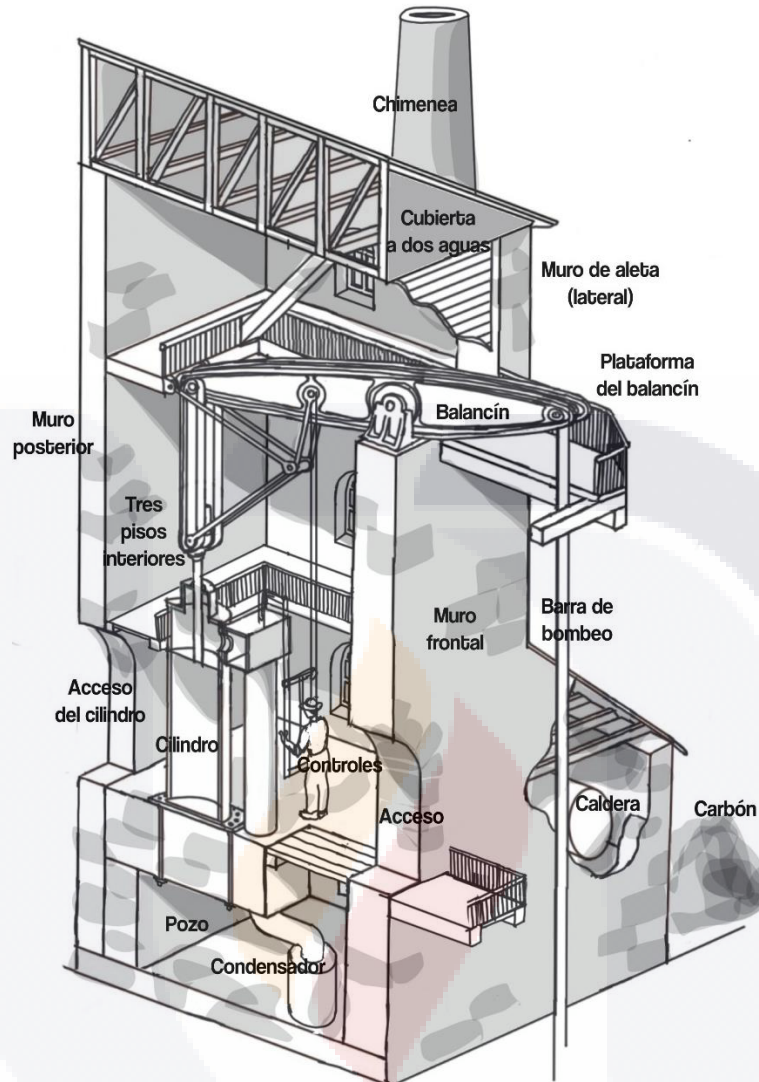


Ilustración 43: Partes más comunes de las casas de máquinas Cornish para desaguar minas, seccionada para mostrar el interior. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Las Casas de máquinas conformaban un rectángulo en planta, compuesto por un muro frontal, dos muros de aleta (laterales, en el lado largo) y un muro posterior. Todos los muros tenían una serie de aperturas: puertas o ventanas, relacionadas con la función de la máquina. El grosor de los muros variaba, siendo más grueso y más bajo el muro frontal para recibir la base de montaje del "eje estacionario" en el que oscilaba el balancín permitiendo el movimiento de este elemento (Brown et al., 2005, pág. 14).

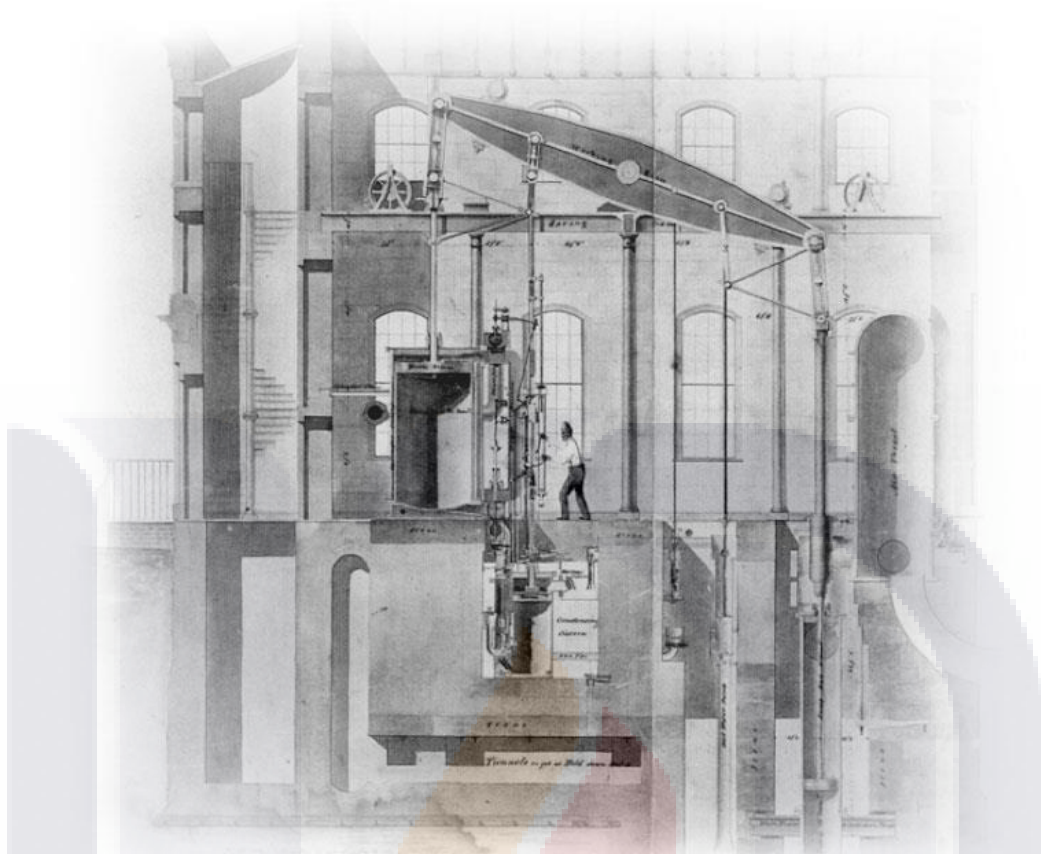


Ilustración 44: Las casas de bombas necesitaban un espacio amplio para albergar la maquinaria y también para permitir el libre espacio de operarios, como se muestra en esta imagen de una bomba Boulton y Watt de 1820, instalada en Kew Bridge, Middlesex, Inglaterra. Tomada de <https://www.asme.org/about-asme/who-we-are/engineering-history/landmarks/194-kew-bridge-cornish-beam-engines>.

Para las tareas de la caldera, dada la presencia de combustión con carbón, se habilitaba a las casas de máquinas con chimeneas que podrían estar en distinto sitio, bien dentro del rectángulo que definía a la construcción o estar exentas a esta. Generalmente, estas estaban en una de las esquinas de la construcción para evitar costos extras y garantizar estabilidad (Barton, 1989, pág. 173). En muchas ocasiones, estas chimeneas estaban hechas de mampostería y ladrillo, en una proporción en altura de "66% del total de la altura de piedra y el resto de ladrillo" (Brown et al., 2005, pág. 7). El ladrillo se empleaba en la última parte de la chimenea, para evitar maniobras costosas de andamiaje y de albañilería de piezas pesadas de piedra.

Al centro del conjunto, se localizaba la principal pieza de la máquina Cornish: el cilindro. En la mayoría de los casos, estas contaban con un solo cilindro que

variaba en diámetro, desde "15 pulgadas, que son más o menos 45 cm, hasta el más grande que era de 144 pulgadas aproximadamente 3.66 m." (Brown, Morris, Pérez Sánchez, & Critchley, 2005, pág. 11). Dentro del cilindro, estaba el pistón interior que al ser operado "... alcanzaba 12 pies o más (3.65 m.) ... este llegaba en altura hasta el segundo piso de la casa de máquinas" (Brown et al., 2005, pág. 11).

El cilindro tenía una base de fierro que debía de ser sostenida de una manera firme, para soportar el peso y el movimiento constante del pistón más la presión ejercida en él por el vapor. La base del cilindro se fabricaba en mampostería de gran dureza (granito si se pudiera) de donde se sujetaba mediante pernos muy largos el mencionado cilindro metálico a través de una placa inferior. Debajo de este cimiento, se encontraba un túnel (Crow Hole) desde donde se podían apretar dichos pernos. El cilindro conectaba con un pistón a un extremo del balancín.

El balancín se fabricaba de fierro fundido, teniendo un largo que variaba de 10 a 13 metros (Brown et al., 2005, pág. 11), y se acoplaban en pares, para que entre estas dos piezas se colocaran las piezas transversales que comunicaban el movimiento a las otras partes de la maquinaria.

El balancín descansaba en el eje de fierro fundido ubicado sobre el muro frontal, dividiéndolo en dos partes desiguales, una al interior y otra al exterior de la casa de máquinas. Es así, que el balancín oscilaba en dos sentidos al mismo tiempo, uno hacia arriba y el otro hacia abajo. A cada ciclo de este movimiento se le llama "carrera". Las máquinas funcionaban a una velocidad de entre 3 y 12 carreras por minuto dependiendo del tamaño del cilindro, las necesidades y las aplicaciones (Brown et al., 2005, pág. 12). Para efectos de protección de las máquinas, estas funcionaban a una fracción de la máxima carrera posible para evitar calentamientos excesivos y la factible destrucción de los extremos del cilindro. En dado caso, las vigas maestras colocadas al interior de la casa de máquinas sobre el nivel del movimiento del balancín, impedirían el improbable evento de una carrera excesiva, sirviendo como tope para evitar que eso pasase.

Debajo del balancín había una plataforma en su parte exterior sostenida en el muro frontal, por medio de vigas incrustadas en voladizo, para poder acceder a este elemento en movimiento. Al interior, el alcance a este componente se hacía a través de dos pasillos laterales paralelos, llamados "plataformas del balancín" (Brown et al., 2005, pág. 7).

Frente al cilindro se colocaban las válvulas y mecanismos de control sobre un piso de madera sobre los túneles inferiores (Crow holes). Al frente del cilindro se colocaban válvulas y dispositivos de control, "el regulador y las válvulas de entrada y salida del vapor sobre la parte superior del cilindro, en el primer piso; y la válvula de escape los mandos del maquinista en la planta baja" (Brown et al., 2005, pág. 13).

La válvula reguladora se manejaba manualmente por el operario para controlar "la longitud de la carrera", había otras tres válvulas que se movían de manera automática por un regulador hidráulico y un "tren de engranajes". Si bien las primeras máquinas funcionaban manualmente, con la adición del "vacío del condensador... máquina puede funcionar automáticamente a través un sistema de palancas y varillas de levantamiento" (Brown et al., 2005, pág. 13).

El peso de los elementos era considerable por las dimensiones de las piezas y el material con que estaban hechas. Para poder sostener los pesados elementos de la maquinaria, era necesario entonces construir un edificio con fábrica de materiales resistentes y fácilmente disponibles. El material ideal era la piedra, que podía ser conseguida expeditamente en los lugares a los que se transportara dicha maquinaria.

Es caso común que las casas de máquinas tuvieran tres pisos, sobre todo si las máquinas albergaban bombas de tamaño mediano o grande. A veces se omitía el piso intermedio, pero eso hacía compleja la distribución de los elementos en el interior. Los empleados pasaban mucho tiempo al interior de las casas de bombas y en muchas ocasiones, las personalizaban para sentirse como en su casa, pues a veces tenían que dormir ahí. En Cornwall se ponía mucho

empeño en mantener la maquinaria muy bien mantenida y limpia y a diferencia de lo que se podría pensar, muchas veces estos aparatos eran muy silenciosos. (Barton, 1989, pág. 178).

La techumbre de estas edificaciones variaba en forma y materiales, el caso típico en Cornwall era el de emplear techos con estructura de madera a dos aguas con tejas de pizarra, teniendo la cumbrera sobre el muro frontal y posterior. Sin embargo, habría algunas variaciones donde el techo era plano o donde las dos aguas se cubrían lateralmente con un parapeto más alto para pretender que el techo era llano (Barton, 1989, pág. 172).

Si bien la inclusión de ornamento no estaba prescrita, algunos ingenieros tendrían preferencia adornar sus casas de máquinas, ya fuera por la variación en la forma de remate de los muros, por la forma de las puertas o ventanas, la intercalación de materiales en los muros o por la inclusión de letras en las fachadas. Generalmente, las casas de máquinas no estarían decoradas o sujetas a condiciones estéticas particulares, sin embargo, hay algunos casos donde esto sí sucedía, como la casa de máquinas de "Exmouth and Adams United ... cerca de Christowe en el valle Teign..." (Barton, 1989, pág. 174), construida en la década de 1850 para albergar una máquina de 70". La referida casa de máquinas posee dos ventanas amplias, una sobre otra, en el muro posterior y un cuidadoso arreglo de piedra aparente que le da un aire gotizante.

Esta modalidad arquitectónica también estaría sujeta a las condiciones programáticas de cada actividad productiva. Por ejemplo, en 1786 en la Albion Mill de Londres (Darley, 2010, pág. 218), la maquinaria de vapor a gran escala se integró al edificio en una fábrica de varios niveles. Por seguridad y eficiencia, posteriormente esta maquinaria se separaría del edificio para colocarla en un anexo cercano a las actividades de producción. Después, la caldera se separaría de la maquinaria por los mismos motivos.

En base a las necesidades espaciales y programáticas de las casas de bombas, estas adquieren unas formas y dimensiones similares, aunque con ciertas variantes que eran el resultado de las adaptaciones a los lugares donde

estas se establecían. Las tareas a las que se enfocarían estas maquinarias cambiarían y se adaptarían a la escala de las tareas necesarias, así, hay algunos ejemplos que son famosos por su enorme tamaño y por contener varias bombas de vapor funcionando al mismo tiempo en una sincronía de espacio y de función, como la gran casa de bombas construidas en el Lago Haarlem, en Holanda construida alrededor de 1840 (Vale, 1966, pág. 251), erigida ahí para desecar dicho lago y convertirlo en tierra agrícola. Esta idea, del holandés Jan Adriaanz Leeghwater, que publicó su plan en 1639 y que le dio nombre a la máquina para honrar su idea: “Leeghwater engine” cuando esta se erigió en el siglo XIX (Vale, 1966, pág. 247) vista en la ilustración 45.

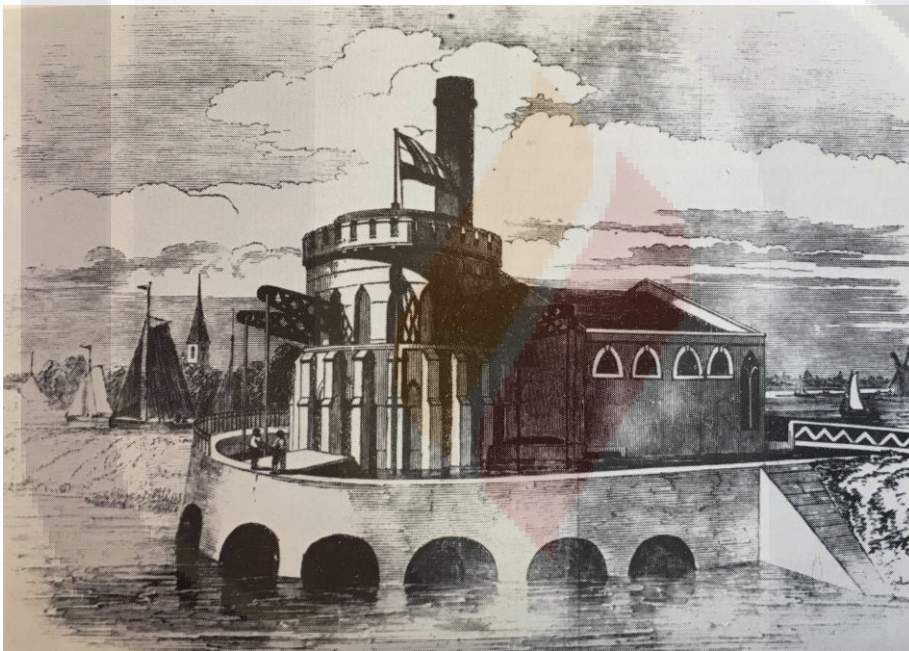


Ilustración 45: La casa de bombas Leeghwater para desaguar el lago Harlem en Holanda. Fuente: Vale (1966).

Esta maquinaria involucraba innovaciones y era suficientemente grande para mover al mismo tiempo, 11 vigas. para lograr ese desempeño, la casa de bombas tenía una disposición radial. “The engine house was a strong circular tower like the shell-keep of Windsor Castle, and the beams radiated from the great cap to the pumps outside and were pivoted in equal spaced openings of the wall” (Vale, 1966, pág. 250).

A razón de las distintas necesidades motrices, la arquitectura de las casas de bombas variaría en escala y materiales siendo la más común la que se dispersaba por los territorios ingleses de la provincia de Cornualles: como algunas de las casas de bombas de la King Edward Mine. Existen ejemplos como la de la “South Condurrow Engine House” mostrada en la ilustración 46, las cuales son muy similares a las que existen en la actualidad en la hacienda Proaño de Fresnillo.



Ilustración 46: Casa de máquinas Cornish Michell en la mina East Pool en Redruth, Cornualles, cerca de Truro, donde se fabricaron las bombas que se instalarían en la Hacienda Nueva. Fuente: foto de Bill Amey, obtenida de <https://www.nationaltrust.org.uk/east-pool-mine>.

6.3.- La inclusión de tecnología productiva innovadora en la producción de plata en Fresnillo: la máquina de vapor, una transformación arquitectónica significativa

A partir de las diligencias de intereses ingleses en México a inicios del siglo XIX, se fue dando la inclusión de financiamiento y de tecnología de ese origen en sitios de potencial minero en el estado de Zacatecas y, por ende, en Fresnillo. La inversión monetaria llegaría también con equipo y personal ingleses. Estos últimos se involucrarían en las actividades empresariales e irían creando estrategias de explotación minera buscando una industrialización a través de la inclusión de maquinarias de vapor para algunos procesos productivos que permitiría facilitar e incrementar los resultados de dichos procesos con este equipo considerado entonces, de vanguardia.

Las instalaciones mineras de Proaño y las de la Hacienda Nueva a inicios del siglo XIX, se convirtieron en un punto geográfico coincidente en el cual se combinarán las necesidades productivas locales con la tecnología de la lejana región de Cornwall: dos tradiciones mineras que confluyeron creando soluciones tecnológicas y arquitectónicas específicas y originales.

El vínculo de todos estos elementos circunstanciales comenzaría en el ámbito productivo de las minas de Proaño bajo la administración de García Salinas y la "Compañía Minera Zacatecana", donde algunas otras consideraciones se tuvieron que tomar en cuenta para mantener un nivel de eficiencia adecuado y alineado con los resultados esperados.

6.3.1.- Las máquinas de vapor para el desagüe de las minas de Proaño

La adquisición de nueva tecnología basada en máquinas de vapor para el desagüe de las minas de Proaño resultó ser un tema de empeño y de perseverancia, en una época donde este equipo no era común, tenía enormes dimensiones y era muy difícil de transportar. Francisco García Salinas, como principal promotor de estas acciones, consideró la importación de equipo de este tipo para el efecto en las minas de Proaño que para el momento se realizaba con malacates, método mucho más rudimentario y que presentaban resultados mucho menos eficaces.

De cualquier modo, la adquisición de este equipo sería muy redituable, considerando las posibilidades extractivas que ello representaría: la relación de la inversión sería fácilmente recuperada con la producción de plata que con ello se obtendría. Los gastos de desagüe eran muy altos y los malacates implementados para ello dependían de un alto mantenimiento. García Salinas, lo tenía muy claro y pidió anuencia del Congreso de Zacatecas para la compra de máquinas de vapor: "Una desventaja del actual sistema es, que, se requiere de gran espacio para el trabajo de los malacates, se ha hecho necesario colocarlos en cada uno de los tiros de las minas; y en la boca de muchos que están situados en pendiente de la loma, a una elevación considerable sobre el

llano... el agua tiene que ser elevada al doble de altura necesaria en los tiros del llano. Una máquina de vapor, por el contrario, localizada por ejemplo en el tiro de Beleña, podría concentrar todo el drenaje en un solo punto, y drenar las minas subiendo el agua solo al mínimo de altura necesaria." (Auld y Buchan, 1834, pág. 39).

La aprobación llegó el "23 de agosto de 1833... comisionó el gobierno a los señores Don Roberto Auld y Don Juan Buchan, cuyo celo por el servicio del Estado era bien conocido, para que fuesen a contratarlas a Londres... a contratar dos máquinas de vapor de 55 pulgadas, que deberán ser pagadas a dinero en el puerto de su desembarco. " (García Salinas, 1834/1909, pág. 402).

Thomas R. Auld, y John H. Buchan, ya tenían experiencia en las empresas mineras mexicanas, al haber trabajado anteriormente para la "Real del Monte Mining Company" (Randall, 1972, pág. 257). Para la adquisición del equipo, se pidió la ayuda en Londres de un señor Don Diego N. Colquhoun quien ayudó a arreglos para esta empresa, muy posiblemente familiar del afamado James Colquhoun, el general de artillería inglés que ayudó a llevar con éxito las primeras máquinas de vapor a Real del Monte, después del penoso trayecto desde Inglaterra en 1824: "Uno de los más dramáticos y trágicos episodios de los primeros años de la compañía británica Real del Monte Company" (Randall, 1972, pág. 51).

El trato se hizo y esta maquinaria se fabricaría y se embarcaría desde Truro, en Cornwall, Inglaterra. El envío de las máquinas se haría en dos partes. En el registro de la "Lista de las máquinas construidas por Harvey & Co., Hayle (compiladas de los registros de Harvey & Co., C. R. O., Truro) por D. B. Barton (Barton, 1989, pág. 279), aparece la fabricación de dos máquinas para las Minas de Fresnillo: una máquina de 60" tipo "Bull" elaborada en Agosto de 1835 que costó £1,172 y otra máquina fabricada en 1838 de 60" 10' tipo "Bull"⁵⁰ que costó

⁵⁰ Brown comenta que en realidad las máquinas no eran tipo "Bull" pues en estas, el cilindro cambia de posición al frente y con el pistón justo sobre el tiro de la mina por lo cual se prescinde del balancín, lo cual no era el caso visible de las máquinas de los tiros de Beleña y San Francisco "...pues se ve que eran máquinas Cornish convencionales". (Brown, Fresnillo Revisited, 2001, pág. 16).

£ 1,396 más el costo de 3 calderas de £ 963, refacciones por £ 291 libras, un balancín por £ 56, trabajos en tiro para desagüe de £ 6,140 y cajas de embalaje por £ 120.

Mientras la primera máquina era fabricada y enviada a México, sucedieron los turbulentos cambios políticos de 1835 (Anónimo, 1849, pág. 12) en Zacatecas y Fresnillo producto de las dificultades entre Francisco García Salinas y Antonio López de Santa Anna. Durante este tiempo, García Salinas se retira de la negociación, y para cuando la primera máquina de vapor se recibe en Fresnillo, ya la "Compañía Minera Zacatecana" estaba constituida bajo la administración de Narciso Anitúa, un minero vasco con experiencia minera en Sombrerete. En el año de 1837, será sustituido por José González Echeverría, que duraría en ese puesto hasta el año de 1864. (Ortega, 1901, pág. 6)

La primera máquina llegaría a costas mexicanas dos años después de iniciada la gestión de compra librando una serie de dificultades, que si bien no son claras, casi es seguro que serían un tanto difíciles⁵¹ como las del transporte de las primeras máquinas de Real del Monte, por las condiciones geográficas y de clima entre las costas del Golfo de México y del altiplano Mexicano donde esta Fresnillo, a pesar de que esta localidad estaba bien conectada con otras regiones de la república: " ... no hay, de cualquier modo, un camino directo de carretas a la costa, la ruta usual con Tampico, distante a 320 millas, siendo este practicable solo por mulas; pero haciendo una desviación hacia el norte a Monterrey, para evitar las crestas de las montañas [que no dobla la distancia], el camino está perfectamente adaptado para el uso de carruajes y el transporte de equipo pesado." (Auld y Buchan, 1834, pág. 46). La ruta para conectar los centros productores de plata como Zacatecas y San Luis Potosí hacia las costas del Golfo de México se comenzarían a concentrar en la ruta hacia Tampico después de 1810, pues la ruta de Veracruz estaba cortada por bandas revolucionarias y era más complicada de transitar. El camino salía de Tampico hasta Tula, San Luis

⁵¹ Barton comenta que las dos bombas Harvey de 60" que se enviarían a Fresnillo en 1834 y en 1838, y las dos bombas de 80" subsecuentes enviadas en 1844, tendrían un viaje épico de tres mil millas. Aunque señala que estas llegarían a tierras mexicanas por el puerto de Veracruz (Barton, 1989, pág. 123).

Potosí y luego a Zacatecas, donde se unía con el Camino Real de Tierra Adentro. (Tandrón, 1976, pág. 17).

Amador relaciona del equipo (aunque no aclara si la situación fue la misma para las dos máquinas)⁵² que estuvieron varadas en Tampico alrededor de seis meses y que pudieron ser transportadas a Fresnillo hasta después "con todos sus accesorios, habiendo habido necesidad de colocar en dos grandes carros unidos, una sola de las piezas para que pudieran soportar su enorme peso." (Amador E. G., 1892, pág. 433). El mapa con el recorrido se incluye en la ilustración 47.

La tecnología de máquina de vapor llegó a Fresnillo desde Cornwall en 1836. José González Echeverría continuó con las gestiones iniciadas por García Salinas en 1833 para la adquisición de este equipo y fue quién recibió y autorizó poner en funcionamiento la primera máquina, que llegó 3 años después de iniciado el trámite. Hacia diciembre de 1836 se culmina la construcción de la primera casa Cornish en el tiro de Beleña de las minas de Proaño.

⁵² Mariano Baylles, el secretario de la "Compañía Minera Zacatecana", escribiría en julio 23 de 1838 de la segunda máquina de vapor adquirida: "Quisiéramos ofrecer á los señores socios igual seguridad respecto á la pronta colocación de la nueva máquina de vapor, que tan necesaria es para el complemento de la prosperidad de nuestra empresa; pero el bloqueo de los puertos de la república por la escuadra francesa no ha permitido que se realicen nuestros deseos tan oportunamente como nos prometíamos. La espresada máquina llegó á Sacrificios con las piezas de refacción, útiles y maquinistas, el 14 del mes actual en el bergantín Sarah que la conducía de Inglaterra, cuyo buque por repetidas órdenes del gefe de dicha escuadra, se hizo á la vela al tercer dia con dirección á Panzacola ó Nueva-Orleans, donde hay sugetos encargados preventivamente por esta Junta, para que cuiden de la mejor conservación de la máquina. Allí esperará el resultado de las nuevas diligencias que practicaremos para conseguir su pronta entrada y desembarque en Veracruz, sin desanimarnos por el mal écsito de todas las que hemos hecho hasta ahora para lograr un fin tan importante." (Baylles, 1840, pág. 21).



Ilustración 47: En el mapa se muestra el recorrido marítimo y terrestre que se hizo para llevar las máquinas de vapor desde Hayle hasta Fresnillo. Fuente: Google Maps, José Humberto Flores Castro.

Para 1836, el 25 de enero se instala la primera máquina en el tiro general de Beleña y se terminó el 19 de diciembre del mismo año: "La referida máquina tenía un cilindro principal de 60 pulgadas de diámetro. Consumía como 300,000 cargas de leña al año, daba 8:30 golpes por minuto y extraía 66 quintales de agua también por minuto. Esta fue la primera maquinaria de vapor que se usó la República para los grandes trabajos de minas referentes a desagües y moliendas de metal" (Amador E. G., 1892, pág. 433).

El tiro de Beleña estaba situado al sureste del cerro de Proaño justo donde iniciaba el llano y según Auld y Buchan era el mejor sitio para colocar la primera máquina de vapor: "... Este tiro está circundado por altos muros cercando los (8) malacates y extensivos edificios para oficinas, así como establos y graneros para 400 cabezas de ganado, que se emplean en el drenaje de la mina. Cercano a Beleña, pero extramuros, hay otro tiro, San Francisco, de dimensiones más pequeñas (5 1/2 pies cuadrados), pero más profundo que el de Beleña, donde hay tres malacates. El Tiro de Beleña es quizás el mejor adaptado para colocar

una máquina de vapor. El agua parece fluir libremente a este punto, donde hay menor altura para extraerla, y las carretas con combustible pueden descargar justo en la puerta de la mina." (Auld y Buchan, 1834, pág. 31).

Cuando se puso a trabajar la primer máquina de vapor, el éxito de las tareas fue tal que los accionistas de la compañía se motivaron a comprar otra más: "Transcurrido algún tiempo, y a medida que se fueron profundizando así el tiro indicado como los laboríos de las minas, no fue ya bastante una sola máquina para dominar las aguas en toda la extensión del cerro, y nos decidimos por tanto a pedir a Inglaterra otra máquina igual a la referida..." (Baylles, Iturbe, de Rozas, y Sáyago, 1845, pág. 10).

La segunda máquina se instalaría tres años (Baylles, Informe que da la Junta Menor Permanente de la Compañía de minas Zacatecano-Mexicana del estado de la negociación del Fresnillo en el primer semestre del año de 1839, 1840)⁵³ después, en 1839, en el tiro San Francisco "80 varas al poniente de la de Beleña" (Baylles et al., 1845, pág. 10). La máquina tenía 60" de diámetro con un largo de golpe (carrera) de 10 pies. Los resultados de la instalación referida fueron muy satisfactorios, pues de inmediato se habían logrado desaguar las minas y restablecer en ella las labores aumentando la producción de carga y el beneficio de los metales: "las labores aumentando la producción de carga y el beneficio de los metales. Vino, al mismo tiempo un notable aumento de obreros, de consumo de materiales para el beneficio, de pasturas y granos para las acémilas y de carbón y leña. El valor de todo esto, unido al de la raya de los trabajadores, arrojaba una importante cantidad que semanalmente circulaba en Fresnillo produciendo un beneficio y bonancible movimiento para el comercio, la agricultura y la industria" (Amador, 1892, pág.

⁵³ "La segunda máquina de vapor empezó á obrar el 28 de Septiembre prócsimo pasado, habiéndose retardado su colocación más de lo que esperábamos...Uno de ellos consistió en haberse desgraciado tres veces consecutivas la fundición de una de las tapas de las calderas, cuyo accidente entorpeció por mas de un mes la entera conclusión de esa obra tan importante. La espresada máquina ha producido en lo posible los buenos efectos que eran de esperarse, puesto que ha desagüado constantemente el tiro general de San Francisco, donde se halla colocada, y facilitado por consiguiente el cuele rápido de éste para nivelarlo con el de Veleña, ..." (Baylles, Informe que da la Junta Menor Permanente de la Compañía de minas Zacatecano-Mexicana del estado de la negociación del Fresnillo en el primer semestre del año de 1839, 1840)

433) página 433. El costo de estas dos primeras máquinas sería de "quinientos cuatro mil ochocientos sesenta pesos..." (Baylles et al., 1845, pág. 10).

Ortega en su informe refiriendo a Dahlgren (1887), señala que, para el año de 1838, el coste de desagüe se había reducido a "la quinta parte de lo que costaba con los 35 malacates en los cuales se empleaban 500 hombres y 2,000 caballos." (Ortega, 1901, pág. 6), por esta razón, los malacates se abandonaron.

Las bombas referidas, se sustituyeron más tarde por otras más grandes, de 80" de diámetro (20" más que las anteriores), con una carrera de émbolo de 9 pies y de 500 caballos de vapor de potencia nominal (Ortega, 1901, pág. 46). Estas nuevas máquinas se encargaron a Inglaterra en el año de 1842 y se estarían colocando en 1845 "capaces de obrar con buen fruto hasta seiscientas cincuenta o setecientas varas de profundidad." (543.40 o 585.2 metros) (Baylles et al., 1845, pág. 10). Según Baylles, estas máquinas costaron, ya habilitadas para trabajar, \$190,000 o \$200,000 pesos, siendo las más grandes de su tipo en esa época en el país. La mitad del costo se empleó para pagar el transporte del equipo de Veracruz a Fresnillo. Las bombas anteriores, de 60" según Brown (Nance, 2005, pág. 37), serían reinstaladas en las casas de máquinas Cornish de la Hacienda Nueva, de las que se hablará posteriormente.

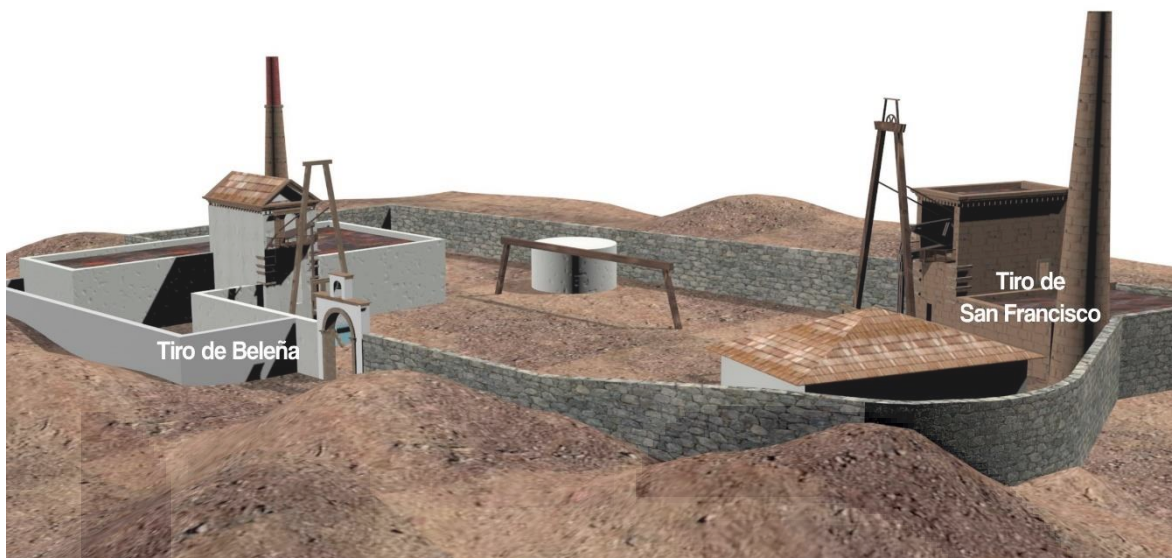


Ilustración 48: Reconstrucción de las casas de máquinas Cornish de los tiros de Beleña y San Francisco. Fuente: José Humberto Flores Castro, basado en fotografía antigua del acervo de la Maestra Alma Parra Campos.

En el perímetro de los tiros de Beleña y San Francisco, por medio de fotos e imágenes antiguas, se observa que se realizó una barda perimetral dentro de la cual se construyeron las dos primeras casas de máquinas Cornish en las minas de Proaño, presentadas en la ilustración 48. La primera, instalada para el tiro Beleña, se observa muy similar a la generalidad de las casas de máquinas de Cornwall en la razón de que esta tenía un techo a dos aguas, aunque se observan trazas de decoración en la fachada del muro frontal: "Si las máquinas eran bestias aterradoras, igualmente esencial resultaba afrontar la ansiedad que rodeaban lo desconocido y apaciguar esos demonios; y los más reflexivos entre los primeros industriales procuraron adaptar el estilo arquitectónico que mejor reflejaba la continuidad (en su caso el estilo clásico) a la cara pública en sus fábricas." (Darley, 2010, pág. 32).

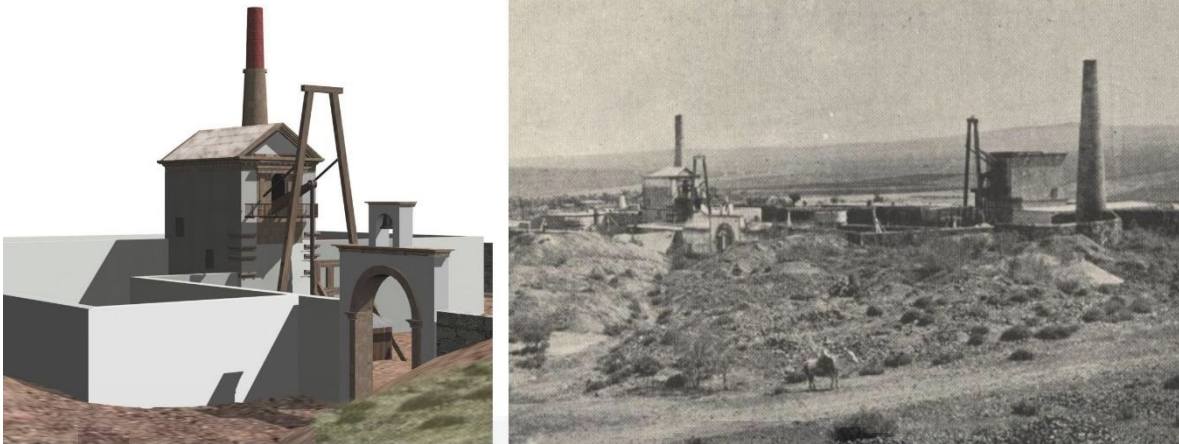


Ilustración 49: Reconstrucción de la Casa de Máquinas Cornish de Beleña. Nótese el corte clasicista en su construcción. Fuente: José Humberto Flores castro y fotografía antigua del acervo de la Maestra Alma Parra Campos.

Se observa que la forma del muro frontal y posterior se remata con un frontón con aire clasicista que delineaba la forma de la cubierta por detrás y con un arco de medio punto en el hueco entre muros de aleta (Brown et al., 2005, pág. 9), donde estaba colocado el balancín (ilustración 49). Aunque el material de esta casa de máquinas es difícil de identificar, se puede deducir por las técnicas constructivas de la zona y los materiales de los que se disponía, es muy probable que la edificación fuera realizada con piedra caliza, más conocida en el área como "cantera" labrada para el caso del hueco del balancín, a modo de ventana con frontón. Fuera de eso, aparece enlucida y encalada. La chimenea de esta casa de máquinas estaba exenta y por lo que se aprecia en el famoso cuadro de Pedro Gualdi de la Hacienda Nueva de 1840 (Gualdi, Ca. 1840), esta estaba hecha de dos materiales, que, por práctica común, bien podrían haber sido piedra y ladrillo.



Ilustración 50: Reconstrucción de la Casa de Máquinas Cornish de San Francisco. La construcción es más robusta, muy similar a las que se edificaban en Cornwall. Hay que notar que esta máquina tenía un balancín de madera. Fuente: José Humberto Flores Castro y fotografía antigua del libro "Colección fotográfica Federico Sescosse Lejeune".

La segunda casa de máquinas Cornish, en el tiro San Francisco tiene variaciones sobre la de Beleña como se puede distinguir en la ilustración 50. Esta segunda casa de máquinas tiene el techo plano posiblemente porque seguía una tipología regional que respondía a un clima con poca intensidad de lluvias. Esta casa de máquinas es más robusta. Se identifica con claridad que se empleó cantera en toda la construcción y se aprecia mejor manufactura que en la anterior: hay detalles más finos en el trabajo de la piedra. Esta construcción también presenta ciertos elementos de ornamentación, con una gran cornisa en parte superior y una serie de estrías horizontales en la parte inferior a manera de almohadillado en la base del edificio. Estos detalles, así como las ventanas con jamba y dintel eran de frecuente uso en la arquitectura virreinal zacatecana. También en este caso, la chimenea estaba exenta de la casa de máquinas, aunque estaba elaborada con un solo material, que parece ser era piedra de cantera.

El balancín se sugiere por sus dimensiones en las fotos, que era de madera⁵⁴ y estaba reforzado con tirantes metálicos adheridos a esta biela para evitar que se quebrara. Antes de la aparición de las fundiciones en Cornwall, era común en esta región el empleo de los balancines de madera ya fuera porque se dificultaba su transporte desde las fundiciones de otras regiones inglesas a este condado y porque no había quien las fabricara en las cercanías "los balancines de las máquinas, eran un tronco de roble en los días de las máquinas Newcomen" (Barton, 1989, pág. 128) y eran muy comunes hasta 1850. En el caso de la máquina del Tiro San Francisco, posiblemente la colocación del balancín de madera representó un ahorro en costos de transporte (por su peso) y de proveeduría, que bien podría haber sido local⁵⁵.

Estas máquinas funcionaron por un tiempo. Pareciendo que estas serían desmanteladas y reinstaladas en las minas de Quebradilla en Zacatecas, donde funcionarían por unos años más. Después, los restos de las máquinas o de las construcciones que las contenían se perderían sin dejar mayores trazas más que su descripción en documentos, pinturas o fotografías.

6.3.2.- Nuevas máquinas de vapor para el proceso de beneficio en La Hacienda Nueva

El caso de las casas de máquinas Cornish que perviven en la Hacienda Proaño, es muy peculiar pues se distingue de los casos comunes de estos aparatos que normalmente tenían el propósito de extraer agua de las minas. Si bien esa fue la función de las primeras máquinas de vapor instaladas en los tiros de Beleña y San Francisco, la ocupación de las máquinas emplazadas al interior de la Hacienda Nueva era distinta.

La conexión de las minas de Proaño con la fundición de Hayle se fue consolidando a partir de la proveeduría de la primera bomba de vapor de 60 pulgadas que se compró para desaguar las minas en 1836. "Justo un año

⁵⁴ Kenneth Brown afirma que el balancín era de madera no solo para la máquina de San Francisco, sino también para la de Beleña (Brown, 2001, pág. 15).

⁵⁵ Barton señala que, en 1827, se publicó un anuncio en un periódico local donde se vendían dos balancines de madera casi nuevos, que se piensa fueron elaborados para enviarse a México, sin que esto sucediera (Barton, 1989, pág. 129).

después de que el gobierno hubiera rentado las minas a una compañía inglesa" (Nance, 2005, pág. 37). La implementación de las bombas y sus resultados fueron un éxito y ello daría pie a pensar en otra utilidad para estos grandes artilugios. Como se ha comentado, ya había un antecedente para que las máquinas de balancín se emplearan para fines distintos a los de la minería, después de 1790, estas se emplearían en herrerías, molinos y en la industria textil (Barton, 1989, pág. 22). Esta variedad de usos daría pie a ponderar transferencias de tecnología⁵⁶ para aprovechar estos dispositivos.

La actividad de la molienda de mineral llevada a cabo en la Hacienda Nueva para el proceso del beneficio requería una enorme fuerza animal y humana. Las mulas y caballos necesitaban mucho cuidado, alimento y descanso para poder sobrellevar las tareas apropiadamente, además, muchos de estos animales morían por estar en contacto con el azogue o lamerse las patas por la sal que contenía la lama (Duport, 1843). El cuidado de estos animales también requería la ocupación de muchos trabajadores. Por ello la máquina de vapor se veía como una alternativa más eficiente para llevar a cabo dicho procedimiento.

La conexión con la tecnología de Cornwall es lógica, dado el antecedente que se tenía con la compra de las máquinas anteriores a los Harvey de Hayle. Si se considera que el conocimiento va de la mano con la tecnología, con seguridad estos cambios serían el resultado de observaciones prácticas hechas por alguno de los "cornishmen" (Ruxton, 1848, pág. 87) o los administradores y supervisores que trabajaban en las minas de Proaño y en la Hacienda Nueva. Estos cambios involucrarían una transformación sustancial en el procedimiento de beneficio de patio con la inclusión de la tecnología de vapor.

⁵⁶ La tecnología es un término que normalmente involucra dos componentes, uno de conocimientos y otro de aplicaciones prácticas que se aplican a la manera de hacer las cosas con cierta herramienta. De cualquier modo, el concepto varía según el contexto y las circunstancias donde se aplica, así que es difícil de definir con precisión: "Al hacer un escrutinio de la definición de tecnología, hay dos componentes básicos que se pueden identificar: 1) "Conocimiento o técnica"; y 2) "el hacer cosas" (Wahab, Rose y Wati, 2012, pág. 62). Sus efectos pueden ser tangibles y funcionan como un fenómeno aditivo al cual se le va agregando nuevas informaciones y procedimientos que dan pie a nuevas perspectivas y que consecuentemente representarán cambios tangibles en el medio físico donde se aplique en una dinámica que se repite cíclicamente.

Lo que no queda claro, es donde se conformó este esquema de transferencia tecnológica⁵⁷, aunque lo más probable es que esta fuera una combinación de saberes de los operarios que trabajaban en Fresnillo⁵⁸ y de los propietarios de la tecnología en Hayle. Por la relación de envío elaborada por la fundición sobre el recuento de las máquinas Cornish y los componentes de las arrastras de vapor, es muy probable que estas se hayan diseñado en Cornwall (Brown, 2001, pág. 19)⁵⁹.

Según Escamilla, la idea de implantar estas bombas de vapor iniciaría cuando un "comerciante y viajero escocés William Parish Robertson (1794-1850) visitó México" (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 191) y traduce un informe sobre la minería en este país donde sugiere que la Hacienda Nueva, "la más grande y bella de todas las de la República puede ser extendida y mejorada... se pretende trabajar con diferentes molinos en los que los minerales serían triturados con el poder del vapor, con lo que este agente poderoso sustituirá el gran número de animales que hasta ahora se han empleado en la molienda." (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 191).

En Cornwall los molinos de mazos se empleaban ya "desde los primeros tiempos de la minería en veta... para reducir la mena a polvo y dejarla lista para otros procesos de separación o concentración". (Barton, 1989, pág. 219).

57 Si bien el término de tecnología es muy amplio, lo es también el de su traspaso, la "*technology transfer*" (Wahab et al., 2012, pág. 63), la cual es compuesta por una serie de ideas, valores y potencialidades que sobre una tecnología presente, tienen individuos o grupos y es el nombre que se le da a la cesión de conceptos existentes en un campo de tecnología que se emplea para la solución de una dificultad a otro campo distinto para el que fue creado buscando en base a una serie de circunstancias planteadas, solucionar otra problemática completamente diferente, aunque Darley dice que "La Transferencia de tecnología era más a menudo una cuestión accidental que el resultado de la premeditación." (Darley, 2010, pág. 44).

58 Según comentaba Payno, la mayoría de los empleados eran mexicanos a excepción de algunos cuantos, entre ellos, los bomberos de las máquinas de vapor: "Esto hace grande honor a los mexicanos, pues en esta negociación desde los accionistas hasta el último minero, son hijos del país, a excepción de los bomberos que son ingleses y uno que otro empleado en la administración que son extranjeros, pertenecen a la república, por sus relaciones de familia y dilatada residencia." (Payno y Del Castillo, 1843, pág. 6).

59 En Fresnillo, había familiaridad con las funciones de los artilugios de vapor, pero la apropiación de esta tecnología sería en dado caso, sobre su operación, mas no sobre su réplica física o su adaptación para algún otro uso planteado, ya fuera por los derechos para hacerlo o por la falta de sitios donde se pudieran fabricar en las cercanías. De cualquier modo, parece ser que las primeras bombas de vapor de 60" que se habían desmantelado de los Tiros de Beleña y San Francisco, se colocarían en La Hacienda Nueva (Nance, 2005, pág. 37), lo cual hace pensar que este replanteamiento tecnológico ya llevaría tiempo planeándose.

Originalmente, estos aparatos tenían cuatro, ocho o 12 mazos y eran accionados por pequeñas ruedas hidráulicas, y ya empleaban moción por vapor para el año de 1800. Cuando se mejoró la eficiencia y el poder de los molinos de mazos accionados con vapor, esta tecnología se comenzaría a extender a partir de 1835 (Barton, 1989, pág. 219).

La fundación de los Harvey en Hayle, ya estaba fabricando artilugios activados por energía de vapor para fines distintos a los del desagüe de las minas, experimentando e implementando nuevas ideas. Una de estas funciones era la molienda de mineral de las minas con grandes mecanismos accionados con una máquina de vapor que transfería movimiento a un sistema de molinos de mazos. Estos aparatos se comercializaban como "Molinos giratorios especiales de mineral" ver ilustración 51. Esta era una máquina que funcionaba a base de "una o dos series de mazas verticales, terminados abajo en almadanetas o pisones de fierro colado los que descansan en una gruesa plancha del mismo metal. Los mazos se mueven por una flecha horizontal colocada a la altura en que están los sobarbos" (Amador, 1901, pág. 67).

Para la molienda, en algunas ocasiones se implementaba alternativamente un sistema de bombeo de agua para alimentar la lama que se iba reduciendo,

como en el caso de Wheal Uny (Redruth) en la década de 1840 (Barton, 1989, pág. 221).

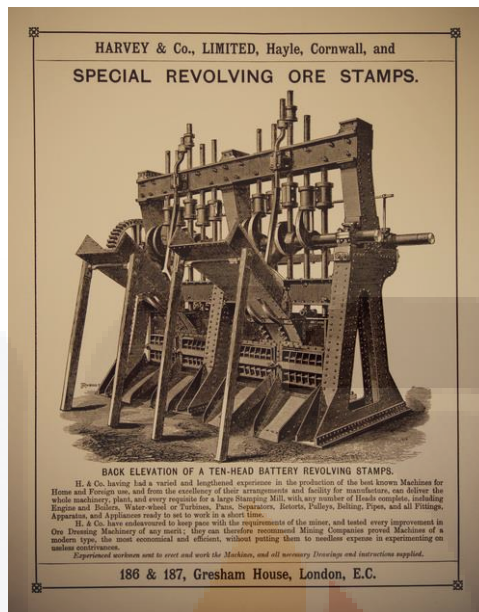


Ilustración 51: Las bombas de vapor, empleadas originalmente para extraer agua, comenzarían a ser usadas para otros fines, lo cual diversificaría las modalidades de los productos de las compañías que las fabricaban, como este molino de mineral, promovido por Harvey and Co, la sociedad que fabricó e instaló las máquinas de vapor de la Hacienda Nueva. Obtenido de <http://whiteharthotel-hayle.co.uk/history/>.

El número de mazos accionados por una máquina de vapor llegó a ser hasta de 140 muestra de ello fue el sistema instalado en las minas de Rocks & Treverbyn United Mines (St. Austell) en 1850. Otro ejemplo singular de molinos de mazo accionado con vapor fue el que se instaló en las minas Basset: el molino de mazos "West Basset", donde se reacondicionaron viejas máquinas de vapor. Primero se instalaría una, de 40" de diámetro para accionar 64 mazos que, en cada carrera, además de accionar los mecanismos de molienda, movía una serie de bombas para acarrear agua en la parte trasera de la casa de máquinas. Posteriormente se instalaría otra máquina que se colocaría al costado de la primera. Estas máquinas funcionaron hasta 1918 (Barton, 1989, pág. 221). Este equipo producía un ruido muy fuerte que se escuchaba a millas de distancia y

que ocasionalmente era una molestia para los que vivían en la cercanía, este equipo se señala en la ilustración 52.



Ilustración 52: El molino de mazos accionado con vapor de las minas Basset. Se colocarían dos máquinas que, además de accionar los mazos, bombearían agua en la parte posterior de la casa de máquinas para agregar a la lama. Fuente: fotografía de la colección digital de Jory Bennet.

Después de instaladas las máquinas de 60" en la Hacienda Nueva, estas se sustituirían por otro nuevo equipo para ayudar en las tareas de "grancear y moler los metales". Manuel Valerio Ortega lo documenta, citando a Dahlgreen, que en "1842 se reemplazan las bombas antiguas con las nuevas ... que se colocaron en la hacienda nueva..." (Ortega, 1901, pág. 6) para facilitar uno de los pasos de la amalgamación.

Las dos máquinas rotatorias de vapor de 40 pulgadas fueron construidas en Cornwall en la fundición de Los Harvey de Hayle (Nance, 2003, pág. 33) en el año de 1852, como lo marca una placa instalada en el balancín principal (ilustración 53) de una de dichas máquinas, que todavía existe. Este equipo aparece en el registro de la "Lista de las máquinas construidas por Harvey & Co., Hayle (compiladas de los registros de Harvey & Co., C. R. O., Truro) por D. B. Barton (Barton, 1989, pág. 281) como enviadas en el año de 1853. Estas

máquinas y accesorios se enviarían a Veracruz en dos partes: una en marzo 19 de 1853 en el barco "Meeca" y la otra en marzo 31 en el barco "Marquis of Chandos".



Ilustración 53: La placa de "Harvey & Hayle, Cornwall, 1852" colocada sobre el balancín principal de la casa de máquinas Cornish norte, en 2016. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Se enviaron las máquinas Cornish junto con los accesorios para sus respectivas arrastras o tahonas y refacciones para máquinas Cornish de 60" y 80", posiblemente las que funcionaban en los tiros de Beleña y San Francisco (Brown, 2001, pág. 19). Nance cita a Brown diciendo que estas máquinas se enviarían en secciones (ilustración 54), para que fueran transportadas con mayor facilidad (Nance, 2005, pág. 41).

Para albergar estas dos máquinas se construyeron sus pertinentes casas de bombas Cornish las cuales se situaron en el poniente del patio central de beneficio al interior de la Hacienda Nueva. Para ello, se demolió parte de la arcada continua que lo delimitaba y quedó un gran hueco en la parte sur de esa sección donde estas se colocaron. Las casas de máquinas quedaron pareadas, una al sur y otra al norte, separadas entre sí por unos pocos metros lo cual se puede observar en la ilustración 55. Aunque incompletas, estas dos construcciones y sus artilugios han pervivido hasta el día de hoy y son un documento histórico tangible de este conjunto minero: "... existen hasta nuestros

días y son los únicos ejemplares Cornish del siglo XIX que se conservan en México" (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 193).



Ilustración 54: La Casa de Máquinas Cornish Norte al interior de la Hacienda Nueva. Nótese, por las partes caídas, que los volantes estaban hechos en partes, para su fácil transporte. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Adicional a la actual existencia de las propias casas de máquinas, hay también una serie de fotografías y dibujos técnicos a escala con plantas y cortes de la maquinaria, que explican parcialmente la función de estas dos bombas. Estos dibujos fueron elaborados por alumnos de la Escuela Práctica de Minería de Fresnillo (de la cual se hablará posteriormente) en el año de 1857 mediante una serie de planos con proyecciones ortogonales en alzado, sección y planta siendo estos dibujos delineados probablemente para familiarizarse con las funciones de este equipo o para efectuar levantamientos dimensionales de equipos existentes para su posterior reproducción gráfica como parte de sus ejercicios escolares.



Ilustración 55: En este esquema, aparecen ya las casas de máquinas Cornish, con relación al esquema original del patio planeado con anterioridad, ya se ha demolido una sección de la arcada continua poniente. Fuente: José Humberto Flores Castro.

La arquitectura del conjunto minero original de la Hacienda Nueva evolucionó a partir estos cambios reconfigurando los espacios para albergar las nuevas maquinarias y métodos: la etapa paleo técnica (Mumford, 1932, pág. 212), sustentada por la energía del carbón, imponía su traza en las edificaciones productivas anteriores. Bajo esas circunstancias, el conjunto productivo original se transformó para introducir las mejoras tecnológicas en el proceso del beneficio de patio, haciendo que el esquema de la fábrica palacio se comenzara a disolver para dar paso a otras configuraciones y edificaciones que serán el producto de una visión más funcional, desligándose de lineamientos formales y representativos de épocas anteriores. Aun así, se continuarán identificando ciertos elementos tipológicos tradicionales en estas nuevas construcciones, ver ilustración 56.

A diferencia de los aparatos de molienda de mineral comercializados por los Harvey de Hayle, para el caso de La Hacienda Nueva se generó un aparato único producto de la combinación de los principios de la molienda con arrastras y la máquina de vapor. En este artefacto, la máquina de vapor tenía dos funciones, la de la molienda y la del bombeo de agua para el laboreo de la lama. Silliman las llamó "arrastras de vapor" (Silliman y Ortega, 1883, pág. 56) pues ayudaban a suplantar muchas de las arrastras de tracción animal que se empleaban anteriormente.

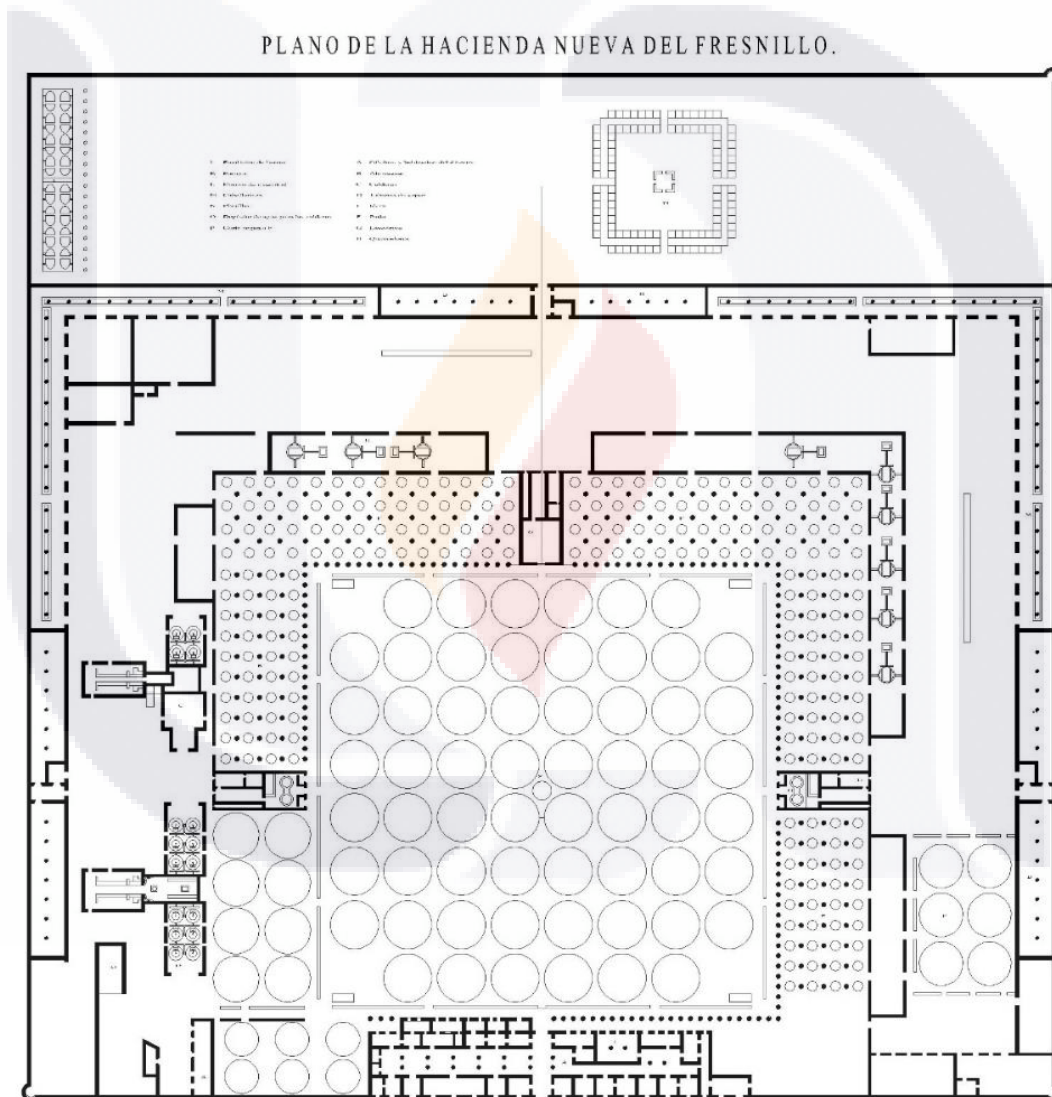


Ilustración 56: Planta delineada por los alumnos de la Escuela Práctica de Minería en 1857. Ya se notan con claridad, los cambios de la primera revolución Industrial: la arcada es seccionada para dar paso al acomodo de las bombas de vapor. En este plano, ya aparecen algunos torreones de vigilancia en las esquinas que anteriormente no existían. Fuente: José Humberto Flores Castro, basado en el plano descrito.

La primera función se producía mediante la transferencia de movimiento del motor (el cilindro) al pistón que subía y bajaba (describiendo una carrera) (Brown et al., 2005, pág. 15) y de ahí al primer balancín, colocado en el muro frontal, que movía la rueda giratoria o volante (Pacey, 1980, pág. 210) y que después comunicaba horizontalmente el movimiento mediante un sistema de engranes, a un tren de 6 arrastras por lado en la casa de máquinas sur, lo que se puede observar en la ilustración 57, y 8 arrastras en la casa de máquinas norte.

Cada sistema sumaba 12 u 8 arrastras en total, donde la casa de máquinas Cornish quedaba al centro para que el artilugio de vapor repartiera el impulso equitativamente a cada flanco. Según Brown, las dimensiones de ancho de los volantes indican que estas máquinas funcionaban muy lentamente con “solo 15-20 rpm [revoluciones por minuto]” (Brown, 2001, pág. 12).

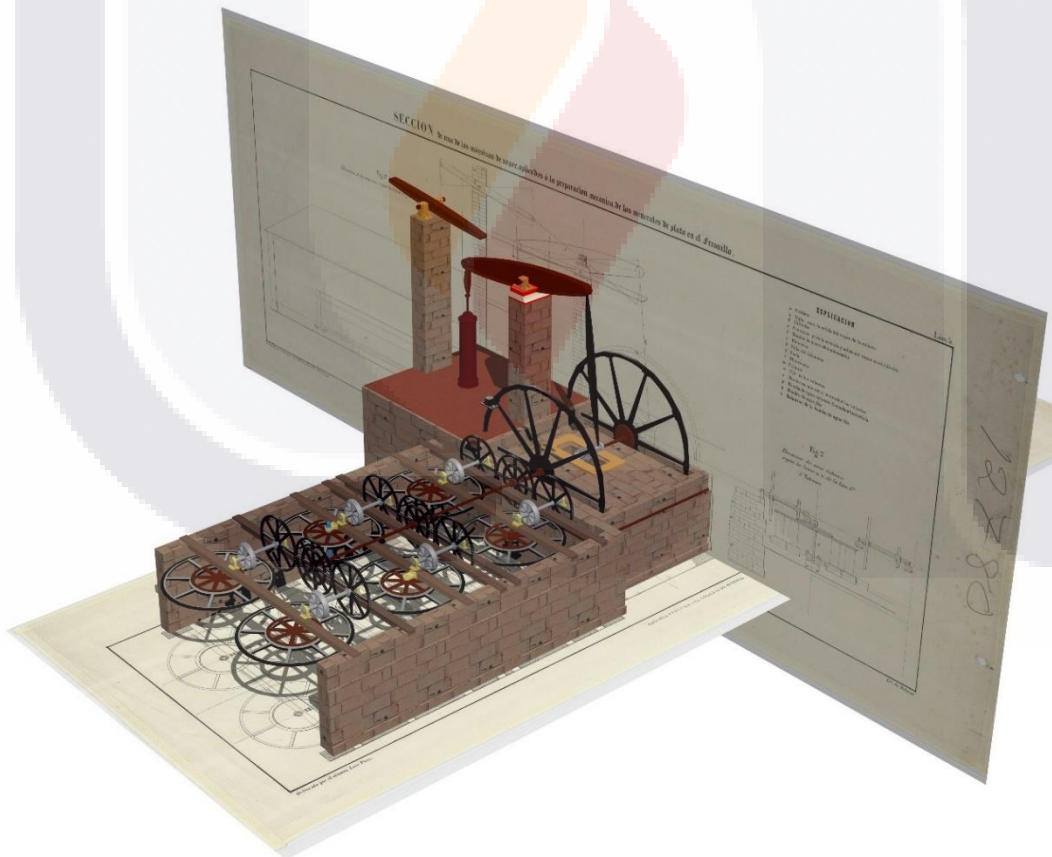


Ilustración 57: Recreación del mecanismo de una de las arrastras de vapor instaladas en 1853. Había seis arrastras por lado en cada máquina la cual tenía dos balancines, uno para mover los volantes y otro posterior para bombear agua. Fuente: José Humberto Flores Castro a partir de los planos elaborados por los alumnos de la Escuela Práctica de Minas y Metalurgia de Fresnillo de 1857 hechos por Luis Pozos y Juan B. Andondegui.

Alternativamente, la máquina de vapor con el mismo movimiento del cilindro accionaba un balancín posterior más pequeño (back bob) (Nance, 2005), colocado en el muro posterior, que en cada carrera bombeaba agua para agregarla a la mezcla que se trituraba para formar la torta que luego pasaría al incorporadero. Estas características técnicas se empleaban comúnmente en las máquinas que se empleaban para la molienda de mineral, la acción de molienda y bombeo podía depender de un solo balancín principal, pero en otras ocasiones, como la máquinas de la Hacienda Nueva, tendrían los dos balancines⁶⁰, como el caso de las minas Basset de Cornwall (Barton, 1989, pág. 229).

Aunque parece que las dos casas de máquinas son iguales, hay pequeñas variaciones, pues son iguales en dimensiones exteriores pero el interior de la casa sur es más grande que la norte. (Nance, 2005, pág. 38). Ello ha dado pie a una discusión sobre si las bombas de 60" retiradas de los tiros de Beleña y San Francisco se hubieran reinstalado posteriormente en el interior de la Hacienda Nueva. Por otro lado, comúnmente estas casas de máquinas tenían tres pisos, aunque en el caso en las dos existentes en la Hacienda Proaño, es posible que la máquina sur tuviera tres pisos y la norte, solo dos. En la ilustración 58 se muestran las dos casas de máquinas y restos de la construcción original de la hacienda, a mediados del siglo XIX.

Según se observa en los planos de los alumnos de la escuela de minería, para hacer llegar el agua al proceso de la molienda, es posible que se hubiera usado el sistema de conducción que existía anteriormente pues en los cortes dibujados en 1857 se observa una especie de canal que pasaba por debajo de la conexión de las calderas y las chimeneas en la parte inferior de la casa de máquinas, del lado del balancín inferior.

⁶⁰ Los dos balancines son de distinto golpe o trayectoria, el golpe interior es de 10 pies 6 pulgadas produciendo un golpe exterior de 8 pies 6 pulgadas en la viga o brazo principal y 5 pies 6 pulgadas en el "back bob" según las estimaciones de Kenneth Brown (Nance, 2005, pág. 40) Atípicamente, las calderas estaban situadas de manera horizontal en la parte trasera de la casa de máquinas, cada una teniendo su tubo de chimenea y su tiro de chimenea en las esquinas de la casa de máquinas.

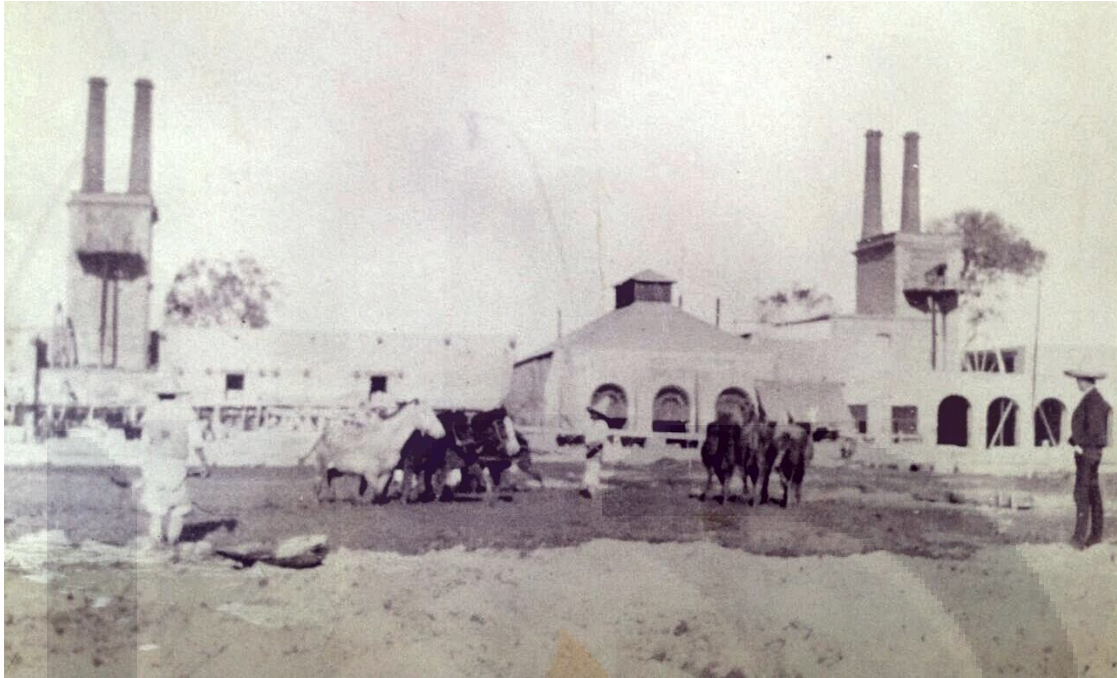


Ilustración 58: La hacienda nueva en una fotografía de fines del siglo XIX. Vista desde el patio con actividades de amalgamación. Ya aparecen las casas de bombas Cornish con el edificio original de 1834, ya seccionado. Fuente: Acervo digital del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada.

Estas máquinas, según Ortega, sustituyeron efectivamente la tarea hecha por muchos animales empleados en la tracción de la maquinaria anterior: "el objeto de estas máquinas es grancear y moler los metales, sustituyendo con grandísima ventaja en brevedad y economía, los medios ordinarios de molinos y tahonas movidas por animales: la diferencia en favor de las máquinas referidas se puede calcular en un 50 por ciento sobre el costo común de la molienda. Estas dos máquinas que se hallan en ejercicio actualmente [1901] actualmente producen 100 toneladas de metal en 24 horas de trabajo" (Ortega, 1901, pág. 52). Posteriormente estas arrastras se fueron sustituyendo por sistemas de martinets accionados por vapor⁶¹.

⁶¹ Comentaba Ortega del cambio de sistema de molienda a martinets: "En Fresnillo, se han sustituido los rodillos de trituración accionados por energía de vapor por molinos de martinets. Cada tren de rodillos consiste de dos pares, uno dispuesto sobre el otro. Las dimensiones de cada uno de los rodillos son las siguientes: Largo 18" (0.46 metros); diámetro de los rodillos superiores 22 ½" (0.57 metros), y de los rodillos inferiores de 27 1/8" (0.69 metros). Los rodillos revolucionan aproximadamente 9 veces por minuto, y dos trenes de rodillos tienen la capacidad de moler 46,249 tons (47,000 toneladas métricas, -1 ton= 1000 kilogramos) de mineral por año." (Ortega, 1901).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro



Ilustración 59: Exterior de la casa de máquinas Cornish sur en la Hacienda Nueva (Proaño) donde todavía se observa el balancín posterior. El volante de esta máquina se ha cubierto con parte del club para los empleados de la compañía. Fuente: José Humberto Flores Castro.

A las máquinas de vapor para la molienda se les siguieron haciendo adaptaciones para facilitar el proceso del beneficio, en fotos de la segunda mitad del siglo XIX se observa que se les adaptaron algunas canalizaciones de madera para enviar por gravedad la granza con agua al patio para realizar el incorporo.



Ilustración 60: A la izquierda se muestra la parte posterior de la casa de máquinas Cornish norte, con el espacio donde estarían las calderas y el segundo balancín. Nótese los dos agujeros que permitían el paso de las calderas a las chimeneas. Fuente: José Humberto Flores Castro. A la derecha, foto tomada en 1922, donde aparece el espacio de las calderas transformado en vivienda que aparece en (BLAMEY, 1982, PÁG. 4).

Para su movimiento, las máquinas requerían de gran cantidad de combustible vegetal, casi inexistente en esta región: “-la madera- que cuando comenzó a agotarse en los contornos, fue traída de otros lugares-.” (Flores y

Medina, 2012, pág. 148)⁶². El sotol aparece como un insumo común que se empleaba en la hacienda nueva. Ello se ve, por ejemplo, en el Libro común de cargo y data de la Negociación de minas del Fresnillo de septiembre de 1835 (Zires, 1835) De cualquier modo, Manuel Valerio Ortega habla de los combustibles empleados en las máquinas de vapor para la molienda y menciona que se usaba "carbón de piedra del país que cuesta a \$13. La tonelada y leña seca que se compra a \$1. La carga de 125 kilos." (Ortega, 1901, pág. 53).

Por otro lado, Ortega también habla de algunos tipos de madera proveniente de fuentes cercanas que se usaba para labores de construcción y leña de las mismas especies que se aplicaba para impulsar las máquinas: "...se conocen hasta ocho clases distintas de pinos, seis de encinos y dos de mimosas (mezquites), cuyas maderas se emplean en la construcción de máquinas y en la fortificación de las minas, y la leña en alimentar las cuatro grandes máquinas de vapor del desagüe y la molienda ..." (Ortega, 1901, pág. 19)⁶³. De cualquier modo, obtener combustible vegetal en Fresnillo era complicado.⁶⁴

⁶² (Flores García & Medina Martínez, 2012) "En el siglo XVIII se empleó el sotol, una variedad de palma silvestre propia del semidesierto como principal combustible en la obtención de plata". Página 148.

⁶³ (Ortega, 1901, pág. 19) Sección de minas de la Negociación. "En cuanto a la vegetación es muy escasa en el valle del Fresnillo, porque carece de manantiales de lluvias y de ríos y las capas de tierra vegetal, que en lo general es roja y de naturaleza arenosa, son muy delgadas, lo que hace que la vegetación espontánea no tenga fuerza y el cultivo de pocos rendimientos. La falta de vegetación se hace más notable en las llanuras, porque los árboles son abundantes en las serranías de Valparaíso, San mateo, Ábrego y Chapultepec en las que se conocen hasta ocho clases distintas de pinos, seis de encinos y dos de mimosas (mezquites), cuyas maderas se emplean en la construcción de máquinas y en la fortificación de las minas, y la leña en alimentar las cuatro grandes máquinas de vapor del desagüe y la molienda proporcionando además un gasto nada despreciable de carbón para las fundiciones de fierro, las forjas, la quemadera de plata y los usos domésticos de la ciudad."

⁶⁴ De cualquier modo, se observaba que no había en la región suficiente combustible vegetal para hacerlas funcionar: "... debemos llamar la atención del gobierno sobre la necesidad de evitar la total destrucción de los bosques en el distrito del Fresnillo ; mal que sin duda tendrá que lamentar muy pronto aquella comarca, si no se dicta una ley que arregle los cortes de maderas, y sobre todo la poda de árboles, para proveer á las minas de la enorme cantidad de leña que necesitan para las máquinas de vapor y para las fundiciones. Hemos visto con asombro la grande cantidad de leña que consume diariamente aquella negociación, y tememos con razón que muy pronto queden talados todos los bosques inmediatos á ella, si el gobierno no lo evita por los medios que juzgue convenientes." (E., 1843, pág. 216).



Ilustración 61: Una de las casas de Bombas de la King Edward Mine, localizada en Carnborne, Cornwall, Inglaterra, muy similar a la arquitectura de las casas de bombas de la Hacienda Nueva en Fresnillo.

Estas dos máquinas funcionaron por un tiempo, hasta que estas cayeron en desuso por la adaptación de un nuevo sistema para beneficiar el mineral de plata: la cianuración y por la introducción de la electricidad como nueva fuente de energía, por lo que estas se volvieron obsoletas en 1910 (Dávalos et al., 2015, pág. 17). Cuando estas instalaciones se dejaron de emplear, parte de la estructura destinada a las arrastras de vapor se reconvirtió. La parte frontal de la casa de máquinas sur se reusó para albergar un club social para los empleados de la compañía minera (figura 59) y actualmente alberga un bar. La parte posterior de la casa de máquinas norte que antes albergaba las calderas fue usada un tiempo como vivienda (ilustración 60), hasta que en épocas posteriores fue derribada y el área que se ocupaba, ahora es un estacionamiento.

Con estas transformaciones y el posterior desuso de estas instalaciones, muchas de las partes que componían estos artefactos se han perdido con el tiempo. A pesar de ello, los restos de estas casas de máquinas Cornish que permanecen en la actualidad, conforman los ejemplares más enteros que actualmente subsisten de la tecnología de vapor del siglo XIX en el México y el

continente americano (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 193), con arquitectura muy similar a las que existen todavía en Cornwall (ilustración 61).



TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

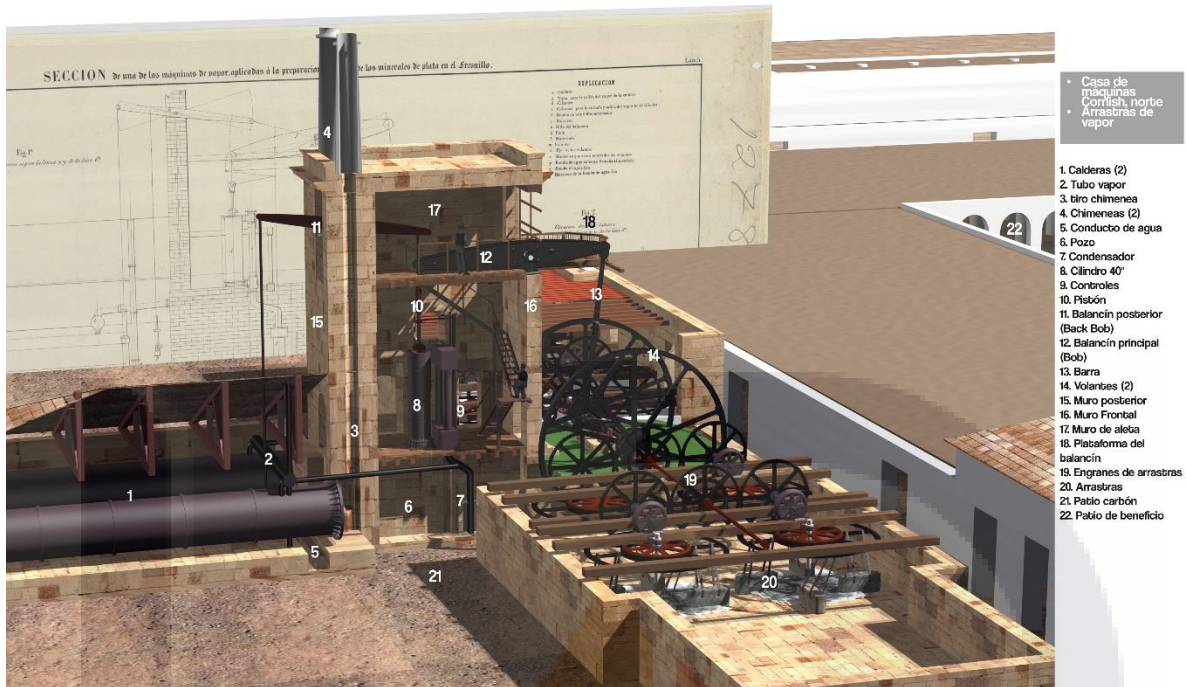


Ilustración 62: Reconstrucción de la casa de máquinas Cornish norte, existente en parte en la Hacienda de Proaño, los elementos se muestran cortados para facilitar su comprensión. Fuente: José Humberto Flores Castro, a partir de planos antiguos, elaborados por alumnos de la escuela práctica de minas en 1857 Mapoteca Orozco y Berra y levantamiento de los restos existentes.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro



Ilustración 63: Dibujo de las dos casas de bombas Cornish, a la izquierda, la sur y a la derecha, la norte. Nótese las canalizaciones de madera adicionadas para llevar el mineral molido con agua al patio de beneficio. Fuente: José Humberto Flores Castro, en base a fotografía antigua que Brown asevera fue tomada en 1903.

Reflexión

Después de analizar la llegada de la tecnología paleotécnica, basada en el carbón para generar moción con la máquina de vapor, se observó que este proceso impactó a la arquitectura de la Hacienda Nueva de una manera sustancial, pues hubo de hacer espacio para albergar este nuevo equipo y sustituir las tareas de molienda del mineral que antes hacían una gran cantidad de caballos y mulas.

Se observó que este cambio en las edificaciones fue lógico, pues el esquema original del cerco minero estaba pensado para albergar una tecnología diferente resultando en la fabricación de espacios con características muy particulares que aunque muy bien analizadas en relación con el proceso productivo, estos se distribuían a fuerzas en una forma idealizada, por continuar respondiendo a los principios de la arquitectura clásica, costumbre habitual en su época.

Lo importante de este cambio de proceso productivo, no solo fue el impacto de esta nueva tecnología en la edificación original, sino que en esta Tercera Parte se advirtió que tácitamente ello conllevaba la introducción de una nueva manera de pensar arquitectura y edificar que se establecía consistentemente en principios técnicos en los que la concepción de los edificios ya se comenzaban a alejar de las aspiraciones dignificadas de inicios del siglo XIX y que iban dejando de lado, los cánones clásicos que se empleaban habitualmente en Occidente (evidentemente con sus acepciones regionales) desde la época grecorromana.

Así, se explicó que las casas de máquinas Cornish, no eran solo el envoltorio de dicho artificio, sino que se consideraban una parte más del todo que permitía su adecuada función. Esto evidentemente tenía que ver con las limitaciones materiales y energéticas de la época, que si bien el carbón y el vapor potencializaron las funciones que antes se hacían con energía animal, el peso y tamaño de los componentes de las máquinas de vapor para la minería requerían de un sostén suficientemente fuerte para soportarlo y volverlo eficiente.

PARTE IV. LA TRANSFORMACIÓN NEOTÉCNICA.

INTRODUCCIÓN

Esta Cuarta Parte se avoca a explicar el contexto que siguió a la instalación de las casas de máquinas Cornish al interior de la hacienda minera y de cómo, después de que estuvieran en desuso por un tiempo por la terminación de los trabajos de la compañía minera que administraba los yacimientos y las instalaciones, se reactiva la explotación minera bajo contextos históricos y tecnológicos completamente distintos a los de la paleotécnica.

A su vez, se hace énfasis en la relación que este complejo minero guarda con la ciudad de Fresnillo, desde el punto de vista territorial. Adicional a ello, se explica un elemento importante que surge en esta época, que es la creación de la Escuela Práctica de Minería en las cercanías de la Hacienda en 1854. Para el efecto se realizó un edificio para albergar dicha institución educativa y en esta parte de la investigación se explica la relación espacial y urbana entre esta edificación, la hacienda minera, las minas y de todos estos elementos con la Ciudad de Fresnillo.

Al final de esta parte, se hace breve mención de la aparición del ferrocarril y de la nueva fase tecnológica, la neotécnica, que hace uso de la energía eléctrica para mover la maquinaria pertinente. Estos elementos, junto con la sustitución del proceso de beneficio de amalgamación por la cianuración, producirán una reconfiguración completa del conjunto minero de 1834. Se continúa hablando de la instalación de una planta de luz y fuerza en 1920, que se establece en el patio de beneficio ya completamente en desuso, y de cómo los restos de estas máquinas y edificios que subsisten hasta nuestros días deben valorarse para ser preservados.

CAPÍTULO 7.- EL CONJUNTO MINERO DE LA HACIENDA NUEVA Y SU RELACIÓN TERRITORIAL ADYACENTE

A partir de su realización, la Hacienda Nueva fue creando un arraigo en el territorio Fresnillense: por su importancia, por su localización junto a las minas de Proaño y por su relación con la ciudad. Pero esta ha sido una relación compleja, pues esta construcción fue creada como una contención y como tal ha funcionado.

Aun así, funcionó como un detonador que permitió la aparición de otros elementos en su cercanía, comenzando con la construcción de la Escuela Práctica de Minería a mediados del siglo XIX. Esta institución académica fue el resultado de una serie de iniciativas que trataban de enaltecer el aspecto de la educación de los técnicos mineros que se necesitaban para poder trabajar en las minas de Proaño o de otros yacimientos en el país en un momento en el que se requería de empleados altamente calificados (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 185). Comúnmente, los técnicos se tenían que traer de otros lares, principalmente de Europa. La escuela sería un proyecto transgresor donde se pretendía formar a estos profesionales del ramo minero para poder seguir con las tareas de producción de una manera más eficiente y regulada.

7.1.- La Escuela Práctica de Minas y Metalurgia de Fresnillo

A partir de la inclusión de las máquinas de vapor para el desagüe y la molienda en la Hacienda Nueva, esta instalación productiva fue considerada como de vanguardia por aspectos técnicos y de eficiencia productiva. Esta circunstancia dio pie a pensar que este establecimiento podría ser empleado como un ejemplo práctico para jóvenes interesados en aprender las ciencias de la minería y la metalurgia de la plata. Bajo este principio, surgió la idea de crear un instituto educativo que tratara de apuntalar los conocimientos técnicos requeridos para poder generar el personal técnico con la preparación que el país necesitaba.

Bajo esta nueva tesitura, hacia mediados del siglo XIX, se contempló la idea de complementar los estudios teóricos del ahora llamado Colegio de Minería, que funcionaba como tal desde 1792 en la Ciudad de México (Flores, 2015, pág. 2), con una formación práctica. En 1851, Antonio del Castillo, que era profesor del colegio de minería y diputado, presentó un proyecto ante la cámara de diputados para mejorar la enseñanza minera.

Para el año de 1853, el presidente Antonio López de Santa Ana, establece el decreto de crear una escuela de minas en la ciudad de Fresnillo con la idea de integrar un alto bagaje técnico para así: "Acabar con el abismo existente entre el conocimiento teórico y el saber empírico." (Flores, 2015, pág. 5). El instituto abriría sus puertas en el año de 1854, con el nombre de Escuela Práctica de Minas y Metalurgia de Fresnillo (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 195). Esta escuela, única en su tiempo en México, pretendía combinar el aprendizaje teórico con el práctico, donde los alumnos tendrían acceso tanto a las actividades de las minas de Proaño como a las de la Hacienda Nueva. Dispuesto así por gobierno nacional, se organizó el marco de asignaturas donde los cursos tendrían duración de dos años para integrar la enseñanza de la metalurgia, el ensaye, y el laboreo de minas:

La sociedad "Zacatecano-mexicana" apoyó la formación de la escuela, pero para que ello sucediera, se necesitaba un espacio para albergar las actividades académicas por lo que la entidad accedió también a financiar un edificio donde estas se llevarían a cabo y aportó "60,000.00 pesos... aunque el nombre de su constructor no ha podido ser encontrado. El único plano existente de la época, formado el 3 de diciembre de 1855, fue delineado por el alumno Diego Velázquez de la Cadena (1834-1871) ..." (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 197). Katzman le atribuyó a este alumno la autoría del proyecto, pero ello no puede ser así pues este alumno delineó lo que ya existía, no lo que se iba a crear. Por ello se deduce que el nombre del autor del proyecto no se conoce.

Las instalaciones de la Escuela Práctica se materializaron en una edificación con una planta cuadrangular conformada por crujías alargadas definidas por

patios que se desdoblán bajo una simetría casi perfecta a partir de un eje rector que divide al edificio en dos.

Aunque el autor del proyecto es desconocido, el edificio revela un ideario muy particular. Con el consentimiento del gobierno y de la compañía "Zacatecano-mexicana" se comenzó a construir en Fresnillo un amplio y magnífico inmueble de cantera y mampostería con espacios generosos (Flores, 2015, pág. 7) con ciertas trazas similares a los de los *Palazzos* italianos (Gargus, 2012), donde muchas de las áreas se colocaban alrededor un gran patio cuadrangular. En este caso hay cuatro patios siendo uno de ellos de mayor tamaño.

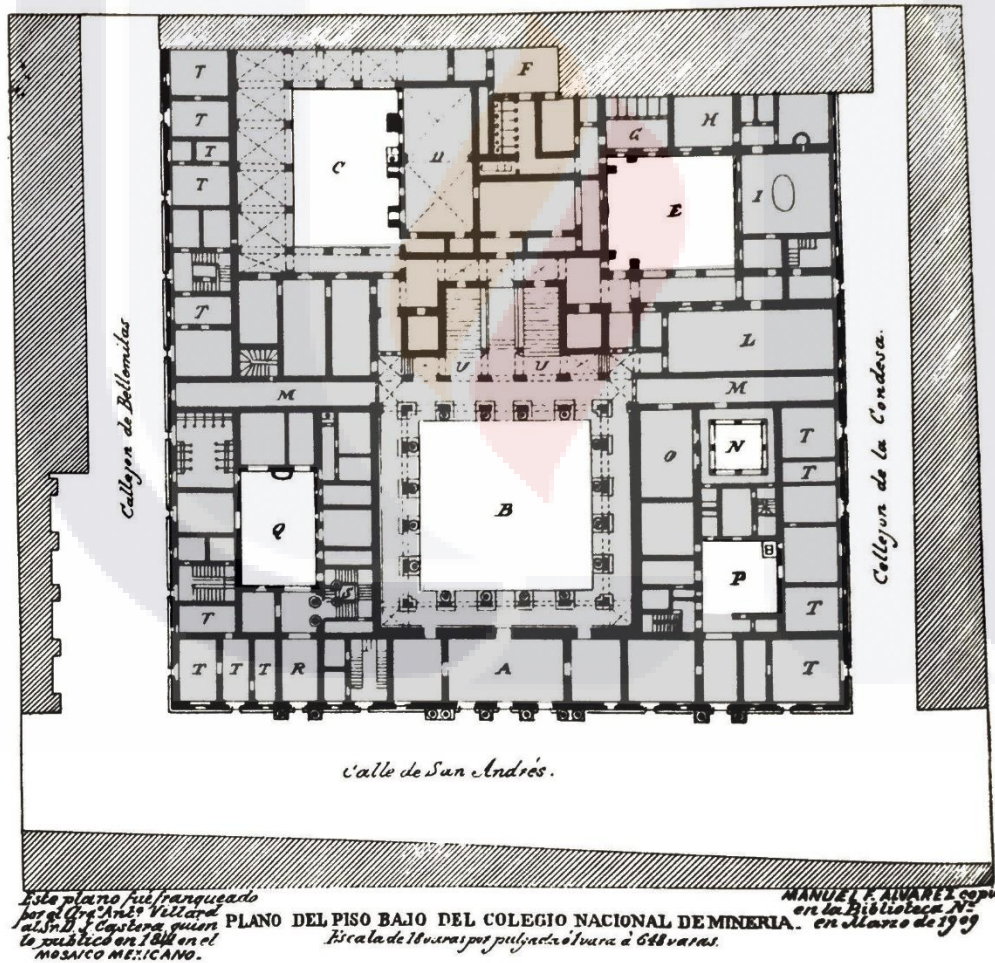


Ilustración 64: Planta baja del Colegio de Minería de la Ciudad de México, proyectado por el Arquitecto Manuel Tolsá. Nótese la distribución interior basada en núcleos alrededor de patios. Fuente: (Sánchez, 1977, pág. 88).

Debido a la disposición en planta de la Escuela Práctica de Minas y Metalurgia de Fresnillo, es lógico pensar que se empleó como modelo el elegante edificio neoclásico del Colegio de Minería de la Ciudad de México del arquitecto Manuel Tolsá, su referencia académica inmediata (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 200), más que por su frontón clasicista, por la manera en que los espacios se distribuyen alrededor de patios interiores (ilustración 64), aunque en el caso de Fresnillo, este modelo en planta se idealiza al reforzar la jerarquía del recorrido desde el acceso, por medio de una composición fuertemente axial que regula la experiencia del discurrir interior: “... Se puede hablar en el Palacio de Minería de un recuerdo de los palazos romanos a la vista del volumen concebido como un bloque de clara estructura geométrica y con una falta de sistematización de las plantas... dicha composición obedece a un sistema modular, no podría ser menos de un arquitecto neoclásico [Manuel Tolsá], que tiene su origen en el gran cuadrado del patio principal.” (Sánchez, 1977, pág. 159).

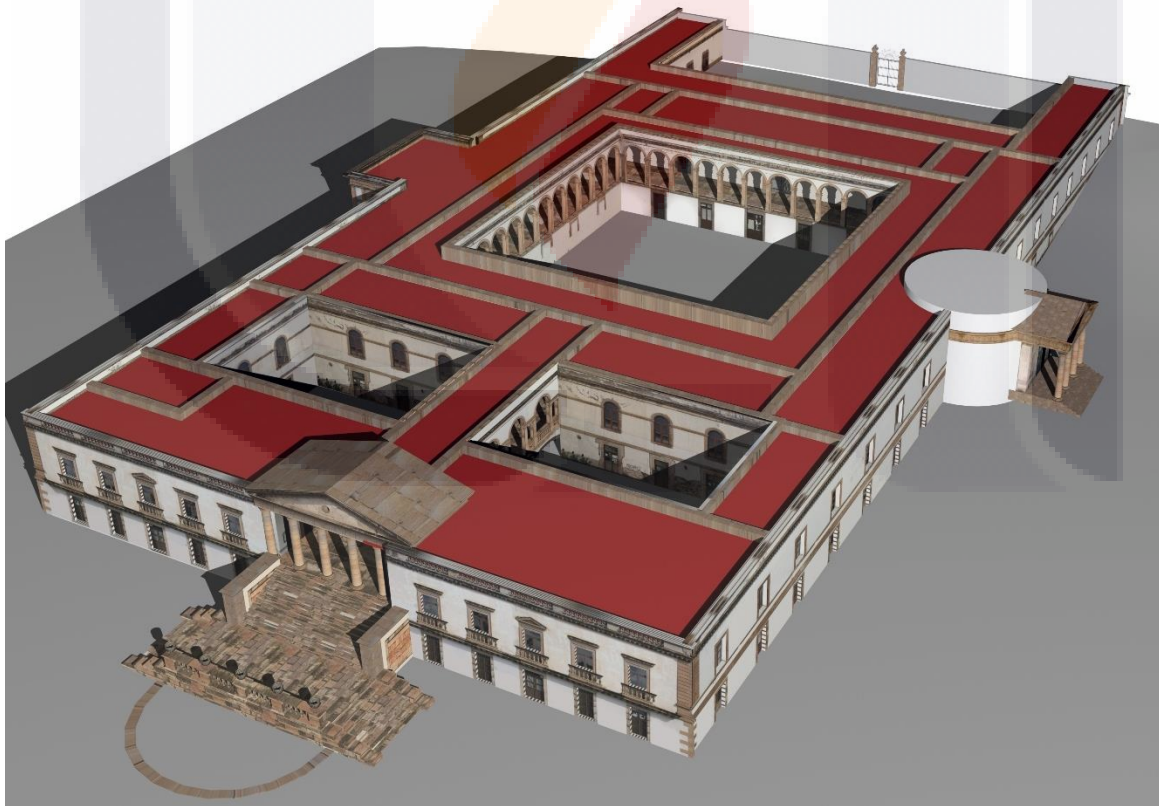


Ilustración 65: Se muestra una vista isométrica del edificio de la Escuela Práctica de Minería, donde se observa el énfasis en la simetría derivada de una composición axial. Fuente: José Humberto Flores Castro, modelado por el autor en tres dimensiones en base a fotografías del edificio existente en 2016.

Por su localización, este nuevo edificio se concibió como un "objeto figurativo"⁶⁵, como se aprecia en la ilustración 65, que se situó libremente en el solar por no tener mayor referencia edificada que lo limitara, es decir, el edificio se puede recorrer por el exterior casi por completo⁶⁶, lo cual hace pensar también en esta edificación como una villa italiana (Palladio, 1570/1988, pág. 71), por estar establecida en un ámbito más bien rural. El uso de la simetría en la planta, la localización en el solar y el empleo de componentes constructivos clasicistas inscribe a este edificio, como el de la Hacienda Nueva original, en un marco conceptual neo renacentista, donde las fachadas están marcadas por un ritmo regular de ventanas en dos pisos, siendo las superiores de mayor tamaño que las inferiores, denotando la localización del piso noble.

Este ritmo en cada fachada se rompe al centro con un elemento distinto y varía a cada lado del edificio: En la portada principal (ilustración 66), la norte, hay un frontón con 5 columnas toscanas; en la fachada poniente otro más con 4 columnas toscanas que se sobrepone a un cuerpo cilíndrico que pretendía tener una cúpula y al cual se accede por una puerta flanqueada por dos nichos sin esculturas, ilustración 67. La fachada sur, con un carácter mucho más utilitario, tiene una puerta de herrería; y la fachada oriente, en la ilustración 68, hay un cuerpo que sobresale de forma cuadrangular con dos plantas articulado con pilastras que enmarcan ventanas de arco de medio punto.

⁶⁵ Gargus (2012) define que un edificio puede ser referenciado como un objeto figurativo, cuando este se localiza en un contexto abierto, casi siempre rural, que permite que este se pueda recorrer completamente por el exterior sin mayor impedimento, a diferencia del espacio figurativo, el cual es definido por edificios en un tejido urbano: como las plazas, donde los edificios son apreciados desde el exterior con las limitantes físicas de los paramentos de los edificios aledaños.

⁶⁶ Como explica Darley de la fábrica de Wyatt, hay en la Escuela de minas de Fresnillo un lenguaje especial que se aplicaba en el edificio, un "Vocabulario arquitectónico que se ajustaba a la importancia del emplazamiento y en la función del edificio; entendía perfectamente una idea francesa del siglo XVIII, la *convenance*, y la identificaba con el "carácter apropiado." (Darley, 2010, pág. 37).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro



Ilustración 66: frontón principal de la antigua escuela de minas, donde se observa el eje de simetría que lidera la composición. 2016. Fuente: José Humberto flores castro.



Ilustración 67: Frontón de la fachada poniente. 2016. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Si bien el inmueble cuenta con dos plantas, el acceso se acentúa a la planta principal, el segundo piso, al cual se entra a través de una escalinata que lleva a un frontón⁶⁷ de inspiración clásica con grandes columnas toscanas que definen una logia que permite el paso a un pasillo central. Este pasillo central va dando acceso a locales cubiertos a cada flanco y después a dos patios laterales con escaleras enmarcadas con serliana que bajan al primer piso.

El pasillo continúa dando paso a otras crujías de espacios techados y después remata al centro en un gran patio, que es contenido por una arcada continua. Siguiendo el recorrido axial al final del gran patio central se puede continuar el recorrido a otra crujía de locales a cubierto y después, a un patio que por sus características se observa más práctico. Este arreglo en torno a patios conviene, pues ofrece luz, ventilación y circulaciones lógicas a los locales adyacentes.



Ilustración 68: Fachada oriente de la escuela de minas. 2016. Fuente: José Humberto Flores Castro.

El edificio de la Escuela Práctica de Minería es emblemático por muchas razones. La primera y más importante, que es la de haber albergado la primera escuela de este tipo en México y posiblemente en América en su tiempo bajo esta modalidad. La segunda, que es la de haber tenido para el efecto un edificio apropiado para ese uso, con dimensiones cómodas y amplias con un diseño

⁶⁷ Israel Katzmann Considera que hay una innovación que se refiere a tener una mayor aproximación a lo grecorromano " por ejemplo con el uso de los pórticos adintelados, aunque sin llegar a copias fieles. " (Katzman, 1993) página 115 que se podría pensar que fueron propuestos para ser empleados de manera decorativa, sin embargo, en algunas ocasiones, como el que ocupa ahora, los pórticos se acercan a la función de vestíbulo o de estimulación de acceso al edificio como en el caso del "el colegio de minería, en Fresnillo, Zacatecas (1855)" (Katzman, 1993) página 115.

cuidadoso. El carácter del edificio⁶⁸ es sugerente por las cualidades tipológicas involucradas en su composición que reflejan al igual que el edificio de la Hacienda Nueva en su etapa original, una manera de proyectar muy determinada por cánones clásicos reflejo de una educación academicista que enfatiza valores de civilidad y orden, en un contexto completamente nuevo. Flores Clair, según documentos del Archivo General de la Nación comenta que los primeros alumnos encontraron un elegante edificio "que puede competir no solamente con los más notables de la República, si no aun con las naciones más adelantadas de Europa" (Flores, 2015, pág. 7).

El edificio de la Escuela de Minas en Fresnillo funcionó como tal por pocos años, por las dificultades que pasaba la compañía "Zacatecano-mexicana" y se relocó en Pachuca. Su uso fue cambiando, siendo empleado por mucho tiempo como hospicio de niños. Este inmueble aún se conserva y se le conoce popularmente como "el Ágora González Echeverría" (Escamilla y Morelos, 2017, pág. 200). El día de Hoy alberga algunos museos siendo el más importante el "Museo de Minería Napoleón Gómez Sada". También hay algunas oficinas del gobierno municipal de Fresnillo.

7.2.- El palacio del trabajo y el palacio del saber

Al relacionar todos los elementos que componen el conjunto de las minas de Proaño, la Hacienda Nueva y la Escuela de Minería, se revelan ciertas intenciones compositivas que permiten comprobar que el esquema formal de la arquitectura y de la situación de todas estas partes podría tener componentes territoriales peculiares, considerando las condiciones teóricas de la arquitectura contenida en los edificios de la hacienda y la escuela de minas.

Primero, ambos edificios tienen una base formal apoyada en un eje rector que rígidamente liga todos los espacios interiores a partir del patio cuadrado.

⁶⁸ Al igual que comenta Sánchez del Palacio de minería, se puede aplicar la misma idea conceptual del edificio de la Escuela Práctica de Minas y Metalurgia de Fresnillo: "Se trata del romanticismo visionario, el de la identificación de la pureza social con el mundo grecorromano, el de la angustia humana ante el universo oculto, la razón de la existencia" (Sánchez, 1977, pág. 157).

Estos dos conjuntos contienen una condición geométrica muy establecida que se relaciona con su función. Se podría llamar a la hacienda el palacio del trabajo y a la escuela de minas, el palacio del saber. El primero, era un cerco que no se relacionaba con el entorno, pero esto era necesario para protegerse de robos o ataques de los "indios bárbaros" y para controlar el orden interno de la producción y de la plata obtenida.

Esta condición protectora se refuerza con la aparición de los torreones de vigilancia colocados en las esquinas de esta hacienda que se muestran en el plano de esta, elaborado en 1857 por Tito Rosas, uno de los alumnos de la escuela de minería y que no aparecen en el primer esbozo dibujado por Dulos para St. Clair Duport en 1840.

El segundo edificio, el palacio del saber, ya tenía una relación más clara y directa con su entorno que parece sugerir un jardín, que actualmente existe y a través del cual, en su parte poniente es atravesado por los restos de un acueducto. De cualquier modo, por su posición relativa, estos dos edificios parecen estar ligados entre sí a partir de la extensión del eje rector que cada uno posee figurativamente, y que pudiera crear una narrativa del recorrido exterior entre ellos.

El espacio entre estos dos edificios, además de presentar este diálogo formal, se va sugiriendo que anexo a la hacienda, en su sección exterior sur contenía un bello espacio verde que según se relata desde 1834 servía para producir frutas o para el ocio y esparcimiento⁶⁹. Aquí se aprovechando el agua que se extraía de las minas en su paso a la hacienda para el regadío de este jardín. Los relatos sobre este espacio son coincidentes sobre el hecho de la existencia de esta huerta: un jardín exuberante edificado sobre terrenos

⁶⁹ Desde 1834, se hace la siguiente mención del contexto de la Hacienda Nueva, por el Señor El Sr. D. Agustín Escudero, dentro del Diccionario Universal de Historia coordinado por Orozco y Berra: "Las llanuras inmediatas por donde se va pasando, antes áridas y pedregosas como las de Arabia que lleva este nombre, se presentan ahora convertidas en otras tantas tierras de labor de donde el agricultor, saca frutos óptimos, auxiliado de las aguas con que se riegan y que se sacan de las minas para poder trabajarlas. Así es que este mal de la naturaleza para el minero se convierte en un beneficio para el labrador y ganadero, que forman también una parte tan preciosa y necesaria de la sociedad" (Orozco et al., 1856, pág. 368).

rocosos: "... los mineros han formado el más hermoso y productivo jardín, el suelo donde se sitúa, se ha traído a lomo de mulas y burros; es ahora lujoso y próspero... está lleno de árboles cargados de frutas de todo tipo. En el centro hay una Fuente ornamental y un pabellón de verano..." (Ruxton, 1848, pág. 88)

En 1856 se decía lo siguiente: "... se ven en la actualidad al pie del cerro de Proaño, una preciosa alameda y varias huertas y jardines cultivados con esmero é inteligencia, que dan tal aspecto de amenidad y hermosura á la ciudad, por las partes del Sur y Oeste, que parece ser absolutamente otra de la que antes hemos visto." (Orozco et al., 1856, pág. 371). Manuel Payno también comentaba algo similar sobre este espacio: "... el jardín de la hacienda, con sus flores y su estanque de agua y una parte de la arquería del patio interior de la misma hacienda, no hay duda de que daría en Europa la más halagüeña idea del Fresnillo." (Payno y Del Castillo, 1843, pág. 5). El arreglo de la vegetación interior de este espacio es desconocido, sin embargo, en el plano de Fresnillo de Krauss (1908) se muestra un jardín con parterres (ilustración 69).



Ilustración 69: Sección del plano de Krauss (1908), que muestra la relación entre la Hacienda Nueva y la Escuela práctica de minería, con un jardín con parterres. Fuente: Archivo Histórico del Estado de Zacatecas, Mapas y planos.

Este espacio de carácter más natural podría ser un elemento unificador del conjunto, donde el nexo axial, podría ser una extensión del concepto de orden y

de geometrización ideal que en primera instancia se empleó en la Hacienda Nueva, dando continuidad a esta idea al exterior del completo de beneficio minero, lo que se expone en la ilustración 70. Ortega (1901), hace énfasis en este arreglo, cuando describe que:

Al frente de la entrada principal y dado vista a la casa de la dirección, con tres calles que forman dos hileras de árboles de por medio, se halla situado un jardín que mide ciento cinco metros en cuadro, en que se cultivan flores y frutas, cuyos árboles con su verdura embellecen el sitio y quitan el aspecto agreste que comúnmente presentan esta clase de establecimientos. (pág. 53)

A pesar de las descripciones, es difícil saber si este espacio estaría físicamente contenido con muros en el pasado, lo cual lo condicionaría para el carácter de su uso, fuera este privado o público.

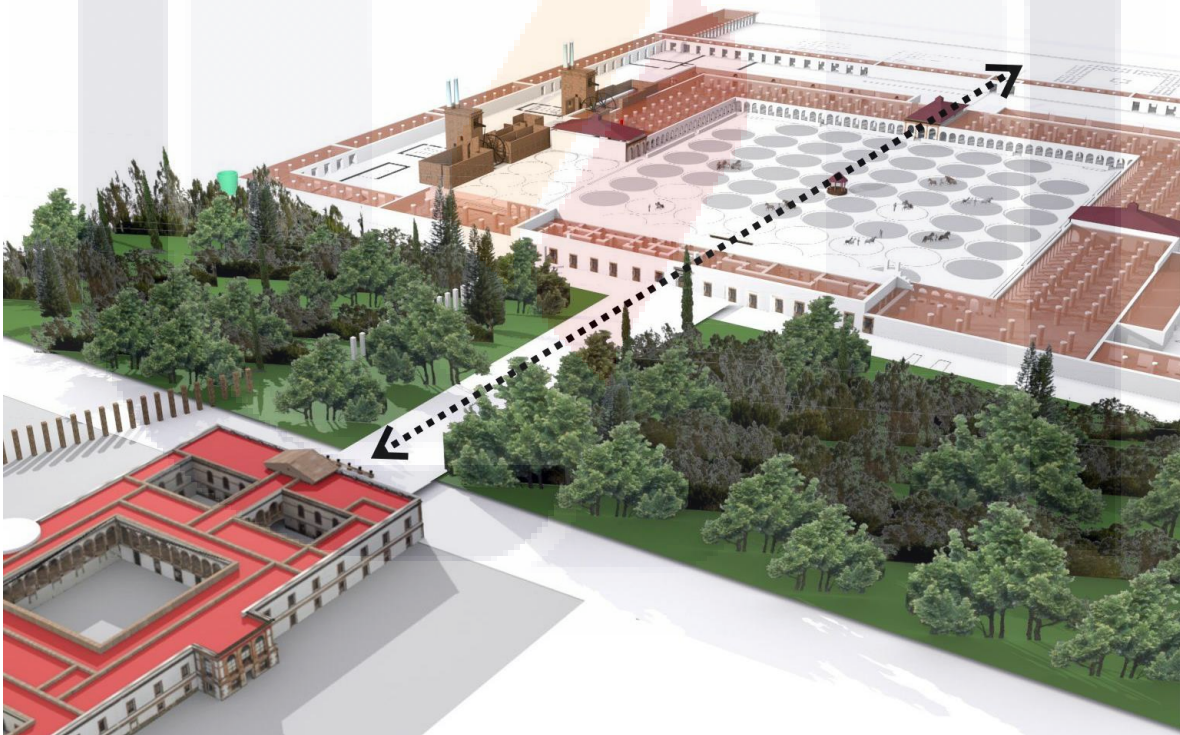


Ilustración 70: En esta imagen se enfatiza la relación de extensión axial que compone el espacio público entre la Hacienda Nueva y la Escuela Práctica de Minería, con el espacio arbolado entre ambas construcciones. La escuela, creada como un “objeto figurativo” bien pudo haber concebida así para desarrollar un tratamiento paisajístico en el espacio que la rodea. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Actualmente, al sur de la Hacienda Nueva, todavía existe este espacio arbolado que está delimitado por una gran barda y tiene un uso privado, Dicho cuerpo arbolado, se identifica como “la huerta”. Anteriormente, este sitio se empleaba como tal y los frutos que se obtenían se destinaban a ser consumidos por los empleados de la compañía. Ahora, es un espacio que se destina a usos de convivencia privados y es propiedad de la compañía que posee la hacienda.

7.3.- El palacio del trabajo se desdibuja bajo el influjo neotécnico

Si bien la hacienda y la escuela de minas eran cada una un universo contenido con una relación y diálogo entre ellas, la relación de estas con las minas y la ciudad era diferente. Las minas, localizadas ya en una zona más alta en el Cerro de Proaño, siempre tendrían una relación visual con la ciudad de Fresnillo y con los dos edificios descritos, que se localiza en un llano más bajo. Para la ciudad el Cerro de Proaño sería siempre el punto de referencia y de orientación.

La Hacienda, por ser construida fuera del perímetro de la ciudad, no tenía una interacción directa con el tejido urbano. De cualquier manera, parece ser que la calle de las “minas” la actual Avenida Hidalgo, fue el resultado de establecer una conexión de tránsito entre la ciudad y los yacimientos mineros del cerro de Proaño. Así lo menciona Payno, que desde la esquina de la hacienda: “cuatrocientos treinta y dos pasos que tiene de largo dicha tapia, hay que andar, y hétenos ya dentro del Fresnillo. La calle en que estamos se nombra de las Minas, y la forman casas bajas y mal construidas, colocadas de un lado y otro, sin orden ni plan alguno...” (Payno y Del Castillo, 1843, pág. 5).



Ilustración 71: El Teatro Hidalgo, hoy llamado "José González Echeverría" en honor al administrador de la Compañía "Zacatecano-mexicana". El lenguaje formal del edificio es similar al de la Escuela de Minas. C. finales siglo XIX Fuente: acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada.

A través de los relatos de los viajeros del siglo XIX, la ciudad de Fresnillo no tuvo tan buenas descripciones como las que hicieron sobre la Hacienda Nueva, y estas representaciones parecen ser consistentes, aunque evidentemente, varían dependiendo la apreciación de cada relator donde cuentan que esta localidad más bien era un reducto sin mayor acomodo urbano y que no tenía la visión de dignidad y orden que tenía la instalación minera: "Lo demás del Fresnillo se reduce a unas cuantas calles torcidas y sucias, a multitud de callejones sin salida y a grande albañales, donde se ven esparcidos en desorden, cuartos sucios y lóbregos... El Fresnillo, pues, es un mastín echado al pie de las minas para mantenerse con los residuos y desperdicios que deja la plata en su rápido tránsito de las entrañas de la tierra del Nuevo Mundo a las arcas reales de Inglaterra..." (Payno y Del Castillo, 1843, pág. 6).

Esta descripción es coincidente con la de Ruxton (1848), que dice que: "Fresnillo es un pueblo miserable y polvoriento" (pág. 87), también menciona que la riqueza que sale de sus minas no se refleja en la fábrica de sus edificios ni en la limpieza de sus calles.

Posiblemente, la conexión del sentido de progreso que tenían las instalaciones mineras con el resto de la ciudad, serían ciertos puntos específicos, que bajo la descripción más afortunada de un L. E. aparecen en el Museo Mexicano de 1843, donde menciona, además de las iglesias y edificios de importancia, que:

En la plaza principal, rodeada de hermosas fachadas y balconerías... se extendía en otro tiempo un triste llano, que llamaban plaza: se ha convertido en un hermoso paseo. Está rodeado de frondosos álamos... tiene varias y bien formadas lunetas, que dan un asiento cómodo y bajo la sombra de los mismos árboles a las gentes, y en el centro una hermosa fuente de agua dulce y saludable en cuyo centro de eleva sobre una base cuadrada de cosa de tres varas, un gracioso obelisco de piedra que tendrá otras catorce de altura" (pág. 216).

En dicha plaza se erigirá posteriormente un teatro que se ve tiene una impronta similar a la arquitectura de la Escuela de minas. Posiblemente fuera la misma persona quien diseño ambos edificios y que parece fue mandado a hacer también durante el mandato de Francisco García Salinas, llamándolo originalmente, Teatro Hidalgo (Zepeda, 2015), ver ilustración 71.

En suma, siempre hubo una desconexión implícita entre el universo de la ciudad y el de las instalaciones mineras, aun así, ambas entidades caminaron juntas en el continuo devenir. Los trabajadores Vivian en la ciudad de Fresnillo y los empleados de mayor rango en la Hacienda Nueva o en sus inmediaciones.

Hacia 1865 la Compañía "Zacatecano-mexicana" comienza a disolverse por los problemas bélicos acontecidos durante la invasión Francesa y finalmente se finaliza en el año de 1872 por las guerras internas que siguieron a "las guerras extranjeras" (Ortega, 1901, pág. 10) anteriores. Durante ambos

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro

acontecimientos, la negociación es saqueada en varias ocasiones y se agredió gravemente a algunos trabajadores. Las minas se dejaron de trabajar y, por ende, la hacienda cayó en desuso por un tiempo.

Posteriormente cuando las condiciones mejoran, las minas volverán a trabajar a través de la iniciativa del Sr. Manuel Ortega, que, en 1878, forma la “Compañía Restauradora de Minas del Fresnillo”, posteriormente llamada “Compañía Minera de Proaño”. Bajo esta administración, se comienzan a incluir las novedades tecnológicas tales como el uso del ferrocarril⁷⁰ y se implementa un tranvía de mulas (Ortega, 1901, pág. 60) que conectaba la estación de trenes del Ferrocarril Central mexicano con la Hacienda Nueva y a esta con el centro de la Ciudad de Fresnillo.

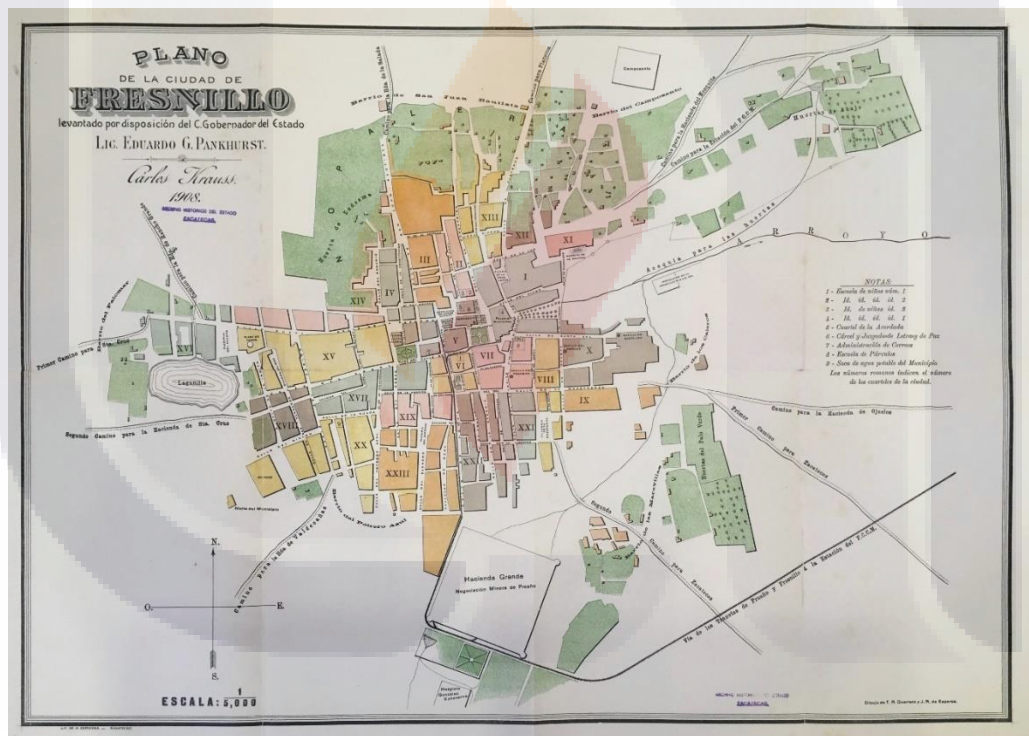


Ilustración 72: Plano de Krauss (1908) donde ya se aprecia la infraestructura de ferrocarril y del tranvía de mulas que se instalaría desde la hacienda, al centro de Fresnillo. Fuente: Archivo Histórico del Estado de Zacatecas, Mapas y planos.

⁷⁰ “... el ministerio de fomento destacó el impulso al desarrollo de la estructura productiva paréntesis caminos, ferrocarriles, comunicaciones, etc. paréntesis mediante concesiones menciones a particulares.” (Velasco et al., 1998, pág. 163).

Este tranvía se implementó con el objeto de recuperar alguna parte de los altos costos que implicaba trasladar el mineral por ferrocarril para la compañía, que era la que lo administraba. En el plano de Krauss de 1908 (ilustración 72), se observa que el tranvía de mulas rodea la hacienda, aunque como no dibuja la distribución interior de esta, es difícil saber si se haya afectado a la edificación. El tranvía se mulas se observa en la ilustración 73.



Ilustración 73: Fotografía que muestra el tranvía de mulas junto a la Hacienda nueva. C. principios del siglo XX. Fuente: acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada,

La “Compañía Restauradora de Minas del Fresnillo” después es vendida a capital norteamericano a principios del siglo XX bajo el nombre de “The Fresnillo Company”. Bajo esta nueva administración, cambian las tecnologías y los intereses que estas entidades productivas tienen sobre la explotación de los bienes de los que disponen. Se crean nuevas obras para procesos de molienda y beneficio de la plata que se situaron en las inmediaciones de los tiros de las minas de Proaño para albergar partes de los procesos de beneficio que antes se efectuaban dentro del perímetro de la Hacienda Nueva. Ya se comienzan a emplear nuevos procesos de beneficio como el de cianuración y de lixiviación.

Adicional a este cambio de tecnologías en el beneficio, la introducción del ferrocarril ejerció una gran potente influencia en la manera en que se disponían las distribuciones de locales y espacios de la hacienda. Dados los cambios de propietario y la introducción nuevas tecnologías de beneficio, las bombas de vapor empleadas para las tareas de la molienda paulatinamente dejan de funcionar y comienzan a caer en estado de desuso al sustituirse este proceso por el de cianuración, que estaba sucediendo en muchas zonas mineras rezagadas a principios del siglo XX: "El proceso de cianuración influyó de manera importante para la recuperación de la productividad en las áreas mineras más tradicionales. Ahora finalmente casi todas las haciendas de beneficio habían abandonado el antiguo sistema de patio." (Velasco et al., 1998, pág. 175).

En la hacienda, las trazas del esquema original de la fábrica palacio, desaparecen casi por completo y las casas de máquinas Cornish, ya en desuso por 20 años, se empiezan a reutilizar para incluir viviendas para los trabajadores extranjeros que llegarían a trabajar, principalmente de los Estados Unidos de Norteamérica o de Inglaterra.

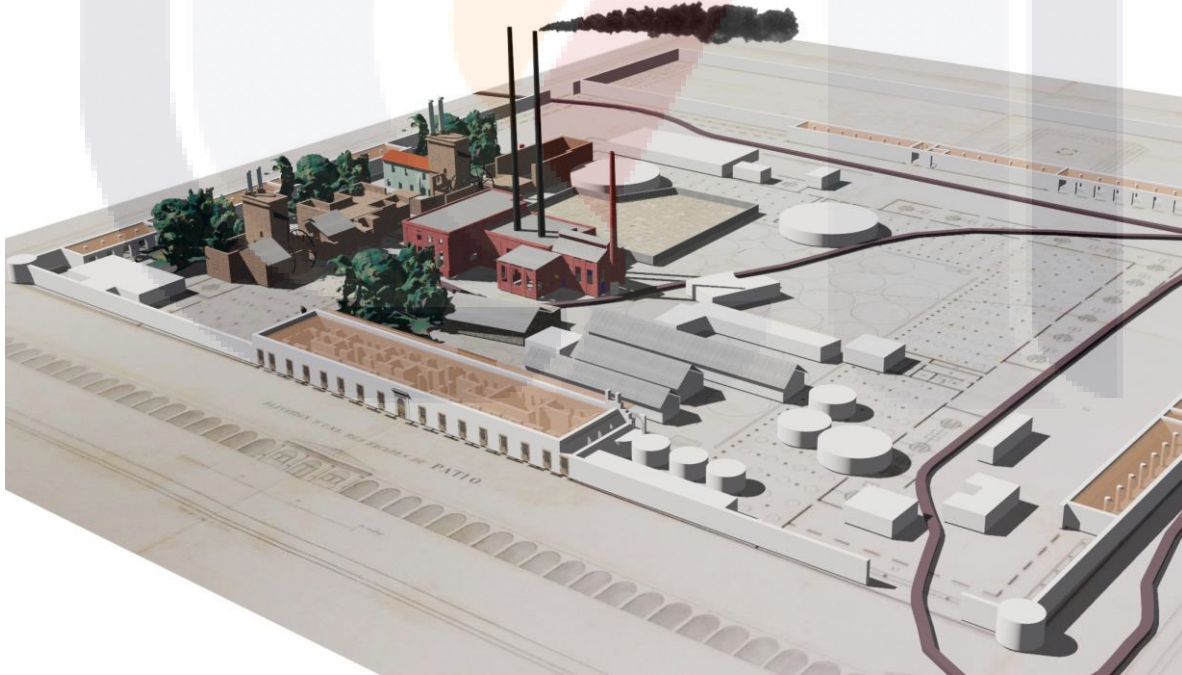


Ilustración 74: El impacto de la fase neotécnica en la Hacienda Nueva fue notable. La introducción de la planta de luz y fuerza, el ferrocarril y los procesos de beneficio distintos al de patio, transformaron completamente el proyecto original de la fábrica palacio. Del conjunto original, en la segunda década del siglo XX solo ha quedado un pequeño fragmento. Fuente:

José Humberto Flores Castro. Representación digital a partir del “Plano de las plantas de cianuración, flotación, luz y fuerza y departamentos accesorios. The Mexican Corporation, S. A. Fresnillo; Zacatecas.” 1927.

Hacia el año de 1919 “Fresnillo Company” es cedida a otra entidad llamada “Mexican Corporation” que, bajo una nueva administración norteamericana, reconfigura completamente la propiedad original, lo que se expresa en la ilustración 74.

La “Mexican Corporation” comienza a edificar nueva infraestructura en las faldas del cerro de Proaño para albergar una planta de cianuración muy extensa, contigua al tiro principal del Cerro de Proaño (ilustración 75). El lenguaje de estas instalaciones ya será distinto desde el punto de vista tipológico: la fábrica del ingeniero, que emplea nuevos materiales tales como estructuras de acero y ladrillos industrializados.

Así, se continuó con la estrategia de emplear parte de los restos de la hacienda para colocar casas habitación, produciendo una especie de variación contenida y compacta de una *company town* que convivía con oficinas, laboratorios, una planta de gas, la Planta de luz y fuerza y su respectiva infraestructura de apoyo: unos tanques de combustible y una alberca de enfriamiento, donde incluso se les permitía a los niños bañarse de vez en cuando en sus aguas (Blamey, 1982, pág. 4). Para llevar el combustible, se hizo una red interna de espuelas de ferrocarril.

Se colocó sistema externo de vía férrea: “Sería el tren uno de los vehículos de progreso de la administración porfiriana...” (López, 2005, pág. 122) que se fue empleando con mayor intensidad para conectar la planta de cianuración con la estación de Fresnillo, pues se construyeron grandes plantas de fundición o de beneficio en otras localidades cercanas: “Las minas del norte del estado de Zacatecas (Fresnillo, Mazapil, Concepción del oro)... abastecían al eje de fundidoras de Torreón, Saltillo y Monterrey.” (Velasco et al., 1998, pág. 170).

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

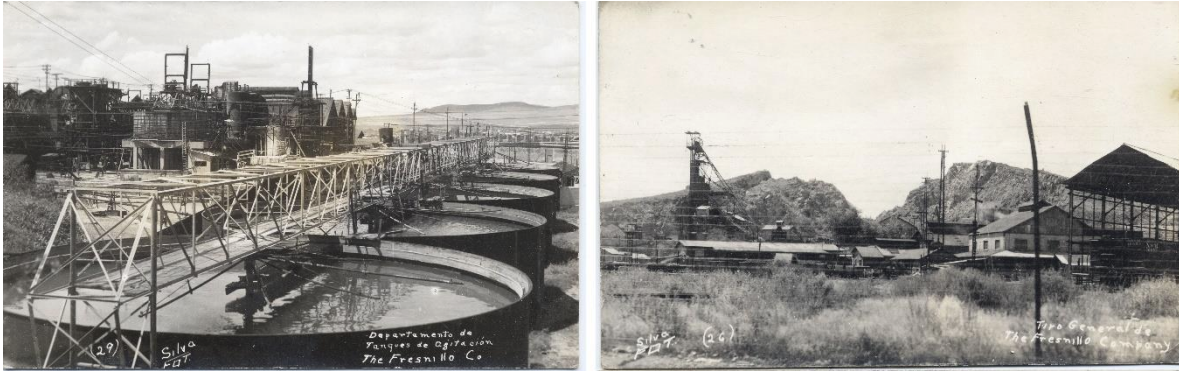


Ilustración 75: Algunas instalaciones de la planta de cianuración de la "Mexican Corporation" y el Tiro principal de Proaño. Nótese el cambio en el contorno del cerro del mismo nombre. c. 1940. Fuente: Colección Juan Francisco Rodríguez, acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada.

Las innovaciones tecnológicas del siglo XIX fueron terminando una nueva relación entre la forma del edificio y la maquinaria que albergaba siendo estas determinantes para una nueva estética basada en eficiencia de los procedimientos interiores productivos y también el mejor uso de los materiales y la producción de nuevos elementos estructurales. Ya se advierte la introducción de la "engineered factory" (Bradley, 1999, pág. 4). La introducción de la energía eléctrica permitió la eliminación de grandes equipos mecánicos de distribución de poder y ello resultó en mayor libertad espacial interior en los edificios fabriles. En el cambio de siglo, hacia 1900, la introducción de la energía eléctrica fue paulatina y por ello es obvio que en algunas instalaciones productivas se combinara la energía de vapor con la eléctrica.

En algunas ocasiones la posibilidad de convertir la maquinaria de fuente de poder del vapor a la electricidad permitió que las instalaciones fabriles pudieran seguir siendo usadas, pero en muchas otras ocasiones estas se abandonaron y se crearon nuevas construcciones para albergar la maquinaria que era ya impulsada por electricidad (Bradley, 1999, pág. 95).

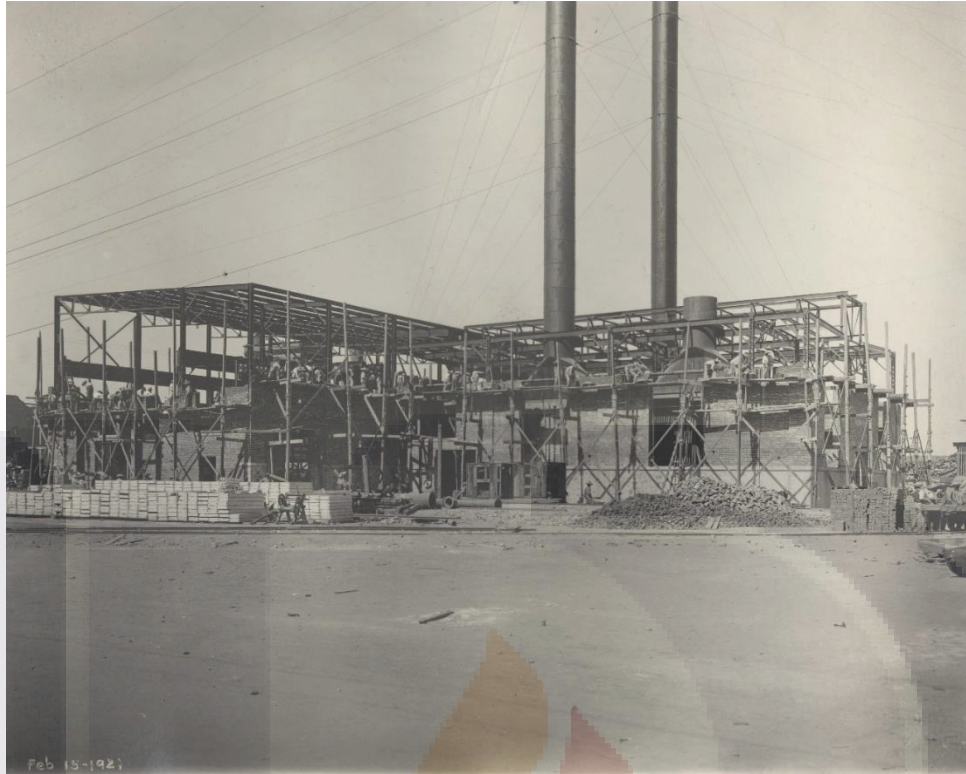


Ilustración 76: La planta de luz y fuerza en construcción, donde se advierte el uso de materiales constructivos industrializados y un esquema utilitario. 1921, autor desconocido.

Para el año de 1920, justo al frente de las dos bombas Cornish (ilustración 76), se edificó una central de producción de energía eléctrica, la planta de luz y fuerza para dotar de energía a la nueva planta de cianuración y a las propias instalaciones de las minas y de la hacienda. Para la planta de luz y fuerza se erigieron también algunas chimeneas de gran altura, que modificaron el paisaje y que se volvieron el sello de identidad de la ciudad para los visitantes que las divisaban desde lejos.

Con estas prácticas mineras, la producción minera aumentó muy considerablemente recomponiendo poco a poco el paisaje con la aparición de volúmenes de jales, que cada vez eran mayores y que con el tiempo delinearon un promontorio que competía en altura con el cerro de Proaño, modificando el paisaje de una manera notable. Entonces, el Cerro de Proaño ya no era la única referencia visual, pues también ya lo eran las altas chimeneas de la planta de luz y fuerza y el promontorio de jales. Todos estos elementos confirmaban que la etapa neotécnica (Mumford, 1932, pág. 212) no solo había afectado las

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro

instalaciones de la Hacienda Nueva, ahora conocida como Proaño, sino su entorno inmediato e incluso la ciudad, que por consecuencia, se extendió y que paulatinamente fue sustituyendo muchas de las construcciones de adobe y piedra por nuevas formas, tipologías y materiales del siglo XX (ilustración 77). La modernidad había llegado, como lo dice López, “...diversa y paradójica...” (López, 2005, pág. 219), dejando muy atrás aquellos anhelos de progreso ilustrados que Francisco García Salinas mentalizaba cuando inició este proyecto en 1831.

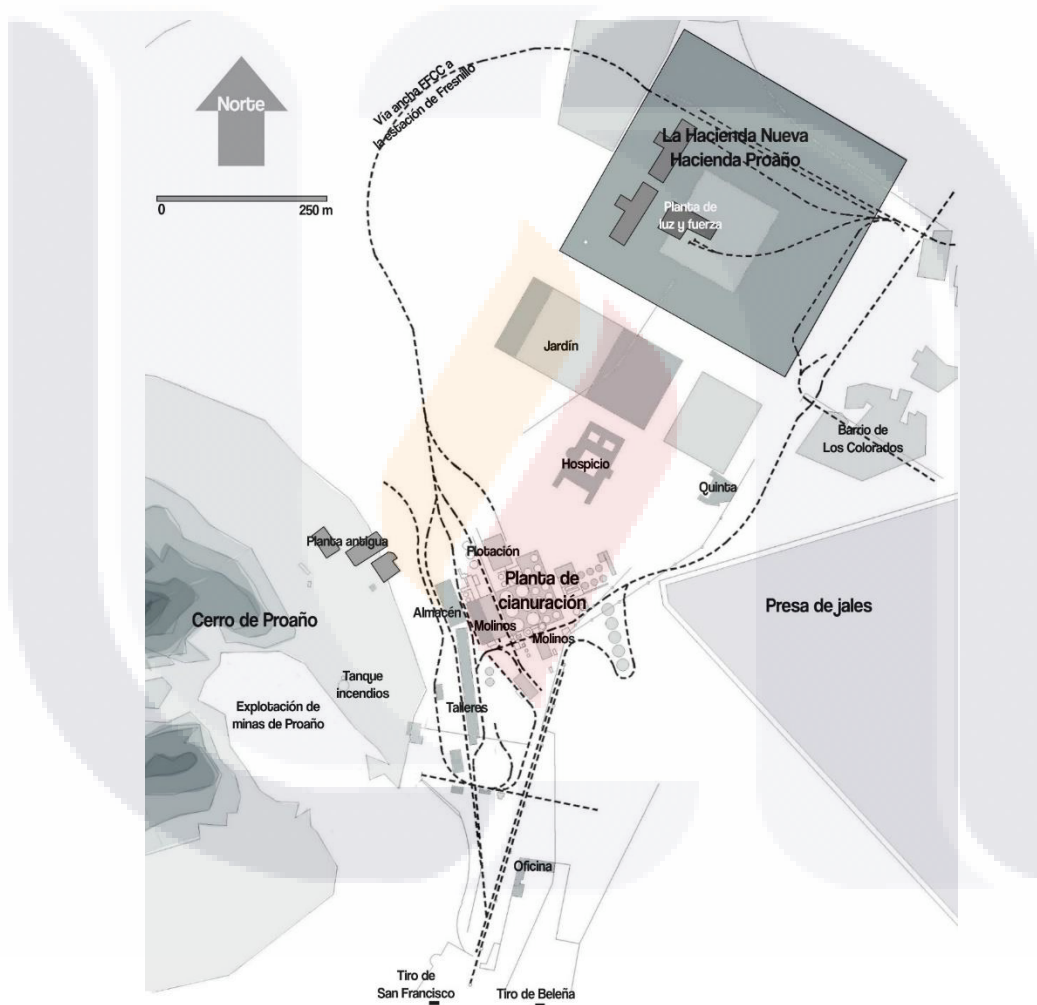


Ilustración 77: En este mapa, se aprecia la enorme huella territorial que las tecnologías de beneficio de principios del siglo XX han dejado en el territorio aledaño a las instalaciones mineras. La presencia del Ferrocarril es contundente, indicada con una línea punteada. Fuente: José Humberto Flores Castro, Realizado en base al “Plano de las plantas de cianuración, flotación, luz y fuerza y departamentos accesorios. The Mexican Corporation, S. A. Fresnillo; Zacatecas.” De 1927.

CAPÍTULO 8.- LOS RESTOS ARQUITECTÓNICOS DE LAS INSTALACIONES MINERAS DE PROAÑO EN LA ACTUALIDAD DESDE LA VISIÓN DEL PATRIMONIO INDUSTRIAL MINERO

Con el ánimo de establecer una visión de la conservación del patrimonio industrial en el inmueble estudiado y ligándolo a los criterios que sobre el tema existen, este capítulo tratara de crear cierta conciencia sobre los valores que estos restos constructivos tienen para la comunidad en la que está inserto sin el afán final de crear un proyecto de reutilización o de restauración, pero si el de crear conciencia sobre el potencial de su conservación para el disfrute de generaciones posteriores.

Sobre la Hacienda Nueva (ahora conocida como de Proaño), se ha ahondado poco desde la visión de la arquitectura y de la visión del patrimonio histórico industrial minero. Según Casanalles, el patrimonio industrial "Está formado por bienes que están relacionados con la producción, que son testimonio y objeto de estudio de una era pasada, y tienen como valor añadido que fueron los protagonistas de una gran evolución social y económica que cambió la sociedad hasta desembocar en la sociedad postindustrial actual." (Casanalles, 1998, pág. 13). Todas estas condiciones se aplican al caso de estudio.

Las relaciones con estos aspectos son dignas de resaltarse, sobre todo, cuando los inmuebles analizados son colocados en un umbral de consideraciones y valoraciones relativas a estas disciplinas y que pueden ayudar para que estos sean preservados para el futuro⁷¹. La apreciación de este tipo de construcciones entra en una paradoja perceptual, pues "históricamente, la primera característica del patrimonio fue justamente la de objeto o construcción estéticamente bella" (Casanalles, 1998, pág. 12) sin embargo, las edificaciones

⁷¹ "En estos años de cambio de siglo, y de milenio, que coincide con un periodo en el que la sociedad se ha acelerado vertiginosamente y como consecuencia produce una cantidad de objetos que en poco tiempo quedan obsoletos, es un buen momento para reflexionar sobre el concepto de patrimonio que queremos que prevalezca en el próximo siglo, reflexión que de servir para orientarnos sobre que bienes, muebles e inmuebles, hay que conservar." (Casanalles, 1998, pág. 11).

hechas para el trabajo, por su carácter utilitario se observan diferente, pero son igual de importantes.

8.1.- La paradoja de la percepción del patrimonio industrial minero en Fresnillo

Fresnillo siempre ha estado ligado a la actividad minera. Esta es la principal vocación económica de esta comunidad. Las minas de Proaño y la ciudad se han relacionado y transformado conjuntamente. Así, las evoluciones de la actividad productiva minera se han visto reflejadas en el tejido urbano de Fresnillo, en su arquitectura y en su paisaje. Al final, esto es un hecho que concierne a sus habitantes, por lo que el patrimonio edificado debe ser cuidado por todos.

Los inmuebles e infraestructura que componen el conjunto de las minas de Proaño, aunque modificados, tienen características muy particulares que los diferencian del resto de las construcciones productivas similares en otros sitios de México y del mundo. Aunque estos tienden a pasar desapercibidos dado que los envuelve un aura de obsolescencia. Sin embargo, estos están investidos de una gran carga histórica.

La percepción insustancial por parte de la población sobre estas edificaciones es consecuencia de una falta de información y valorización; así, sin saber más, se da por sentado que estas construcciones, su maquinaria y el territorio que los rodea son permanentes. La presencia continua crea costumbre y se da por sentado que siempre estarán ahí. Sin embargo, hay multitud de factores que los pueden afectar y si no se protegen siguen su proceso de ruina o de total transformación, debido a su estado de desuso o de necesidades actuales disidentes, hasta desaparecer por completo. Como dicen Brown et al. Sobre las casas de máquinas Cornish en el mundo: "estos restos no son más que ruinas fantasmales por lo que en la actualidad son poco conocidas, infravaloradas, inapreciadas por la mayoría de la gente. Es triste ver como los avances tecnológicos borran rápidamente de la memoria tecnologías anteriores." (Brown et al., 2005, pág. 3).

Hay que considerar que es necesario crear conciencia en la sociedad sobre los valores inherentes a la conservación del patrimonio minero antiguo de Fresnillo, y una manera de hacerlo es desvelando y compartiendo detalles particulares y las condiciones que hicieron posible su existencia, para que estas sean percibidas desde otro punto de vista: "La sensibilización hacia este patrimonio ha sido determinante...El trabajo de campo, el registro, y la catalogación tiene como uno de sus objetivos principales la misión y posibilidad de preservarlo y utilizarlo con fines educativos y culturales." (Aguilar, 2001, pág. 150).

Para ello, los artículos o investigaciones que se hagan sobre este tema son de gran ayuda pues permiten llenar vacíos históricos y completar el contexto que precede al momento histórico actual, que en el caso de Fresnillo: "Son los únicos recuerdos de lo que una vez fue la gran industria del siglo XIX, la minería, no únicamente en el Reino Unido de Gran Bretaña si no en otras partes del mundo." (Brown, et al., 2005, pág. 3).

Estos inmuebles son un lazo tangible entre tiempos y cuentan la historia pasada de la cultura, la sociedad y su relación con la actividad de la producción. La minería ha formado parte de la historia de vida de la comunidad creando una memoria colectiva reflejo de un fenómeno que no es totalmente local y aislado, sino el testimonio palpable de la evolución industrial que afectó el orden mundial hasta llevarlo a como lo percibimos y conocemos hoy: el conjunto minero de la hacienda, el "ágora" y su territorio hablan de las etapas de la industrialización. Esta es historia materializada es la que hace peculiar al conjunto ruinoso.

En la época actual, 2018, es un hecho afortunado el poder ver que los restos del complejo minero expresan de manera subyacente infinidad de hechos e ideas pertenecientes a la época en las que fueron realizadas. Esto es un enlace con la evolución de la industria, la tecnología y los procesos productivos en el mundo y su repercusión a nivel nacional, estatal y local.

Uno de estos elementos son las casas de máquinas Cornish, sobre las que Nance comenta que: "Aunque hay actualmente en existencia una parte

significativa de partes de las máquinas y las casas que las contienen ambas están en "malas condiciones" las partes pequeñas que se podían remover ya no están. Simplemente se han sellado y protegido en su inmediación" (Nance, 2005, pág. 41). Existe el interés de preservar este legado, no solo de los fresnillenses, sino de comunidades internacionales, como las de Inglaterra o de Australia (Brown, 2001, pág. 6), que ven en estos vestigios, una muestra de la extensión cultural de sus sociedades y de cómo estas han redefinido el carácter local de los lugares donde se han establecido sus antepasados.

La planta de luz y fuerza es otro elemento que habla del cambio de época histórica dentro del devenir tecnológico que afectó la vida del hombre: la segunda revolución industrial, donde el vapor es remplazado por la electricidad y donde los materiales de construcción ya son producidos en serie y los edificios se desligan de toda influencia académica para establecer nuevas tipologías más acordes y apropiadas con el uso industrial: la etapa neotécnica (Mumford, 1932, pág. 212), que deja la energía de vapor detrás y se vuelve más sofisticada, limpia y eficiente. De la planta de electricidad, se conserva casi la totalidad, pero en abandono y en un mal estado de preservación que urgiría ser atendido.

Así, del esquema original del siglo XIX de la Hacienda Nueva cada vez fueron quedando menos secciones (ilustraciones 78 y 79) y en la actualidad no queda más que una pequeña porción en la que era la casa del administrador y partes del muro perimetral que lo delimitaba, según se concluye del estudio que se ha hecho.

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro

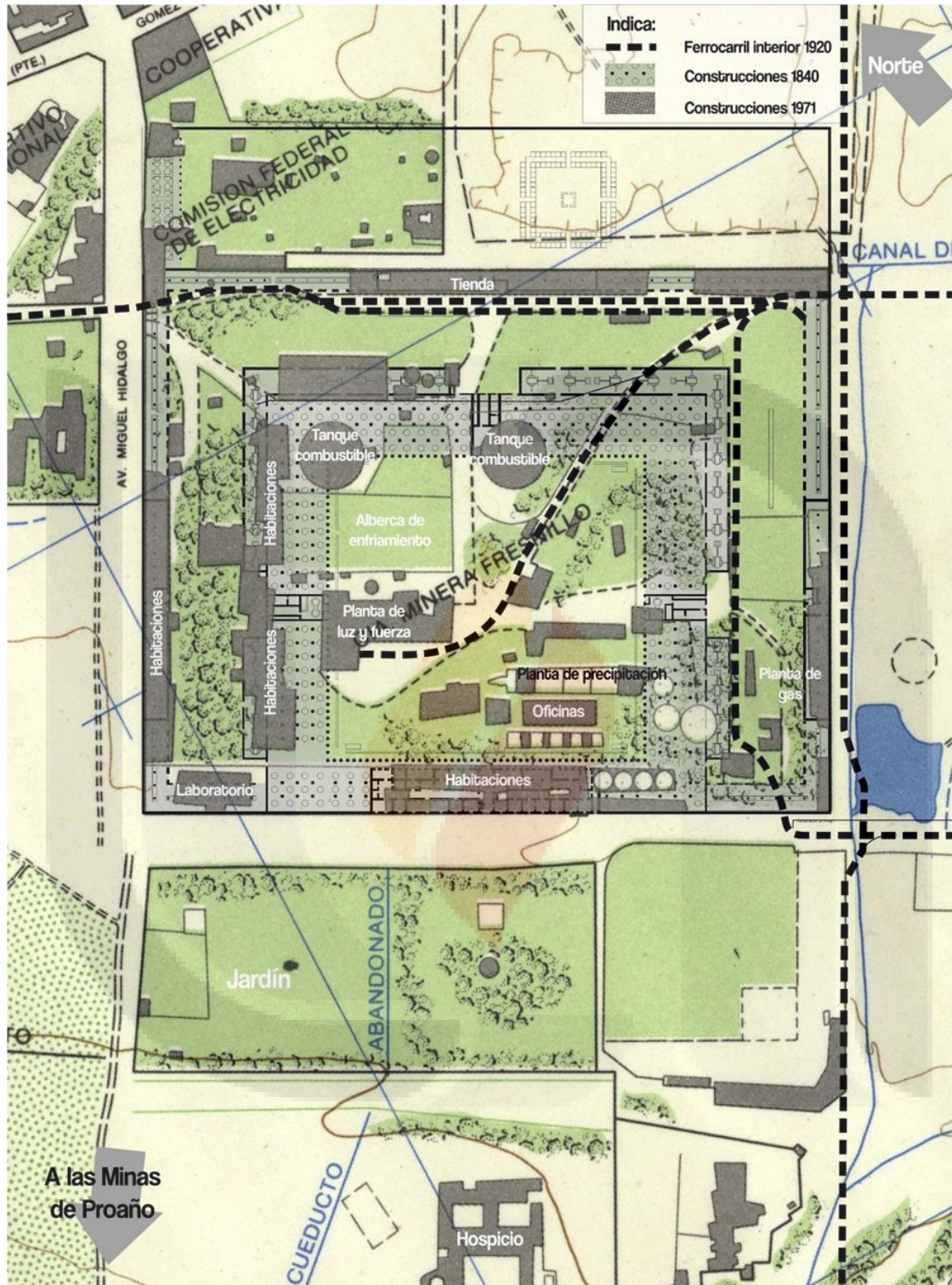


Ilustración 78: En este mapa aparecen los edificios modificados al interior de la hacienda, y una comparativa con la traza de la Hacienda Nueva. No. XVI. CETENAL, Mapa urbano, Estados Unidos mexicanos, Secretaría de la Presidencia, Fresnillo, Zacatecas (fotografías aéreas obtenidas en enero de 1970. Primera Edición 1972. Material cartoncillo, 75.8 x 83.5 cm. Archivo General de la Nación. Las líneas punteadas fueron agregadas por José Humberto Flores Castro y representan la traza dejada por el ferrocarril a inicios del siglo XX, en 1971, las vías férreas ya habrían sido retiradas.



Ilustración 79: Fotografía de 1993 donde se observa, a la izquierda la planta de energía eléctrica y a la derecha, una de las casas de máquinas Cornish. Fuente: José Humberto Flores Castro.

La antigua Escuela Práctica de minería, venturosamente, existe en su totalidad y ha sobrevivido gracias a una serie de cambios de usos cuando dejó de ser empleada como escuela: desde hospicio de niños hasta oficinas de gobierno, entre algunos otros. Actualmente alberga algunos pequeños museos de entre los cuales destaca el "Museo de Minería Napoleón Gómez Sada", iniciado por Guadalupe Dávalos Macías y la empresa Peñoles, a quien ahora pertenece la mina de Proaño y sus instalaciones.

Adicional a la hacienda y la escuela de minas, al abrigo de la compañía, a mediados del siglo XX, comienzan a aparecer otras construcciones que surgen a partir de la necesidad de establecer vínculos sociales entre la compañía y los trabajadores, los mineros, sus familias y la comunidad de Fresnillo que también tienen una valía especial.

Por ello, en las inmediaciones de la hacienda minera y en proximidad a la localidad a través de una calle que liga hasta la actualidad las instalaciones mineras con el poblado y que se conoce como la "Avenida Hidalgo" se edifican

varios inmuebles: el Club Deportivo Nacional, "La Cooperativa" un edificio para venta de artículos al menudeo, algunas casas extramuros de La Hacienda Nueva, un hospital para atención de los trabajadores de la compañía (ilustración 80) y en el centro de la población, una escuela para los hijos de los trabajadores. Al interior de la hacienda, las viviendas adquirieron algunas características tipológicas importadas, como la adición de "porches" mostradas en la ilustración 81, aunque estos elementos ya no existen en la actualidad. Los únicos restos originales de la Hacienda Nueva que se conservan ahora son conformados por una sección de la casa del administrador en la sección sur del complejo (figura 82).



Ilustración 80: Foto del Antiguo Hospital de Proaño, construido en la primera mitad del Siglo XX, en 2016. Fuente: José Humberto Flores Castro.



Ilustración 81: Aquí se muestran algunas de las casas habitación construidas al interior de la Hacienda Nueva, hoy conocida como "Proaño". 1993. Un elemento tipológico adicionado por los norteamericanos fue el porche, que, en la actualidad, ha sido removido. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Los remanentes descritos que actualmente existen del complejo minero de Proaño en Fresnillo, Zacatecas, son dignos de valorarse por las características especiales de los procesos, la maquinaria y el tipo de construcciones que los conformaron: "las realizaciones materiales del mundo del trabajo y su entorno como bienes dignos de protección" (Sobrino, 1996, pág. 43). Esta valorización puede sentar un antecedente que exponga y dé suficiente importancia para su posterior conservación y dignificación. Si esto sucede, es posible mantener su integridad para que este conjunto patrimonial pueda ser apreciado en el futuro de una manera más clara y contundente.

Si este conjunto minero es observado bajo el lente del concepto del patrimonio industrial surgen una serie de ideas y significaciones que son de gran ayuda para poder percibirlo bajo una serie de perspectivas que enriquecen su contenido historiográfico, técnico, de memoria histórica, de cultura del trabajo o de procesos, entre otros. Es de interés, que la valoración de estos restos varía incluso desde la geografía donde se aprecia, por ejemplo, hay un gran interés sobre la conservación de ellos por parte de los integrantes de la Trevithick

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

Society, como se puede ver en varios artículos publicados por ellos a lo largo de los años (ilustración 83).



Ilustración 82: Los únicos restos del primer conjunto arquitectónico de la Hacienda Nueva conservados en la actualidad han sido empleados para reconfigurar el esquema original de los 1830s. Fuente: José Humberto Flores Castro.

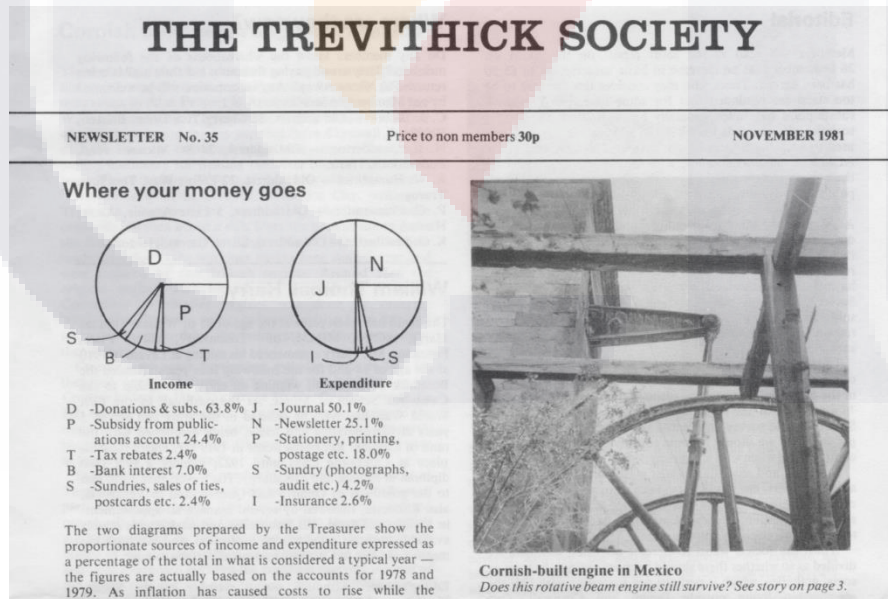


Ilustración 83: Los vestigios de la tecnología de vapor de la Hacienda Nueva son de especial utilidad para los interesados en la historia de la tecnología, la arqueología industrial y el patrimonio industrial. Aquí, la publicación periódica de la Trevithick Society, habla de estos vestigios en 1981.

8.2.- Los criterios de valoración y selección del patrimonio industrial aplicados a las instalaciones mineras de Proaño

En base a la evolución social y económica del mundo actual, los sistemas de valores y apreciación en relación con los elementos patrimoniales han ido cambiando. En la actualidad, el mundo del trabajo es un tema que comienza a ser apreciado considerando que la fábrica ese contexto de "disciplina de un sistema dado de producción y el empleo de tecnologías eficaces" (Sobrino, 1996, pág. 68), ya es más común a todos nosotros y se vuelve parte de nuestra vida pasada, por experiencia personal o por la de familiares o amigos.

Esta evolución es tácita y como se observa en las ilustraciones 84 y 85 se muestra que la ciudad de Fresnillo ha seguido creciendo con los años pero su relación con este complejo minero no ha cambiado significativamente desde el punto de vista geográfico, pero si desde el punto de vista del paisaje, pues el cerro del Proaño se ha disminuido en tamaño, pero los campos de jales han aumentado a su vez y la compañía minera ha instalado en su parte superior un parque para el disfrute de la población.

Al retomar el concepto del patrimonio, es de interés saber que este ha emanado en su contenido, de una serie de acuerdos internacionales y en el caso de México, nacionales y estatales, que coinciden en la protección de elementos que por sus cualidades deben ser protegidos.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

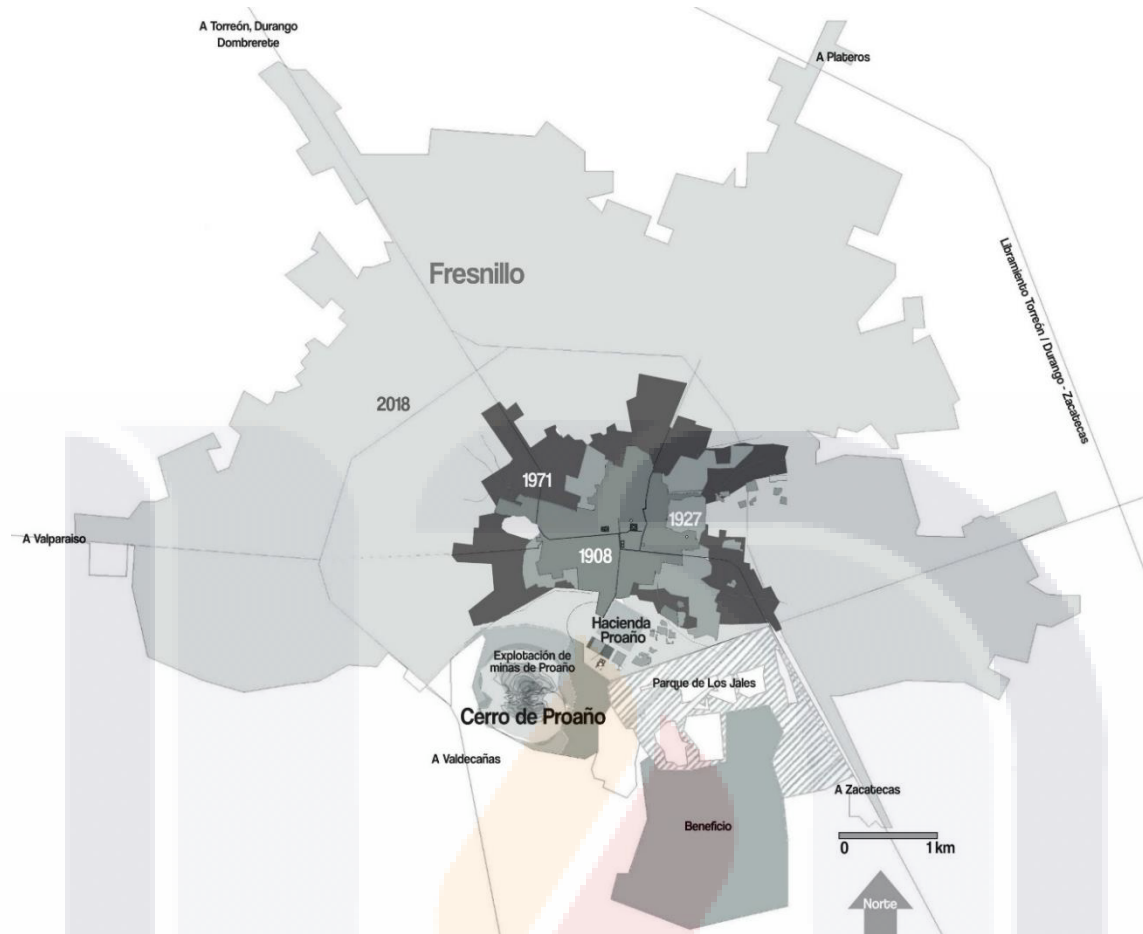


Ilustración 84: Planos sobrepuestos de la ciudad de Fresnillo y su relación con las instalaciones mineras. Fuente: José Humberto Flores Castro en base a los planos de Krauss (1908), de plano de "The Mexican Corporation" (1927), CETENAL 1971 y Google Maps, 2018.

Algunos de estos pueden ser edificados, del medio natural, elementos aislados y otros, que no son físicos, pero que pertenecen a un bagaje de cultura común. Así, como lo enlista Ana Macarrón (2014, pág. 86) según acuerdos internacionales que se tienen para el efecto de la clasificación patrimonial existen: el Patrimonio Cultural, Natural, Material, Inmaterial, Arquitectónico, Arqueológico y el Patrimonio Industrial.

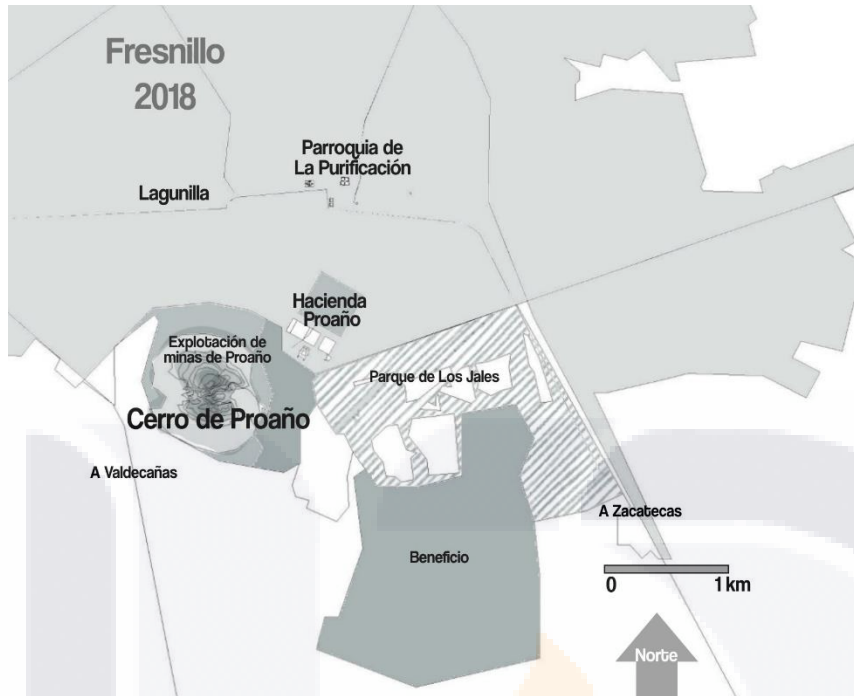


Ilustración 85: Las instalaciones mineras han servido de contención al crecimiento urbano. La compañía que posee dichas instalaciones ha creado un parque recreativo en el punto más elevado del depósito de jales. Fuente: José Humberto Flores Castro y Google Maps.

En el caso de Fresnillo hay varias cuestiones, unas que tienen que ver con elementos etéreos (patrimonio inmaterial) y otros táctiles (patrimonio material, arquitectónico e industrial). Por un lado, la memoria colectiva, que se puede ir completando a través de los testimonios de los trabajadores que aún viven y que conocieron de primera mano estas edificaciones, las relaciones laborales y los procesos: el resto de la población tiene una relación distinta con este patrimonio y en su caso, es recomendable que conozca las vivencias. Por otro lado, en esta cuestión del análisis del patrimonio, hay varios temas de estudio que son útiles para ayudar a valorizar los elementos desde la perspectiva de la catalogación y el inventario, y poder entender el presente, considerando que, en el contexto de la temporalidad, las edificaciones pertenecen a etapas anteriores a la de la presente generación. Esto último, lo material, es lo que interesa en el presente caso

El argumento del patrimonio industrial es complejo pues como mucho se diserta, es un tema de apreciación relativamente nuevo que cuesta entender y apreciar. Como comenta Pardo Abad (2016): "carece de valores referidos a lo

antiguo y lo artístico." (pág. 9). De ese modo, se desprende del concepto tradicional que se inserta en unos valores referidos a lo histórico, la calidad artística y la de estilo, que no siempre están presentes en los edificios dedicados a la industria. Dado que la arquitectura industrial ha sido hecha para un objetivo práctico, se perciben como inmuebles funcionales que son los restos de procesos obsoletos y sin un valor práctico actual, un producto caduco que bien puede dejar de existir sin dejar huella detrás, sin considerar todos los actores, técnicas, esfuerzos y proezas que se llevaron a cabo en su interior.

Si bien por un lado existen los valores, por otro existen los marcos legales que protegen el patrimonio. Claro que es bueno y loable el considerar enaltecer los valores del dominio edificado, pero también hace falta este marco legal que asegure que estos en definitiva se conserven y en dado caso se vuelvan a usar si es que están en abandono.

En el caso mexicano, el patrimonio industrial no se inserta dentro de las gestiones del Instituto Nacional de Antropología e Historia con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, que no considera a los edificios fabriles dentro de los elementos a proteger. Sin embargo, si existen algunas iniciativas que pretenden proteger este tipo de edificaciones, como lo sería el ICOMOS o TICCIH México, que fungen como enlaces con autoridades e interesados para concientizar sobre la importancia de estos menesteres.

Por otro lado, particularmente para el Estado de Zacatecas, existe la Ley de Protección y Conservación del Patrimonio Cultural del Estado de Zacateca, en la que se dice en el Artículo 3, que son monumentos "Aquellos inmuebles posteriores a la consumación de la conquista, cuya conservación sea de orden público por cualquiera de las circunstancias siguientes: ... b. Que su valor artístico, arquitectónico, industrial o su vocación regional, las haga exponentes de la historia de nuestra cultura". (Honorable Sexagésima Primera Legislatura del Estado Libre y Soberano De Zacatecas, 2017). Bajo este principio, la arquitectura industrial si puede ser considerada monumento digno de preservarse, siempre y cuando fuera contenida dentro de una declaratoria

emitida localmente por la Junta de Protección y Conservación de Monumentos y Zonas Típicas del Estado de Zacatecas.

Así, hablando de valores, hay instancias internacionales que ya refieren este tema con más puntualidad, como lo es el Plan Nacional de Patrimonio Industrial de España (Instituto del Patrimonio Cultural de España, 2017), en adelante el PNPIE, que actúa bajo las siguientes premisas: catalogación objetiva del patrimonio industrial en base a valores determinados, la posibilidad de intervención en base a su estado legal, la redacción de planes de manejo y en lo posible su intervención.

Así en el PNPIE (2017), se establece lo siguiente:

Se entiende por patrimonio industrial el conjunto de los bienes muebles, inmuebles y sistemas de sociabilidad relacionados con la cultura del trabajo que han sido generados por las actividades de extracción, de transformación, de transporte, de distribución y gestión generadas por el sistema económico surgido de la "revolución industrial". En base a ello, el conjunto minero de Fresnillo cumple con la definición, pues reúne estas características y propiamente sería compuesto de varios tipos de bienes inmuebles, según se define en el mismo plan: elementos industriales insertos en un conjunto industrial que conforman un paisaje industrial.

Para los criterios de valoración y selección, el PNPIE, propone:

- Valores intrínsecos: testimoniales, de singularidad y/o representatividad tipológica, de autenticidad y de integridad.
- Valores Patrimoniales: histórico, social, artístico, tecnológico, arquitectónico y territorial.
- Valores de viabilidad: Posibilidad de actuación integral, estado de conservación, gestión y mantenimiento, rentabilidad social y situación jurídica.

Si se aplican los valores planteados con anterioridad a los elementos industriales contenidos dentro de La Hacienda Nueva: las bombas Cornish y la planta de energía eléctrica, podemos visualizar de mejor manera como se inserta

el conjunto industrial minero, dentro de la conceptualización del Patrimonio Industrial. Ver ilustración 86.



Ilustración 86: La identificación de los componentes industriales de Fresnillo, según el Plan Nacional del Patrimonio Industrial de España. Fuente: José Humberto Flores Castro.

En los Valores Intrínsecos, se puede mencionar como la industria minera fue el factor de desarrollo de la población en épocas recientes, sobre todo en el siglo XX. En el de singularidad, existen varios elementos. Las bombas cornuallesas son únicas en el estado y pocas de estas hay ahora en el país, además de las asentadas en Real del Monte (Schwartz, 2007), Hidalgo, donde a diferencia de las de Fresnillo se conserva solo la casa de máquinas, pero no el artilugio.

La Planta de energía eléctrica, a pesar de estar en mal estado, presenta todos los elementos constructivos de la segunda Revolución Industrial: muros de tabique horneado industrial, estructura y cubierta de acero y equipo casi intacto; conforma el ejemplo de tipología industrial típica de una sola nave desarrollada en los Estados Unidos a inicios del siglo XX, el "Steel Mill Building" (Bradley, 1999, pág. 146) ilustración 87.

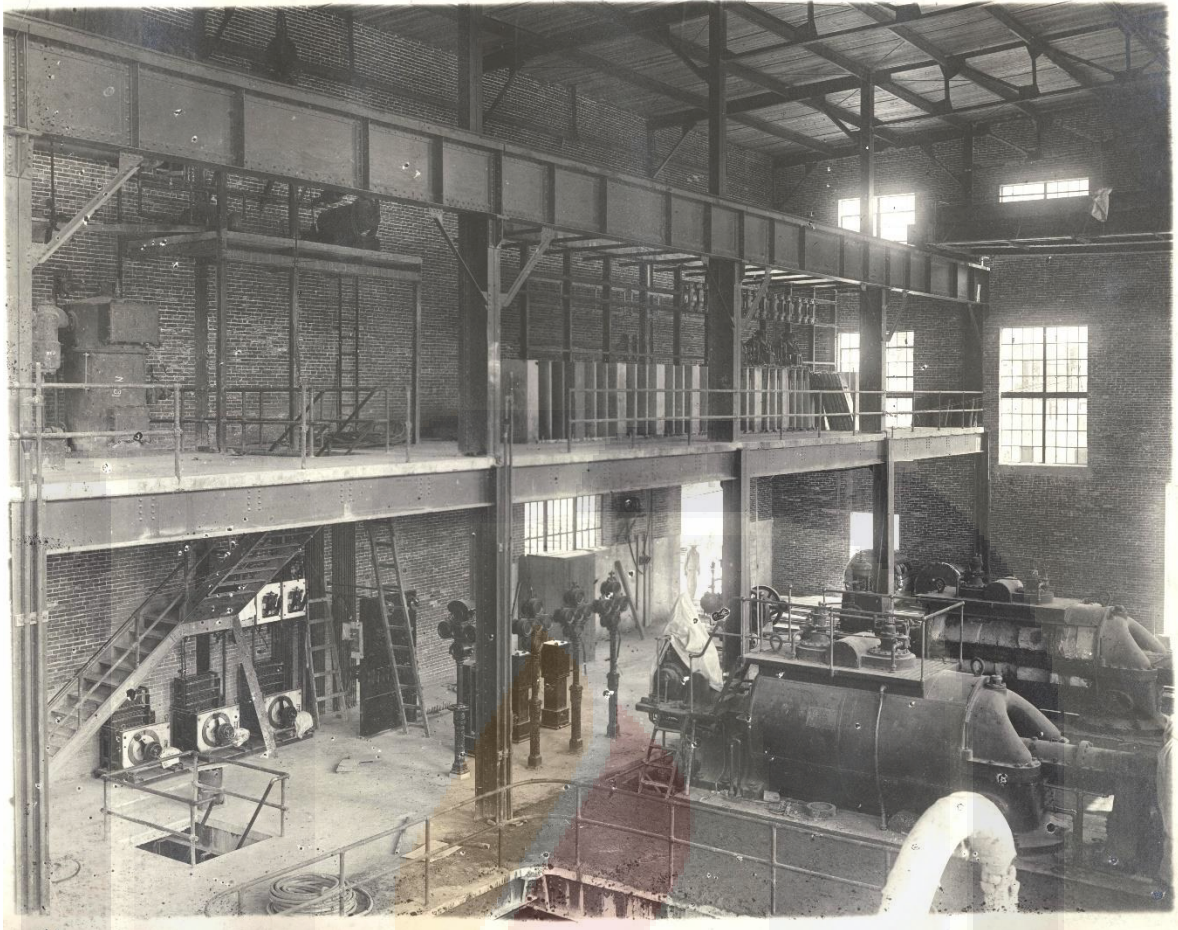


Ilustración 87: Interior de la Casa de Energía construida por la Mexican Corporation en 1920. Refleja la construcción típica de los edificios industriales de inicios del siglo XX. Fotografía digital del acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada, autor desconocido.

Hablando de los valores Patrimoniales, los restos actuales de estos dos elementos industriales recrean en la arquitectura misma, la impronta histórica y social del tiempo en que fueron construidos, así que habría que ahondar con mucha más profundidad en este rubro, en base a las fuentes documentales existentes. La tecnología existente en estos dos elementos relacionados con la industria deja ver rastros de la evolución de los mecanismos y las fuentes de energía que les daban movimiento, como se ha dicho anteriormente, y son dos ejemplos típicos de las etapas de la primera (Pacey, 1980, pág. 197) y segunda Revolución Industrial en la que se emplea ya la energía eléctrica y es cuando "se consolidan dos tipologías básicas... la nave de planta baja con cubiertas generalmente a dos aguas construidas con productos metálicos" (Sobrino, 1996, pág. 189).

La arquitectura industrial es un nuevo paradigma de estudio y por ende poco conocido y menos aceptado, donde queda la tarea de facilitar su comprensión. En dado caso, también pueden surgir alternativas que pueden ser útiles desde el punto de vista social, económico y ambiental, la triada sustentable, para poder disponer de una manera benéfica de este patrimonio. Hay que considerar que el turismo especializado puede ser una alternativa para establecer rutas para el aprendizaje que muestre el aprecio del trabajo hecho por los antepasados: la grandeza, la monumentalidad, y la técnica expresada en los edificios y sus mecanismos. "El concepto de patrimonio es relativamente reciente y su concepción o ha tenido unos parámetros estables, sino que ha ido evolucionando a lo largo de los siglos." (Casanalles, 1998, pág. 11).

Reflexión

Después de analizar la relación espacial y urbana que guardaba la hacienda con la Ciudad de Fresnillo, las minas de Proaño y la Escuela Práctica de minería, se observó que es necesaria la conservación de los elementos que han sobrevivido hasta estos días, mediante una adecuada valoración y prevenir el deterioro de estos restos, como se muestra en la ilustración 88 y 89.

Si continuáramos con la valorización que nos presenta el PNPIE en el sentido de viabilidad, se habría de entrar en un rubro complejo dadas las condiciones de propiedad que tienen las propiedades estudiadas. Si bien la compañía minera que actualmente es propietaria de dichas instalaciones tiene la disposición de ofrecer información en lo posible para el estudio de estas, es difícil saber sus planes a futuro para la protección, restauración, mantenimiento la posible reutilización de los elementos industriales señalados.

Ahora, este conjunto minero no está inscrito de manera implícita como patrimonio histórico en ningún marco legal estatal, nacional o mundial que garantice su preservación. Fresnillo, como tal, aparece inserto en la lista del patrimonio mundial de la UNESCO, dentro del programa "Camino Real de Tierra Adentro" e incluye al santuario de Plateros, con la intención de ligar este inmueble histórico a la historia de la minería y la red de extracción y comercialización de la plata de la entonces Nueva España a la metrópoli española. (ilustración 90).

La tarea de la investigación sería en dado caso, el de ofrecer más bagaje historiográfico y de otras disciplinas para poder así dar a entender con más facilidad a los interesados, el valor que tienen estos edificios para entender el momento presente. Al final de cuentas, para eso es la historia.



Ilustración 88: La casa de energía en 2017, por falta de mantenimiento tiene un importante estado de deterioro en elementos de cubrición lo cual amenaza otros elementos interiores. Fuente: José Humberto Flores Castro.

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro



Ilustración 89: La planta de energía eléctrica vista desde el exterior en 2017. Los torreones se derruyeron en la década de los ochentas, para prevenir riesgos de derrumbe. Fuente: José Humberto Flores Castro.

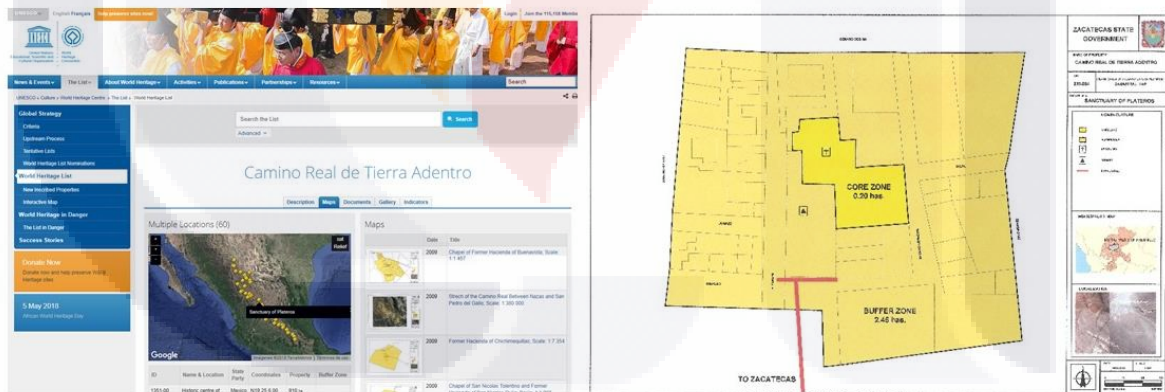


Ilustración 90: Fresnillo tiene incluido un bien inmueble dentro de las declaratorias de Patrimonio Mundial de la UNESCO: el santuario de Plateros, como parte del Camino Real de Tierra adentro. Fuente: http://whc.unesco.org/en/list/1351/multiple=1&unique_number=1691.

REFLEXIONES FINALES

Varias conclusiones se derivan del desarrollo de esta tesis. Estas conclusiones tienen que ver con diversos enfoques que se fueron dando al caso de estudio. Primeramente, se deja ver que los restos del conjunto minero, como se ha dicho, están directamente relacionados con la relación que ha existido con la tecnología de la producción y los cambios de propietarios que fueron implementando estas tecnologías siendo un testigo directo de las nuevas formas de producción que llegaban desde otros lares.

A partir de la extensiva destrucción del patrimonio industrial sucedió después de la Segunda Guerra Mundial como lo indica Inmaculada Aguilar (2001, pág. 160), ha habido una concientización sobre la preservación desde tipo de inmuebles para poderles dar una reutilización y permitir su sobrevivencia ante fenómenos tales como la presión inmobiliaria, crisis económicas o la reconversión de la propia industria. Así es como se crearon una serie de museos y fundaciones instaladas en edificaciones industriales en desuso para poder permitir al público conocer la experiencia de la memoria histórica expresada en maquinaria, mobiliario, edificios o relatos.

La arquitectura industrial es un nuevo paradigma de estudio y por ende poco conocido y menos aceptado, donde queda la tarea de facilitar su comprensión. En dado caso, también pueden surgir alternativas que pueden ser útiles desde el punto de vista social, económico y ambiental, la triada sustentable, para poder disponer de una manera benéfica de este patrimonio. Hay que considerar que el turismo especializado puede ser una alternativa para establecer rutas para el aprendizaje que muestre el aprecio del trabajo hecho por los antepasados: la grandeza, la monumentalidad, y la técnica expresada en los edificios y sus mecanismos.

El caso de fresnillo es de interés porque dadas sus circunstancias, se volvió una especie de vórtice que se enriquecía de multitud de puntos de vista y maneras de hacer completamente distintas, dado el origen tan heterogéneo de

sus trabajadores, que produjo valores de la cultura del trabajo, arquitecturas, tecnologías y sociedades que se volvieron únicas en este sitio. Ojalá pronto, nos encontremos en la posibilidad de establecer los valores de viabilidad que pongan en mayor aprecio estos elementos industriales que dan muestra de la importancia de los trabajos relacionados con esta actividad extractiva siendo estos testigos que enlazan tiempo y espacio bajo la concepción actual del patrimonio industrial.

El patrimonio minero de la Hacienda Nueva no está lo suficientemente protegido porque no se inserta como un elemento de conservación en alguno de los marcos jurídicos que lo promuevan de tal manera. Probablemente ello tiene que ver con el hecho se le valora desde el punto de vista utilitario, es decir, como complejo que sigue sirviendo indirectamente para efectos productivos y se deja ver que representa mayor retorno de valor bajo esa visión. Ello tiene su lado positivo, pues se siguen usando. Si bien las instalaciones más peculiares, que son las bombas Cornuallesas y la casa de energía están en desuso, algunos de los locales que las rodean siguen sirviendo para algunos empleados de la compañía. Las viviendas contenidas en la hacienda tienen cierta aura de exclusividad pues son parte de un ambiente cerrado que más bien siempre ha dado la espalda a la ciudad de Fresnillo en donde los habitantes gozan de ciertas comodidades adicionales.

Sin embargo, las formas de intervención sobre el patrimonio no son las más adecuadas, aunque ello se debe al hecho de que no se realizan bajo ninguna especificación que tome en cuenta particularidades del restauración. Las instalaciones originales se han adaptado a usos y materiales actuales bajo un plan de mantenimiento con criterios que se podría aplicar a una construcción contemporánea, al grado de que la fisonomía de las construcciones de vivienda hechas en las trazas originales de la hacienda ha cambiado tanto que los patrones originales están prácticamente por perderse.

La compañía propietaria, en este caso, tendría primeramente que realmente poner estima por los vestigios que ahora le pertenecen y tratar de poner en valor dicho patrimonio, no solo para sus intereses particulares, sino para el

conocimiento de la población en general local, que, sin ello, desconoce parte de su pasado y este se disuelve si estas construcciones se deterioran al grado de desaparecer.

Bajo las diferentes estrategias de valorización de patrimonio industrial, bien se podría hacer una inversión conjunta que permita que la iniciativa privada y la pública, intervengan, probablemente en un convenio, para la preservación y reutilización de dicho patrimonio, y la inclusión de dichos bienes bajo una declaratoria dentro de la Ley de Protección y Conservación del Patrimonio Cultural del Estado de Zacatecas. El turismo cultural, el equipamiento educativo y la oferta de servicios pueden ser una buena respuesta para ello, pues de ello se podría obtener un esquema sostenible que combine los tres grandes ejes que se incluyen en esta visión, el aspecto económico, el social y el medioambiental. El primer paso es la concientización sobre estos hechos y otro más, el de presentar propuestas viables que fascinen a los posibles usuarios, para garantizar el éxito de dichas iniciativas.

De cualquier manera, la compañía ha tratado de realizar algunas iniciativas de puesta en valor de algunas partes de sus instalaciones, como el parque "Los jales" realizado en la escombrera que se encuentra al oriente de las minas de Proaño, y que habitantes de la localidad usan, aunque no de manera intensa: el parque no se encuentra muy frecuentado porque tiene un acceso relativamente complicado considerando la distancia al poblado. Esta escombrera, junto con el cerro de Proaño, tienen valores intrínsecos que tienen que ver con la potencia del paisaje industrial y que definen el marco de la vida del fresnillense, de antes y de ahora.

Si bien el parque ayuda a reusar dicho componente topográfico a través de una paulatina reforestación y equipamiento deportivo, haría falta conectar dicho parque con la reutilización intensa de los otros inmuebles tales como El Ágora (La Escuela Práctica de Minería), la huerta y la Hacienda Proaño (Hacienda Nueva), amén de posiblemente reusar el campo de golf para un uso público, creando una especie de comienzo de cinturón verde que la ciudad tanto necesita. Este equipamiento e infraestructura permanecen en latencia, esperando mejores

tiempos para su uso. El turismo cultural puede ser una opción para los inmuebles: "...es una actividad popular y ya no solo ejerce una élite, sino que una gran parte de la población está muy predispuesta visitar lugares en los que se explican formas pasas de vida y de trabajo." (Casanalles, 1998, pág. 18).



Ilustración 91: Interior de la Cooperativa, tienda hecha para los trabajadores de la Compañía minera a mediados del siglo XX, construida extramuros de la hacienda. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Por otro lado, algunas de las instalaciones realizadas en el siglo XX por la Mexican Corporation, como el Hospital Proaño, el Club Deportivo Nacional y la Cooperativa (ilustración 91), si son vendidos y cambian de uso, estarán en peligro de desaparecer o de ser completamente transformados. Eso ha pasado con algunas viviendas que se localizaban extramuros de la hacienda, que han sido cedidas y que ahora son irreconocibles (ilustración 92). La concientización sobre la importancia y originalidad de dichos inmuebles puede ser una herramienta que ayude a su conservación: ".la recuperación y conservación del patrimonio industrial... debe orientar a la realización de trabajos y asesorar a la administración sobre las potencialidades culturales y educativas de este patrimonio." (Aguilar, 2001, pág. 150).



Ilustración 92: Cuando cambian de propietario, las instalaciones pertenecientes al conjunto minero pueden ser transformadas completamente y perder toda traza de su intención original. Fuente: Google Maps.

La compañía propietaria, además del parque "Los Jales", las visitas guiadas al interior de las minas de Proaño con la "mina turística", El Zoológico de Fresnillo y el Museo de Minería "Napoleón Gómez Sada" tiene un museo de minería en Torreón Coahuila mucho mejor equipado y mantenido. Ello nos permite ver que la conciencia sobre el compartir el saber de su actividad con la población no es cerrado. Así, se puede seguir el ejemplo de iniciativas tales como el *Deutsches Bergbau-Museum Bochum*: el museo de minería Bergbau en Bochum, Alemania, o el parque Minero de Almadén en España (ilustración 93) que emplea como un museo al aire libre, las famosas instalaciones de extracción y metalurgia del mercurio, que tanto tuvo que ver con el camino de la plata en siglos pasados y que por cuestiones ambientales, se encuentra sin funciones productivas al día de hoy pero que se encuentran inscritas en la lista de patrimonio mundial de la UNESCO.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

“El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865.”

José Humberto Flores Castro



Ilustración 93: El parque Minero de Almadén emplea las instalaciones productivas en desuso como un museo al aire libre. Fotos del autor.

Entre muchos casos de interés, uno que destaca es el del pueblo industrial de New Lanark en Inglaterra, que había caído en desuso desde 1970 y “pudo ser salvado de la demolición gracias a la intervención del gobierno y de los organismos de conservación, declarándolo área de conservación prioritaria en 1973... y atrae en la actualidad a unos 400,000 visitantes al año, llegados de todas partes del mundo... El turismo es la mayor fuente económica de *New Lanark Conservation Trust*.” (Davidson, 1998, pág. 32). En New Lanark, se ha reusado parte de la instalación para generar energía eléctrica y ahora es un ejemplo de preservación de la era de la industrialización en Inglaterra, desde el punto de vista de la historia, de la economía, la sociedad y la arquitectura.

Para el caso específico de las Casas de Máquinas Cornish, las instalaciones de las Crofton *Beam Engines*, en Crofton, Wiltshire, Inglaterra, atraen a un gran número de visitantes que se involucran en la actividad de las bombas de vapor, que aún funcionan, y que publicitan como “... las máquinas de vapor en funcionamiento más antiguas del mundo...” (Kennet and Avon Canal Trust, 2015), mostrado esto en la ilustración 94.

La ciudad de Fresnillo desde su fundación ha estado ligada a la condición de la explotación de las minas de Proaño, que, por su riqueza, han jugado un papel muy importante en la economía local.



Ilustración 94: Familias visitan las instalaciones de las Crofton Beam Engines, en Crofton, Wiltshire, Inglaterra, que se mantienen en funcionamiento para efectos turísticos. Imagen obtenida de su página de Facebook: <https://www.facebook.com/croftonbeam>.

Estas minas, también han tenido lugar especial dentro del paisaje de la ciudad pues están situadas sobre un promontorio que se divisa fácilmente desde casi cualquier punto de la localidad, dispuesta a menor altura que este, en un valle plano donde se contiene la mayor parte de la mancha urbana.

La Ley de Protección y Conservación del Patrimonio Cultural del Estado de Zacatecas, tiene algunos precedentes en la protección de los paisajes culturales, tales como el que se describe en el "Artículo 28. Se declara Paisaje Cultural, el constituido por su valor natural, cultural y visual de la ciudad de Zacatecas..." (Honorable Sexagésima Primera Legislatura del Estado Libre y Soberano De Zacatecas, 2017) aunque, por la tradición minera del estado, debería también incluir en sus declaratorias, los de los paisajes de la producción, que está en riesgo por diversas razones. Es por ello por lo que debería surgir un proyecto de caracterización del Paisaje de la Minería en el distrito minero de Zacatecas.

Es necesaria una estrategia de patrimonio industrial para México a partir del paradigma de los Paisajes históricos de la Producción, donde deben ser revisadas las estrategias de gestión para el área de Fresnillo y su importante legado minero-industrial. : "La salvaguarda de estos testimonios culturales han

contribuido que se mantenga el nexo entre presente y pasado... Tomar conciencia del territorio histórico de una comunidad consiste en comprender en su globalidad, la dialéctica de que la imagen del pasado es el rostro del presente." (Sobrino, 1998, pág. 20).

Deben ser identificados los actores sociales la minería en Fresnillo: ingenieros, empresarios y trabajadores en un proyecto que aúne la historia social, la historia de la arquitectura industrial y el territorio histórico de la producción. Y según Sobrino hay que:

- Crear metodologías de intervenciones arquitectónicas para su consolidación y tratamiento adecuado restaurando elementos inexistentes y ampliar la intervención con el paisaje.
- Tratar de rescatar no solo el edificio sino la maquinaria que guarda y los archivos que se generaron mientras estaba en uso el inmueble.
- Establecer vínculos con los organismos gubernamentales encargados de la preservación patrimonial para asegurar una asesoría integral para las intervenciones sobre el patrimonio industrial.
- Considerar al patrimonio industrial como un bien intergeneracional, con una base de "políticas urbanas, territoriales y culturales" (Sobrino, 1998, pág. 21).

Hay mucho por hacer en relación con la conservación de este patrimonio. Ser consciente de ello, es el primer paso, tal como se ven las capas de la historia en la ilustración 95.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

"El complejo tecnológico productivo de la plata y su relación con la arquitectura de La Hacienda Proaño en Fresnillo Zacatecas, 1830-1865."

José Humberto Flores Castro

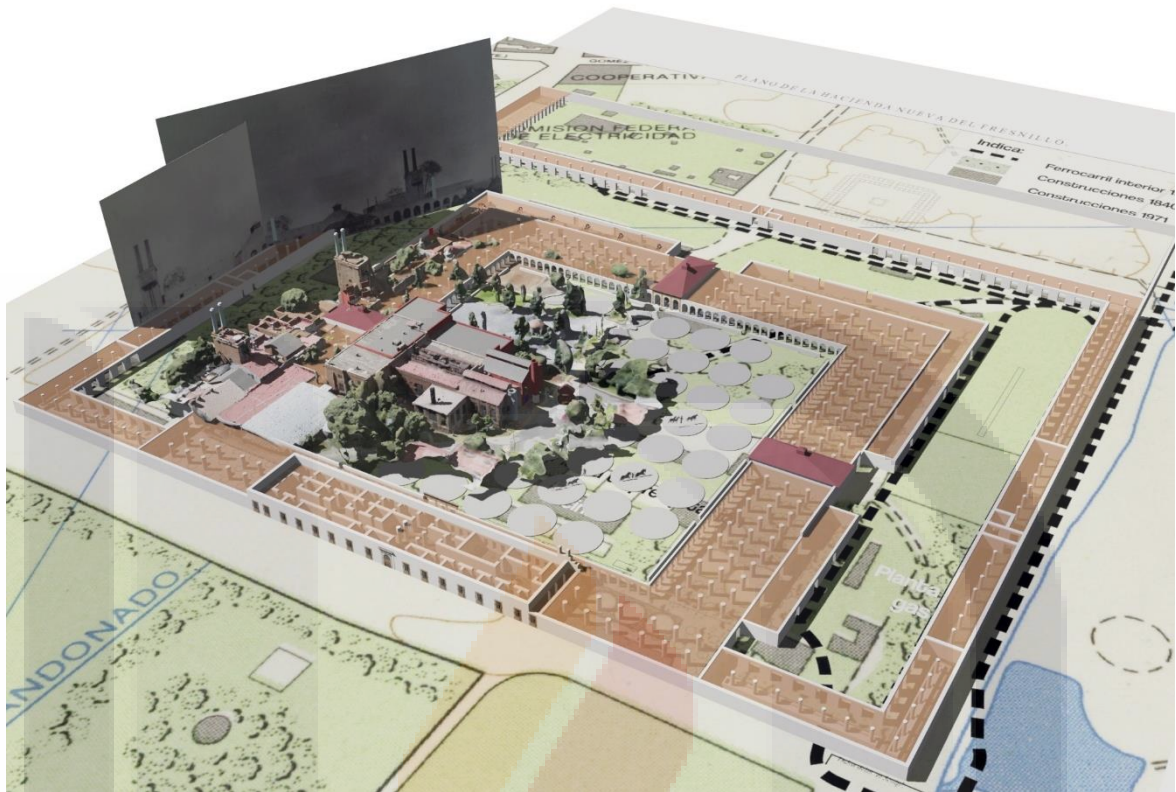


Ilustración 95: En esta imagen, se observan los cambios transformativos de la arquitectura de la Hacienda Nueva, que tienen que ver con los cambios en las fuentes de energía y los procesos que se involucraban en los procesos productivos. Un resumen visual de las reconstrucciones digitales elaborada por el autor.

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

INTRODUCCIÓN

<i>Ilustración 1: Las premisas de la presente investigación. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	10
<i>Ilustración 2: Plano fotográfico a detalle elaborado por fotogrametría con drones mostrando a la izquierda una de las bombas Cornish existentes (1852) y planta de poder (1921). Hacienda Proaño, vuelo realizado en octubre, 2016. Elaborado por Víctor Jacobo de ZacSoft para esta investigación. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	16
<i>Ilustración 3: Avance del modelo fotogramétrico de la planta de poder (1921) de la Hacienda Proaño. Vuelo elaborado con drones realizado en octubre, 2016, por Víctor Jacobo de ZacSoft para esta investigación. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	17
<i>Ilustración 4: Al localizarse en el sitio del observador que hizo una pintura o una fotografía, es posible reconfigurar la escena. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	19
<i>Ilustración 5: El caso de estudio y los diversos factores que afectan su análisis en el presente trabajo. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	23
<i>Ilustración 6: Una de las tumbas mutiladas del panteón de Fresnillo, como la de la familia Belauzarán (Ortíz y Escobedo, 2016, pág. 28) aportaron poca información para esta tesis. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	25

PARTE I

<i>Ilustración 7: Localización de la ciudad de Fresnillo, al centro de la Nueva España. Fuente: Google Maps, José Humberto Flores Castro.</i>	32
<i>Ilustración 8: Con el comercio de la plata, se expandieron las redes comerciales desde España hasta Filipinas. La Nueva España era el enlace productivo entre estas distantes regiones, como lo muestra la imagen con las rutas principales. Fuente: José Humberto Flores Castro con información de Google Maps, información de Tandrón (1976) y el sitio de INCUNA "Los caminos de la plata": http://loscaminosdelaplata.com/.</i>	42
<i>Ilustración 9: El camino real de tierra adentro en la Nueva España, era el enlace de las comunidades basados en la dinámica productiva derivada de la obtención de plata. En color más oscuro se muestra el territorio de la Nueva Galicia y en medio tono, el de Zacatecas. Fuente José Humberto Flores Castro con información de Velasco et al. (1987, pág.36).</i>	44
<i>Ilustración 10: Vista del Cerro de Proaño desde el sur. Se observa primero la ciudad de Fresnillo. Autor desconocido. Fuente: acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada.</i>	50
<i>Ilustración 11: Plano en donde se ve la localización de la Ciudad de Fresnillo y su relación con las minas de Proaño. El área gris difuminada sugiere el perímetro que tendría la ciudad alrededor de 1800. Fuente: José Humberto Flores Castro, Google maps y plano de Krauss (1908).</i>	52
<i>Ilustración 12: Se muestran los pasos consecutivos del beneficio de patio. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	63
<i>Ilustración 13: El "Plano de la hacienda de las Mercedes, ilustra una Hacienda de Beneficio con una planta irregular, en este caso, producto de una topografía accidentada. Fuente: José Humberto Flores</i>	

Castro con información del plano realizado por Felipe Semeria, en el año de 1850" del Archivo Histórico del Estado de Zacatecas, Fondo Mapas e ilustraciones, Serie Planos, carpeta 16. 67

Ilustración 14: La Hacienda de Rocha en Guanajuato. El tamaño de la hacienda se deduce en base al número de arrastras incluidas en el plano, que en este caso son 84, localizadas en dos largas galeras. Fuente: José Humberto Flores Castro según imagen incluida en el libro "Escuelas de minas mexicanas. 225 años del Real Seminario de Minería" (Escamilla y Morelos, 2017, Pág.189). 68

Ilustración 15: La Hacienda de Salgado en Guanajuato, con una planta irregular que respondía a un terreno de topografía irregular. Fuente: José Humberto Flores Castro, según plano de Luis Javier Fonseca (Lara, 2001). 69

Ilustración 16: La hacienda de Bernárdez recreada por el autor. La crujía principal, tenía en planta baja, los espacios propios para auxiliar en las labores del beneficio de patio. En la planta alta, vivían sus propietarios. Fuente: José Humberto Flores Castro. 70

Ilustración 17: La Hacienda de Bernárdez en Zacatecas, tiene en planta una disposición más ortogonal. Fuente: José Humberto Flores Castro en base al plano que aparece en el libro "Evolución y morfología de las haciendas en el Partido de Zacatecas", según información proporcionada por la Secretaría de Obras Públicas del Gobierno de Zacatecas en 1983 y Google maps. 71

PARTE II

Ilustración 18: La representación de la Afrodita que emerge del mar, flaqueada por la geometría y la Arquitectura, señalando hacia la virtud, (Regina Virtus) que aparece como precedente a cada uno de los libros de "I quattro libri de l'architettura" de Andrea Palladio. Fuente: José Humberto Flores Castro, trazado a partir de la edición española del tratado, de Ediciones Akal, de 1988. 92

Ilustración 19: La fábrica de cristal de la reina, 1786. Una fábrica que tomó como principios compositivos de su arquitectura, los elementos de un palacio, con un patio cuadrangular y dos enormes hornos como elementos monumentales. Fuente: <http://www.marcmaison.com/architectural-antiques-resources/Crystal> 95

Ilustración 20: Las salinas de Montmorot, de Jean Querret. Proyecto elaborado en 1744. Fuente: Vidler (1990, pág. 81) 96

Ilustración 21: Primer esbozo de Claude Nicolas Ledoux para las Salinas Reales de Chaux. Fuente: Vidler (1990, pág.90) 97

Ilustración 22. La antigua Alhóndiga de Zacatecas. Fuente: José Humberto Flores Castro 103

Ilustración 23: Templo del Sagrado Corazón de Zacatecas. Fuente: José Humberto Flores Castro. 105

Ilustración 24: Planta arquitectónica de la hacienda Nueva del Fresnillo. Fuente: St. Clair Duport (1840). Originalmente delineado por Dulos. 118

Ilustración 25: Representación de la instalación original de la Hacienda Nueva. Al centro, las labores de beneficio de la plata por el método de patio. Fuente: José Humberto Flores Castro, basado en la lámina del "Museo Mexicano" de 1843. 122

Ilustración 26: Recreación tridimensional de la Hacienda Nueva. Al centro, el patio de beneficio y a la derecha, descubiertos, los espacios dedicados al manejo de mineral y para mulas y caballos. En primer plano, se ven los locales administrativos y casas de empleados Fuente: José Humberto Flores Castro, sobre el plano del libro de St. Clair Duport (1843). 123

<i>Ilustración 27: Un J. Doy, aparece en 1826 en "liste d'élèves de l'Ecole royale d'Architecture de Paris".</i>	125
<i>Ilustración 28: Sección del óleo de Pedro Gualdi de 1840 que se encuentra en el Museo Nacional de Historia, donde se aprecia el tratamiento de las logias que componen cada uno de los cuadrángulos de la Hacienda Nueva. La imagen base se obtuvo de:</i> <i>http://www.sothebys.com/en/auctions/ecatalogue/2012/latin-american-art-n08907/lot.15.html. ...</i>	126
<i>Ilustración 29: Las Villas: A: Barbaro, Angarano y Emo de Andrea Palladio, redibujadas por el autor en base a los dibujos que aparecen en "Los cuatro libros de arquitectura". Se observa el tratamiento de logias y de pabellón central que combina vivienda y espacios para la producción agrícola.</i>	128
<i>Ilustración 30: La planta de la Hacienda Nueva, con el proceso de amalgamación señalado en ejemplos anteriores. Fuente: José Humberto Flores Castro basado en el plano de Dulos que aparece en el Libro de St. Clair Duport (1843).</i>	133
<i>Ilustración 31: La primera molienda se llevaba a cabo en molinos de mazo, ubicados en las galeras exteriores al patio central. Fuente: José Humberto Flores Castro a los planos de detalle de maquinaria del libro de St. Clair Duport (1843).</i>	134
<i>Ilustración 32: Los espacios productivos de la Hacienda Nueva estaban condicionados por la función y por las técnicas y materiales disponibles en el sitio y en la época. Así, los espacios cubiertos estarían sujetos a las limitantes de emplear madera para librar los claros y para tener los artilugios fijos para que pudieran accionarse. Fuente: José Humberto Flores Castro, mostrando los locales de primera molienda con mazos.</i>	135
<i>Ilustración 33: La segunda molienda se llevaba a cabo por medio de arrastras, en las galeras centrales inmediatas al patio central. Fuente: José Humberto Flores Castro, elaborado en base a los planos de detalle del libro de St. Clair Duport (1843).</i>	137
<i>Ilustración 34: La disposición de las tortas para el incorporadero y el repaso, éste último mostrado en este caso. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	139
<i>Ilustración 35: El lavadero en la Hacienda Nueva, era un artilugio que se disponía en dos plantas separadas: la superior para proveer de movimiento y la inferior para revolver la mezcla. Fuente: José Humberto Flores Castro, basado en los planos del libro de St. Clair Duport (1843).</i>	142
<i>Ilustración 36: Partiendo cada uno de los largos flancos con arcadas, se encontraba una portada de piedra, detrás de la cual se encontraban varias funciones del proceso de beneficio: lavado, depósito de agua, azoquería y desasogadero. Fuente: José Humberto Flores Castro con información de Duport (1843) y Dávalos (2000).</i>	143
<i>Ilustración 37: La sección sur de la Hacienda Nueva albergaba la casa y oficinas del administrador. Fuente: José Humberto Flores Castro en base al plano del libro de Saint Clair Duport (1843) delineado por Dulos.</i>	144
<i>Ilustración 38: El patio de la sección norte se empleaba para maniobras con el mineral, almacenar combustible y para los hornos de magistral. Fuente: José Humberto Flores Castro en base al plano del libro de Saint Clair Duport (1843) delineado por Dulos.</i>	145
<i>Ilustración 39: Reconstrucción de la fuente central del patio de beneficio de la Hacienda Nueva. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	147

PARTE III

- Ilustración 40: Imagen que ilustra una máquina para desaguar minas, empleada en Almadén, España. Es de notar los sistemas de poleas elaborados con madera, el principal material de maquinaria preindustrial, que se impulsaba por medio de fuerza animal. Este sistema se sustituiría posteriormente empleando hierro como material principal y se accionaría por vapor. Archivo de Indias, Sevilla. Mapas y minas..... 153*
- Ilustración 41: Localización de los poblados de Hayle y Truro, en la punta sur oeste del Reino Unido. Sitios ambos en Cornualles, región minera de gran tradición, de donde se exportaron las máquinas de vapor que se instalarían en Fresnillo. Mapas Cortesía de Google Maps. 156*
- Ilustración 42: Máquina de vapor, 1818. Corte de una casa de bombas conteniendo una bomba de vapor atmosférica para extraer agua. Nótese que todavía estas máquinas tenían componentes de madera. Fuente: The Print Collector/Print Collector/Getty Images) <https://www.asme.org/about-asme/who-we-are/engineering-history/landmarks/194-kew-bridge-cornish-beam-engines>..... 158*
- Ilustración 43: Partes más comunes de las casas de máquinas Cornish para desaguar minas, seccionada para mostrar el interior. Fuente: José Humberto Flores Castro. 164*
- Ilustración 44: Las casas de bombas necesitaban un espacio amplio para albergar la maquinaria y también para permitir el libre espacio de operarios, como se muestra en esta imagen de una bomba Boulton y Watt de 1820, instalada en Kew Bridge, Middlesex, Inglaterra. Tomada de <https://www.asme.org/about-asme/who-we-are/engineering-history/landmarks/194-kew-bridge-cornish-beam-engines>..... 165*
- Ilustración 45: La casa de bombas Leeghwater para desaguar el lago Harlem en Holanda. Fuente: Vale (1966). 169*
- Ilustración 46: Casa de máquinas Cornish Michell en la mina East Pool en Redruth, Cornualles, cerca de Truro, donde se fabricaron las bombas que se instalarían en la Hacienda Nueva. Fuente: foto de Bill Amey, obtenida de <https://www.nationaltrust.org.uk/east-pool-mine>. 170*
- Ilustración 47: En el mapa se muestra el recorrido marítimo y terrestre que se hizo para llevar las máquinas de vapor desde Hayle hasta Fresnillo. Fuente: Google Maps, José Humberto Flores Castro. 175*
- Ilustración 48: Reconstrucción de las casas de máquinas Cornish de los tiros de Beleña y San Francisco. Fuente: José Humberto Flores Castro, basado en fotografía antigua del acervo de la Maestra Alma Parra Campos..... 178*
- Ilustración 49: Reconstrucción de la Casa de Máquinas Cornish de Beleña. Nótese el corte clasicista en su construcción. Fuente: José Humberto Flores castro y fotografía antigua del acervo de la Maestra Alma Parra Campos. 179*
- Ilustración 50: Reconstrucción de la Casa de Máquinas Cornish de San Francisco. La construcción es más robusta, muy similar a las que se edificaban en Cornwall. Hay que notar que esta máquina tenía un balancín de madera. Fuente: José Humberto Flores Castro y fotografía antigua del libro "Colección fotográfica Federico Sescosse Lejeune". 180*
- Ilustración 51: Las bombas de vapor, empleadas originalmente para extraer agua, comenzarían a ser usadas para otros fines, lo cual diversificaría las modalidades de los productos de las compañías que las*

fabricaban, como este molino de mineral, promovido por Harvey and Co, la sociedad que fabricó e instaló las máquinas de vapor de la Hacienda Nueva. Obtenido de <http://whiteharthotel-hayle.co.uk/history/>..... 185

Ilustración 52: El molino de mazos accionado con vapor de las minas Basset. Se colocarían dos máquinas que, además de accionar los mazos, bombearían agua en la parte posterior de la casa de máquinas para agregar a la lama. Fuente: fotografía de la colección digital de Jory Bennet. 186

Ilustración 53: La placa de "Harvey & Hayle, Cornwall, 1852" colocada sobre el balancín principal de la casa de máquinas Cornish norte, en 2016. Fuente: José Humberto Flores Castro. 187

Ilustración 54: La Casa de Máquinas Cornish Norte al interior de la Hacienda Nueva. Nótese, por las partes caídas, que los volantes estaban hechos en partes, para su fácil transporte. Fuente: José Humberto Flores Castro. 188

Ilustración 55: En este esquema, aparecen ya las casas de máquinas Cornish, con relación al esquema original del patio planeado con anterioridad, ya se ha demolido una sección de la arcada continua poniente. Fuente: José Humberto Flores Castro. 189

Ilustración 56: Planta delineada por los alumnos de la Escuela Práctica de Minería en 1857. Ya se notan con claridad, los cambios de la primera revolución Industrial: la arcada es seccionada para dar paso al acomodo de las bombas de vapor. En este plano, ya aparecen algunos torreones de vigilancia en las esquinas que anteriormente no existían. Fuente: José Humberto Flores Castro, basado en el plano descrito. 190

Ilustración 57: Recreación del mecanismo de una de las arrastras de vapor instaladas en 1853. Había seis arrastras por lado en cada máquina la cual tenía dos balancines, uno para mover los volantes y otro posterior para bombear agua. Fuente: José Humberto Flores Castro a partir de los planos elaborados por los alumnos de la Escuela Práctica de Minas y Metalurgia de Fresnillo de 1857 hechos por Luis Pozos y Juan B. Andondegui. 191

Ilustración 58: La hacienda nueva en una fotografía de fines del siglo XIX. Vista desde el patio con actividades de amalgamación. Ya aparecen las casas de bombas Cornish con el edificio original de 1834, ya seccionado. Fuente: Acervo digital del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada. 193

Ilustración 59: Exterior de la casa de máquinas Cornish sur en la Hacienda Nueva (Proaño) donde todavía se observa el balancín posterior. El volante de esta máquina se ha cubierto con parte del club para los empleados de la compañía. Fuente: José Humberto Flores Castro..... 194

Ilustración 60: A la izquierda se muestra la parte posterior de la casa de máquinas Cornish norte, con el espacio donde estarían las calderas y el segundo balancín. Nótese los dos agujeros que permitían el paso de las calderas a las chimeneas. Fuente: José Humberto Flores Castro. A la derecha, foto tomada en 1922, donde aparece el espacio de las calderas transformado en vivienda que aparece en (Blamey, 1982, pág. 4). 194

Ilustración 61: Una de las casas de Bombas de la King Edward Mine, localizada en Carnborne, Cornwall, Inglaterra, muy similar a la arquitectura de las casas de bombas de la Hacienda Nueva en Fresnillo. . 196

Ilustración 62: Reconstrucción de la casa de máquinas Cornish norte, existente en parte en la Hacienda de Proaño, los elementos se muestran cortados para facilitar su comprensión. Fuente: José Humberto Flores Castro, a partir de planos antiguos, elaborados por alumnos de la escuela práctica de minas en 1857Mapoteca Orozco y Berra y levantamiento de los restos existentes. 198

Ilustración 63: Dibujo de las dos casas de bombas Cornish, a la izquierda, la sur y a la derecha, la norte. Nótese las canalizaciones de madera adicionadas para llevar el mineral molido con agua al patio de beneficio. Fuente: José Humberto Flores Castro, en base a fotografía antigua que Brown asevera fue tomada en 1903. 199

PARTE IV

Ilustración 64: Planta baja del Colegio de Minería de la Ciudad de México, Proyectado por el Arquitecto Manuel Tolsá. Nótese la distribución interior basada en núcleos alrededor de patios. Fuente: (Sánchez, 1977, pág. 88). 204

Ilustración 65: Se muestra una vista isométrica del edificio de la Escuela Práctica de Minería, donde se observa el énfasis en la simetría derivada de una composición axial. Fuente: José Humberto Flores Castro, modelado por el autor en tres dimensiones en base a fotografías del edificio existente en 2016. 205

Ilustración 66: frontón principal de la antigua escuela de minas, donde se observa el eje de simetría que lidera la composición. 2016. Fuente: José Humberto flores castro. 207

Ilustración 67: Frontón de la fachada poniente. 2016. Fuente: José Humberto Flores Castro. 207

Ilustración 68: Fachada oriente de la escuela de minas. 2016. Fuente: José Humberto Flores Castro... 208

Ilustración 69: Sección del plano de Krauss (1908), que muestra la relación entre la Hacienda Nueva y la Escuela práctica de minería, con un jardín con parterres. Fuente: Archivo Histórico del Estado de Zacatecas, Mapas y planos. 211

Ilustración 70: En esta imagen se enfatiza la relación de extensión axial que compone el espacio público entre la Hacienda Nueva y la Escuela Práctica de Minería, con el espacio arbolado entre ambas construcciones. La escuela, creada como un "objeto figurativo" bien pudo haber concebida así para desarrollar un tratamiento paisajístico en el espacio que la rodea. Fuente: José Humberto Flores Castro. 212

Ilustración 71: El Teatro Hidalgo, hoy llamado "José González Echeverría" en honor al administrador de la Compañía "Zacatecano-mexicana". El lenguaje formal del edificio es similar al de la Escuela de Minas. C. finales siglo XIX Fuente: acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada. 214

Ilustración 72: Plano de Krauss (1908) donde ya se aprecia la infraestructura de ferrocarril y del tranvía de mulas que se instalaría desde la hacienda, al centro de Fresnillo. Fuente: Archivo Histórico del Estado de Zacatecas, Mapas y planos. 216

Ilustración 73: Fotografía que muestra el tranvía de mulas junto a la Hacienda nueva. C. principios del siglo XX. Fuente: acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada, 217

Ilustración 74: El impacto de la fase neotécnica en la Hacienda Nueva fue notable. La introducción de la planta de luz y fuerza, el ferrocarril y los procesos de beneficio distintos al de patio, transformaron completamente el proyecto original de la fábrica palacio. Del conjunto original, en la segunda década del siglo XX solo ha quedado un pequeño fragmento. Fuente: José Humberto Flores Castro.

Representación digital a partir del "Plano de las plantas de cianuración, flotación, luz y fuerza y departamentos accesorios. The Mexican Corporation, S. A. Fresnillo; Zacatecas." 1927. 218

<i>Ilustración 75: Algunas instalaciones de la planta de cianuración de la "Mexican Corporation" y el Tiro principal de Proaño. Nótese el cambio en el contorno del cerro del mismo nombre. c. 1940. Fuente: Colección Juan Francisco Rodríguez, acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada.</i>	<i>220</i>
<i>Ilustración 76: La planta de luz y fuerza en construcción, donde se advierte el uso de materiales constructivos industrializados y un esquema utilitario. 1921, autor desconocido.</i>	<i>221</i>
<i>Ilustración 77: En este mapa, se aprecia la enorme huella territorial que las tecnologías de beneficio de principios del siglo XX han dejado en el territorio aledaño a las instalaciones mineras. La presencia del Ferrocarril es contundente, indicada con una línea punteada. Fuente: José Humberto Flores Castro, Realizado en base al "Plano de las plantas de cianuración, flotación, luz y fuerza y departamentos accesorios. The Mexican Corporation, S. A. Fresnillo; Zacatecas." De 1927.</i>	<i>222</i>
<i>Ilustración 78: En este mapa aparecen los edificios modificados al interior de la hacienda, y una comparativa con la traza de la Hacienda Nueva. No. XVI. CETENAL, Mapa urbano, Estados Unidos mexicanos, Secretaría de la Presidencia, Fresnillo, Zacatecas (fotografías aéreas obtenidas en enero de 1970. Primera Edición 1972. Material cartoncillo, 75.8 x 83.5 cm. Archivo General de la Nación. Las líneas punteadas fueron agregadas por José Humberto Flores Castro y representan la traza dejada por el ferrocarril a inicios del siglo XX, en 1971, las vías férreas ya habrían sido retiradas.</i>	<i>227</i>
<i>Ilustración 79: Fotografía de 1993 donde se observa, a la izquierda la planta de energía eléctrica y a la derecha, una de las casas de máquinas Cornish. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	<i>228</i>
<i>Ilustración 80: Foto del Antiguo Hospital de Proaño, construido en la primera mitad del Siglo XX, en 2016. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	<i>229</i>
<i>Ilustración 81: Aquí se muestran algunas de las casas habitación construidas al interior de la Hacienda Nueva, hoy conocida como "Proaño". 1993. Un elemento tipológico adicionado por los norteamericanos fue el porche, que, en la actualidad, ha sido removido. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	<i>230</i>
<i>Ilustración 82: Los únicos restos del primer conjunto arquitectónico de la Hacienda Nueva conservados en la actualidad han sido empleados para reconfigurar el esquema original de los 1830s. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	<i>231</i>
<i>Ilustración 83: Los vestigios de la tecnología de vapor de la Hacienda Nueva son de especial utilidad para los interesados en la historia de la tecnología, la arqueología industrial y el patrimonio industrial. Aquí, la publicación periódica de la Trevithick Society, habla de estos vestigios en 1981.</i>	<i>231</i>
<i>Ilustración 84: Planos sobrepuestos de la ciudad de Fresnillo y su relación con las instalaciones mineras. Fuente: José Humberto Flores Castro en base a los planos de Krauss (1908), de plano de "The Mexican Corporation" (1927), CETENAL 1971 y Google Maps, 2018.</i>	<i>233</i>
<i>Ilustración 85: Las instalaciones mineras han servido de contención al crecimiento urbano. La compañía que posee dichas instalaciones ha creado un parque recreativo en el punto más elevado del depósito de jales. Fuente: José Humberto Flores Castro y Google Maps.</i>	<i>234</i>
<i>Ilustración 86: La identificación de los componentes industriales de Fresnillo, según el Plan Nacional del Patrimonio Industrial de España. Fuente: José Humberto Flores Castro.</i>	<i>237</i>
<i>Ilustración 87: Interior de la Casa de Energía construida por la Mexican Corporation en 1920. Refleja la construcción típica de los edificios industriales de inicios del siglo XX. Fotografía digital del acervo del Ing. Bernardo del Hoyo Calzada, autor desconocido.</i>	<i>238</i>

Ilustración 88: La casa de energía en 2017, por falta de mantenimiento tiene un importante estado de deterioro en elementos de cubrición lo cual amenaza otros elementos interiores. Fuente: José Humberto Flores Castro. 241

Ilustración 89: La planta de energía eléctrica vista desde el exterior en 2017. Los torreones se derruyeron en la década de los ochentas, para prevenir riesgos de derrumbe. Fuente: José Humberto Flores Castro. 242

Ilustración 90: Fresnillo tiene incluido un bien inmueble dentro de las declaratorias de Patrimonio Mundial de la UNESCO: el santuario de Plateros, como parte del Camino Real de Tierra adentro. Fuente: http://whc.unesco.org/en/list/1351/multiple=1&unique_number=1691. 242

REFLEXIONES FINALES

Ilustración 91: Interior de la Cooperativa, tienda hecha para los trabajadores de la Compañía minera a mediados del siglo XX, construida extramuros de la hacienda. Fuente: José Humberto Flores Castro. . 246

Ilustración 92: Cuando cambian de propietario, las instalaciones pertenecientes al conjunto minero pueden ser transformadas completamente y perder toda traza de su intención original. Fuente: Google Maps. 247

Ilustración 93: El parque Minero de Almadén emplea las instalaciones productivas en desuso como un museo al aire libre. Fotos del autor. 248

Ilustración 94: Familias visitan las instalaciones de las Crofton Beam Engines, en Crofton, Wiltshire, Inglaterra, que se mantienen en funcionamiento para efectos turísticos. Imagen obtenida de su página de Facebook: <https://www.facebook.com/croftonbeam>. 249

Ilustración 95: En esta imagen, se observan los cambios transformativos de la arquitectura de la Hacienda Nueva, que tienen que ver con los cambios en las fuentes de energía y los procesos que se involucraban en los procesos productivos. Un resumen visual de las reconstrucciones digitales elaborada por el autor. 251

BIBLIOHEMEROGRAFÍA

- Álvarez Areces, M. (2012). *Paisajes Culturales. Patrimonio industrial y desarrollo regional*. Gijón: INCUNA.
- Amador, E. G. (1892). *Bosquejo Histórico de Zacatecas* (Vol. I). Aguascalientes, México: Tip. de la Escuela de Artes y Oficios en Guadalupe.
- Amador, M. (1901). *Tratado Práctico y Completo de Trabajos de Minas y Haciendas de Beneficio*. Ciudad de México: E. Sanchez, editor.
- Auld, R. O., & Buchan, H. J. (1883 (Reimpresión 2010)). Sketch of the Great Historic Mines of the Cerro de Proaño at Fresnillo. En B. Silliman, *Notice of the Silver Mines of Fresnillo*. Charleston, Carolina del Sur.: NaBu Press.
- Auld, R. O., & Buchan, J. H. (1834). *Notice of the Silver Mines of Fresnillo*. Londres: Cochrane and M'Crone.
- Autor, S. (1849). *Biografía del General Santa-Anna*. México: Imprenta de Vicente García Torres. Recuperado el marzo de 2017, de www.hathitrust.org
- autor, S. (12 de 9 de 2017). *Histoires de sel*. Obtenido de Saline Royale – Arc-et-Senans (Doubs): <http://www.salines.com/histoire-de-sel-2/culture/saline-royale-arc-et-senans-doubs/>
- autor, S. (5 de 9 de 2017). Plano de la hacienda de las Mercedes en Bracho, Zacatecas. Zacatecas. Obtenido de <https://fototecavillaguadalupe.wordpress.com/hacienda-de-las-mercedes/>
- Autor., S. (1837). *Administración pública federal S. XIX, Justicia (118), Contenedor 048, Volumen 2 Instituciones gub. Julio Doy francés, queda exceptuado por ahora del cecreto de expulsión f. 28-29*. Instituciones gubernamentales: época moderna y contemporánea. Sombrerete.: Sin editorial.
- Ayala, V. Z. (1999). *Expresiones urbano arquitectónicas en ciudades mineras: Haciendas de beneficio en la ciudad de Guanajuato durante el siglo XVII*. México: UNAM Facultad de Arquitectura.
- Bakewell, P. J. (1971). *Silver Mining and Society in Colonial Mexico: Zacatecas 1546-1700*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bargalló Ardévol, M. (1955). *La Minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bargellini, C. (1991). *La Arquitectura de la plata. Iglesias monumentales del Centro-Norte de México, 1640-1750*. México, D. F. : UNAM, Instituto de investigaciones estéticas. Turner.
- Barton, D. B. (1989). *The Cornish Beam Engine*. Exeter: Cornwall Books.

- Baylles, M. (1840). *Informe que da la Junta Menor Permanente de la Compañía de minas Zacatecano-Mexicana del estado de la negociación del Fresnillo en el primer semestre del año de 1839*. Mexico: Ignacio Cumplido.
- Baylles, M., & Lelo de Larrea, F. (1838). *Informe que da la Junta permanente de la compañía de minas Zacatecano-Mexicana del estado de la negociación del Fresnillo en el primer Semestre del año de 1838*. Mexico: Ignacio Cumplido.
- Baylles, M., Iturbe, F., de Rozas, J., & Sáyago, F. d. (1845). *Informe dado por la junta permanente de lca Compañía Zacatecano-Mexicana*. Cd. de México: Ignacio Cumplido.
- Belardi, P. (2014). *Why Architects still draw*. Cambridge, Massachussets: MIT Press.
- Bernstein, M. (1964). *The Mexican Mining Industry 1890-1950. A study of the interaction of Politics, Economics and Technology*. Nueva York: State University of New York.
- Biel Ibañez Pilar, Cueto Alonso Gerardo. Coordinadores. (2012). *100 elementos del patrimonio industrial en España*. Gijón: TICCIH España, Instituto de Patrimonio Cultural de España y CICEES.
- Blamey, R. H. (Febrero de 1982). More on the rotative cornish engines at Fresnillo, de "Pachuca", 26 Border Road. *The Trevithick Society Newspaper*(36).
- Borrego Plá, M. (2012). Emancipación y "capitales de regreso" en la Provincia de Cádiz: La Familia Pemartín. En J. J. Lacueva Muñoz, & E. (. Vila Vilar, *Mirando las dos orillas: intercambios sociales y culturales entre Andalucía y América* (págs. 307-325). Sevilla: Fundación Buenas Letras.
- Brading, D. A. (1975). *Mineros y comerciantes en el México borbónico (1763-1810)*. Cd. de México: Fondo de Cultura Económica.
- Brading, D. A. (2007). La Plata. Zacatecas en el siglo XVIII. *Artes de México. Una visión de la minería*.(86), 21-43.
- Bradley, B. H. (1999). *The Works. The Industrial Architecture of the United States*. Oxford: Oxford University Press.
- Brown, K. (2001). Fresnillo Revisited. *The Trevithick Society Newsletter*, 6-18.
- Brown, K., Morris, J. H., Pérez Sánchez, A. Á., & Critchley, M. (2005). *Interpretación de las ruinas de las casas de máquinas Cornish*. Kildare, Irlanda: Europamines.
- Buckley, J. A. (2002). *The Cornish Mining Industry, a brief history*. Redruth, Cornwall: Tor Mark.
- Candelas Villalba, S. (2010). *Los Anales de García. (1786-1841)*. Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa.

- Cánovas del Castillo, S. (Primer semestre de 1999). El arquitecto Antonio González Velázquez y la academia de Bellas Artes de San Fernando. *Boletín de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando*(número 88). Recuperado el Febrero de 2018, de http://www.cervantesvirtual.com/obra-visor/el-arquitecto-antonio-gonzalez-velzquez-y-la-academia-de-bellas-artes-de-san-fernando-0/html/010b8bac-82b2-11df-acc7-002185ce6064_19.html
- Carlos Chanfon Olmos et al. (1998). *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos* (Vols. III El México independiente, Tomo II). México: Facultad de arquitectura, División de estudios de posgrado, UNAM. Fondo de Cultura Económica.
- Carmagnani, M. (2004). *El Otro Occidente. América latina desde la invasión europea hasta la globalización*. Cd. de México: FCE, Colmex, FHA.
- Casanalles Rahola, E. (1998). Recuperación y uso del patrimonio industrial. *Abaco. Revista de cultura y ciencias sociales*(19), 11-18.
- Chevalier, F. (1999). *La formación de los latifundios en México. Haciendas y sociedad en los siglos XVI, XVII y XVIII*. (A. Alatorre, Trad.) Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Ching, F. D. (2015). *Forma, Espacio y orden*. (4ta. ed.). Barcelona: Gustavo Gili.
- Clausell Arroyo, M. A. (s.f.). Historia de la plata mexicana. *AAPAUNAM Academia, ciencia y cultura*. Obtenido de medigraphic.org.mx
- Coll-Hurtado, A., Sánchez-Salazar, M., & Josefina, M. (2002). *La Minería en México*. Ciudad de México: UNAM Instituto de Geografía.
- Collins, P. (1966). *Changing Ideals in Modern Architecture*. Montreal: McGill-Queen's University Press.
- Condit, C. W. (1981). Edificios y construcción, 1880-1900. En M. Kranzberg, & C. W. Pursell, Jr., *Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la prehistoria a 1900* (págs. 671-688). Barcelona: Gustavo Gili.
- Cooper, T. (2011). *How to read Industrial Britain*. Random House eBooks.
- Cortés Rocha, X. (2007). *El Clasicismo en la arquitectura mexicana*. México: UNAM - Facultad de Arquitectura.
- Cuautitlán, U. (s.f.). *taxonomiadebloom.pdf*. Obtenido de <http://www.cuautitlan.unam.mx/descargas/edudis/recursosacademicos/taxonomiadebloom.pdf>
- Cumplido, I. (1839). *Informe que da la Junta Menor Permanente de la Compañía de minas Zacatecano-Mexicana del estado de la negociación del Fresnillo en el primer semestre del año de 1839*.

- Dahlgren, C. B. (1887). *Minas históricas de la República Mexicana*. Ciudad de México: Oficina tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Darley, G. (2010). *La fábrica como arquitectura. Facetas de la construcción industrial*. Barcelona: Editorial Reverté.
- Dávalos Macías, M. (2000). *Fuentes para el estudio del Mineral de Fresnillo. 1566-1872. Un acercamiento*. Zacatecas: Patronado del Museo de Minería "Don Napoleón Gómez Sada".
- Dávalos, G., Pinedo Robles, R., & al., e. (2015). *Fresnillo, 450 años. Presencia del pasado*. Fresnillo: Ayuntamiento de Fresnillo.
- Davidson, L. (1998). Restaurando New Lanark. *Abaco. Revista de cultura y ciencias sociales*. (19), 29-34.
- Davies, C. (2011). *Reflexiones sobre la arquitectura. Introducción a la teoría arquitectónica*. Barcelona: Editorial Reverté.
- De Los Reyes, A. (2002). *¿No queda huella ni memoria? (Semblanza iconográfica de una familia)*. Cd. de México: UNAM, Instituto de Investigaciones Estéticas, Colegio de México.
- de Vega Armijo, M. (2005). *Los dilemas de la organización autónoma: Zacatecas 1808-1382*. Ciudad de México: El Colegio de México.
- Delaire, E. A., Pénanrun de, D., Thérèse, L., & François, R. (1907). *Liste d'élèves de l'Ecole royale d'Architecture de Paris*. Paris: Librairie de la construction moderne.
- Derry, T. K., & Williams, I. T. (1993). *A Short History of Technology. From The Earliest Times to A. D. 1900*. Nueva York: Dover.
- Diaz Medina, S. (2000). La reivindicación de la centralidad urbana en la Ciudad de Mérida. En M. Peraza Guzmán, *Arquitectura y urbanismo virreinal* (págs. 153-163). Mérida: Unidad de Posgrado e Investigación, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán, CONACYT.
- Dorr, J. V. (1936). *Cyanidation and Concentration of Gold and Silver ores*. Nueva York: McGraw-Hill Book Company Inc.
- Dulos. (s.f.). Plan de la Hacienda Nueva du Fresnillo. *De la production des métaux précieux au Mexique: considérée das ses rapports avec la géologie, la métallurgie et l'économie politique*. Firmin Didrot Frères, Paris.
- Duport, S. (1843). *De la production des métaux précieux au Mexique : considérée dans ses rapports avec la géologie, la métallurgie et l'économie politique*. Paris: Firmin-Didot frères.
Recuperado el Octubre de 2016, de <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/b>

- ECPK. (1779-1983). *Engineering Timelines*. Recuperado el 6 de diciembre de 2017, de Harvey & Co. iron foundry, site of: <http://www.engineering-timelines.com/scripts/engineeringItem.asp?id=1192>
- Edwards, B. (1979). *Drawing on the right side of the brain: the definitive, 4th edition*. Nueva York: Teacher / Penguin.
- Escamilla González, F. O., & Morelos, L. (2017). *Escuelas de Minas Mexicanas. 225 años del Real Seminario de Minería*. Ciudad de México: UNAM, Facultad de Ingeniería.
- Escobedo Macías, A. M. (2016). *Presencia británica en el desarrollo social y económico de Fresnillo, Zacatecas, Siglo XIX*. Fresnillo, Zacatecas.: Colectivo 450 Fresnillo, Poder Legislativo LXI legislatura, Zacatecas.
- Escudero, J. A. (1842, Julio 8). *Boletín. Remitido*. Fresnillo: S.E.
- Espinosa, A. (11 de Enero de 2013). *Minas de Santa Eulalia Chih. y sus alrededores*. Obtenido de <http://miradademujerespinosa.blogspot.mx/2013/01/minas-de-santa-eulalia-chih-y-sus.html>
- Ferguson, E. S. (1981). La máquina de vapor antes de 1830. En M. Kranzberg, & C. W. Pursell, Jr., *Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la prehistoria a 1900* (págs. 273-291). Barcelona: Gustavo Gili.
- Flores Clair, E. (2015). Un experimento educativo: la Escuela Práctica Minera de Fresnillo (1851-1860). *Dimensión Antropológica*, 1-17.
- Flores García, L. G., & Medina Martínez, J. J. (2012). *Evolución y morfología de las haciendas en el partido de Zacatecas*. Zacatecas: Texere editores, CONACYT, UAZ.
- Flores Guerrero, R. (1975). *Historia General del Arte Mexicano*. Cd. de México: Editorial Hermes, S. A.
- Flores Olague, J., de Vega, M., Kuntz Ficker, S., & del Alizal, L. (2003). *Breve Historia de Zacatecas*. Ciudad de México: FCE, El Colegio de México.
- Fontcuberta i Villà, J. (1990). *Fotografía: conceptos y procedimientos, una propuesta metodológica*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Forman, S. E. (1911). *Stories of Useful Inventions*. Nueva York: The Century, Co.
- Fox, W. E. (2000). *Ethics and the Built Environment*. New York: Routledge.
- Frampton, K. (2009). *Historia crítica de la arquitectura contemporánea*. (J. Sainz, Trad.) Barcelona: Gustavo Gili.
- Francisco García, M. d. (1834). *Reglamento para gobierno de la negociación de minas del estado en la Ciudad del Fresnillo*. Zacatecas: Pedro Piña.

- Fresnillo, C. 4., Ortiz Bernal, M. G., & Escobedo Macías, A. (2016). *Memoria Histórica para conmemorar los 450 años del Poblamiento de Fresnillo*. Fresnillo: La Comisión de Cultura Editorial y Difusión.
- García Martínez, B. (2000). La creación de Nueva España. En García Martínez et al., *Historia general de México* (págs. 205-304). Cd. de México: El Colegio de México, A. C.
- García Martínez, B. (2000). Regiones y paisajes de la geografía mexicana. En García Martínez et al., *Historia general de México* (págs. 64-78). Cd. de México: El Colegio de México, A. C.
- García Salinas, F. (1834, reimpreso 1909). *Memorias presentadas por el C. Francisco García Salinas Gobernador del Estado de Zacatecas al Congreso del Mismo sobre los asuntos de su administración en los años de 1829 a 1834*. Guadalupe, Zacatecas: Talleres del Hospicio de Niños.
- García, T. (1895). *Los Mineros Mexicanos*. Ciudad de México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Gargus, J. (2012). Alberti. Columbus, Ohio, Estados Unidos de Norteamérica.
- Gargus, J. (01 de Agosto de 2012). Early Christian Architecture. *Arch 5110: History of Architecture I*. (O. S. Knowlton School of Architecture, Ed.) Columbus, Ohio, Estados Unidos de América. Recuperado el 20 de Agosto de 2017, de Itunes U
- Gargus, J. (2012). Roman Architecture Part II. Columbus, Ohio, Estados Unidos de Norteamérica.
- Giedion, S. (1978). *La mecanización toma el mando*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Gil Bautista, R. (2015). *Las minas de Almadén en la edad moderna*. Alicante: Publicacions Universitat d'Alacant.
- Gonzalez Milea, A. (Diciembre de 2006). Espacio Ideal en la minería de los siglos XVIII y XIX en México. (S. E. Minero, Ed.) *De Re Metallica*(6-7), 91-98.
- González Milea, A. (2007). Adaptación racional de un espacio productivo: el caso de Vallecillo en el Norte. *Congreso Internacional: "La plata en Iberoamérica. Siglos XVI al XIX"*. (págs. 159-173). Ciudad de México: INAH- Universidad de León.
- González, G. S. (2000). *Las haciendas en el siglo XVI, en la región minera de San Luis Potosí. Su espacio, forma, función, material, significado y la estructuración regional*. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Facultad del Habitat.
- Grunstein, A. (1999). De la competencia al monopolio: la formación de los Ferrocarriles Nacionales de México. En S. Kuntz Ficker, & P. Connolly, *Ferrocarriles y obras públicas* (págs. 71-104). Ciudad de México: CONACYT, Instituto Mora.
- Gualdi, P. (Ca. 1840). *Hacienda de Proaño*. Museo Nacional de Historia Castillo de Chapultepec, Cd. de México.

- Guenyveau, A. (1825). *Principios Generales de Metalúrgia*. (Á. Vallejo, Trad.) Paris: Librería de Parmantier.
- Hays, M. (15 de Marzo de 2017). *EdX courses*. Recuperado el 2017, de HarvardX: GSD1x The Architectural Imagination: <https://courses.edx.org/courses/course-v1:HarvardX+GSD1x+1T2017/courseware/4fd587284c854f3a851005b0e0aa3ed5/8981206a225548df8bf77bf6ba4743a8/?child=last>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta. Edición ed.). Ciudad de México: McGraw Hill Education.
- Herrera Canales, I. (2007). El método de refinación con azogue en la minería potosina colonial. En I. Herrera Canales, *Diario de campo*. (págs. 162-175). Ciudad de México: INAH.
- Hershberger, R. G. (Octubre de 1970). Architecture and Meaning. *The Journal of Aesthetic Education*, 4(4), 37-55. Recuperado el 16 de Agosto de 2017, de <http://www.jstor.org/stable/3331285>
- Hinojosa Solís, J. A. (2018). Proaño y sus metales preciosos. Hacia una modernización de la industria minera en Fresnillo, 1824, 1843.
- Honorable Sexagésima Primera Legislatura del Estado Libre y Soberano De Zacatecas. (15 de junio de 2017). *Poder Legislativo del Estado de Zacatecas*. Obtenido de <http://www.congreso Zac.gob.mx/e/elemento&cual=26>
- Howard, E. (1902, reimpreso en 1946). *Garden Cities of To-morrow*. Londres: Faber and Faber.
- Huitt, W. G. (2011). *Bloom et al.'s Taxonomy of the Cognitive Domain*. Obtenido de <http://www.edpsycinteractive.org/topics/cognition/bloom.html>
- Humboldt, de, A. (1827). *Ensayo Político sobre la Nueva España*. (V. González Arnao, Trad.) Paris: Jules Renouard. Recuperado el octubre de 2017, de http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080012467_C/1080012467_T1/1080012467_MA.PDF
- Infante González, Coordinador, V. R., & Priego Gómez, Edición, M. Á. (2007). *Colección fotográfica Federico Sescosse Lejeune*. Zacatecas: ISSSTEZAC.
- Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. (2001). Restauración del patrimonio arquitectónico industrial. *Preservación de la Arquitectura Industrial en Iberoamérica y España*, 160-187.
- Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. (2001). Restauración del patrimonio arquitectónico industrial. En R. Gutiérrez, F. Castro Morales, & M. Martí, *Preservación de la Arquitectura Industrial en Iberoamérica y España* (págs. 160-187). Sevilla: Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico.
- Instituto del Patrimonio Cultural de España. (20 de mayo de 2017). *Instituto del Patrimonio Cultural de España*. Obtenido de <http://ipce.mcu.es/conservacion/planesnacionales/patrimonio.html>

- Instituto Geológico de México. Aguilera, José G. Director;. (1896). *Bosquejo Geológico de México*. Ciudad de México: Oficina Tip. de la Secretaría de Fomento.
- Julian, H. F., & Smart, E. (1907). *Cyanid Gold and Silver Ores*. Strand: Charles Griffin and Company Limited.
- Katzman, I. (1993). *Arquitectura del siglo XIX en México*. Ciudad de México: Trillas.
- Kaufmann, E. (1955). *Architecture in the Age of Reason*. Nueva York: Dover Publications.
- Keane, M. P. (2002). *The Art of Setting Stones*. Berkeley: Stone Bridge Press.
- Kennet and Avon Canal Trust. (2015). *Welcome to Crofton Beam Engines*. Obtenido de <https://www.croftonbeamengines.org/>
- Kostof, S. (1995). *A History of Architecture: Settings and Rituals*. Oxford: Oxford University Press.
- Kostof, S. (1999). *The City Shaped*. Londres: Thames and Hudson.
- Krauss, C., Guerrero, T. R., & Esparza de, J. R. (s.f.). Plano de la Ciudad de Fresnillo. Levantado por disposición del C. Gobernador del Estado Lic. Eduardo G. Pankhurst. *Plano de la Ciudad de Fresnillo. Levantado por disposición del C. Gobernador del Estado Lic. Eduardo G. Pankhu*. Archivo Histórico del Estado de Zacatecas, Zacatecas.
- Kuntz Ficker, S. (1999). Los ferrocarriles y la formación del espacio económico en México, 1880-1910. En S. Kuntz Ficker, & P. Connolly, *Ferrocarriles y obras públicas*. (págs. 105-137). Ciudad de México: CONACYT, Instituto Mora.
- Kuo, E. F., & Sullivan, C. W. (Mayo 2001). Environment and crime in the inner city. Does vegetation reduce crime? *Environment and Behavior vol. 33 No. 3*, p. 343 367.
- L.E. (1843). El Mineral del Fresnillo. En I. Cumplido, *El Museo Mexicano; ó Miscelanea pintoresca de amenidades curiosas é instructivas*. (págs. 206-216). Cd. de México: Ignacio Cumplido.
- Lacueva Muñoz, J. (2012). La temprana minería Mexicana y la precaria autosuficiencia de la encomienda. En J. J. Lacueva Muñoz, E. Vila Vilar, & (coords.), *Mirando las dos orillas: intercambios mercantiles, sociales y culturales entre Andalucía y América* (págs. 355-381). Sevilla: Fundación Buenas Letras.
- Lacueva Muñoz, J. J. (2010). *La plata del rey y sus vasallos*. Sevilla: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad de Sevilla.
- Landín, P. (10 de junio de 2014). *tecnología Eso CPR plurilingüe Sagrado Corazón de Jesús*. Obtenido de Placeres, Pontevedra: <http://pelandintecno.blogspot.mx/2014/06/juanelo-turriano-y-como-elevar-el-agua.html>
- Langue, F. (1999). *Los señores de Zacatecas. Una aristocracia minera del siglo XVIII novohispano*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

- Lara Meza, A. M. (2001). *Haciendas de Beneficio en Guanajuato, Tecnología y usos del suelo 1770-1780* (Primera edición ed.). Guanajuato: Presidencia municipal de Guanajuato.
- Ledoux, C. N. (1804). *L'architecture considérée sous le rapport de l'art, des moeurs et de la législation*. Paris: l'imprimerie de H. L. Peronneau. Recuperado el 9 de Noviembre de 2016, de <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k857284/f1.image>
- Lira Vasquez, C. (1990). *Para una historia de la arquitectura mexicana*. Cd. de México: UAM Atzacapotzalco, Tilde.
- Livingston, A. (1932). Mining Methods and Costs at Fresnillo, Zacatecas, Mexico. En *Information Circular 6660-6679*. Department of Commerce, Bureau of Mines.
- López Gámez, C. (10 de Octubre de 2014). *Zacatecas en Imagen*. Recuperado el 7 de Agosto de 2017, de La Compañía Zacatecano Mexicana: <https://imagenzac.com.mx/nota/38780-La>
- López García, J. J. (2004). *la Alameda, un proyecto de conservación*. Aguascalientes: Universidad Autónoma de Aguascalientes.
- López García, J. J. (2005). *Arquitectura de Aguascalientes. La primera mitad del siglo XX. Tesis doctoral*. Aguascalientes: Universidad de Aguascalientes.
- Lucas, R. (2016). *Research Methods for Architecture*. Londres: Laurence King Publishing.
- Lynch, K. (2002). *City Sense and City Design. Writings and Projects*. Cambridge Massachussets. Fourth Printing: MIT Press.
- Macarrón, A. (2014). *Conservación del Patrimonio Cultural. Criterios y normativas*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Manuel Orozco y Berra, C. (1856). *Apendice al Diccionario Universal de Historia y Geografía*. . México: Imprenta de J. M. Andrade y F. Escalante.
- Marie-Loup, S. (2001). *Historia de la fotografía*. Madrid: Cátedra.
- Martínez Rivera, E. (2002). *La casa de moneda provisional de Zacatecas, 1810-1821. Tesis para optar por el título de licenciado en historia*. Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de Historia.
- Matamala, J. F. (2007). Empresariado regional y acuñación en Zacatecas. La compañía guanajuatense zacatecana, 1876-1895. En I. Herrera Canales, *Diario de campo* (págs. 142-149). Ciudad de México: INAH.
- Mayor of London. (2002). *50 years on The struggle for air quality in London since the great smog of December 1950*. Londres: Greater London Authority.
- McHarg, I. (2000). *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona: Gustavo Gili.

- Medina Martínez, J. J. (2003). *Evolución y morfología de las haciendas en el aptido de Zacatecas; siglo XIX. Tesis para optar por el grado de maestro en humanidades.* . Zacatecas.: Universidad Autónoma de Zacatecas, Unidad Académica de historia.
- Meyer Cosío , R. M. (2007). El secreto encanto de la minería. Experiencias empresariales en el México independiente,. En I. Herrera Canales, *Diario de campo* (págs. 26-39). Ciudad de México: INAH.
- Meza Aguilar, M., & Moncada Maya, J. (1 de Agosto de 2010). *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*. Obtenido de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-331/sn-331-56.htm>
- Michoacán, a. V. (27 de diciembre de 2015). *La Voz de Michoacán*. Obtenido de <http://www.lavozdemichoacan.com.mx/de-barrio-de-san-pedro-a-bosque-cuauhtemoc/>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Gobierno de España. (2011). *Textos de los Planes nacionales*. Obtenido de Plan Nacional de Patrimonio Industrial de España: <http://www.mecd.gob.es/planes-nacionales/textos-planes-nacionales.html>
- Mitrovic, B. (2004). *Learning from Palladio*. Nueva York: W. W: Norton and Company.
- Mumford, L. (1932). *Técnica y Civilización*. Buenos Aires: Emecé Editores, S. A. .
- Muñoz, J. (1986). la minería en México. Bosquejo Histórico. (U. C. Madrid, Ed.) *Quinto Centenario*, 145-156.
- Nance, R. (Julio de 2003). Beam engines in North America VII: The Harvey engines of Fresnillo, Mexico. *The Trevithick Society Newsletter*, 3-12.
- Nance, R. (Diciembre de 2005). The Harvey Engines of the Mina Proaño, Fresnillo, Mexico. *The Trevithick Society Newsletter*, 32-44.
- Orozco y Berra, M., & Coordinador. (1856). *Apendice al Diccionario Universal de Historia y Geografía*. México: Imprenta de J. M. Andrade y F. Escalante.
- Ortega, M. V. (1901). *Memoria relativa a la Negociación Minera de Proaño durante la presente época de su explotación, inaugurada el año de 1878 formada con acopio de los datos más recientes*. Fresnillo, Zacatecas.
- Pacey, A. (1980). *El laberinto del ingenio*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Pacey, A. (1991). *Technology in World Civilization. A Thousand-year history*. Cambridge, Ma.: MIT Press.
- Palladio, A., & Rivera, J. (. (1988, publicado originalmente en 1570). *Los cuatro libros de arquitectura*. (L. de Alipandrini, & A. Martínez Crespo, Trads.) Madrid, España: Ediciones Akal, S. A. .

- Pardo, C. J. (2016). *El patrimonio industrial en España. Paisajes, lugares y elementos singulares*. Madrid: Akal.
- Parque minero de Almadén. (2018). *Parque minero de Almadén*. Obtenido de <https://www.parqueminerodealmaden.es/index.php?idioma=es>
- Parra Campos, A. (2007). Ingenieros extranjeros en la minería mexicana. En I. Herrera Canales, *Diario de campo*. (págs. 128-139). Ciudad de México: INAH.
- Payno, M., & Del Castillo, A. (1843). El Fresnillo y sus minas. En I. Cumplido, *El Museo Mexicano; ó Miscelanea pintoresca de amenidades curiosas é instructivas*. (págs. 5-14). Cd. de México: Imprenta de Miguel Cumplido.
- Percy, J. (1880). *Metallurgy and the art of extracting metals from their ores*. Londres. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2027/mdp.39015067088339>
- Percy, J. (1880). *Metallurgy: the art of extracting metals from their ores*. Londres. Obtenido de <http://hdl.handle.net/2027/mdp.39015067088339>
- Pérez Melero, J. (2006). *Minerometalurgia de la plata en México (1767-1849) Cambio tecnológico y organización productiva*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- Peris Sánchez, D., Elvira Gutiérrez, R., & Lucas de, Martínez, A. (1999). *El edificio Sabatini en la Fábrica de Armas de Toledo*. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Peters, T. F. (1996). *Building the Nineteenth Century*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Phillips, J. A. (1868). *The Mining and Metallurgy of Gold and Silver*. Londres: E. and F. N. Spon.
- Pink, D. H. (2006). *A Whole New Mind*. Nueva York: Riverhead Books.
- Platner, S. B. (1901). The Pomerium and Roma Quadrata. *The American Journal of Philology*, Vol. 2(No. 4), pp. 420-425. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/288334>
- Powell, P. (1969). *Soldiers indians & silver* (2a. ed.). Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Powell, P. W. (1975). *La Guerra Chichimeca (1550-1600)*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Pozo, L., & Andondegui, J. B. (s.f.). Sección de una de las máquinas de vapor, aplicadas a la preparación mecánica de los minerales de plata en el Fresnillo. *Litografía de Salazar*. Escuela Práctica de Minas y Metalurgia de Fresnillo, Fresnillo.
- Ramos, D. R. (1991). *Plazas, plazuelas y jardines de Zacatecas*. Zacatecas: H. Ayuntamiento de Zacatecas. Obtenido de <http://alamedazacatecas.org/historia/>

- Randall, R. W. (1972). *Real del Monte. A British Silver Mining Venture in Mexico*. Austin: University of Texas Press.
- Rangel Gaspar, E. (1984). *Francisco García Salinas "Tata Pachito"*. Cd. de México: Editorial del Magisterio "Benito Juárez".
- Reps, J. W. (27 de Noviembre de 2002). *Urban Planning, 1749-1918: An international Anthology of Articles, Conference Papers and Reports*. (P. E. John W. Reps, Ed.) Recuperado el 15 de Noviembre de 2016, de A supplementary Appendix to the First Volume of the Life of Robert Owen... London: Effigman Wolson, 1858, Vol. I., Appendix No. 1, 1817.: http://urbanplanning.library.cornell.edu/DOCS/owen_17.htm
- Retegui de y Besunsan, M. (1965). *Españoles en Méjico (1772-1822)*. Cádiz: Escelicer, S. A.
- Riguzzi, P. (1999). Mercados, regiones y capitales en los ferrocarriles de propiedad mexicana. En S. Kuntz Ficker, & P. Connolly, *Ferrocarriles y obras públicas*. (págs. 39-70). Ciudad de México: CONACYT, Instituto Mora.
- Robertson, W. P. (1853). *A visit to Mexico , by the West India islands, Yucatan and the United States: With Observations*. Londres: Simpkin, Marshall & Company.
- Rogers, R., & Gumuchdjian, P. (2000). *Ciudades para un pequeño planeta*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Romero Sotelo, M. (2000). El mercurio y la producción minera en la Nueva España (1810-1821). *HMex*, XLIX(3), 349-377.
- Rosas, T. (s.f.). Plano de la hacienda Nueva del Fresnillo (planta y perfil), 1857. *Litografía de Salazar*. Escuela Práctica de Minas y Metalurgia de Fresnillo, Fresnillo.
- Roth, L. M. (1999). *Entender la arquitectura. Sus elementos, historia y significado*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ruxton, G. F. (1848). *Adventures in Mexico and the Rocky Mountains*. Nueva York: Harper & Brothers, Publishers,. Recuperado el Marzo de 2017, de www.hathitrust.org
- salazar. (s.f.).
- Salazar González, G. (1998). *La formación de las haciendas en el Siglo XVII en San Luis Potosí. Su espacio, forma, función, materialidad y significado*. Ciudad de México: División de Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salazar González, G. (2006). Los espacios para la producción. . En G. Salazar González, Coordinadora, *Los espacios para la producción. Obispado de Michoacán* (págs. 35-50). Morelia: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, CONACYT.
- Sánchez Flores, R. (1976). *Historia de la Tecnología Minero Metalúrgica en el México Colonial 1519-1821. Minería, metalúrgia y amonedación*. Puebla, Pue.: S. / E.

Sánchez Santoveña, M. (1977). El Palacio de Minería. En S. A. López Mendoza, Coordinador. Cd. de México: Nueva Dimensión Arte Editorial, S. A.

Santo Domingo (Francisco Portillo). (s.f.). Obtenido de PueblosAmerica.com:
<http://mexico.pueblosamerica.com/i/santo-domingo-francisco-portillo/>

Savery, T. (1702). *The Miner's Friend: Or, an Engine to Raise Water by Fire*. Londres: S. Crouch.
Obtenido de
<https://himedo.net/TheHopkinThomasProject/TimeLine/Wales/Steam/URochesterCollection/Savery/chap2.htm>

Schwartz, S. P. (19 de Noviembre de 2007). *The Cornish in Latin America*. Obtenido de
<https://projects.exeter.ac.uk/cornishlatin/pachucarealdelmonte.htm>

Sequeiros, L. (2001). El geocosmos de Athanasius Kircher: una imagen organicista del mundo en las ciencias de la naturaleza del siglo XVII. *LLULL*, 24, 755-807.

Sharlin, H. (1981). Aplicaciones de la electricidad. En M. Kranzberg, & C. W. Pursell, Jr., *Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la prehistoria a 1900* (págs. 627-643). Barcelona: Gustavo Gili.

Sharlin, H. I. (1981). Generación y transmisión de la electricidad. En M. Kranzberg, & C. W. Pursell, Jr., *Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la prehistoria a 1900* (págs. 645-657). Barcelona: Gustavo Gili.

Silliman, B., & Ortega, M. (1883). Sketch of the Great Historic Mines of The Cerro de Proaño at Fresnillo, State of Zacatecas, Mexico. En B. Silliman, *Sketch of the Great Historic Mines of The Cerro de Proaño at Fresnillo, State of Zacatecas, Mexico* (págs. 51-56). New Haven: Tuttle, Morehouse & Taylor.

Skempton, A. W. (1 de Diciembre de 1971). The Royal Society Publishing. *Notes and Records. The Royal Society Journal of the History of Science*, 135-155. Obtenido de The publication of Smeaton's Reports: <http://rsnr.royalsocietypublishing.org/content/26/2/135.short>

Sloane, J. (2012, Noviembre 1). *Dartmouth Toxic Metals, Superfund Research Program*. Retrieved Junio 07, 2016, from Mercury, Element of the ancients:
<http://www.dartmouth.edu/~toxmetal/mercury/history.html>

Smith, C. S. (1981). La metalurgia en los siglos XVII y XVIII. En M. Kranzberg, J. C. Pursell, & (eds.), *Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la prehistoria a 1900* (págs. 163-188). Barcelona: Gustavo Gili.

Smith, C. S. (1981). La metalurgia: ciencia y práctica antes de 1900. En M. Kranzberg, & C. W. Pursell, Jr., *Historia de la Tecnología. La técnica en Occidente de la prehistoria a 1900* (págs. 659-669). Barcelona: Gustavo Gili.

- Sobrino Simal, J. (1998). *Arquitectura Industrial en Andalucía*. Andalucía: Instituto de Fomento de Andalucía.
- Sobrino Simal, J. (1998). La arquitectura industrial: de sala de máquinas a caja de sorpresas. *Abaco. Revista de cultura y ciencias sociales*.(19), 19-28.
- Sobrino Simal, J. (08 de 2018). *Revista planeo: Espacio para territorios urbanos y regionales*. Obtenido de <http://revistaplano.cl/2018/09/13/entrevista-a-julian-sobrino-simal-ya-no-entendemos-los-paisajes-solo-como-una-transformacion-morfologica-y-por-tanto-material/>
- Sobrino, J. (13 de Junio de 2016). La construcción del concepto de patrimonio por Julián Sobrino. (O. y. Colombia, Ed.) Bogotá, D.C., Colombia. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=cOvkbjDC1k>
- Sobrino, J. S. (1996). *Arquitectura Industrial en España, 1830-1990*. Madrid: Cátedra.
- Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., & Williams, J. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas: documento de buenas prácticas*. Washington, D.C.: División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo.
- Sougez, M.-L. (2001). *Historia de la fotografía*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Tandrón, H. (1976). *El comercio de Nueva España y la controversia sobre la libertad de comercio, 1796-1821*. (S. Liberti, Trad.) Cd. de México: Insituto Mexicano de Comercio Exterior.
- Terán Fuentes, M. (2007). *De provincia a entidad federativa: Zacatecas, 1786-1835*. Zacatecas: Tribunal Superior de Justicia del Estado de Zacatecas.
- TICCIH. (1995). *VIII Congreso internacional para la conservación del patrimonio industrial*. Madrid: Centro de Estudios Historicos de Obras Publicas y Urbanismo.
- TICCIH España. (2009). *Patrimonio Industrial y Paisaje. V CONGRESO Conservación del Patrimonio Industrial y de la Obra Pública en España*. Asturias: ESTUDIOS ECONOMICOS CICEES. CENTRO INICIATIVAS CULTURALES.
- Todd, A. (1977). *The Search for Silver. Cornish Miners in Mexico, 1824, 1947*. Padstow, Cornwall: The Lodenek Press.
- Trabulse, E. (1983). *Historia de la ciencia en México, Siglo XVI*. Ciudad de México: CONACYT / Fondo de Cultura Económica.
- Trabulse, E. (1994). *Ciencia y tecnología en el Nuevo Mundo*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica, Colegio de México.
- UIA – CIMES, UNESCO. (11 de Mayo de 1999). *Ciudades intermedias y urbanización mundial. Documento Base de trabajo de UIA – CIMES, UNESCO*. Obtenido de <http://www.unesco.org/most/ciudades.pdf>

- UNESCO. (2016). *UNESCO Information services section*. Obtenido de UNESCO »Multimedia Archives
»Document details:
http://www.unesco.org/archives/multimedia/?s=films_details&pg=33&vo=3&vl=Spa&id=80
- Uribe Salas , J. A., & Cortés Zavala, M. T. (2006). Andrés del Río, Antonio del Castillo y José G. Aguilera en el desarrollo de la ciencia mexicana del siglo XIX. *Revista de Indias, LXVI*(237), 491-518.
- Uribe Salas, J., Herrera Canales, I., Parra Campos, A., Escamilla González, F. O., & Morelos Rodríguez, L. (2016). *Economía, sociedad y cultura en la historia de la minería latinoamericana*. Morelia, Michoacán: UMSNH, INAH, FUNDACIÓN Vueltabajo.
- Vale, E. (1966). *The Harveys of Hayle*. Truro: D. Bradford Barton Ltd.
- Vallebuena Garcinava, M., & Pacheco Rojas, J. (2006). El Camino Real de Tierra Adentro, eje de comunicación del septentrión novohispano. *Xihmai*, 1-32. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4953703>
- Velasco Ávila, C., Flores Clair, E., Parra Campos, A., & Gutiérrez López , E. (1987). *Estado y Minería en México (1767-1910) Serie: La industria paraestatal*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica, SEMIP.
- Velasco, C., Flores, E., Parra, A., & Gutiérrez, E. (1998). Nuevo auge minero: El Porfiriato. En I. Herrera Canales, *La minería mexicana de la colonia al siglo XX* (págs. 160-175). Ciudad de México: Insituto Mora; El Colegio de Michoacán; El Colegio de México; Instituto de investigaciones históricas- UNAM.
- Vidler, A. (1990). *Architecture and Social Reform at the End of the Ancien Régime*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Villegas, R. (2011). "Zacatecas: su transición urbana de ciudad colonial a ciudad secularizada de 1787-1880". *Tesis para obtener el grado de licenciatura*. Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Vitruvio. (1997 (escrito el el siglo I D. C.)). *De Architetura; Los diez libros de la arquitectura* (Primera reimpression en «Alianza Forma»: 1997 ed.). (J. Oliver Domingo, Trad.) Madrid: Alianza Forma. Recuperado el 6 de 9 de 2017, de http://aparejadoresacc.com/wp-content/uploads/Vitruvio_Polion_Marco.pdf
- Wahab, S. A., Rose, C. R., & Wati Osman, S. I. (2012). Defining the Concepts of Technology and Technology Transfer: A Literature Analysis. *International Business Research*, 61-71.
- Waldheim, C. E. (2006). Terra Fluxus. In J. Corner, *The Landscape Urbanism Reader* (pp. 21-33). Nueva York: Princeton Architectural Press.
- Ward, H. G. (1828). *Mexico in 1827* (Vol. II). Londres: Henry Colburn.

Wittkower, R. (1971). *Architectural Principles in the Age of Humanism*. Nueva York: W. W. Norton.

Zepeda, M. (16 de 08 de 2015). *NTR Zacatecas*. Obtenido de <http://ntrzacatecas.com/2015/08/16/teatro-echeverria-en-fresnillo-lugar-lleno-de-historia-y-cultura/>

Zires, M. (1835). *Libro común de cargo y data. Contiene la cuenta del Despacho de la Negociación de minas del Fresnillo establecido en Zacatecas comprende desde el 15 de mayo hasta el 27 de septiembre de 1835 que corrió a cargo de Don Miguel Zires*. Fresnillo: Archivo General de la Nación.

DOCUMENTOS DE ARCHIVO

Archivo General de la Nación, México Independiente, Caja 0450 8228/1 sin sección), Expediente 11, 1835.

Archivo General de la Nación, México Independiente, Caja 0450 (228/1 sin sección) , Expediente 12, 1835.

Archivo General de la Nación, Fomento, F120/15, 1853

Archivo General de la Nación, México Independiente, Volumen 245, 88374/30, Expediente 30

Archivo General de la Nación, Instituciones gubernamentales: época moderna y contemporánea, Movimiento marítimo, pasaportes y cartas de seguridad (129), Volúmen 85

Archivo Histórico de Sombrerete, Documentos siglo XIX, demanda de Luz Rivas a Julio Doy en 27 diciembre 1847.

Family Search, base de datos de matrimonios, México, Archivo parroquial de Sombrerete, Julio Doy and Elena Macmenemen, 08 Nov 1851; citing San Juan Bautista,Sombrerete,Zacatecas.

ENTREVISTAS

Señor Carlos López Gámez, historiador de Fresnillo, 7 de marzo de 2017

Doctor Gustavo Devora, historiador de Fresnillo, 4 de marzo de 2017

QFB Guadalupe Dávalos Macías, historiadora de Fresnillo, 24 de marzo de 2017

M. Rubén Villegas, 1 de abril de 2018

Señor Juan Flores Castro, 7 de agosto de 2018

Jory Bennet, 30 de agosto de 2018.