

LOS HORNOS DE CAL: UNA HACIENDA CALERA DE APAXCO, S. XVII Y XIX, ESTADO DE MÉXICO

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN ARQUITECTURA

PRESENTA:
ARQ. JONATHAN DOMÍNGUEZ PACHECO

DIRECTOR DE TESIS:
DR. LUIS ARNAL SIMÓN
Facultad de Arquitectura

COMITÉ TUTOR:
COTUTORA: DRA. DIANA RAMIRO ESTEBAN
COTUTORA: MTA. GABRIELA VAZQUEZ GARCIA
SÍNODO: DR. TARSICIO PASTRANA SALCEDO
SÍNODO: DR. ALEJANDRO LEAL MENEGUS
Facultad de Arquitectura



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA
C. C. RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO

LOS HORNOS DE CAL: UNA HACIENDA CALERA DE APAXCO, S. XVII Y XIX, ESTADO DE MÉXICO

TESIS PROFESIONAL QUE PARA OPTAR EL GRADO DE: MAESTRO EN ARQUITECTURA

PRESENTA:

ARQ. JONATHAN DOMÍNGUEZ PACHECO

TUTOR:

DR. LUIS ARNAL SIMÓN
FACULTAD DE ARQUITECTURA

COMITÉ TUTOR:

COTUTORA: DRA. DIANA RAMIRO ESTEBAN
COTUTORA: MTA. GABRIELA VÁZQUEZ GARCÍA
SÍNODO: DR. TARSICIO PASTRANA SALCEDO
SÍNODO: DR. ALEJANDRO LEAL MENEGUS
FACULTAD DE ARQUITECTURA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX. DICIEMBRE 2019.

Agradecimientos.

En primer lugar a Rogelio Navarro y al grupo de ejidatarios por permitirme adentrar en las instalaciones de su magnífica hacienda, gracias a ellos este trabajo ha sido posible.

A mis padres, que siempre me apoyan incondicionalmente, a ellos les debo mi ética, educación y logros.

Una gran admiración a mi tutor el Dr. Arnal por el gusto de compartir sus conocimientos y reflexiones en cada asesoría. A mí Comité Tutor, que mediante revisiones y sesiones de clase permitieron que éste documento se desarrollara. Y a toda la plantilla de profesores de la maestría con los que aprendí y crecí académicamente. Al apoyo económico de CONACYT y PAEP para la realización de mi estancia en el extranjero. Dra. M. Cejudo por su motivación para continuar con mi investigación en el extranjero junto con el Dr. P. Luengo por brindarme la oportunidad de realizar la estancia en la Universidad de Sevilla.

Mariangela, corazón, mente y alma; la mejor orientación viene de tu parte, continuamos en este camino de aventuras y nos esperan muchas más.

Maik, querido y apreciable amigo, tu apoyo arquitectónico y fotográfico en campo se refleja en este trabajo. Y todos mis compañeros de maestría por esta grandísima experiencia.

Especial agradecimiento al Ing. M. Cuan y a la Ing. A. Cabrera, por facilitar el acceso a su planta Oxical para conocer físicamente el proceso de la cal. A la Ing. R. Tovar de Calidra, por su orientación y asesoría en la búsqueda de respuestas sobre los hornos de cal.

Aljibe de la Hacienda
Calera de Apaxco. 2017.



CONTENIDO

Preludio	7
<i>La cal</i>	11

1ra PARTE La Hacienda Calera de Apaxco

Introducción.	15
CAPÍTULO 1 DE APATZTLI A APAXCO, UN TRIBUTO DE CAL	15
Teotlapan y su estructura tributaria.	16
La propiedad: hacia la morfología urbana colonial.	21
El hacendado de Apaxco, las primeras empresas.	28
Fragmentación del Hacendado, actual conformación territorial	41
CAPÍTULO 2 HACIENDA CALERA	49
El medio geográfico, contexto natural y características de sus recursos naturales	52
Infraestructura hidráulica	57
La Hacienda	66

CONCLUSIONES

FUENTES DE CONSULTA

ANEXOS

2da PARTE Los Hornos Caleros

Introducción.	87
CAPÍTULO 3 HORNO TRADICIONAL (VIRREINAL)	90
Orígenes	91
Características arquitectónicas	96
Construcción del horno	109
Funcionamiento y producción.	113
Los hornos en la expresión artística.	121
CAPÍTULO 4 HORNO RUMFORD	124
Orígenes	128
Características arquitectónicas	133
Construcción del horno	136
Funcionamiento y producción	143
Los hornos en la expresión artística.	145
CAPÍTULO 5 PATRIMONIO CALERO	146
Actuación e intervención de las Caleras	149
Paisaje Cultural, protección del contexto	160
Itinerario Cultural Calero	165
Parque Museo Industrial Calero	171

181

184

“En las más partes de esta Nueva España está entre los naturales introducido que la cal no la pueden quemar todos, sino algunos viejos señalados los quales quando algunos an de quemar los llaman y venidos toman un poco de piçietey ponenlo sobre quatro o sinco piedras sobre que se arma el horno que dizen tenamaztli y por dentro del horno en el suelo y por de fuera hacen unas rayas como aspas y una oraçion a Xiuhtecutli que es el fuego para que con su llama ayude. Armado el horno tienen su pulque aparejado y una gallina, y en quemando el horno derraman pulque por lo alto del bordo del horno y en boca baja sacrifican una gallina cortándole la cabeçasuelen baylar delante de la boca por do respira el fuego para todo lo qual cada cosa en particular dizen sus palabras que se pondrán el marge”.

Pedro Ponce

Véase en Carlos Chanfón Olmos, (coord.) V. II, T.I.; (1997), p. 431

Preludio.

El objetivo principal de esta investigación tuvo sus inicios con la inquietud de conocer el origen de la hacienda, desde los primeros propietarios y constructores hasta su estado original.

La hacienda, objeto de estudio, es conocida entre los vecinos de Apaxco con el nombre de Hacienda Vieja, nombramiento que se recibió a partir del repartimiento de tierras en el siglo XX; como aparece en el único plano que se ha encontrado en el Archivo General Agrario. Coloquialmente recibió éste nombre por su estado de conservación. Bajo el título de Hacienda Vieja, dificulta la búsqueda de datos históricos sobre el inmueble, por lo que como resultado se ha obtenido nula información sobre su origen. Otro nombre al que se le ha relacionado es el de Hacienda Rincón de Guadalupe, pero esto ha provocado una confusión de datos por lo que se determinó llamarla, para esta investigación, Hacienda Calera de Apaxco, debido a su infraestructura productora de cal desde época colonial.

Se han realizado numerosos estudios y publicaciones sobre las haciendas azucareras, pulqueras, ganaderas, de beneficio, etc. en todo México, en estas fuentes bibliográficas podemos conocer su arquitectura, equipamiento, infraestructura, funcionamiento y producción de lo que fue cada una de ellas; sin

embargo otro género de haciendas, como la Hacienda Calera, han sido poco estudiadas debido a la escasa infraestructura conservada en la actualidad.

La arquitectura industrial calera, ha tenido avances y evoluciones tecnológicas, siendo una de las pocas industrias que en la actualidad continúan fabricando uno de los principales materiales para la construcción. Con una vasta diversidad de ejemplos a nivel mundial en edificios, desde las primeras civilizaciones, en México, la cal se fabrica desde la época prehispánica y Apaxco es uno de los principales municipios con producción calera desde tiempos pasados.

El ámbito de estudio inició con la hacienda; una visita al inmueble en donde el tiempo y la naturaleza han hecho su labor deteriorando crónicamente su arquitectura y transformándola en el lenguaje estético de la ruina. Dentro de sus espacios la lectura arquitectónica es predecible mediante el análisis ocular, al observar cada uno de sus elementos arquitectónicos fue posible determinar su estado original, sin embargo, se volvió complejo saber cuál era su funcionamiento, por lo que fue necesario buscar en los archivos históricos algún plano arquitectónico en el que éste se estableciera.

El primer archivo consultado para ésta investigación fue el Archivo General Agrario, en él se consultaron cuadernos históricos del municipio de Apaxco de difícil lectura debido a su deterioro y caligrafía antigua, pero en el estudio de las Dra. Rojas Rabiela y Dra. Olmedo Gaxiola, se puede consultar un resumen de cada uno de los cuadernos históricos de Apaxco, en el que se encuentran los orígenes del poblado, fundación por parte de encomenderos españoles, las mercedes de tierra para la creación de haciendas y una serie de alegatos entre los indios y españoles por aprovechar y explotar las tierras comunales. Parte de este archivo se encuentra en el Registro Agrario Nacional, en él se resguardan planos de restitución de tierras provocados por la Ley Agraria. Por otro lado, se consultó la carpeta de Apaxco en la que se encuentran todos los procesos legales publicados en el Diario de la Nación en distintas fechas y las afectaciones que sufrieron las haciendas cuando sus tierras fueron expropiadas y repartidas al municipio. Este primer acercamiento en planos del siglo XX fue la única base histórica en el que se logró ubicar la Hacienda Calera bajo el nombre de Hacienda Vieja.

Conforme se avanzó en la investigación, se estudió sobre el origen y transformación del territorio del municipio de Apaxco desde el punto de vista urbano; se comenzó a profundizar paralelamente sobre los hornos de cal y se llegó a la conclusión

de la existencia de dos tipologías de hornos en la hacienda Calera, el primero es un Horno Tradicional y tiene su origen teórico en un Tratado de Agricultura Romano, lo que nos conduce a simpatizar y saber más acerca de su funcionamiento y evolución.

La fabricación de cal siempre se ha necesitado el espacio de una caldera para concentrar la mayor cantidad de calor y así transformar la piedra caliza en cal, las sociedades prehispánicas tenían su propia tecnología, con la llegada de los españoles introdujeron el Horno Tradicional con origen de más de un milenio. Los conquistadores claramente no traían consigo un ejemplar del tratado romano, el conocimiento había sido transmitido a través de los caleros por generaciones, y lo introdujeron para así comenzara una nueva etapa evolutiva en la tecnología calera.

Una vez identificados los hornos en la Hacienda Vieja, se realizó una búsqueda general en la web sobre los antiguos hornos caleros, y se logró identificar la misma tipología de hornos de la Hacienda Calera de Apaxco con hornos localizados en una antigua planta de cal llamada Kalkwerk, en el poblado de Lengefeld, Alemania; lo que proporcionó la primera pista sobre el origen de este tipo de hornos. Por otro lado, se consultó la

tesis del Ing. Q. Daniel Castro Fernández titulada *Diseño de un horno de cal* y publicada en 1945; en ella se menciona una de las primeras empresas caleras de Apaxco en la época moderna, y cita al Ing. Riefkohl fundador de Calidra. En búsqueda de respuestas sobre la posible relación entre la existencia del horno alemán de la Hacienda Calera y los fundadores de Grupo Calidra se realizó una entrevista con la Ing. Arq. Rosario Tovar Alcázar de Grupo Calidra, en ella las respuestas fueron concretas y se aclaró que nunca existió vínculo entre los Riefkohl y la Hacienda Calera, pues los inicios de esta empresa fueron en el siglo XX con los hornos modernos de acero y concreto, lo que invalida la hipótesis.

Continuando con la línea de investigación, me acerqué a la Embajada Alemana de México, vía correo electrónico solicité la asesoría cultural para conocer los acervos históricos de Alemania, teniendo como respuesta por parte de la Lic. Hüppemeier una serie de links con potencial para continuar con la búsqueda sobre el horno alemán en mi investigación académica. Por último, se realizó un trabajo de análogos en el que se localizaron cada uno de ellos y se logró de realizar una estancia de investigación para continuar con el estudio en Alemania.

En la búsqueda de fuentes de información sobre la Hacienda Calera de Apaxco, y conforme la investigación avanzaba, el documento fue conformándose con los temas relacionados al origen y funcionamiento de los hornos caleros y al análisis arquitectónico de nuestro objeto de estudio; se profundizó en el origen del poblado de Apaxco y se determinó el origen y emplazamiento de la industria calera al norte de valle de México. La hacienda fue fuente primaria para conocer su funcionamiento y se realizó un análisis arquitectónico para determinar su configuración espacial de origen con ello se buscó resaltar la infraestructura calera encontrada en la zona aledaña a la hacienda.

Se determinó la estructura del presente documento en dos partes finales, en la primera se enfatiza el origen del poblado en el que se ubica la hacienda y en la segunda se jerarquizan los hornos de cal localizados en Hacienda Calera de Apaxco.

En el capítulo 1 se presenta un análisis sobre el origen del poblado de Apaxco, sus antecedentes prehispánicos y relación territorial con los poblados vecinos de la región de Teotlalpan desde el punto de vista tributario, lo que lo llevó a tener una importante producción calera hacia el imperio mexica; se analizaron cronológicamente sus transformaciones territoriales

desde la llegada de los españoles, las fundaciones empresariales de la hacienda al norte del Valle de México hasta la época moderna con la desamortización de las tierras y su actual y última conformación territorial.

El capítulo 2 se enfocó en presentar la Hacienda Calera; dar a conocer todo su equipamiento e infraestructura para su producción y funcionamiento. Mediante un estudio arquitectónico se describe el estado de conservación de cada uno de sus elementos principalmente el del casco, donde se plantea una hipótesis de su posible funcionamiento y estado original.

Posteriormente, se presenta la tecnología mesoamericana de elaboración de cal la cual desapareció con la nueva tecnología introducida por los españoles. En el capítulo 3 nos adentramos a conocer los hornos tradicionales localizados en la Hacienda Calera, y se presentan cuatro aspectos de cada tipología de horno: origen, características arquitectónicas y estado de conservación y construcción y funcionamiento.

El capítulo 4 presenta la tipología de hornos de origen europeo, del que se localizó un ejemplar en estado ruinoso a un kilómetro de la Hacienda Calera. De igual modo se presenta el análisis de su origen, características arquitectónicas, funcionamiento y una hipotética reconstrucción de su sistema

constructivo. Este horno alemán será la última evolución de los hornos caleros rústicos que llegaron a México.

Finalmente, en el capítulo 5 se retomara el Patrimonio Calero analizado con anterioridad para ponerlo en valor con un proyecto de rescate hacia las caleras. En un proyecto de intervención se propondrá el nuevo uso del casco principal de la hacienda así como un plan maestro para un Parque Museo de la Hacienda Calera de Apaxco.

La Cal.

La cal proviene de un recurso natural abundante en la corteza terrestre conocido como piedra caliza, su nombre y fórmula química son la del carbonato de calcio (CaCO_3).¹ Su descubrimiento probablemente se originó de forma casual desde el origen de la humanidad y con el paso de los siglos el humano aprendió a hacerlo maleable para utilizarlo en la construcción y en otras actividades.²

Una piedra rica en carbonato cálcico es calcinada en un horno a una elevada temperatura entre 900 y 1200 °C, convirtiéndose en cal viva, un material inestable pero útil, ya que combinado con agua y expuesta al aire recupera las propiedades físicas del carbonato de calcio y regresa a sus características de origen mediante un proceso en el que participan los cuatro elementos naturales: tierra, fuego, agua y aire; y el cual hasta el siglo XVIII, se atribuyó a fuerzas sobrenaturales.³

En efecto, los científicos ilustrados observaban que no era más que cuestión de tiempo el demostrar químicamente tan asombrosas reacciones, pero no sería hasta 1808 cuando Sir Humphrey Davy aisló un nuevo metal alcalino y gris que denominó calcio, (Ca) en honor a la palabra con lo que los romanos denominaban el óxido de calcio, calx, a su vez etimológicamente derivada de la palabra griega para las calizas: χάλιξ (Khaliks, “piedra”). En su momento, Sir Davy no sabía que había descubierto un nuevo metal, el número 20 de la tabla periódica, pero sucesivas experimentaciones así lo demostraron y explicaron científicamente sus propiedades, acción que permitió desarrollar una industria moderna alrededor de la misma. De esta forma, sea de la mano de la magia, la alquimia o la química, desde la prehistoria hasta nuestros días y de forma paralela a los avances de otras industrias como la cerámica y las metalurgias, se desarrollaron las ciencias de la construcción y con ellas las técnicas y artes relacionadas a la cal.⁴

¹ Rosario Tovar Alcázar, *La Cal: ciencia, técnica y arte*, Ciudad de México, Trillas, 2016, p.18.

² Fical, Forum Ibérico de la cal, 2017. Véase en <http://www.fical.org/la-cal-como-material-3/origen-y-evolucion>

³ Carlos Núñez Guerrero, *Las técnicas de la cal, apuntes para su conservación y restauración*, en “La Cal: Investigación, patrimonio y restauración” (coords.) Francisco Javier Alejandro Sánchez, et al, Sevilla, España: Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla. 2014, p. 202.

⁴ Ídem.

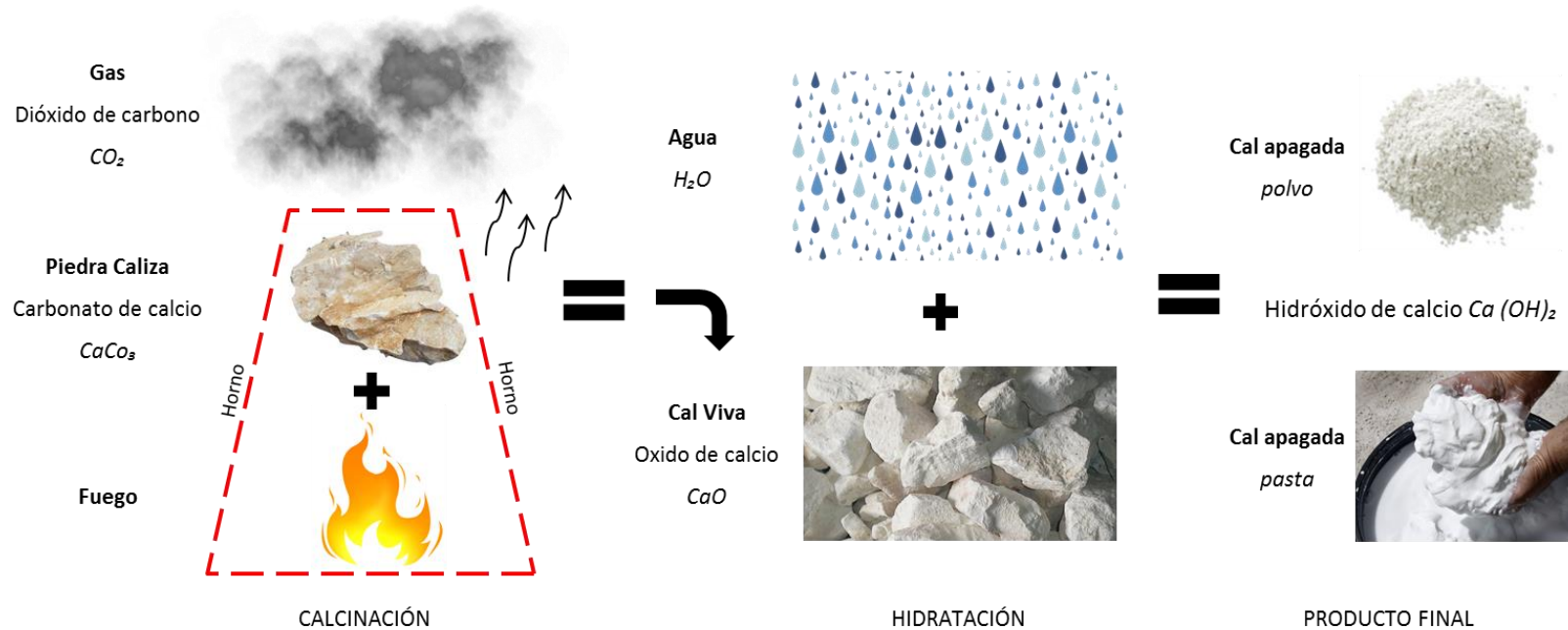


Imagen 1. Esquema del proceso químico y de producción de la cal. 2019.

Cualquier piedra que tenga una básica pureza de carbonato cálcico puede servir de base para hacer cal, su fabricación es un proceso químico que consiste en la calcinación de la piedra caliza la cual pierde agua y materias orgánicas, el óxido de calcio presente en la piedra se transforma en cal viva (CaO) al disociarse el dióxido de carbono (CO_2) que se libera a la atmósfera en forma de gas.

Durante un segundo proceso, al agregarse agua, la cal es sometida reacción exotérmica en la que se libera energía,

llegando a temperaturas de ebullición, durante este segundo proceso se hidrata y se consigue hidróxido de calcio o cal apagada [$Ca(OH)_2$], Según la cantidad de agua se obtendrá una cal pulverulenta o pastosa (Imagen 1)⁵

De acuerdo a las propiedades de la piedra caliza existen dos tipos de cales: aérea e hidráulica.

⁵ Mónica Martín Sisi, et al, *Guía práctica de la cal y el estuco*, León, España, Editorial de los oficios, 1998, pp. 11 y 13.

Cal Aérea. Se denomina así por no endurecer dentro del agua, fragua en presencia del aire y se obtiene a partir de calizas puras que contienen carbonato de calcio (CaCO_3) en porcentajes superiores al 95%. Al sumergirla en agua se apaga y se obtiene cal grasa, la pasta de cal apagada tiene un contenido de agua que supera el 50%, si se diluye todavía con más agua se obtiene lechada de cal, misma que se utiliza para la pintura “al fresco”, que al contacto con el CO_2 atmosférico se carbonata.⁶ Mientras mayor sea el tiempo en que se deje apagando la cal, mejor serán las propiedades físicas que otorgará a las argamasas que se preparen con ella.⁷

Cal Hidráulica. Se fabrica a partir de piedras calcáreas arcillosas y margas de 8 a 27% de impurezas, son ricas en sílice, aluminio y hierro, elementos que le dan a la cal la característica de poder endurecer en un medio acuoso, o mediante la incorporación intencional de arcillas durante la calcinación de piedra caliza. Fragan en presencia del aire y bajo el agua.⁸ No

⁶ Manuel Carbonell de Masy, *Conservación y restauración de monumentos: piedra, cal, arcilla*. Barcelona, España, Vanguard Gráfico, 1993, pp.30-32.

⁷ Isabel Villaseñor y Renata Schneider, *Principios generales para la preparación de argamasas*, en “La cal: historia, propiedades y usos”, (edits.) Luis Barba Pingarrón e Isabel Villaseñor Alonso, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas, , 2013, p.98

⁸ Ignacio Gárate Rojas, *El Arte de la Cal*, Madrid, España, Munilla-Leria, Instituto Español de Arquitectura, Universidad de Alcalá, Colección Técnicas de Arquitectura, 2002, pp. 45-46.

debe confundirse la cal hidráulica con la cal apagada (hidróxido de calcio), generalmente la cal hidráulica es más duras, más resistente a la compresión y tiene mucha menor porosidad que las aéreas. La cal hidráulica fabricada a gran escala es el cemento.⁹

Para usar cal en construcción se le agrega agua, a esta acción se le llama apagado o azogado, es el proceso de conversión de óxido a hidróxido, este proceso puede ser por fusión, inmersión o aspersión.¹⁰ El producto varía en función de la cantidad de agua incorporada; si la hidratación es controlada se incorpora sólo la mitad del peso de la cal viva en agua y se obtiene hidrato en polvo. La hidratación artesanal se realiza aportando una cantidad de agua equivalente a tres o cuatro veces el peso de la cal viva, con ello se consigue cal en pasta y al agregar una cantidad mayor de agua, se obtiene lechada de cal (Imagen 2).¹¹

NOMBRE	FORMULA	NOMBRE QUÍMICO	PROCESO	PRODUCTO
Piedra Caliza	CaCO_3	Carbonato de Calcio	CALCINADO	Cal Viva Aérea Hidráulica
Cal Viva	CaO	Óxido de Calcio	HIDRATADO	Cal Apagada
Cal Apagada	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Hidróxido de calcio		Polvo Pasta

Imagen 2. Relación estado natural y nombre químico, proceso-producto de la cal. 2019.

⁹ Rosario Tovar Alcázar, 2016, op.cit. p. 28.

¹⁰ Ignacio Gárate Rojas, 2013, op. cit. p. 107.

¹¹ Mónica Martín Sisi, et al, 1998, op. cit. p. 21.

1ra PARTE

LA HACIENDA

CALERA DE APAXCO.

A landscape photograph with a stone wall in the foreground, a large cactus silhouette on the left, and a hill in the background under a clear blue sky.

CAPÍTULO 1

**DE APATZTLI A APAXCO,
UN TRIBUTO DE CAL.**

Apaxco se deriva de atl, que significa “agua” y patzca, que significa “exprimir”, por lo que se interpreta como “lugar donde se exprime o escurre el agua”¹². En la bibliografía y archivos históricos, se observa que el nombre del municipio de Apatztli, del otomí, se castellanizó en Apasco, Hapazco, Apazco hasta finalizar en Apaxco, como se le conoce hoy en día. Para conocer el origen de éste municipio, abordaré antecedentes prehispánicos sobre su transformación y conformación territorial, la relación que existió entre los señoríos prehispánicos y su situación productiva en el ámbito tributario desde la época prehispánica hasta la época colonial. Esto con la finalidad de descifrar la razón por la que en éste poblado se emplazó la industria calera.

A partir de lo anterior, plantearé la relación entre territorio, industria y arquitectura del actual municipio y la Hacienda Calera de Apaxco.

Entender el pasado para conocer y entender el presente; una frase trillada pero común y necesaria. Profundizar y desarrollar las relaciones mencionadas anteriormente, tiene como objetivo brindar información general que determine los antecedentes históricos que vinculan la transformación territorial y la industria

¹² Servicio Geológico Mexicano y Fideicomiso de Fomento Minero (SGM y FIFOMI), *Inventario físico de los recursos minerales del municipio de Apaxco, Estado de México*, Toluca, SGM y FIFOMI, 2007, p. 9.

calera. ¿Hasta dónde queremos conocer el pasado? La retrospectiva determinará a dónde queremos llegar para conocer el porqué de los hechos.

Teotlalpan y su estructura tributaria.

Este capítulo no trata de profundizar desde el ámbito historicista el origen de la región del norte del Valle de México, tiene como objetivo dar un acercamiento a los antecedentes territoriales para conocer el origen y la ubicación del poblado de Apaxco. La autora Emma Pérez Rocha, ha estudiado el dominio y extensión territorial del Tlacopan¹³. Apoyada en diferentes archivos históricos, realizó un listado de los distintos pueblos sometidos a ésta jurisdicción y determino la relación geográfica de la prefectura perteneciente al señorío Tlacopan en la región Tepaneca (Imagen 3)¹⁴, donde Apaxco es mencionado en distintos códices, y se vislumbra su función de

¹³ Nombre náhuatl de Tacuba, fue uno de los tres señoríos perteneciente a la última Triple Alianza. Tenochtitlan, Texcoco y Tlacopan eran las tres ciudades del estado mesoamericano que gobernó el Valle de México, desde 1428 hasta 1521 con la caída del imperio mexica en manos de los conquistadores españoles. Consultado en <https://www.historiademexico.info/2018/05/triple-alianza-tenochtitlan-texcoco-tlacopan.html>

¹⁴ Área poblada por distintos grupos étnicos en la cuenca del Valle de México. Consultado en <https://pueblosoriginarios.com/meso/valle/tepaneca/tepaneca.html>

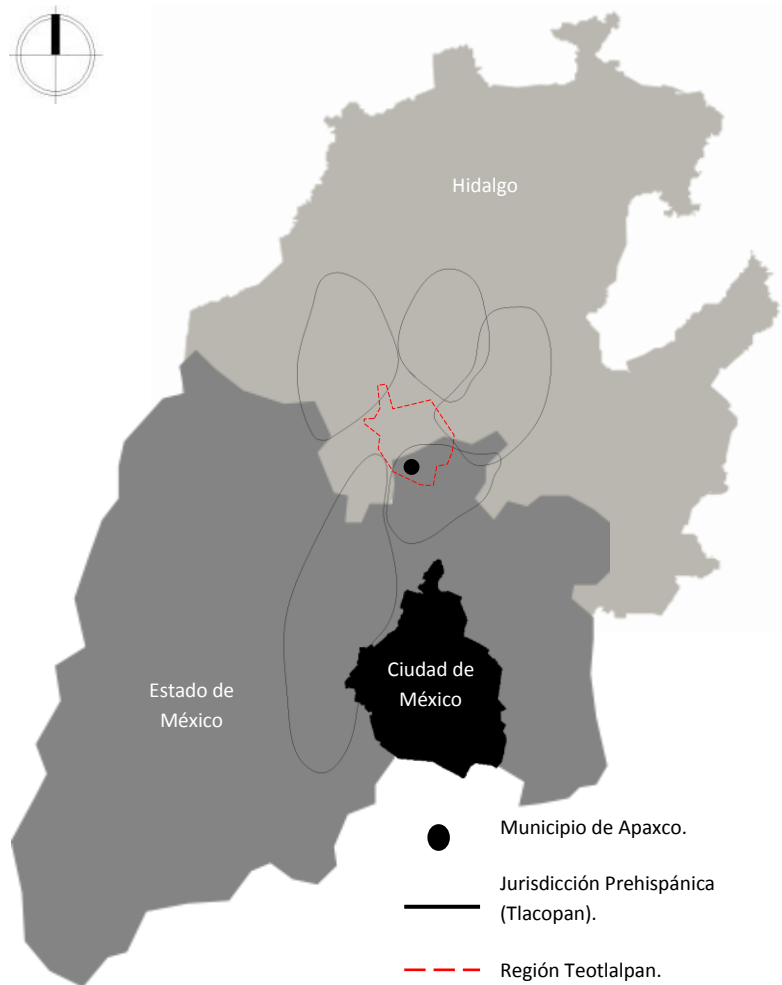


Imagen 3. Superposición de la jurisdicción de Tlacopan, los poblados subordinados tributaban al Señorío. Redibujado con base en Pérez Rocha, Emma. (2016) p. 34.

distrito militar bajo el poderío mexica, a quien realizaba tributo junto con otras provincias de la región.¹⁵

Definir los límites geográficos del norte del Valle de México en la época prehispánica podría ser un poco confuso, pero algunos autores han tratado de delimitar la zona norte llamada Valle de Teotlalpan. En la Imagen 4, se observa su delimitación geográfica, en su zona meridional se localiza Apaxco.¹⁶ A lo largo de toda la región norte de la cuenca del Valle de México se localizaba la frontera de una gran civilización poblada en su mayoría por otomíes y chichimecas, había veinte o más estados indígenas distribuidos en tres provincias tributarias. En el siglo XVI el área se llamaba Teotlalpan, posteriormente recibió el nombre del Valle del Mezquital.¹⁷

Apaxco fue un poblado prehispánico de origen otomí, localizado al norte del Valle de México, ubicado en el Valle de Teotlalpan. Dentro de ésta demarcación existieron provincias tributarias que eran las que formaban el núcleo de la región Tepaneca. Estas provincias eran Hueyпочtlan, Axocopan,

¹⁵ Emma Pérez Rocha, *La tierra y el hombre en la Villa de Tacuba durante la época colonial*, D.F. México. Secretaria de Cultura, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2016, pp. 25-27.

¹⁶ Vladimira Palma Linares, *La Teotlalpan, tierra de los dioses: la etnicidad entre los otomíes*, D.F. México. Primer Círculo, 2010, p. 85.

¹⁷ Peter Gerhard, *Geografía histórica de la Nueva España 1519-1821*. D.F. México. Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 2001, p. 304

Atotonilco, Xilotepec, Cahuacán y Xocotitlán¹⁸. Por otro lado, existieron unidades administrativas gubernamentales con sus respectivos distritos o pueblos subordinados, entre este segundo grupo se localizaba Apaxco.¹⁹ Como ya se mencionó, el sitio de estudio tuvo la importancia de ser un distrito militar, que a su vez estaba conformado por provincias tributarias de carácter estatal; es decir, tributaban a Tlacopan²⁰, mientras que Tequixquiac,

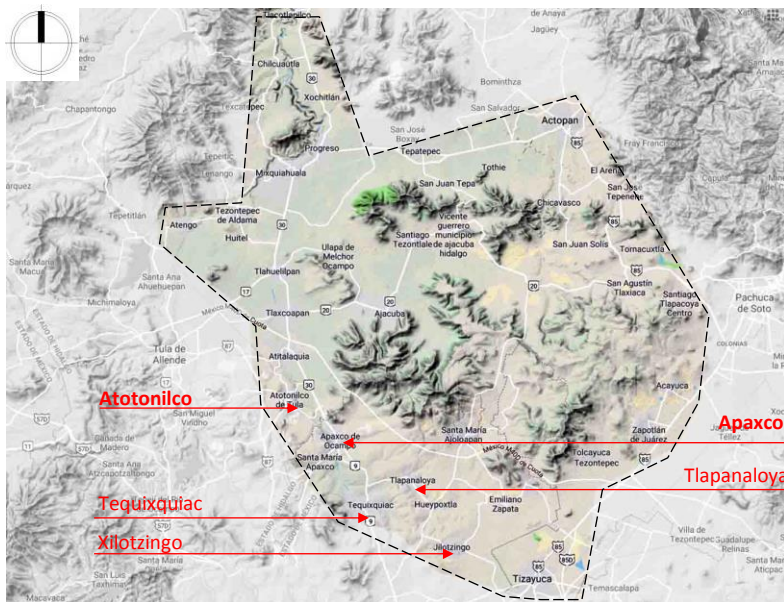


Imagen 4, Localización de la Provincia Imperial Atotonilco, unidad gubernamental Apaxco y sus distritos tributarios con relación al Valle Teotlalpan. Consultado en Vladimira, (2010), p. 85. Tomado de Google Maps.

¹⁸ Pérez Rocha, E. (2016), op. cit., p. 26.

¹⁹ Ídem.

²⁰ Ídem.

Xilotzingo y Tlapanaloya se encontraban sujetas a Apaxco.²¹

Todos los pueblos mencionados formaban una sociedad tributaria en la que se explotaba el material localizado en el suelo en que se asentaban desde época prehispánica.

En el Valle de Teotlalpan se localizan yacimientos de roca sedimentaria en formaciones orográficas de piedra caliza inexistente en el Valle de México. Ricos afloramientos de materia calcárea que brindaron reconocimiento a esta zona como región de las caleras, donde diversas poblaciones se asentaron estratégicamente para acceder y controlar el recurso.

Los asentamientos cercanos a los yacimientos de piedra caliza tuvieron como principal objetivo explotarla para elaborar la cal y posteriormente enviarla a las grandes ciudades, Teotihuacán fue una de las primeras evidencias de explotación (desde sus inicios en 2500 a.C. hasta su apogeo en 600 d. C.,²² seguida de las culturas Tolteca y Mexica; lo que indica que la explotación de la cal fue una actividad fundamental en la economía prehispánica.²³

²¹ Vladimira Palma Linares, *Historia de la producción de la cal en el norte de la cuenca de México*, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva Vol. 16:3, Toluca, Estado de México, CIENCIA Ergo-Sum, 2017, pp. 227 y 228.

Consultado en <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7083>.

²² Ídem.

²³ Ídem.

Explicar la relación territorial tiene como objeto entender el destino del tributo de Apaxco. Las características geológicas en las que se ubicaba el poblado justifican que la cal fuera la principal materia tributada por este distrito y que sirvió en la construcción de la ciudad de Tenochtitlan. El tributo formó parte de la estructura política y social, motivo que justificaba la alta demanda del material.²⁴

La producción de la cal tributada se agrupaba en la provincia de Atotonilco y posteriormente era enviada a Tlacopan,²⁵ algunos otros tributos que se realizaban, consistían en mantas, armas, escudos, maíz, chía, frijol y huautli (Imagen 5 y 7).²⁶

En los códices se representaba la cal en envolturas hechas de materiales orgánicos a manera de tepetates, lo que le permitía ir perfectamente protegida de las lluvias y otras inclemencias climáticas.²⁷

Atotonilco [...] se localizaban justo al norte del Valle de México. Esta alta y fría

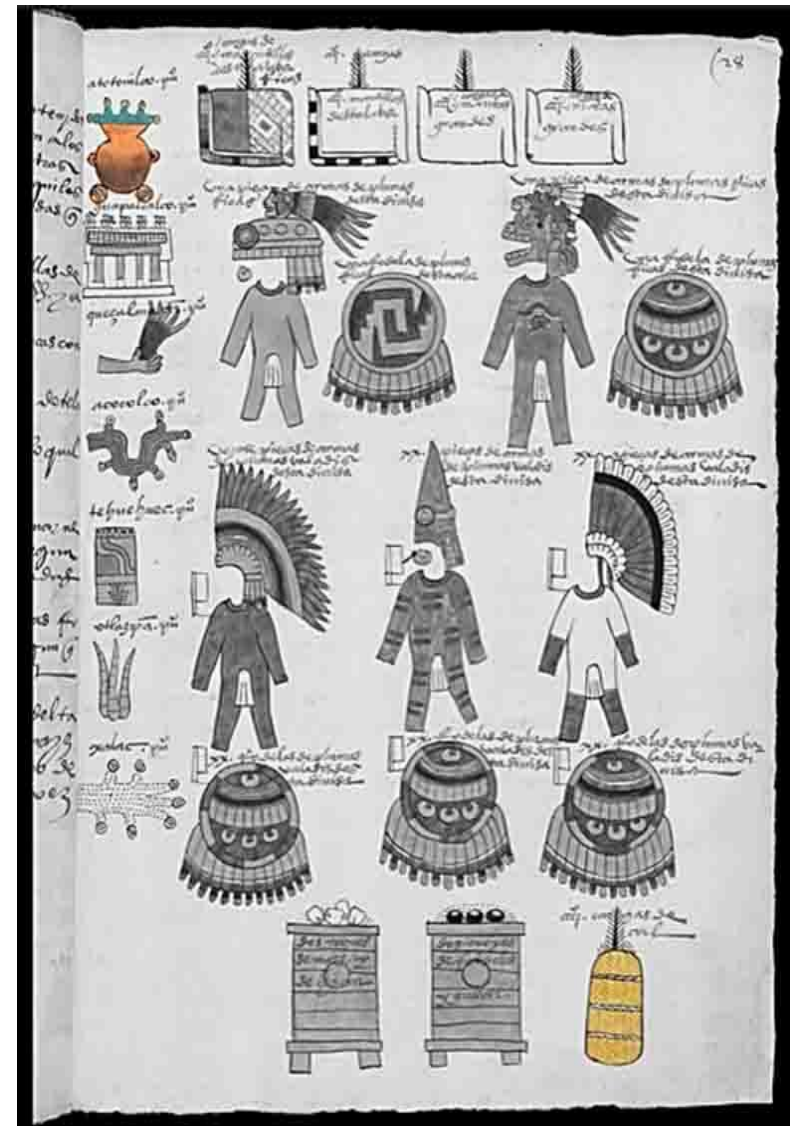


Imagen 5. En el folio se observa el topónimo de la provincia tributaria de Atotonilco, quien recibía cal de Apaxco y pictograma de la carga de cal que se enviaba cada seis meses. Tomado de <https://www.codicemendoza.inah.gob.mx/index.php?lang=spanish>

²⁴ Otro de los principales usos que le dieron las culturas mesoamericanas, fue la nixtamalización del maíz, proceso de pre cocción que permite desprender los almidones y proteínas del grano seco de maíz para obtener la masa. Véase en Palma, V. (2009) p.229.

²⁵ Matrícula de Tributos, folio 28, (2014) Edición digital del Códice Mendoza. Véase en <https://www.codicemendoza.inah.gob.mx/index.php?lang=spanish>

²⁶ Ídem.

²⁷ Vladimira Palma Linares, (2017), op. cit. p. 231.

región experimentaba relativamente poca lluvia. [...] La irrigación también era practicada en Otlazpan, y las tierras de agricultura de aquí eran generalmente fértiles. Con su alto y seco paisaje, era una fuente notable de cal. Atotonilco era un centro otomí y el idioma predominante de la región era el otomí y su pariente el mazahua. Había hablantes de náhuatl en el área, sin embargo, los residentes de Otlazpan eran náhuatl y otomíes [...].²⁸

El Códice Mendocino es una fuente histórica que data de 1540, su contenido confirma la importancia de la cal y su producción a gran escala: 400 cargas tributadas a la Triple Alianza.

La cal se tributaba cada seis meses, además de Tepeaca, Atotonilco era la única provincia que pagaba tributo con cal, que estaba disponible localmente. La cal se usaba mucho en el México central,

para la construcción, preparación de alimentos y curaciones [...].²⁹

Una carga de cal en el periodo colonial equivalía a 4 fanegas, las cuales a su vez, representaban un costal entre 50-80 kg.³⁰ Aproximadamente 80 toneladas de cal eran tributadas semestralmente, por lo que las provincias tributarias debían contar con la infraestructura necesaria para producir dicha cantidad de cal para el abastecimiento local e imperial. Igualmente, existe la posibilidad de que la caliza se enviara en bruto y posteriormente se le diera tratamiento *in situ*, lo que



Imagen 6. Imagen digital del Valle de México, 1521. Localización aproximada entre Atotonilco, provincia tributaria donde se recolectaba la cal de Apaxco para los señoríos de la Triple Alianza. Véase <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/cultura/patrimonio/2015/10/30/proponen-nuevo-origen-de-tenochcas-y-tlatelolcas>

²⁹ Ídem.

³⁰ Glosario. Fanega. (2019). Boletín Agrario. Véase en <https://boletinagrario.com/ap-6,fanega,403.html>

²⁸ Matrícula de Tributos, folio 28, (2014) Edición digital del Códice Mendoza

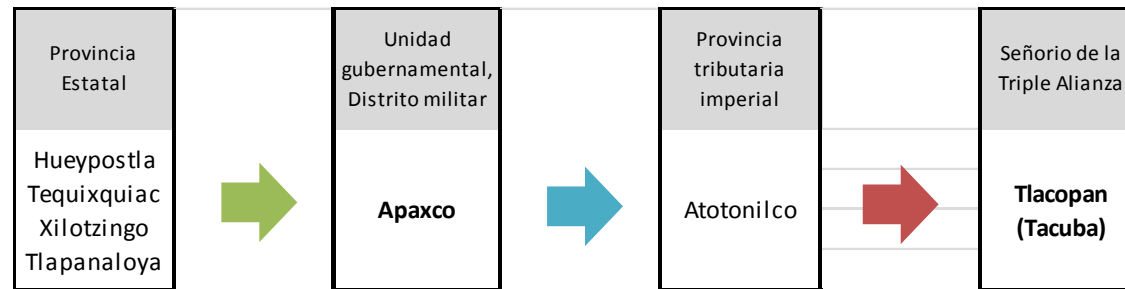


Imagen 7. Diagrama de relación y orden tributario entre las provincias estatales de Apaxco hasta llegar al señorío en el Valle de México. Con base en Palma Linares, Vladimira. (2010), Pérez Rocha, E. (2016), y Edición digital del Códice Mendoza.

pudo haber hecho más factible su tributo.

Para transportar la cal desde Atotonilco hasta Tacuba se necesitó de una vasta infraestructura vial a fin de recorrer los 75 km que las separan (Imagen 6). El lago de Zumpango era el cuerpo lacustre más cercano a la región de las caleras y se conectaba al sistema de lagos (principalmente al gran lago de Texcoco), el cual era aprovechado como ruta navegable dentro de la cuenca de México y permitía recolectar todos los tributos traídos a la ciudad azteca.

La propiedad; hacia la morfología urbana colonial.

Hasta el momento, se ha expuesto el interés de la cal por las culturas prehispánicas, su explotación en la región de las caleras y su traslado hasta el imperio azteca, donde el tributo era el

sistema político y social, y el cual retomarían los españoles posteriormente.

Con el inicio de la conquista y la caída del imperio mexica, el tributo fue una práctica que pasó a manos de la Corona Española. Apaxco debía de continuar tributando y produciendo cal, por lo que entró al sistema de Encomienda y mediante nuevos cabildos y congregaciones se presentaron nuevos cambios y ordenamientos territoriales; con lo que se fundó un nuevo pueblo y así inició la transformación urbana, arquitectónica y territorial del poblado de Apaxco. El encomendero tenía las obligaciones militares, públicas y

religiosas de convertir a los indígenas al cristianismo, con esto se pretendía facilitar la recolección del tributo.³¹

Durante la época virreinal, existieron tres tipos principales de poblaciones: las aldeas, los pueblos y las ciudades. La realeza otorgaba títulos de propiedad, también llamados títulos primordiales, los cuales eran documentos que la Corona o las autoridades novohispanas expedían para otorgar la propiedad de indios, a los particulares y a los caciques indígenas locales. Con los títulos primordiales se establecieron los mecanismos legales para iniciar la distribución de tierras, fueron las primeras formas de titular las tierras para emprender una empresa de descubrimiento, conquista y colonización. Los méritos del jefe de expedición eran recompensados con la donación de grandes extensiones de tierra, la cual podría repartir entre sus soldados acompañantes, con la condición de que se trabajaran durante algunos años.³²

La transformación territorial se dará con los nuevos títulos reales y mercedes de tierras de los cuales existieron cuatro

³¹ Carlos Chanfón Olmos, (coord.), *Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos, Volumen II: El Periodo Virreinal, Tomo I El encuentro de dos universos culturales*, D.F. México. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fondo de Cultura Económica, 1997. p. 113.

³² Regina Olmedo Gaxiola, *Catálogo de documentos históricos del Archivo General Agrario Vol. 1, Colección Agraria*, D. F. México. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, CIESAS, 2001, pp. 22 y 23

tipos: el fundo legal, los ejidos, las tierras de común repartimiento y las tierras de propios. Para dotar de tierras necesarias a los pueblos de indios, desde 1567 se estableció una ordenanza emitida por el virrey Marqués de Falces, que posteriormente sería llamada “fundo legal”. Consistía en una extensión territorial medida hacia los cuatro puntos cardinales con pleno derecho de los miembros de los pueblos de indios. Originalmente debía de ser de 500 varas por los cuatro vientos, el centro era representado a partir de la iglesia del pueblo, esta cifra sería cambiada en una cédula real del 4 de junio de 1687 pasando a ser de 600 varas, medida a partir de las últimas casas del poblado.³³

Las tierras se repartían entre los encomenderos y caciques gobernantes, lo que comenzó una nueva morfología urbana,³⁴ donde se pensaba que mientras los indios tuvieran tierras que cultivar, podrían cubrir sus cargas tributarias para satisfacer las demandas de los europeos.

Fue a partir de 1530 que el gobierno español trató de concentrar a los indios en el poblado, medida que tenía la finalidad de ejercer un mayor control sobre ellos para facilitar su

³³ *Ibidem.* p. 26.

³⁴ Olmedo Gaxiola, Vol. 2. op. cit. p. 18.

fuerza de trabajo y evangelización.³⁵ Caciques tlaxcaltecas congregados y hermanados con españoles fundaron el pueblo con el nombre de San Francisco Apaxco, una Real Merced fechada en el año de 1554, dada por el virrey Luis de Velasco, quien otorgó las tierras para su fundación, junto a todas las actividades agrarias y religiosas. La explotación de la piedra caliza continuó sirviendo para producir cal y ser tributada.³⁶

“[...] pretendemos fundar este pueblo y para eso tenemos dispuesto paraje señalado y le nombramos “Apaztle” en nuestra lengua vulgar y señalado para patrón al señor San Francisco [...], nos haga merced y concedemos la fundación de dicho pueblo”.³⁷

Fue la Real Merced quien dictó la construcción de todo el equipamiento urbano necesario para el nuevo pueblo. Las casas de los principales eran de la misma forma que en la Nueva España, de cal y canto. Las casas de los indios, labradores y

plebeyos eran pequeñas y bajas con paredes no muy anchas, únicamente contaban con aposentos para dormir y en medio un fogón para cocinar.³⁸ No existió un monasterio de frailes, pero sí una iglesia para la congregación de los indígenas, la cual se terminó de construir en el año de 1574 y fue un pequeño establecimiento de adobe con techo plano.³⁹ Fue para entonces, que el pueblo estaría conformado urbanamente y organizado territorialmente. Se hace mención de dicha organización en las diligencias de 7 de enero de 1554.

“[...] las mercedes que demandan otorgándoles la fundación de su pueblo [...] fincar su iglesia, casa de comunidad, cárcel y todo lo demás que compone pueblo recoger y medir las tierras que se le había de adjudicar por razón del pueblo y así que trajeran un cordel para medir según real ordenanza, [...] tomando por centro la medianía que es en donde está la capilla y ha de ser la iglesia, se tomó el viento del oriente subiendo por unas

³⁵ Gisela Von Wobeser, *La formación de la hacienda en la época colonial. El uso de la tierra y el agua*. D.F. México. Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 1983, p. 16

³⁶ Orden Jurídico Nacional, 2004, *Acta de Fundación, San Francisco Apaxco. Dependiente de la Villa de Guepuztla*, Merced dada por Don Luis de Velasco, segundo virrey de la Nueva España. p. 4. Consultado en <https://studylib.es/doc/7224062/san-francisco-apaxco---orden-jur%C3%ADdico-nacional>

³⁷ *Ibidem*. p. 6.

³⁸ Rene Acuña, *Relaciones geográficas del siglo XVI: México, Tomo Primero*. D.F. México. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, 1985, p. 65.

³⁹ George Kubler, *Arquitectura mexicana del siglo XVI*. D.F. México. Fondo de Cultura Económica, 2012, p. 258

lomas [...] hubo del centro hasta la ladera
ciento dos cordeles de cincuenta varas
cada uno, que componen cinco mil
quinientos cincuenta varas y
corresponden a una legua y de ahí
volvimos para el centro de dicha capilla y
de allí tomamos para el norte al pie de un
cerro pelado y calizo [...] a pie de pasamos
con la media habiendo medido siendo dos
cordeles de cincuenta varas cada uno, que
componen cinco mil quinientos cincuenta
varas, estas tierras pueden gozar
libremente de ellas. [...] el viento del
poniente, pasando el rio subimos por un
cerrillo pelado que queda enfrente del
pueblo pasado del camino que viene de
México sobre una loma que le nombran
Santa María, lindan estas tierras con las
del pueblo de Santiago Atotonilco”.⁴⁰
(Imagen 8).

Las Cédulas de Felipe II en 1573, cuyo nombre completo es el
*de Ordenanzas de descubrimiento, nueva población y pacificación
de Indias*, contienen las indicaciones para la ubicación de
poblaciones, la estructura urbana con base en barrios, las plazas,
el equipamiento urbano, trazo y ancho de vialidades y normas
para ubicar la iglesia. Cabe señalar que al momento de la
expedición de las Cédulas Reales, ya estaban fundados la mayoría
de ciudades y pueblos de la Nueva España.⁴¹ Estos principios eran
aceptados en la ciencia urbanística del Renacimiento, pero su
aplicación en todo el Nuevo Continente parecía desmesurada. La
Ordenanza número 112 menciona la proporción rectangular de la
plaza mayor donde se ha de comenzar la población, la ordenanza
que le sigue establece para la plaza una medida mínima de 200 x
300 pies y máxima de 530x800 pies, conservando siempre la
misma relación.⁴² Si las características de ese nuevo tipo de
asentamiento debían identificarse como ciudades renacentistas.
La planeación de espacios, la escala, el centralismo, la apertura y
la ortogonalidad, fueron sus principales características y existían
ya en América, muchos siglos antes de la invasión europea.⁴³

⁴⁰ Orden Jurídico Nacional, (2004), op. cit. p. 6.

⁴¹ Carlos Chanfón Olmos, (coord.), (1997), op. cit. p. 216 y 217.

⁴² Claudio Favier Orendain, *Ruinas de utopía, San Juan de Tlayacapan: espacio y tiempo en el encuentro de dos cultura*, D.F. México. Fondo de Cultura Económica. 2004, p.256.

⁴³ Carlos Chanfón Olmos, (coord.), (1997), op. cit. p. 200.

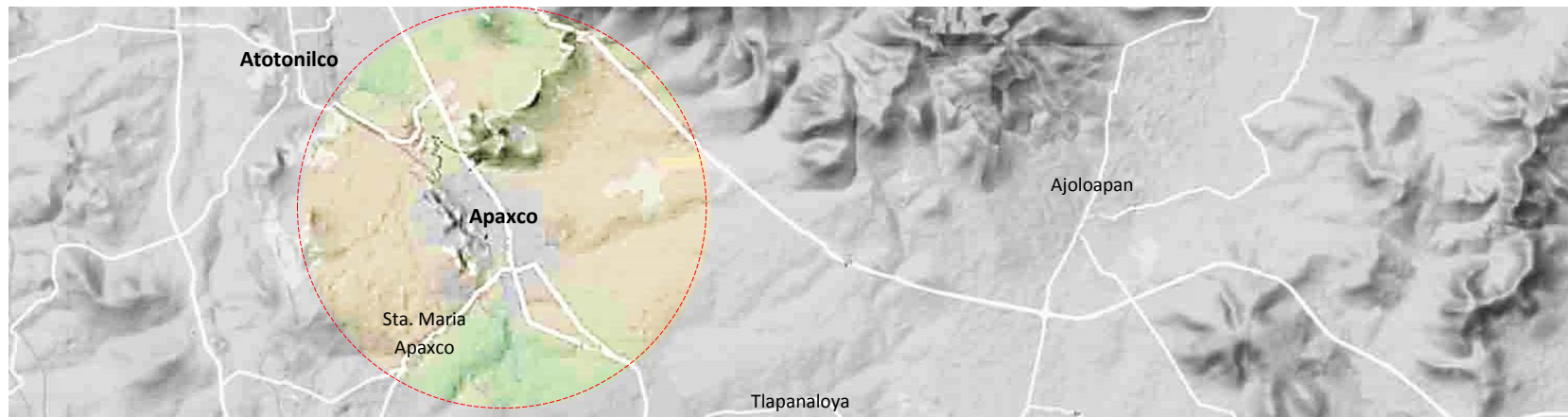


Imagen 8. Mapa del territorio de Apaxco, el diámetro contrastante de 4.19 km =1 legua (Wobeser, 2004). El diámetro representa el territorio otorgado por el virrey para la fundación del pueblo San Francisco Apaxco, con base Acta de Fundación del Pueblo. Tomado de Google Maps.

Así es como se comenzó la nueva traza urbana en el municipio de Apaxco, sin restar importancia a los asentamientos prehispánicos pero sí jerarquizando el urbanismo colonial con equipamiento urbano. La urbanización con base en las Ordenanzas de Felipe II, comenzó a verse reflejada en la conformación del pueblo, desde la traza de damero ligada al fundo legal, hasta la plaza civil junto al templo de San Francisco Apaxco, dejando los asentamientos y barrios de indios en las periferias del municipio.

Retomando las fechas anteriores, se observa que en un periodo de 40 años entre 1530, año en el que se encomienda al municipio, y 1574, fecha de construcción del Templo, éste sitio ya comenzaba a tomar importancia para la Corona por la

explotación y producción de cal, además parte de los tributos iban a destinatarios particulares todavía hasta 1688. Para 1570 había 1210 tributarios indígenas, la mitad murió en la epidemia de 1576-1581⁴⁴. Alrededor de lo que hoy es la Cabecera Municipal de Apaxco (Imagen 9) aún se localizan pequeños barrios y colonias pertenecientes a éste mismo municipio. Éstas eran las comunidades de indios emplazadas desde la época prehispánica. Con la llegada de los españoles se impuso el esquema urbano de centralización de los servicios. La conformación del municipio se ha mantenido hasta la actualidad, afortunadamente no ha habido un crecimiento demográfico que demande y desconfigure la morfología urbana colonial.

⁴⁴ Peter Gerhard, (2001), op. cit. p. 307

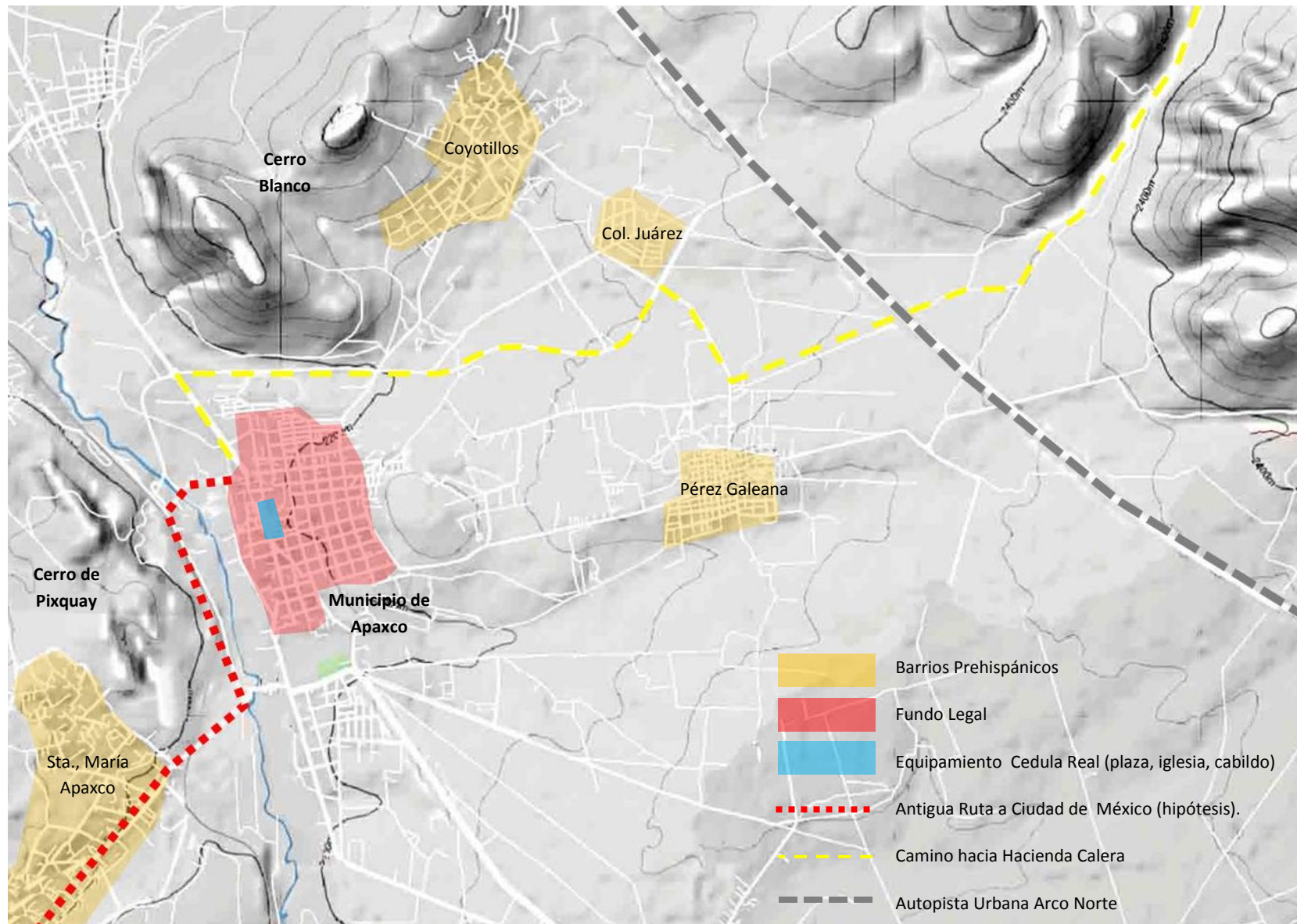


Imagen 9. Configuración urbana actual del municipio de Apaxco. la cabecera municipal conserva el trazo urbano de damero típico en los pueblos fundados durante la colonización. De acuerdo a la traza urbana de Sta, Maria y Coyotillos, estos fueron posiblemente los primeros dos sujetos al distrito. Vease en Acuña, R. (2018), p. 65. Tomado de Google Maps.

El poder político prehispánico dejó de existir y se cambió a la nueva jurisdicción colonial, la cual dividía los poblados de Apaxco junto con Atotonilco, Tlapanaloya y Tlemaco, a cargo del corregimiento de Atitalaquia (Imagen 10).⁴⁵ Éste cambio, basado en el sistema de Encomienda, recolectaba el tributo de cal; dando inicio a las nuevas empresas coloniales de producción de cal.

A fines del siglo XVI, una expedición de la Cédula Real emitida en 1591 por el rey Felipe II, ordenó que todas las tierras baldías que no hubieran sido concedidas mediante títulos, fueran reintegradas a la Corona⁴⁶, se pusieran a la venta los terrenos y que los compradores fueran encomenderos, colonos, burócratas, comerciantes y mineros que con el paso del tiempo se convirtieron en grandes propietarios. Este hecho dio comienzo a la transformación territorial empresarial basada en haciendas, lo que llevó a disputas y explotación de los indios hasta el siglo XVIII. La hacienda se desarrolló a tal punto que muchos pueblos se encontraron cercados por las tierras de las grandes propiedades en manos de los hacendados (Imagen 11 y 14).

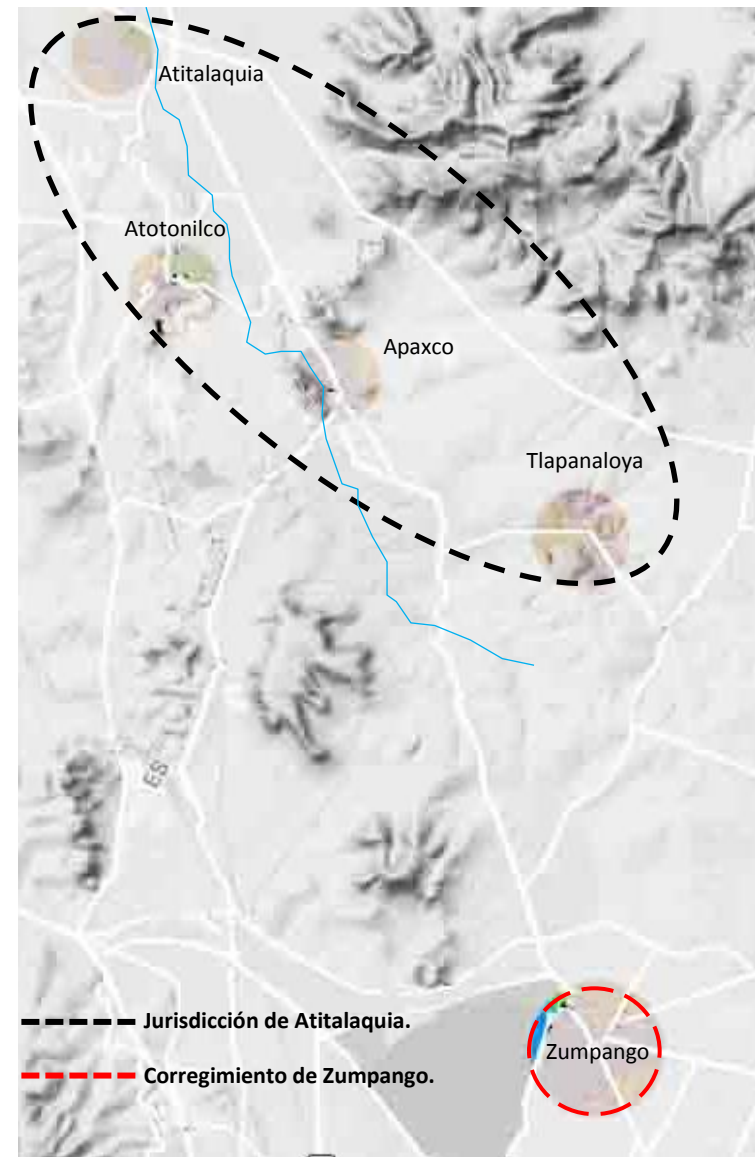


Imagen 10. Jurisdicción virreinal del distrito de Atitalaquia fundación de nuevos poblados a manos de encomenderos. Con base en Acuña, Rene. (1985), p. 57. Tomada de Google Maps.

⁴⁵ René Acuña, (1985), op. cit. p. 57

⁴⁶ Regina Olmedo Gaxiola, (2001), op. cit. p. 20.

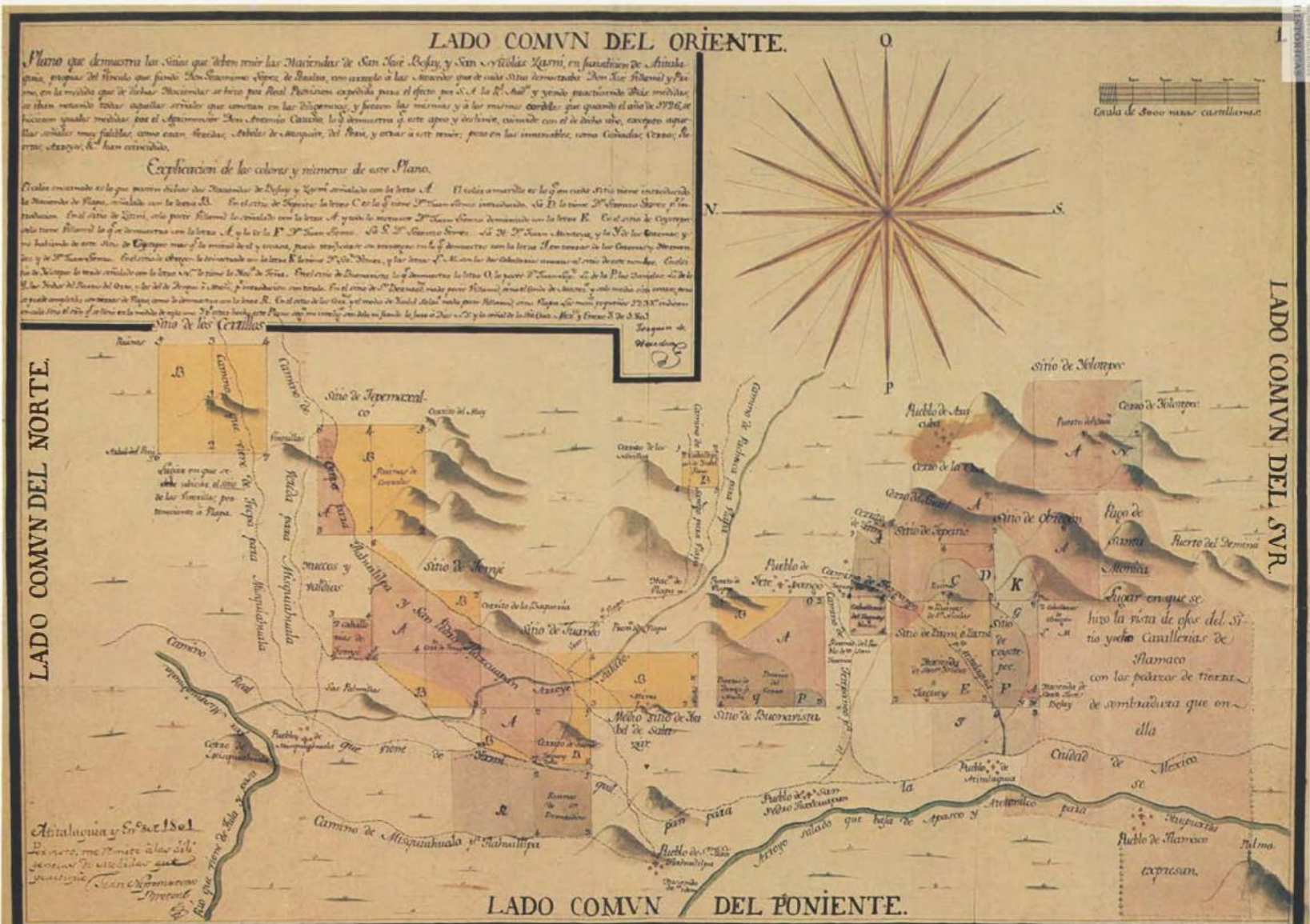


Imagen 11. (1801) Haciendas de San José Borja y San Nicolás Zasní, Atitalaquia, Hidalgo Este mapa abarca una amplia extensión de la zona de Atitalaquia. Ésta región se convirtió a partir de la segunda mitad del siglo XVIII en la principal zona pulquera del país, ya que su aridez su clima y la composición de sus suelos brindaban las condiciones ideales para el desarrollo del maguey, del lado poniente atraviesa el río Salado que cruza Apaxco y llega hasta Tequiquiac. Tomado de von Wobeser, (1989), p. 156.

El hacendado de Apaxco, las primeras empresas.

La industria calera en México es una de las más antiguas, el aprovechamiento de la cal es anterior a la época colonial. En los primeros años de la Colonia, el uso de la cal se intensificó a causa de las construcciones, lo que provocó el aumento de la población y el nacimiento de nuevas ciudades. En aquel entonces, el mortero de cal era el único material que se usaba para unir tabiques y piedras, aplanar de paredes, cimientos, columnas, etc.⁴⁷ Se puede decir que los primeros industriales de éste producto fueron los españoles, quienes lo introdujeron al país con un sistema muy rudimentario para la transformación de la piedra caliza, método que consistía en la construcción de un pequeño horno de cal en la ladera a pie de cantera para su abastecimiento, dichos hornos se recubrían con tabique común o piedra braza.⁴⁸

Una nueva conformación territorial se estableció en el siglo XVI y las haciendas iniciaron la explotación de los recursos naturales y la mano de obra indígena para cubrir la demanda tributaria de los españoles. A partir de la segunda mitad del siglo XVI, estas unidades productivas se expandieron y una vez

⁴⁷ Daniel Castro Fernández, *Diseño de un horno de cal (tesis de licenciatura)*. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, 1945, pp. 2 y 3.

⁴⁸ Ídem.

consolidadas se transformaron en haciendas. El término hacienda se empezó a utilizar para referirse a cuando una estancia o labor había logrado extender sus tierras, construir un casco, crecer el número de trabajadores y aumentar su producción.⁴⁹

La principal característica estructural de las haciendas era el dominio sobre los recursos naturales, la fuerza de trabajo y los mercados de determinada región.⁵⁰ Un aspecto fundamental para su consolidación fue la regularización de los títulos de propiedad ya que sucedía que muchos terrenos carecían de títulos o dos o más personas tenían documentos del mismo predio, lo que provocó litigios y alegatos a finales del siglo XIX debido al rudimentario sistema que se utilizó para repartir las tierras desde el siglo XVI. Los indios tenían el derecho de seguir explotando las tierras que les pertenecían desde antes de la conquista, sin embargo, se cometieron abusos y malos entendidos que provocaron problemas en la propiedad.⁵¹

Los hacendados explotaban los recursos naturales de propiedad comunal de los indios desde épocas ancestrales, sin

⁴⁹ Gisela von Wobeser, *La hacienda azucarera en la época colonial, segunda edición*, D.F. México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 2004, p. 64.

⁵⁰ Ídem.

⁵¹ Gisela von Wobeser, (1983), op. cit. pp. 100 y 101.

embargo, en la mayoría de los casos se les privó de su explotación y fueron forzados a trabajar con bajos salarios. Las haciendas se enriquecían mediante estos factores consiguiendo grandes producciones; posiblemente los indios principales de cada comunidad tuvieron caleras propias y el resto de los pobladores compartieron los yacimientos de calizas y las caleras.⁵²

Fue tanto el producto tributado que la cal llegó a ser escasa y a la vez perjudicial para algunos encomenderos, en el corregimiento de Zumpango al norte de la Cuenca del Valle de México, a 25 km de Apaxco, se menciona la cal tributada para la construcción de la iglesia de Santo Domingo en la ciudad de México.

[...] le han mandado dar la cal del pueblo de Zumpango que es el tributo que recibe, para las obras de la ciudad de México; razona que hay otros pueblos en que se puede repartir la cal, y sería justo que los pueblos la diesen a precio razonable; porque de otra manera, no

dan más que ese tributo, el encomendero queda sin recursos para sostener su casa y persona [...] si no la da los oidores le quitarán dicho pueblo, como lo hacían con otros pueblos encomendados que no querían hacer lo que se les mandaba, [...] la cal tomada de Zumpango no se le pagaba, si se le hace dar toda la que necesitan en las obras, se quedara sin tributo; cerca de Zumpango hay otros pueblos que producen cal y la dan de tributo a sus encomenderos, como son Tepozcolula, Apazco, Taliaco, Xara y otros. Zumpango no podía abastecer la cal necesaria para las obras de iglesias, monasterios y caño del agua de la Casa Real [...] ⁵³

Desde 1531 se hace mención a los servicios del encomendero de Zumpango tributando cal, lo que indica la posible aparición de las primeras empresas caleras en la colonia temprana, aunque no existe en Zumpango alguna formación orográfica de roca

⁵² Vladimira Palma Linares, (2017), op. cit., p.233.
Consultado en <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7083>.

⁵³ Silvio Zavala, *El servicio personal de los indios en la Nueva España 1521 - 1550: tomo I*. D.F. México. Centro de estudios históricos, El Colegio de México, COLMEX, 1984, p. 499.

sedimentaria, los sujetos a la jurisdicción de Zumpango provisionaban de cal al encomendero para ser tributada la cual era extraída desde la región de las caleras.

En las Relaciones Geográficas del siglo XVI aparece otra cita que menciona la producción de cal durante las primeras décadas del siglo XVI en el municipio de Tlapanaloya, que estaba sujeto a la jurisdicción del corregimiento de Atitalaquia, al igual que Apaxco.

[...] Tlapanaloya, que significa piedra de cal quebrada, tomó nombre por los cerros que hay en este dicho pueblo de mucha piedra menuda de cal. Hay, en los términos de este pueblo españoles vecinos de México, que tienen caleras, la cual es aprovechada ya que se gasta mucha cal en edificios que en México se hacen. Tienen también los Padres de Nombre de Jesús, unas caleras en términos de este pueblo de Tlapanaloya.⁵⁴

⁵⁴ René Acuña, (1985), op. cit. p. 57

En el poblado de Hueypoxtla, localizado a 15 km de Apaxco, el encomendero pagaba con ocho hornos de cal para producir 200 cargas y las enviaba a la ciudad de México.⁵⁵ El aprovechamiento de la piedra caliza para producir cal se convirtió en una industria muy importante en el siglo XVI, los españoles comerciantes de cal establecieron un activo comercio, para el que los habitantes de los pueblos cercanos, como Jilotzingo, compraban la piedra caliza en Hueypoxtla, y la calcinaban con leña.⁵⁶ Con el crecimiento de las haciendas en la región existieron convenios entre los indios y hacendados para extraer piedra caliza, tal es el caso entre los habitantes de Hueypoxtla y la Hacienda Casa



Imagen 12. Estado actual, portada del casco de la Hacienda Casa Blanca, Hueypoxtla, Edomex. Tomado de Google Maps: Street view.

⁵⁵ Vladimira Palma Linares, (2017), op. cit., p.233.

⁵⁶ Servicio Geológico Mexicano y Fideicomiso de Fomento Minero. *Inventario físico de los recursos minerales del Municipio Hueypoxtla, Estado de Méxic.*, Toluca, Estado de Mexico, SGM y FIFOMI, 2007, pág. 10. Consultado en https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/InventariosMinerosWeb/T1507AALU00_02_01.PDF

Blanca (Imagen 12), convenios que duraron desde el inicio de la hacienda en el siglo XVI hasta el siglo XX.

Las haciendas de San Juan Bautista Casa Blanca, Temoaya y Jilotzingo, fueron propiedad del Colegio de San Francisco Javier de Tepetzotlán, por lo que los jesuitas llegaron a ejercer un dominio sobre la zona.⁵⁷ Otras haciendas con convenios entre los indios fueron las de Santa María Ajoloapan y la Hacienda de Temoaya, la cual se encontraba localizada cerca de las canteras y contaba con hornos de cal (Imagen 13 y 14).



Imagen 13. Horno antiguo de cal, es probable que haya sido construido a finales de la época colonial. Se localiza en un lugar conocido como Las Palomas. Al fondo se ve la cima del cerro Picacho. Tomado de FIFOMI Hueycoxtila, 2007, p. 11.

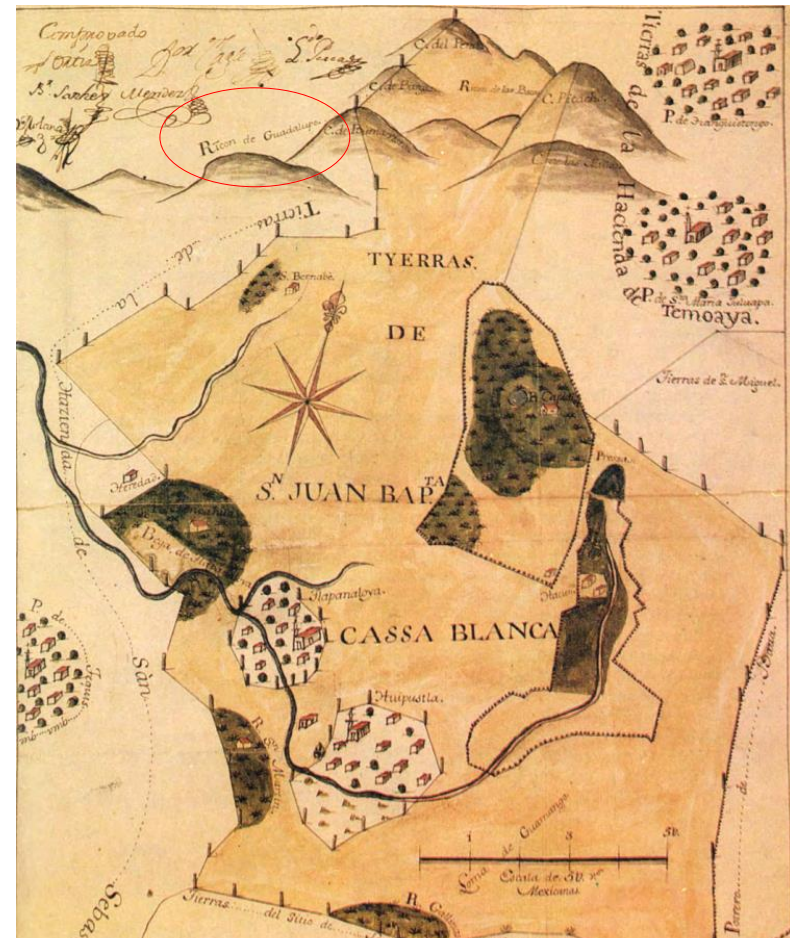


Imagen 14. (1776) Mapa de la hacienda Casa Blanca, se indica el perímetro de la poligonal irregular con mojoneras resultado de los títulos o mercedes de tierras con limitaciones naturales y geográficas. En su interior se conformaron los poblados de Tlapanaloya y Hueycoxtila, del lado poniente colinda con el pueblo de Tequixquiac, tierras de la Hacienda de San Sebastián, al oriente con el pueblo de Santa María Ajoloapan, tierras de la hacienda de Temoaya, cabe señalar al norte el cerro Picacho y la leyenda de nuestro objeto de estudio que más adelante será analizado, Rincón de Guadalupe. Tomado de von Wobeser, (1989), p. 151.

⁵⁷ Gisela von Wobeser, (1993), op. cit. p.150.

Existieron distintos tipos de haciendas, de manera resumida, von Wobeser hace una clasificación de cada una de ellas en la Nueva España:

- Hacienda azucarera.
- Hacienda cerealera.
- Hacienda ganadera.
- Hacienda pulquera.
- Hacienda henequenera.⁵⁸

Como se puede observar, en la anterior tipología de haciendas destaca la ausencia de la hacienda calera, nuestro objeto de estudio.

Así como la mayoría de haciendas tuvieron producción mixta, las haciendas combinaban su producción por temporadas con otro giro productivo; aprovechaban las grandes extensiones de tierra y sus recursos naturales (agua, bosques y pastizales), combinaban la cría de ganado con diferentes cultivos para la comercialización y el autoconsumo.⁵⁹ El Valle del Mezquital gozó de cierta prosperidad como zona ganadera gracias a la abundancia de sus pastos y a la cercanía con la ciudad de México,

⁵⁸ Gisela von Wobeser, (1983), op. cit. pp. 70-72.

⁵⁹ Carlos Chanfon Olmos, (coord.), *Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos, Volumen II: El Periodo Virreinal, Tomo II El proceso de consolidación de la vida virreinal*, D.F. México. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fondo de Cultura Económica, 2001, pp 88.

el ganado se criaba en todos los climas y sobre cualquier tipo de tierra; la mayoría de las mercedes eran de sitios para estancias de ganado mayor y menor, pero también hubieron tierras para labor, la agricultura se practicaba a menor escala para el sustento de la población.⁶⁰

La explotación del ganado era relativamente fácil, requería de pocos cuidados y una infraestructura mínima. La variedad de ganado menor era de ovejas, cabras y corrales de cerdos, el ganado mayor era prácticamente bovino y equino. Los animales vivían libremente en el campo y únicamente eran concentrados durante ciertos periodos, servía para trabajos y transporte, así como para abastecer y alimentar a la población.⁶¹

Junto al auge empresarial por parte del hacendado español, seis haciendas se establecieron en los alrededores al poblado de Apaxco (Imágen 15 y 16), las hubo de varios géneros, y mayormente tuvieron una producción mixta agrícola y ganadera, orientadas al suministro de alimentos para centros urbanos o mineros próximos, como las minas de Hidalgo, en que sus nombres eran:

⁶⁰ Gisela von Wobeser, (1983) op. cit. p. 41.

⁶¹ *Ibidem*, pp. 73 y 74.

1. Hacienda San Sebastián
2. Hacienda Montero o Atotonilco.
3. Hacienda Bastejé.
4. Hacienda San José Teña.
5. Hacienda Rincón de Guadalupe.⁶²
6. Hacienda Calera.

Algunas de las anteriores haciendas se encuentran actualmente en abandono y sus cascos antiguos en ruinas, algunas de ellas son de propiedad privada y otras de propiedad ejidal; el poblado que se ha estudiado en la presente investigación nos conduce a localizar estos sitios para conocer al hacendado emplazado en el municipio desde la época colonial. Conocer cuál fue su antigua producción y saber si existió alguna relación con la industria y hacienda calera.

Las haciendas fueron localizadas con base en visitas al sitio apoyadas y orientadas con el software de Google Earth pero principalmente mediante un mapa obtenido digitalmente de la Mapoteca Orozco y Berra.

La ubicación de cada una de las haciendas es legible, y cada sitio ha sido verificado con apoyo de un plano más reciente (sin

fecha exacta), correspondiente a la restitución de tierras que se hizo a inicios del siglo XX (Imagen 17), donde se observa el municipio de Apaxco rodeado de las tierras de las antiguas haciendas. Algunas de ellas situadas en vías poco accesibles. A continuación, se presenta una breve descripción de cada una de estas haciendas.



Imagen 15 Localización de las cinco haciendas en las zonas aledañas al municipio de Apaxco. Con base al mapa "Croquis Militar de la Región de Apasco, E.M." en Mapoteca Orozco y Berra. Tomado de Google Maps.

⁶² Óscar Dorantes Nava, *Apaxco: monografía municipal*, Toluca, Instituto Mexiquense de Cultura, 1999, p. 24.

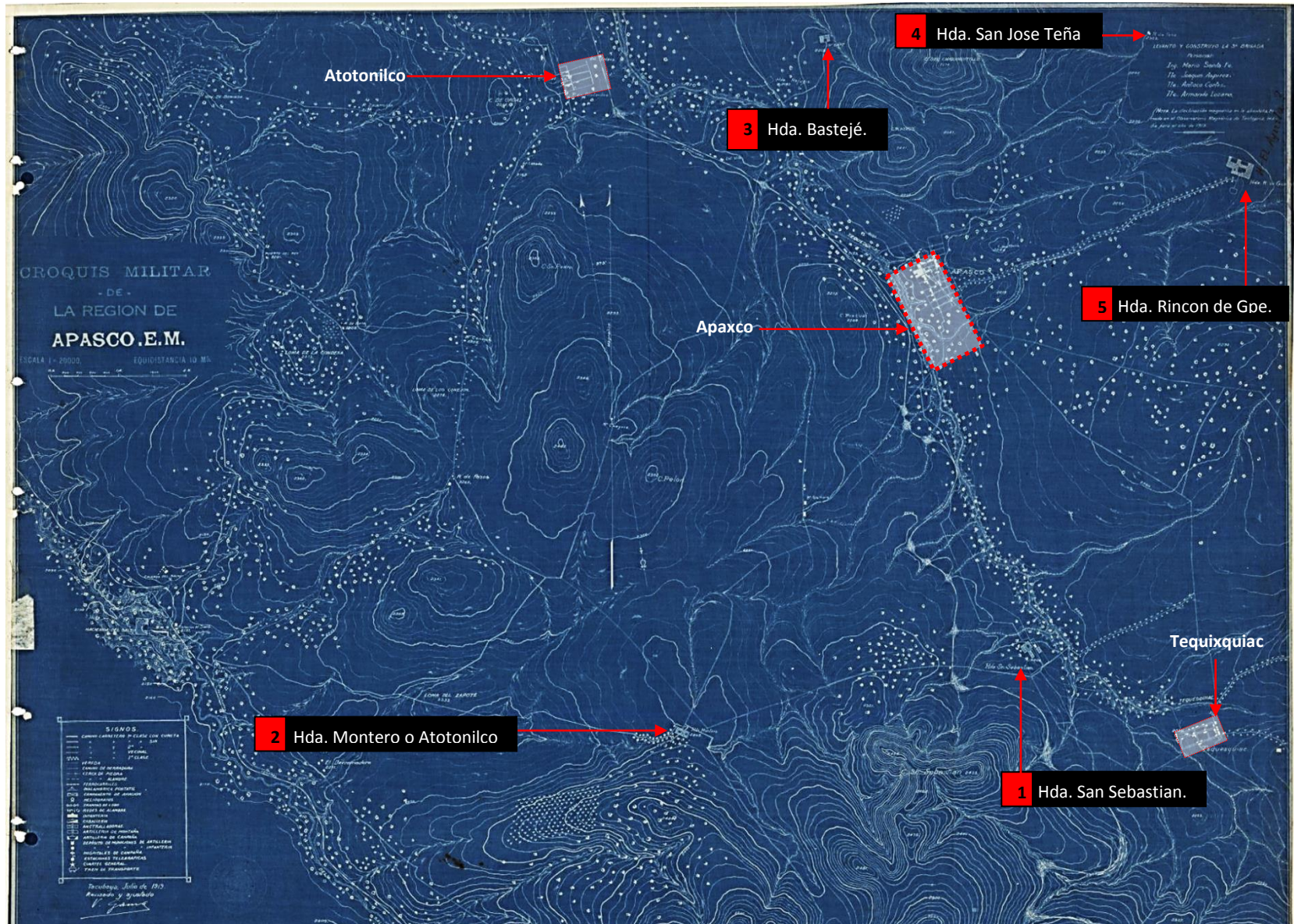


Imagen 16. Mapa topográfico con la ubicación de las haciendas y el poblado de Apaxco, Tequixquiác y Atotonilco. Tomado de Mapoteca Orozco y Berra, *Croquis Militar de la Región de Apasco, Estado de México*, escala 1:20,000, Colección Orozco y Berra, 1915. Consultado en <http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/>

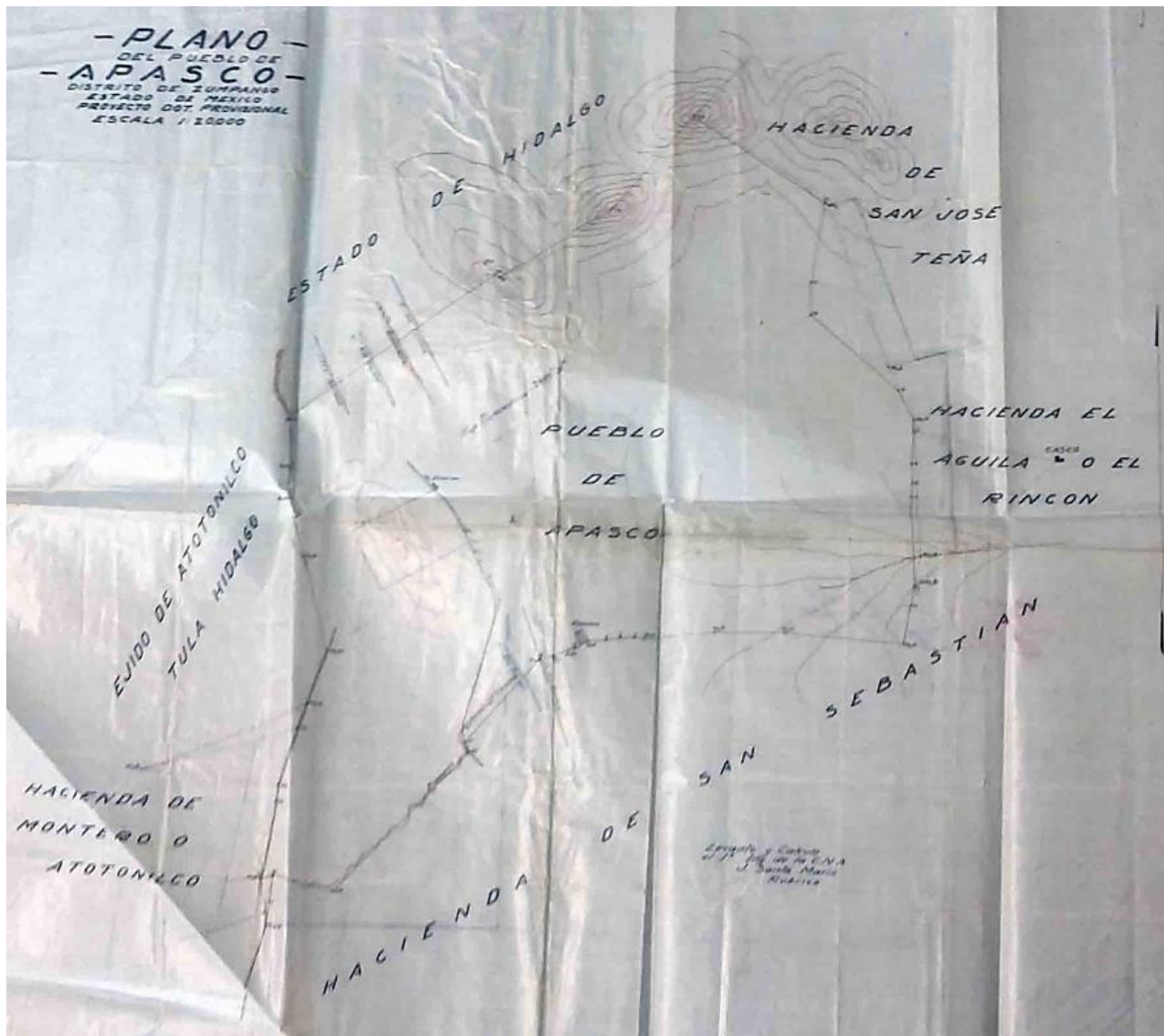


Imagen 17. (Sin fecha), Plano de dotación de tierras de cada una de las haciendas hacia el municipio de Apaxco. Tomado del Archivo General Agrario. *Plano del pueblo de Apasco, Distrito de Zumpango, Estado de México, proyecto de Dotación Provisional. Escala 1:20,000.* Oficina de dotación de tierras, expediente núm:23/2453, 26 de octubre del 2001, poblado Apaxco y sus barrios, Municipio Apaxco, Estado de México.

1. Hacienda de San Sebastián.



Geolocalización: 19°55'27.3"N
99°10'03.2"W

Municipio: Tequixquiac

Producción: Ganadera

Estado actual: Casco antiguo regularmente conservado

Uso: Producción lechera.



Imagen 18. Vista aérea de la Hacienda San Sebastián y vista frontal de su casco antiguo. Tomadas de Google Earth Street View.

Localizada a 5 km de la cabecera municipal de Tequixquiac, en el Camino a San Sebastián, una vialidad poco transitada por los campesinos y trabajadores de la empresa Alpura, actual dueña de la hacienda, quien ha construido anexos para su producción lechera.

Al ser propiedad privada, su acceso se debe de gestionar con la administración de la empresa, sin embargo, la construcción del casco antiguo es visible desde la vialidad, sus grandes muros de mampostería posiblemente conserven su integración estructural. En una inspección ocular extramuros, fue visible la espadaña de una capilla, parte del equipamiento de la antigua hacienda. Un río con flujo constante riega los terrenos que la rodean en donde se cosechan las hierbas para alimentar el ganado vacuno (Imagen 18 y 19).

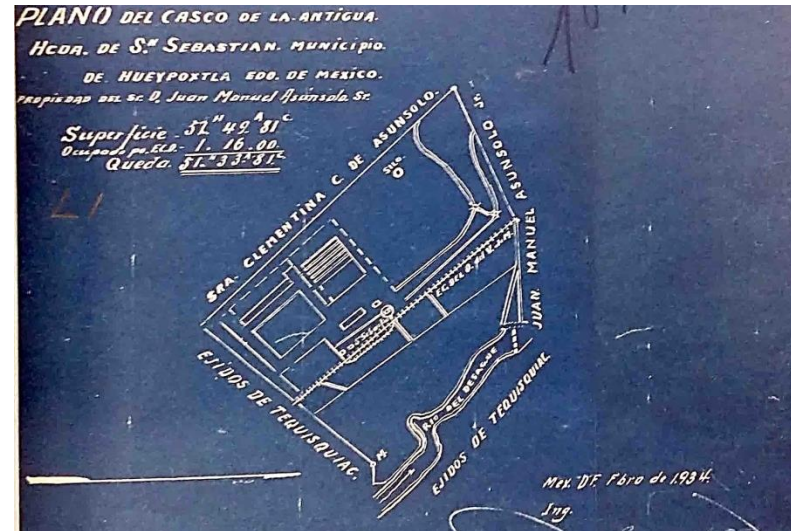


Imagen 19. (1934), Plano tomado del Archivo General Agrario. *Plano del Casco de la antigua Hacienda de San Sebastián, Municipio de Hueypoxtla, Edo. de México. Propiedad del Sr. Juan Manuel Asúnsolo.* Oficina de dotación de tierras, expediente núm.: 23/2453, 26 de octubre del 2001, poblado Apaxco y sus barrios, municipio Apaxco, Estado de México.

2. Hacienda de Montero o Atotonilco



Geolocalización:	19°55'13.3"N 99°13'09.9"W
Municipio:	Atotonilco
Fundación:	XVII
Producción:	Ganadera y pulquera
Estado actual:	Estado ruinoso
Uso.	Abandono



Imagen 20. Vista aérea de la Hacienda de Montero y vista frontal de su casco antiguo, sus esquinas se encuentran protegidas por torreones, todas las ventanas que dan al exterior están protegidos por rejas de fierro forjado Véase en hidalguía.com.mx/Atotonilco.htm. Tomadas de Google Earth Street View.

Rodeada de tierras áridas, su arribo se realiza mediante vialidades de terracería, a un costado cruza las vías del ferrocarril y un camino que lleva al pueblo de Sta. María Apaxco. Su ubicación ha provocado su abandono, la pérdida de cubiertas su deterioro, quedando prácticamente en ruinas (Imagen 20 e Imagen 21).

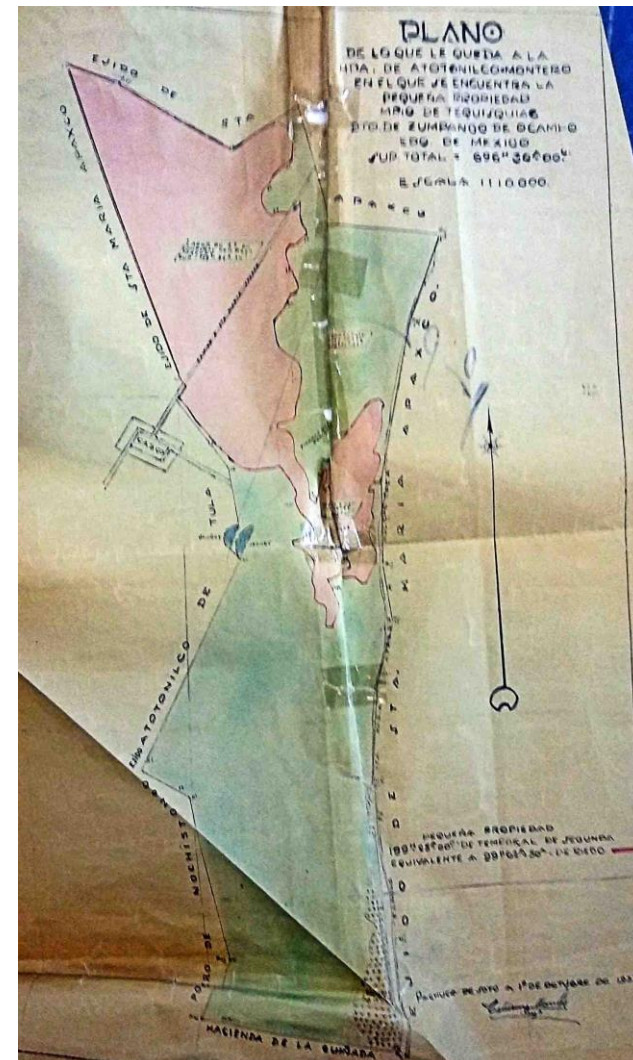


Imagen 21. (1938), Plano tomado del Archivo General Agrario. *Plano de lo que le queda a la Hacienda de Atotonilco o Montero en el que se encuentra la pequeña propiedad, Municipio de Tequisquiac, dto. de Zumpango de Ocampo, Edo. de México.* Oficina de dotación de tierras, expediente núm.: 23/2453, 26 de octubre del 2001, poblado Apaxco y sus barrios, municipio Apaxco, Estado de México.

3. Hacienda de Bastejé.



Geolocalización:	20°00'31.8"N 99°11'07.3"W
Municipio:	Atotonilco
Producción:	Ganadera y pulquera
Estado actual:	Estado ruinoso
Uso.	Abandono



Imagen 23. Vista aérea de la Hacienda de Bastejé y vista general de su conjunto. Tomado de Google Earth Street View.

Ubicada en el barrio El Refugio, se accede con facilidad a su casco. Consiste en un conjunto de trojes, patios, habitaciones y torreones. Bastejé, formó parte de la hacienda de Bombay,⁶³ quien después del siglo XVIII comenzó a producir pulque (Imagen 23).

⁶³ Hacienda de Bastejé Atotonilco de Tula, Véase en: <https://atotonilco.wordpress.com/haciendas/hacienda-de-bateje/>

4. Hacienda San José Teña.



Geolocalización:	20°00'09.8"N 99°08'19.9"W
Municipio:	Apaxco
Producción:	Ganadera
Estado actual:	Estado ruinoso
Uso.	Desconocido

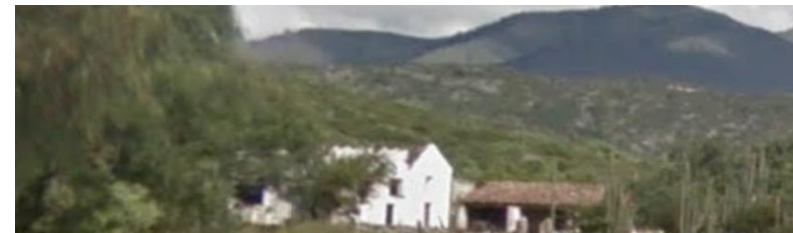


Imagen 22. Vista aérea de la Hacienda de Bastejé y vista general desde la carretera Arco-Norte hacia su conjunto. Imágenes tomadas de Google Earth.

Se sabe poco sobre este inmueble, se localiza a un costado de la carretera Arco-Norte, la vista aérea permite observar la escasa infraestructura, característica de las haciendas ganaderas. La apariencia de una de sus construcciones y constante mantenimiento de la hacienda permite saber que está en actual funcionamiento (Imagen 22).

5. Hacienda Rincón de Guadalupe.



Geolocalización:	19°58'59.0"N 99°07'39.7"W
Municipio:	Apaxco
Producción:	Pulquera
Estado actual:	Regularmente conservado
Uso.	Residencial



Imagen 24. Vista aérea de la Hacienda Rincón de Guadalupe y vista general de su conjunto. Tomadas de Google Earth y YouTube <https://www.youtube.com/watch?v=S6p30saHIRY>.

A 5 km de la cabecera municipal de Apaxco, se ubica la Hacienda del Rincón, exactamente a un costado del camino que

comunica el barrio de Pérez Galeana y nuestro objeto de estudio la Hacienda Calera. Rodeada por un muro perimetral de colindancia, franqueada por torreones en su acceso y en su esquina poniente. El conjunto se divide, por un lado, en una zona residencial en buen estado, que cuenta con jardín, capilla y zona habitacional, donde se aprecia su intervención de mantenimiento y restauración (Imagen 24). Por otro lado, se aprecia la parte de las trojes, bodegas corrales y caballerizas. En el exterior se encuentra un jagüey y una gran extensión de tierras.

La producción principal de ésta Hacienda era la agricultura y ganadería, sin quedar exenta de producción de pulque.

Se desconoce si existió alguna relación entre esta hacienda y nuestro objeto de estudio, sin embargo, la cercanía entre ambas arroja la hipótesis de que pertenecieron al mismo dueño, logrando una vasta producción mixta entre alimentos, bebidas y materiales de construcción.

Con lo anterior, se abre una línea de investigación para profundizar en los orígenes y producciones de estas cinco haciendas, para conocer si fueron productoras de cal y el destino de su producción entre la Ciudad de México y las ciudades mineras cercanas a esta región.

Fragmentación del hacendado, la última conformación territorial.

Las haciendas citadas anteriormente, se localizan hoy día fuera de la jurisdicción política del municipio de Apaxco, sin embargo, sus dominios territoriales eran tan extensos que tenían al municipio aislado de sus tierras comunales, lo que traía una serie de disputas de la propiedad de tierras. Por otro lado, la producción de cada una de ellas, debido al clima árido, fue mixta agropecuaria. No obstante, conociendo la riqueza geológica de la región, la industria calera nunca quedó de lado, prevaleciendo la producción temporal en ella. Podemos concluir entonces, que al menos las haciendas más cercanas a los afloramientos calcáreos, fueron productoras de cal.

Para el siglo XVIII, muchos pueblos se encontraban cercados por las tierras de grandes propiedades, el clero se enriquecía mediante estas haciendas lucrativas, tal y como sucedió en el pueblo vecino Tlapanaloya; fue hasta el siglo XIX cuando inició un nuevo desequilibrio en la propiedad de tierras y aunque se intentó restablecer la tierra y beneficiar a los naturales con sus antiguas propiedades ejidales, existieron una serie de legislaciones que vale la pena mencionar como antecedente jurídico para conocer hacia dónde se encaminó la propiedad

hacendaria, la cual, a pesar de la nueva legislación, durante todo el siglo XIX, benefició a los grandes empresarios.

- 1810. Primera Ley Agraria expedida por Miguel Hidalgo: indica la entrega de tierras para su cultivo, su goce era únicamente para los naturales de sus respectivos pueblos.⁶⁴
- 1813. Constitución de Cádiz, decretó que para hacer productivo el campo era necesario hacer propiedad particular los terrenos baldíos, tierras realengas y comunales.⁶⁵
- 1821. El nuevo gobierno independiente pretendió dividir las tierras de común repartimiento otorgadas en la colonia.⁶⁶
- 1856. Ley Lerdo o Ley de Desamortización de Bienes en Manos Muertas: establecía la expropiación de

⁶⁴ Regina Olmedo Gaxiola, (2002) Vol. 2, op. cit. p. 23.

⁶⁵ Regina Olmedo Gaxiola, (2002) Vol. 1, op. cit. p. 28.

⁶⁶ Ídem.

tierras improductivas a manos de corporaciones civiles y eclesiásticas.⁶⁷

Bajo éste régimen legislativo, el territorio continuó transformándose y muchas propiedades cambiaron de dueño, por ejemplo, si la Compañía de Jesús tenía propiedades en esta región, éstas dejarían de serlo y pasarían a manos de nuevos particulares.

Con la ruptura de la corona española durante el siglo XIX, se suscitó un gran desorden territorial y nuevamente se dio una transformación urbana y social causada por el pensamiento liberal; estos hechos se vieron reflejados en la industria mexicana ya que la Revolución Industrial marcó la decadencia de muchas haciendas que habían gozado de prospera producción pero que no fueron capaces de adaptarse a las nuevas tecnologías de la época.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII y hasta finalizar el siglo XIX, el gobierno de Porfirio Díaz continuó con las políticas y medidas legales de desamortización, con lo que privilegió a los grandes terratenientes, tanto nacionales como extranjeros. En este periodo se lograron aprovechar los recursos naturales del

campo a costa de los campesinos. El Porfiriato significó la continuación de tendencias proteccionistas a los hacendados; en éste periodo la hacienda de Apaxco alcanzó su mayor expansión y auge en el país.⁶⁸

Actualmente En la Hacienda Calera existe una inscripción en la portada del casco principal, debajo del nicho con el año de “1781” (Imagen 25); de acuerdo a la Dra. Menegus, durante el Porfiriato la mayoría de haciendas fueron intervenidas, se remodelaron y embellecieron modificando instalaciones, accesos y portadas de casonas y cascos principales, por lo que pudo ser el caso en la Hacienda Calera y la fecha inscrita no necesariamente corresponda a su fundación sino a alguna intervención arquitectónica. Conociendo los antecedentes, desde la transformación territorial de Apaxco junto con la producción calera de la región, hasta el inicio de las primeras empresas caleras durante la colonia, podemos establecer la hipótesis de que la fundación de nuestro objeto de estudio se dio en el siglo XVI y sino hasta el siglo XVIII como se lee en la portada, indicando la posibilidad de que en una intervención posterior se haya inscrito esta fecha. Este cuestionamiento continuará hasta su comprobación mediante documentos que lo sostengan.

⁶⁷ Regina Olmedo Gaxiola, (2002) Vol. 1, op. cit. p. 28.

⁶⁸ Ídem.



Imagen 25. Portada del casco principal de la Hacienda Calera. Sobre posición de la fecha inscrita con el supuesto año de fundación. 2017.

Durante el siglo XX, estalló el movimiento revolucionario mexicano, las inconformidades políticas hacia los campesinos provocaron una nueva conformación territorial. Nuevamente se realizó una legislación sobre la tenencia de la tierra la cual nos remite a nuestra última y actual conformación territorial.

- 1910. Elaboración del Plan de San Luis: las tierras usurpadas fueron devueltas a sus antiguos dueños: las comunidades indígenas.⁶⁹
- 1911. Plan de Ayala: Los montes, tierras y aguas que fueron usurpadas por los hacendados regresaron a los

⁶⁹ Regina Olmedo Gaxiola, (2002), Vol.1. op. cit. p. 31.

pueblos que conservaron sus títulos de propiedad, se expropiaron las tierras de terratenientes a fin de que los pueblos contaran con ejidos, fundos legales y campos de sembrado.⁷⁰

- 1915. Se dicta una reforma agraria que más tarde se incorporó al artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, este ordenamiento legal incluyó la existencia de la propiedad privada, pero puso límites para evitar el antiguo latifundismo.⁷¹

La reforma agraria respetó la propiedad privada y dio las pautas para que los propietarios afectados presentaran sus títulos para evitar la expropiación completa de sus bienes por las donaciones o restituciones de tierras, con el fin de conservar los edificios de las fincas, el uso de las obras hidráulicas construidas y la extensión de tierras señaladas por la ley. Para evitar las demandas agrarias de los campesinos y las posibles grandes pérdidas de tierras, los mecanismos que usaron los propietarios privados, grandes latifundistas y rancheros para protegerse de la nueva legislación, fue presentar los títulos de propiedad ante las instituciones competentes, entre los documentos presentados

⁷⁰ *Ibidem.* pp. 32 y 33.

⁷¹ Regina Olmedo Gaxiola, (2002), Vol.2. op. cit. p. 25.

por los dueños de las grandes haciendas figuran las mercedes de caballerías de tierras y de estancias para la cría de ganado mayor o menor, así como testamentos y títulos de venta.⁷² Mediante esta documentación se indagó sobre los títulos de propiedad de la hacienda calera con el fin de descubrir su primer propietario y la fundación de dicho inmueble; las pistas que se encontraron sobre las primeras industrias caleras fueron las cinco haciendas mencionadas con anterioridad, las propiedades de la Compañía de Jesús en el municipio de Tlapanaloya, la Hacienda Casa Blanca y las mercedes del municipio de Apaxco, por lo que, ésta ruta fue la guía para definir su origen.

Los pobladores de Apaxco presentaron una serie de documentos que se pueden consultar en el Archivo Agrario, son cuadernos históricos y recopilación de títulos primordiales entregados a las instancias gubernamentales para iniciar el proceso de restitución y dotación de tierras, los cuales datan del siglo XVI, XVII y XVIII. La información sobre estos documentos trata la fundación y delimitación del poblado, litigios y problemas que existían entre los hacendados y vecinos de Apaxco; esta serie de documentos permitieron conocer el manejo que el pueblo hizo de ellos desde el siglo XVIII y hasta la Reforma Agraria; son

⁷² Regina Olmedo Gaxiola, (2002), Vol.2. op. cit. p. 25.

pruebas jurídicas en las instancias del Estado virreinal que permitieron conocer las nuevas corporaciones rurales y empresas vecinas: haciendas y ranchos.⁷³

Dado el deterioro y antigüedad de los manuscritos, títulos de propiedad del pueblo de Apaxco, fue complicada su lectura y se requirió de apoyo paleográfico; afortunadamente el trabajo publicado por las investigadoras del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS) la Dra. Olmedo y la Dra. Rojas, describe el contenido de cada uno de los cuadernos históricos, en los que se hace referencia a los hacendados; debido a las constantes quejas que los habitantes presentaban ante los tribunales por el maltrato recibido por parte de los propietarios de las haciendas circunvecinas.⁷⁴

A continuación se presenta una serie de textos relacionados a las Haciendas de Apaxco, para así conocer en cuáles existió una posible vinculación entre el propietario y la Hacienda Calera.

⁷³ Regina Olmedo Gaxiola y Teresa Rojas Rabiela, *Altepeámatl: Los papeles de tierras de San Francisco Apaxco y la Reforma agraria*, en "Apaxco", (coord.) Rosaura Hernández Rodríguez, Toluca, México, El Colegio Mexiquense, 2002, p. 36.

⁷⁴ Ídem.

- Cuaderno 3.

“[...] Estancia otorgada por la Real Audiencia a favor de don Cristóbal Simeón, principal de Apaxco, situada en la falda del cerro Payanaltepec. Se describen los linderos de las tierras solicitadas [...]”.⁷⁵

“El resto de documentos son una provisión expedida por la Real Audiencia en 1685 [...]. Siguen un mandamiento de amparo de dos sitios de estancias de ganado en términos de Apaxco, para el cual se cita al gobernador de Atotonilco y a los dueños de las haciendas para que estén presentes en la media y amparo de ambos sitios [...]”.⁷⁶

El cerro de Pixcuay era conocido por el nombre de Temaltepec,⁷⁷ por lo que el cerro mencionado, en la anterior merced, posiblemente sea el actual cerro Blanco, cerro Picacho o alguno en los que se encuentre a pie la Hacienda Calera. En el

⁷⁵ Regina Olmedo Gaxiola y Teresa Rojas Rabiela, (2002), op. cit., pp. 79-95.

⁷⁶ Ídem.

⁷⁷ Ídem.

segundo se podrían tratar de las haciendas de Bastejé, San José Teña o incluso de la Hacienda de Guadalupe.

- Cuaderno 5.

“[...] real provisión en 1726, las autoridades de Atitalaquia notificaron a los propietarios de las haciendas circunvecinas de Apaxco que no impidieran a los indios cortar leña y sacaran piedra de cal de los montes [...] debido a las constantes quejas que los habitantes de Apaxco presentaban a los tribunales por el maltrato por parte de los propietarios de las haciendas”.⁷⁸

- Cuaderno 7.

“[...] real provisión en 1730, diligencias necesarias para que al pueblo de Apaxco se le restituyeran unas tierras de ganado menor llamado Atlacolultengo, de las que fueron despojados por Domingo Fernández de Castañeda [...] la hacienda de Apaxco

⁷⁸ Ídem.

presentó contradicción y por haber pleito no se efectuó la restitución”.⁷⁹

Quizás aquí se trate de la Hacienda del Rincón de Guadalupe por su cercanía al municipio, el personaje dictado fue el propietario de ésta hacienda a principios del siglo XVIII.

- Cuaderno 8.

“[...] posesión de terrenos que desde 1695 se encontraban en litigio entre los de Apaxco y la dueña de la hacienda de Apaxco, María Manrique de Lara y más tarde con los herederos del licenciado Juan de Dios del Corral”.⁸⁰

Nuevamente se menciona a la hacienda de Apaxco, esta vez con otra propietaria y con otra fecha, la confusión continúa para determinar cronológicamente cual era la hacienda calera y entre tantos nombres, cuál era su propietario. Actualmente ninguna hacienda se conoce bajo el titular de Apaxco, cada una de las cinco expuestas con anterioridad son conocidas por el nombre de su santo patrono o propietario.

⁷⁹ Regina Olmedo Gaxiola y Teresa Rojas Rabiela, (2002), op. cit., pp. 79-95.

⁸⁰ Ídem.

- Cuaderno 9.

“Real provisión expedida en 1737, para que el alcalde mayor de Atitalaquia ordene al propietario de la hacienda de Apaxco, no se introduzca en las tierras del pueblo, [...] mismo asunto originado de las haciendas de los Monteros y demás agregadas”.⁸¹

- Cuaderno 10.

“Real provisión expedida en 1749, la jurisdicción de Atitalaquia acuda y notifique a los propietarios de las haciendas colindantes del pueblo, no invadan sus tierras y eviten que sus ganados destruyan sus milpas [...], se notifica a los dueños de las haciendas de San José Teña y San Bernabé”.⁸²

Los documentos anteriores confirman la invasión paulatina de los hacendados hacia el municipio por los cuatro puntos cardinales. El estado tenía la obligación de dotarlos de tierras necesarias para asegurar su subsistencia y en 1926 dio inicio el

⁸¹ Ídem.

⁸² Ídem.

trámite de restitución de tierras en Apaxco, en caso de no poder demostrar la posesión de sus tierras y fechas de despojo la restitución no procedía, en automática se hacía por la dotación de ejidos.

Los ejidos de Apaxco presentaron y entregaron a la Comisión Local Agraria del Estado de México, los cuadernos históricos pertenecientes al periodo virreinal, los manifestantes expresaron:

“[...] desde fecha inmemorial el pueblo poseyó tierras en calidad de ejido que les fueron concedidas desde la dominación española, [...] solicitar la restitución del cerro Pixcuay, que en 1901 nos despojó el señor Don Rafael Parra y socios. Señalamos como fincas colindantes las siguientes: al norte San José de Teña y Batejé, al sur San Sebastián, al oriente hacienda de Guadalupe y Casa Blanca y al poniente hacienda de Montero”.⁸³

Cabe señalar, en la anterior cita que no se logró la restitución de las tierras solicitadas ya que los propietarios alegaron que esas tierras no servían para ninguna actividad agropecuaria, este

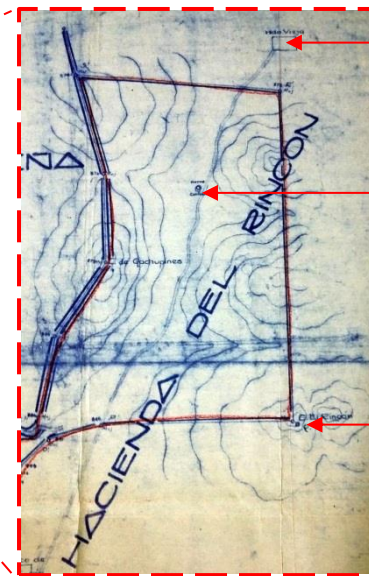
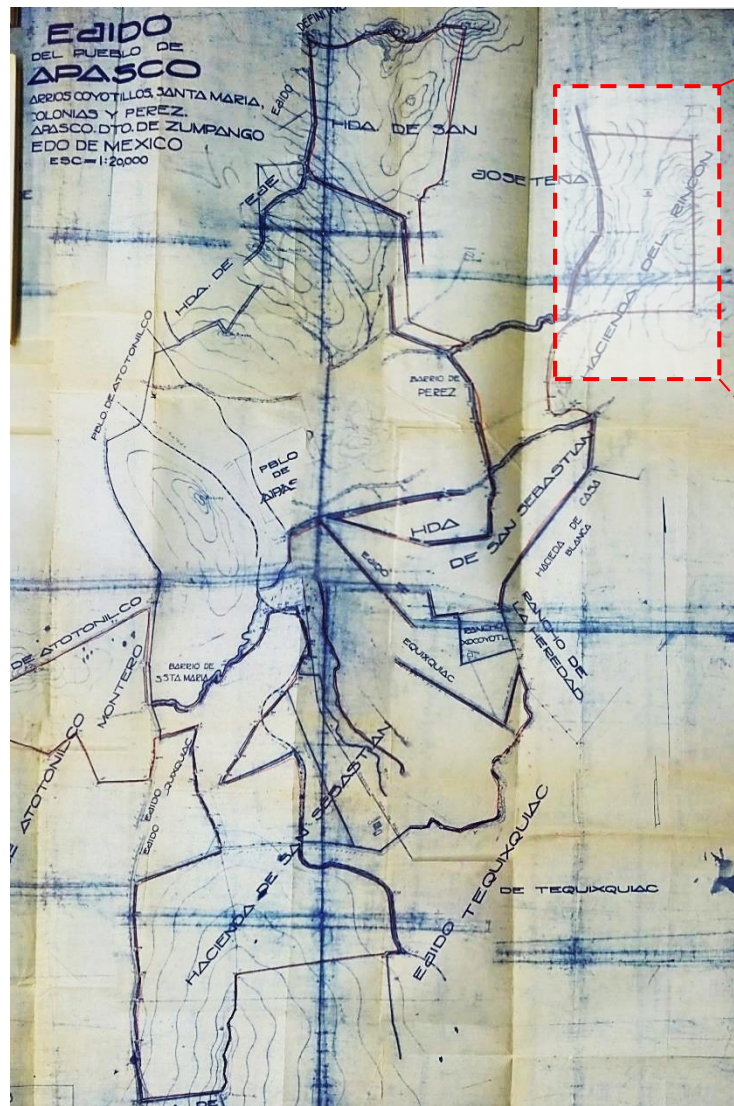
⁸³ Olmedo Gaxiola y Rojas Rabiela, en Hernández Rodríguez (coord.), *op. cit.*, pp. 79-95

cerro ha sido explotado por más de un siglo por la empresa calera de nombre actual, HOLCIM-Apaxco.

Los cuadernos antiguos representarían los actos por los que se comenzó a restituir o dotar de tierras a un municipio que desde la época prehispánica hasta la época moderna, el territorio y la propiedad fueron sujetos a los cambios políticos que lo encaminaron hacia su última conformación territorial política actual (Imagen 26).



Imagen 26. División política actual del municipio de Apaxco y su ubicación en la República Mexicana. 2018.



Hacienda Calera
(Hacienda Vieja)

Horno Rumford
(Horno Continuo)

Hacienda Rincón
de Guadalupe

El presente mapa (Imagen 27) es el único documento histórico en el que se han localizado tanto nuestro objeto de estudio, conocido actualmente como Hacienda Vieja, y el Horno Continuo de cal, denominado en ésta investigación como Horno Rumford.

Imagen 27. 1929. Plano de consolidación territorial por medio de dotación de ejido. Se marcan los perímetros de las extensiones territoriales de cada una de las haciendas que fueron afectadas por la Reforma Agraria. En la sección del mapa es interesante resaltar la aparición del horno de cal Rumford junto a la Hacienda Calera. Plano tomado del Archivo General Agrario. *Ejido del pueblo de Apasco y sus barrios Coyotillos, Sta. María, Colonia y Pérez. Municipio de Apasco. Distritito De Zumpango, Estad de México.* Oficina de dotación de tierras, expediente núm.: 23/2453, 26 octubre 2001, poblado Apaxco sus barrios, Municipio Apaxco, Estado de México.

CAPITULO 2
HACIENDA CALERA



Como se mencionó anteriormente, para esta investigación el actual nombre de “Hacienda Vieja” será sustituido por Hacienda Calera. Éste inmueble es actualmente propiedad ejidal, fue repartido por la Reforma Agraria después de la revolución mexicana y dotó al ejido sus hectáreas, fincas e instalaciones, las cuales contaban entre su programa arquitectónico con capilla, atrio, huerto, caballerizas, casco principal y una vasta infraestructura hidráulica e industrial de la época colonial y moderna para la producción de la cal, la cual dejó de producir cal y quedó en el abandono a mediados del siglo XX, debido a las inclemencias climatológicas, invasiones y vandalismo lo que la llevó a un deterioro crónico que resulta en su actual estado ruinoso.

La superficie del área de estudio son 1,150 hectáreas (Imagen 28 y 29). La poligonal señalada en color amarillo es una propuesta de área de protección en el que se pretende realizar intervención y protección de la infraestructura esparcida en los alrededores de la hacienda y los recursos naturales del sitio. Más adelante en el capítulo 5 se propondrá el proyecto de intervención de rescate al patrimonio calero.



Imagen 29. Vista hacia el noreste de Apaxco. La distintas poligonales ubican las zonas de estudio, En el relieve topográfico se observan los distintos cerros de los que se extraía la piedra caliza para producir cal. Tomado de Google Earth. 2018.

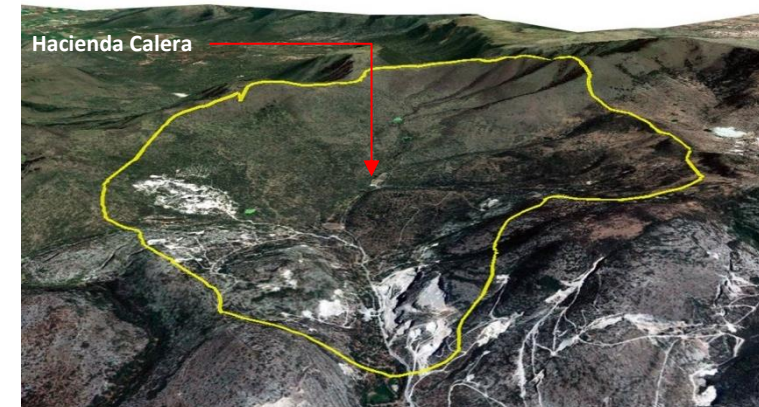


Imagen 30. Área de estudio (1,150 ha.) de la Hacienda Calera, las zonas de extracción a cielo abierto contrastan con el bosque de las montañas. Tomado de Goolge Earth. 2018.

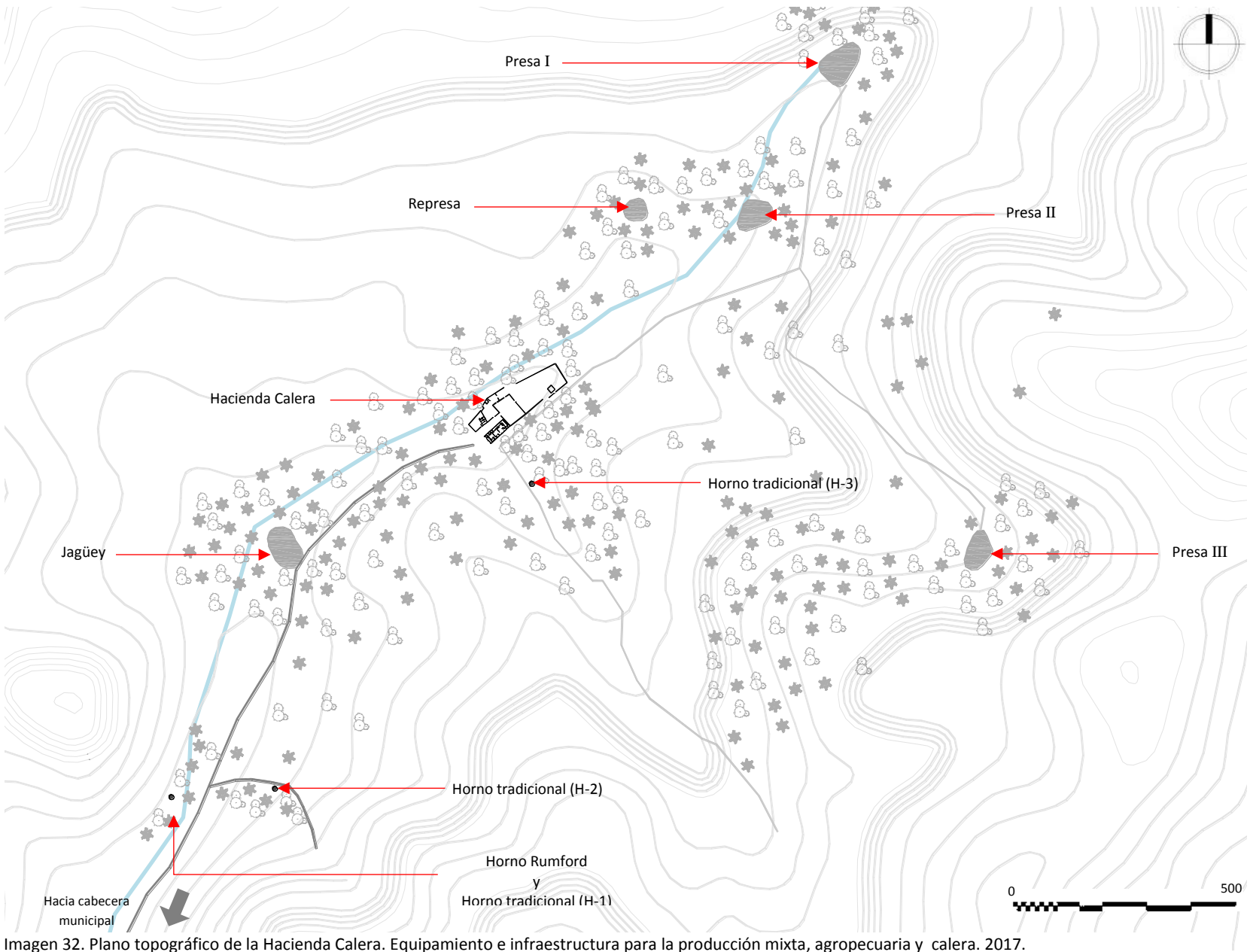


Imagen 32. Plano topográfico de la Hacienda Calera. Equipamiento e infraestructura para la producción mixta, agropecuaria y calera. 2017.

El área intramuros de la hacienda, estaba ubicada a un costado de un antiguo caudal, tenía una extensión de 21 hectáreas constituidas por el conjunto arquitectónico de la hacienda en ruinas (Imagen 30). Únicamente la capilla ha sido intervenida por un proyecto de restauración, el cual la rescató y devolvió su antigua función de culto.

A continuación, se presentarán las características de los recursos naturales de la región, los cuales permitieron el emplazamiento de la empresa calera dentro del árido bosque lejos de la cabecera municipal, también se estudiarán todos los componentes arquitectónicos localizados en el área, se verá su estado actual y antiguo funcionamiento. Se presentará un levantamiento arquitectónico del casco principal en el que se estudiará cada uno de sus espacios e intervenciones a través de los siglos, con el fin de plantear una hipótesis de funcionamiento dada la escasa documentación hallada del objeto de estudio.

El medio geográfico, contexto natural y características de sus recursos naturales.

Tener un apartado sobre las características naturales del sitio quizás no sea atractivo para este documento, sin embargo, la naturaleza tuvo un rol importante en el emplazamiento de la

industria calera en esta región, pues da respuestas significativas al por qué durante siglos se ha producido cal aquí. La geología y la flora fueron los recursos naturales y minerales utilizados en la elaboración de la cal, además de los sistemas constructivos utilizados en la hacienda, el clima marcó un periodo temporal para su producción, en que se tomaba en cuenta la época de lluvias y la naturaleza. Todo lo anterior contribuyó a que éste sitio fuera llamado la región de las caleras.

En el capítulo anterior, se mencionó reiteradamente la zona de estudio: la región de las caleras localizada al norte de cuenca del Valle de México, conocida en la época prehispánica como el valle de Teotlalpan que posteriormente recibió el nombre de valle del Mezquital, localizado al norte del Estado de México, al sur del Estado de Hidalgo y a 60 km de la Ciudad de México, se caracteriza por ser una región árida con escasa red hidrográfica, pero con un clima templado subhúmedo con abundante precipitación pluvial en la temporada de verano.⁸⁴ El río Salado cruza con hacia el sur desde Atitalaquia y hasta Tequixquiac.

⁸⁴ Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano (SEDUyM), *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Apaxco, Estado de México*, Toluca, SEDUyM, 2004, p. 16.

Geología y orografía.

Las rocas se clasifican en tres tipos: ígneas, sedimentarias y metamórficas, cada una de ellas se subdividen de acuerdo a sus características particulares, las primeras son de origen volcánico, las segundas se forman por estratos compuestos de material desintegrado y descompuesto de arcillas o incluso materia orgánica y por último la tercer clasificación se compone por la mezcla de las anteriores.⁸⁵

Localizado a 60 km de la ciudad de México entre las coordenadas geográficas 19°58'11" y 20°01'51" latitud norte; y 99° 05' 00" a 99° 11' 52"; longitud oeste del meridiano de Greenwich, se encuentra el municipio de Apaxco en la Provincia Geológica del llamado Eje Volcánico Transmexicano (Imagen 31), región caracterizada por la presencia de rocas ígneas y sedimentarias de tobas y arenisca o riolítica, especialmente en las áreas de planicie y lomerío bajo, mientras que en las partes

montuosas al sur oeste predomina la caliza.⁸⁶ Existen rocas volcánicas de diferentes tipos: riolíticas, andesítica y basáltica.⁸⁷

Los afloramientos de roca sedimentaria de origen químico constituidos en lo general de caliza, se localizan en la porción oriental del Cerro Blanco, situado inmediatamente al norte de la cabecera municipal.

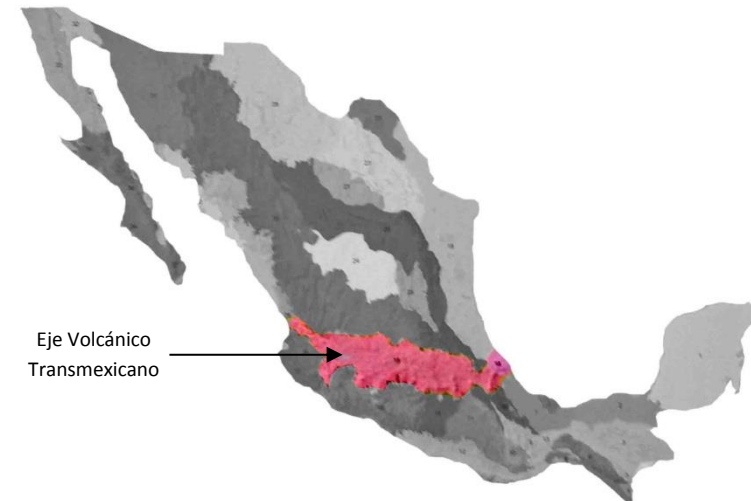


Imagen 33, Mapa Provincias Geológicas de México. Sistema geológico donde se ubican los estados de Hidalgo y México. Tomado de Museo de Geología IGL-UNAM. 2017.

⁸⁵ Albert González Avellaneda et al, *Manual Técnico de Procedimientos para la Rehabilitación de Monumentos Históricos en el Distrito Federal*, D.F., México, Departamento del Distrito Federal, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1988, pp. 43-56.

⁸⁶ Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano, (2004), *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Apaxco, Estado de México*, Toluca, SEDUyM, p. 16.

⁸⁷ SGM y FIFOMI, (2004), op. cit. pp.8 y 20.

El Cerro Blanco, es el cuerpo rocoso más afectado por la explotación, sin embargo varios de los cerros al noreste del municipio han sido también explotados, no sólo por las grandes empresas cementeras, sino también por grupos de la población local y del Estado de Hidalgo, que proveen de insumos a las grandes empresas⁸⁸. Otra roca explotada en la región, es la piedra de composición riolitica de apariencia rojiza, la cual se localiza en intercalaciones de tobas que cubren la caliza; su afloramiento es de menor cantidad y se encuentra dentro de los cerros al noreste del municipio. Finalmente, el basalto, de origen ígneo, tiene grandes afloramientos principalmente en la parte alta del Cerro del Estudiante, situado al noreste del municipio de Apaxco, las rocas de esta secuencia se encuentran cubriendo parcialmente a las rocas calcáreas.⁸⁹

Las principales unidades orográficas que compuestas por las anteriores piedras y flanquean el municipio son: al este, se encuentra el cerro de Los Pechitos; inmediatamente al norte de la cabecera municipal está el Cerro Blanco que limita en parte con el Estado de Hidalgo, y alcanza una elevación de 2,400 msnm; en la parte centro-oeste se encuentra el Cerro de Santa María, muy cerca al oriente de la cabecera municipal y al oeste

está el Cerro Pixcuay con 2,430 msnm., donde el barrio de Santa María se asentó en su falda poniente⁹⁰

Al noreste de la cabecera, un conglomerado de distintas elevaciones conformado por el Cerro Pelón con 2,350 msnm, el Cerro Chiquihuitillo con una altura de 2,440 msnm, el cerro Grande con 2,780 msnm y el Cerro del Estudiante de 2,860 msnm.⁹¹

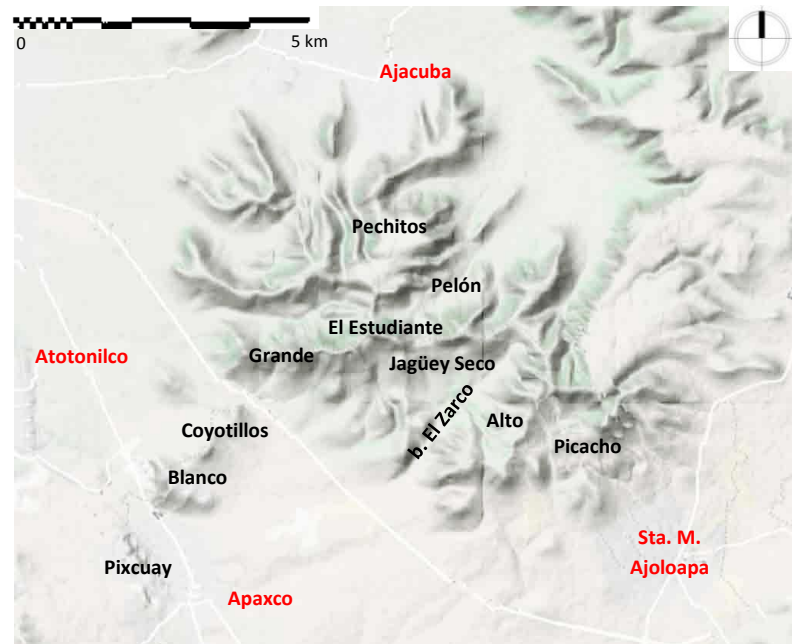


Imagen 34. Unidades orográficas que flanquean al municipio de Apaxco (2005). Con base en cartas topográficas y geológicas de Zumpango y Mixquiahuala, INEGI.

⁸⁸ SGM y FIFOMI, (2004), op. cit. p.24

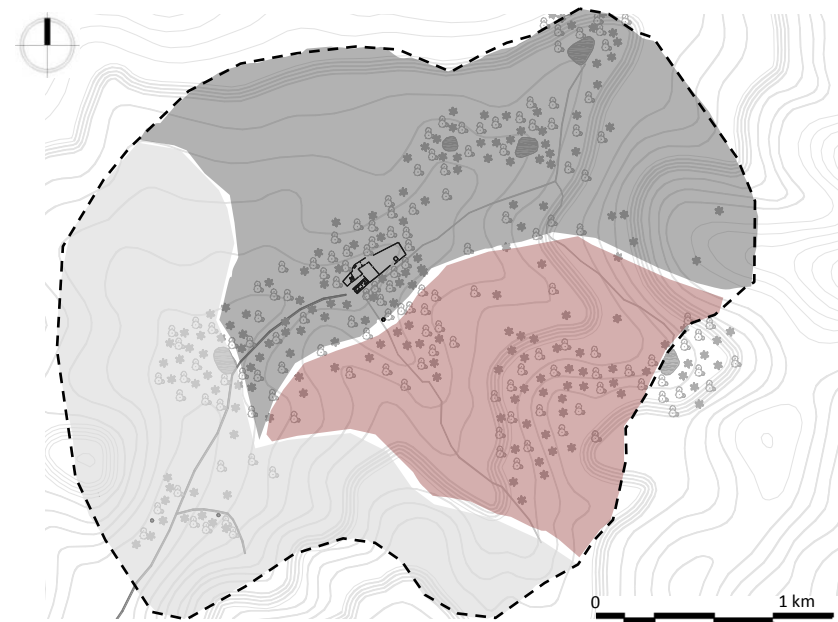
⁸⁹ Ibidem, p. 20.

⁹⁰ Ibidem, pp. 13 y 14.

⁹¹ Ídem.

El Cerro Jagüey Seco y el Cerro Alto definen a las barrancas de Coyotillos, el Teña y el Zarco; más al oriente se unen el cerro Picacho el cual aflora de piedra calcárea y a sus faldas se asienta el pueblo de Santa María Ajoloapan, perteneciente al municipio de Hueypoxtla (Imagen 32).⁹²

La hacienda de Apaxco, se sitúa dentro de un grupo de montañas, en un pequeño valle formado por la barranca el Zarco y rodeada por los cerros del el Estudiante, cerro Alto y la mesa Pericón.⁹³ Con base en la carta geológica, se observan los bancos de materiales en la zona, en particular el suelo donde se emplaza la Hacienda Calera, compuesto principalmente por caliza.⁹⁴ Durante un recorrido a pie, por el área de estudio, se observaron distintas tonalidades de piedras, las cuales son las que se usaron para la construcción de todo el conjunto arquitectónico de la hacienda, así como fueron la materia prima para producir cal (Imagen 33).



SIMBOLOGÍA					
Color	Clave	Roca	Piedra	Resistencia compresion	
■	B	Ignea	Basalto	*600	kg/cm³
■	R	Sedimentarea	Riolita o arenisca	*450-570	kg/cm³
■	cz	Sedimentarea	Caliza	**98.4-583.5	kg/cm³

Basalto

Riolita o Arenisca

Caliza



Imagen 35. División esquemática de los diferentes materiales pétreos dentro de la zona de estudio, las poligonales son hipótesis de un sondeo realizado en campo. Consultado en Carta Geológica de Zumpango E42-A19, México, INEGI, 2005.

⁹² SGM y FIFOMI, (2004), op. cit. pp. 13 y 14.

⁹³ Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), *Carta Topográfica de Mixquiahuala F14-C89, Hidalgo, México*, 2005. Consultado en inegi.org.mx

⁹⁴ Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), *Carta Geológica de Zumpango E42-A19, Estado de México, México*, Consultado en inegi.org.mx

Vegetación.

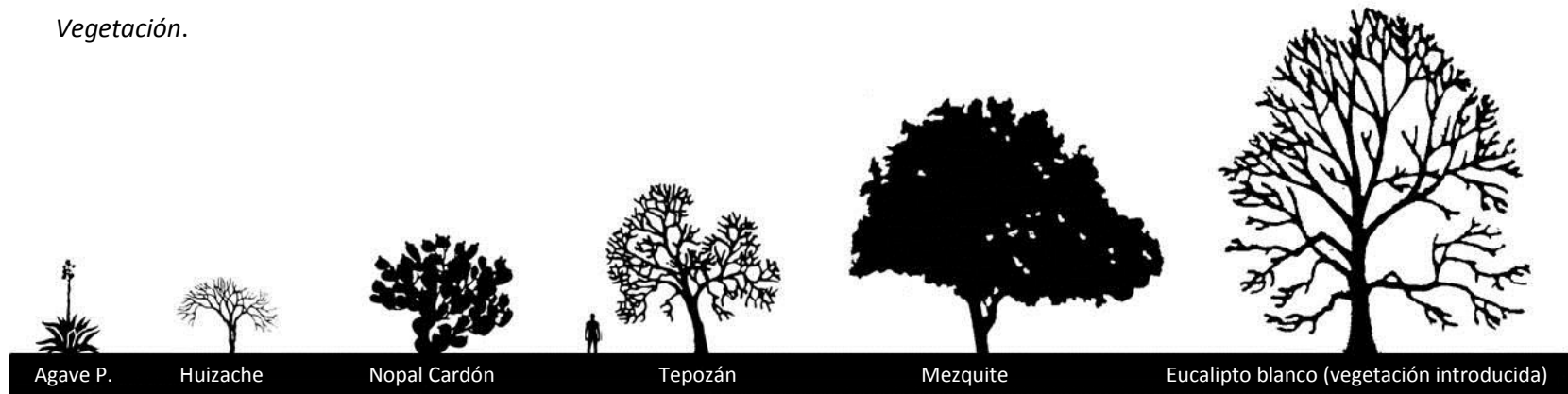


Imagen 36. Esquemas de la flora localizada en el área de estudio. Consultado en Luis Lesur, (2017).

Incrustada dentro del bosque xerófilo, la hacienda se rodea de vegetación generalmente cactácea, mezquite, tepozán, nopal y huizache (Imagen 34 y 35). El aprovechamiento de las plantas silvestres es limitado, la flora del sitio es la menos favorable para el cultivo, las especies fueron aprovechadas para el consumo de leña y el combustible de los hornos caleros; la abundancia del nopal fue esencial para la mezcla del mortero y aplicación de enlucidos sobre los muros. Dentro del catálogo de especies se encuentra el maguey pulquero, cacto típico de la vegetación desértica⁹⁵, y aunque en la hacienda no se encontró infraestructura pulquera, el maguey posiblemente fue usado en una producción secundaria menor.

⁹⁵ Luis Lesur, *Árboles de México*, Ciudad de México, Trillas, 2017, p. 12.

La única vegetación hallada introducida en la hacienda fueron un par de eucaliptos blancos que sobresalen por su altura, los cuales se encuentran a pie del antiguo caudal y a un costado del aljibe.



Imagen 37. La Hacienda Calera incrustada en un valle y rodeada del bosque xerófilo. 2017.

Infraestructura hidráulica

Las fuentes de conocimiento sobre los sistemas hidráulicos eran dos: los tratados de arquitectura, y la mano de obra y arquitectura mesoamericana. Entre los tratadistas novohispanos están Fray Andrés San Miguel y José Sáenz de Escobar, quienes fueron importantes portavoces de dicha tecnología y proporcionaron la base científica para encontrar, almacenar, conducir, seleccionar, conservar y repartir el agua.⁹⁶

La propiedad del agua correspondía a la corona, por lo que también se entregaban mercedes para su usufructo. En el caso de las tierras de riego, molinos, batanes o ingenios, la cantidad de agua necesaria dependía del tipo de terreno, altura y tecnología empleada. Jorge Sáenz afirma que primero se debían reconocer tanto el sitio del cual se sacaría el agua, ya fuera un río o un manantial, como el lugar de su destino final. Era necesario decidir qué tipos de obras de conducción serían necesarias para determinar la geometría de la acequia y conducir el gasto establecido.⁹⁷

⁹⁶ Carlos Chanfon Olmos, (coord.), *Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos, V. II: El Periodo Virreinal, Tomo III El proceso de consolidación de la vida virreinal*, D.F. México. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fondo de Cultura Económica, 2004, p. 318.

⁹⁷ Ídem.



Imagen 38. Sistema hidrológico. (2005). La Hacienda Calera construyó su infraestructura hidráulica dentro de las formaciones orográficas y a un costado de un arroyo intermitente. Carta Topográfica Zumpango, INEGI. Tomado de Google Maps

Como se mencionó anteriormente, el principal recurso hídrico permanente de Apaxco era el Río Salado; mismo que atraviesa el territorio municipal de sur a norte, forma parte del Río Pánuco y desemboca en el Golfo de México.⁹⁸

El complejo sistema de infraestructura hidráulica que abastece la hacienda Calera se construyó aprovechando la topografía del sitio, una corriente intermitente cruza al lado

⁹⁸ PDUM-Apaxco, (2004), op. cit. p.18.

norte de la hacienda con dirección este-oeste, es el arroyo el Zarco, el cual desemboca en el río Salado. Éste arroyo fue el que abasteció de agua a la hacienda y tenía como objetivo servir como enlace entre los sistemas de adecuación hidráulica y los elementos de arquitectura.

Poseer fuentes naturales de agua no fue suficiente, se requería realizar instalaciones especiales para emplear, conducir, conservar, ahorrar el agua para el consumo, e incrementar los caudales o usarla como fuerza motriz. También se construyeron pequeñas represas para almacenarla o derivarla mediante canales y acueductos.⁹⁹ En los puntos terminales de esos acueductos se requerían instalaciones para almacenarla. Los indígenas habían desarrollado el uso de jagüeyes, mientras que los españoles mejoraron ese tipo de tanques revistiéndolos de piedra. Era común que existieran dos depósitos uno para el agua potable y otro para la crianza y el cultivo; el agua potable debía traerse por medio de acueductos, cuya construcción exigía conocimiento y trabajo en volumen considerable.¹⁰⁰

Parte del trabajo del análisis en campo fue el levantamiento fotográfico de la infraestructura hidráulica. A continuación, se

⁹⁹ Carlos Chanfón Olmos, (2001), op. cit. p. 467.

¹⁰⁰ George Kubler, (2012), op. cit p. 283-287.

presentan de manera descriptiva cada una de las instalaciones, sus características constructivas y funcionamiento.

Captación.

- Presa I

La Presa I se encuentra localizada a un kilómetro al noreste de la Hacienda y a faldas de los Cerros Jagüey Seco y Cerro Alto, es el cuerpo de agua más extenso de la zona. En el lado sur oriente un pequeño muro de contención de piedra brasa se desplanta, es su origen pudo haber existido un ojo de agua o jagüey en ese punto, al que posteriormente se le adaptó la presa con compuerta de control (Imagen 37).



Imagen 39. Vista hacia el noreste de la Presa I. 2018.

- Presa II



Imagen 41. Cortina de la Presa II. Vista de la fachada poniente. 2018.

A 600 m de la Hacienda en dirección hacia la Presa I, se localiza la Presa II, un cuerpo de menor superficie; en ella un monumental muro de piedra basáltica se levanta con 10 m de altura aproximadamente (Imagen 39), ésta presa presenta mayor trabajo de ingeniería y arquitectura, su gran cortina con talud y quiebres verticales contiene el cuerpo de agua, en su fachada norte aún conserva una parte de su aplanado de cal. En su coronamiento se desplantan una serie de piedras en forma de adarajas, en el lado nororiente se encuentra un canal con una compuerta por la que se conectaba al arroyo El Zarco (Imagen 38).

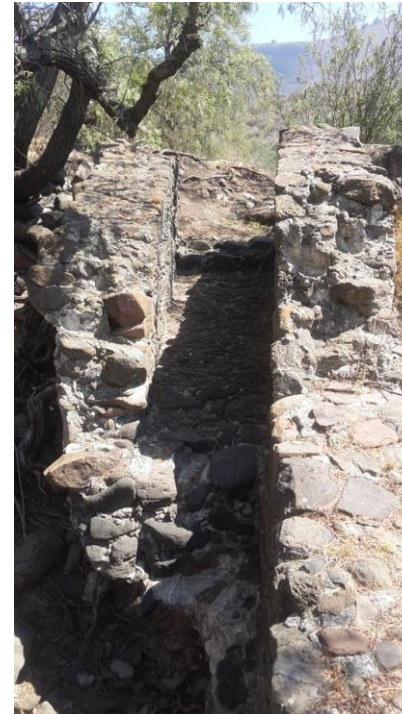


Imagen 40. Canal y compuerta en la Presa II, por medio de este elemento se controlaba y se conectaba el agua de la presa hacia el arroyo. 2018.

La Presa II, se encuentra en un alto grado de deterioro, con pérdidas de sillares en su cortina y elementos anexos. Al lado norte presenta fugas que han provocado humedad y crecimiento de vegetación invasiva, otro fuerte daño es un levantamiento y separación de su paramento de aproximadamente 30 cm sobre el nivel de terreno.

- Presa III

A escasos metros de la cúspide del Cerro Alto, la Presa III (Imagen 41) es el cuerpo de agua más elevado de la zona, se ubica a un kilómetro al sureste de la Hacienda, al igual que la Presa I. Un muro de contención de altura de 1.50 m se desplanta al lado noroeste de la misma. El agua se conducía hasta la hacienda por medio de gravedad y acequias.

El agua obtenida de ésta presa, además de abastecer a la Hacienda, también se usaba en la producción de cal, donde era conducida mediante atarjeas hasta llegar a las artesas para el apagado de la cal.



Imagen 43. Vista hacia el sur de la Presa III, de fondo se ve la cúspide del Cerro Alto. 2018.

- Jagüey

La forma convexa del relieve terrestre sirve de almacenamiento natural, ubicado a un costado del arroyo El Zarco y a un kilómetro al suroeste de la hacienda, se han encontrado vestigios de muros bajos de contención del lado norte. Este cuerpo de agua también fue modificado para aumentar tres veces su capacidad de almacenamiento. El agua localizada en el jagüey sirvió para el riego de los llanos que se encuentran al poniente, donde existen vestigios de compuertas entre los campos de sembradíos y el arroyo. Este cuerpo ha sido modificado y su función actual es de estanque (Imagen 40).



Imagen 42. Jagüey. Vista hacia el poniente, al fondo se ven las tolvas de extracción de piedra caliza. 2018.

El sistema de almacenamiento está comprendido por cuatro depósitos de captación, con propiedades para diferentes usos, los cuales se clasificaban en la producción calera, agrícola, ganadera y de servicios comunes para la hacienda. La ubicación de cada uno de ellos se estableció con base en el relieve y destino, en lo constructivo reunían propiedades para contrarrestar empuje y penetración.¹⁰¹ Entre presas y jagüeyes se almacenaron miles de litros y se necesitó del conocimiento técnico para su distribución.

Distribución

- Acueducto



Imagen 44. Lado izquierdo, sección de muro del acueducto en ruinas. Lado derecho, estructura de arco falso del acueducto. 2018.

El arroyo era el medio de distribución principal hacia los campos de cultivo, era desviado mediante canales para el riego, una red de ramales secundarios compuesto por canales, acequias y atarjeas, distribuían el agua hacia el aljibe o abrevaderos por toda la hacienda para consumo humano o animal.

Existen vestigios de un acueducto del cual se conservan algunas secciones en ruinas. Su red se trazó y levantó al sur y oriente de la hacienda. Actualmente pueden apreciarse vestigios característicos de la tecnología hidráulica como el reconocimiento particular de una estructura con un arco falso, así como elementos de captación y distribución, se puede acceder a su interior mediante peldaños (Imagen 42).

Los elementos naturales y arquitectónicos cumplieron con la función de controlar un repartimiento equitativo entre las fuentes de abastecimiento y las necesidades de consumo de la Hacienda. También, sirvieron para transportar el agua a sitios donde se pudiera controlar, utilizando las alturas para aprovechar la fuerza de gravedad. Por uso, ubicación o posición, las soluciones eran horizontales o verticales tal como los acueductos.¹⁰² El acueducto sirvió para conducir el líquido entre

¹⁰¹ Carlos Chanfón Olmos., (1997), op. cit. p. 408.

¹⁰² Ídem.

un sitio de agua perenne y su uso final, en algunos casos particulares se utilizaron drenes para el desalojo.

Almacenamiento.

- Aljibe

De forma cuadrangular y con capacidad para 300,000 litros (Imagen 43a), el aljibe se ubicaba intramuros de la Hacienda a 150 m del lado oriente, el nivel de terreno y su ubicación estratégica permitían su almacenamiento por medio de acequias desde la Presa II. A nivel del terreno en el lado sur, entre el muro colindante y el aljibe, se encontraba un filtro o desalinizador (Imagen 43b) que se conectaba a tres atarjeas con pequeñas esclusas las cuales controlaban su llenado y distribución hacia los abrevaderos y el casco principal. En los muros coronados por un boleado de este y oeste se contraponían una serie de contrafuertes, con una escalinata en su interior y a nivel superior sobre cada muro se encontraban rebosaderos para controlar su llenado. Durante la investigación actual se realizó un levantamiento arquitectónico y de daños sobre el aljibe (Imagen 44), del que cabe resaltar el estado del filtro en su conjunto con sus atarjeas, los cuales aún conservan sus enlucidos así como su interior con pintura color rojo.



Imagen 45. Arriba 43a, estado actual, vista general al sur del aljibe. Abajo 43b, filtro y atarjeas con enlucidos, y esclusas. 2018.

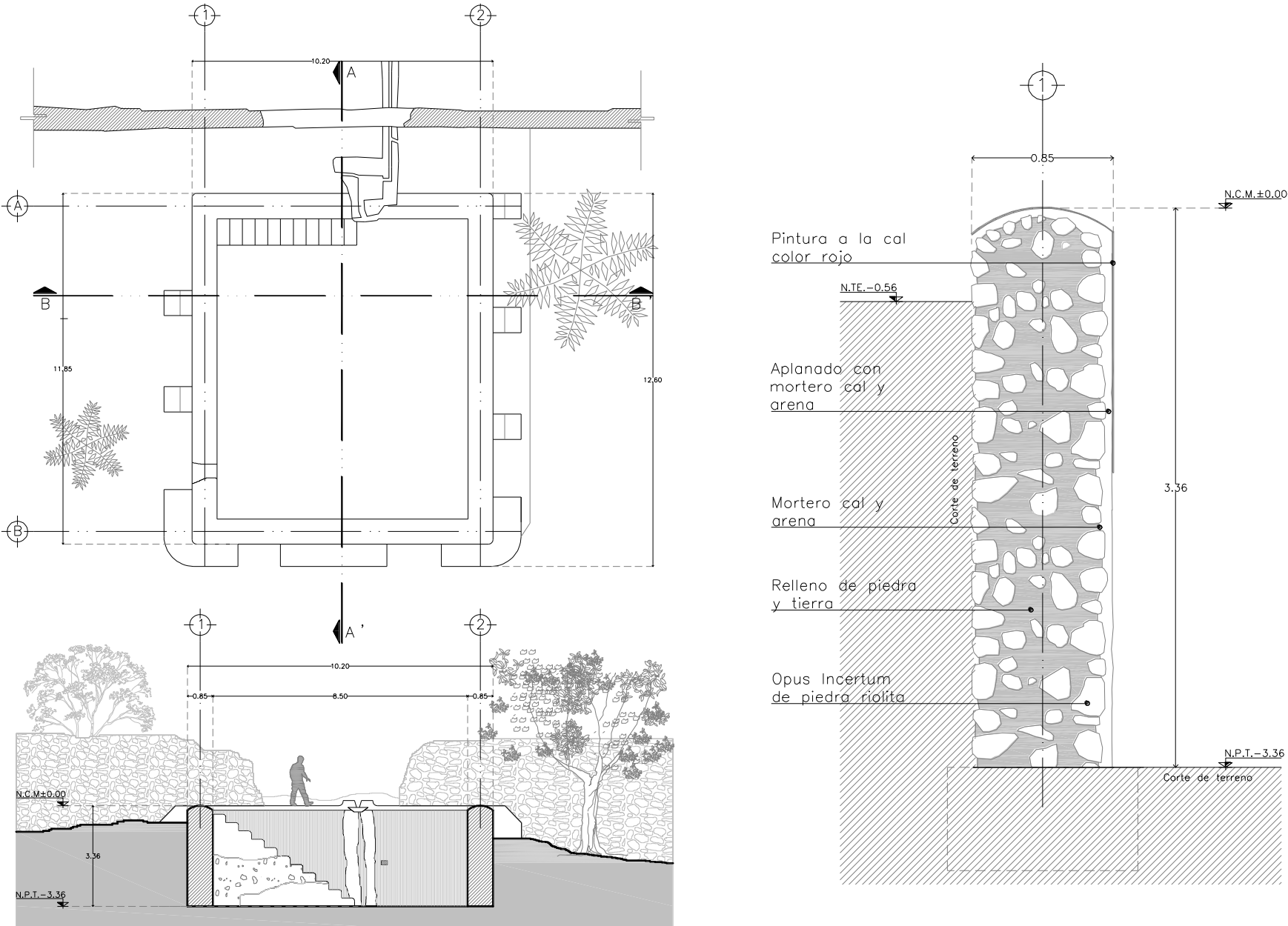


Imagen 46. Estado actual del aljibe. Dibujos arquitectónicos: planta, sección y detalle. Ver Plano en Anexo de planos EA_010. 2017.

Otros

- Abrevaderos

Los abrevaderos se encuentran dentro y fuera de la Hacienda, su ubicación es significativa para determinar las actividades que se realizaban en ella. Los localizados dentro, se usaron para el ganado, los de fuera, ubicados en los alrededores sirvieron para los animales de carga, principalmente burros usados para transportar la piedra caliza; a un kilómetro al sur de la hacienda aún se encuentran vestigios de estos abrevaderos, lo que indica las zonas de descanso de los animales mientras se realizaba la extracción o calcinado de piedra caliza (Imagen 46).



Imagen 48. Vista general de un abrevadero ubicado a 50m al sur del casco principal. Los muros bajos están coronados con un boledo enfoscado. 2017.

- Artesa

Relacionado y usado principalmente para la producción y quemado de la cal, fue parte del sistema de distribución y fungió como punto de destino del agua traída desde la Presa III, al cruzar una acequia, se desviaba con atarjeas para ser alimentado con agua (Imagen 45), llenarlo para sumergir la cal y proceder con su apagado. Únicamente existe una artesa en la Hacienda Calera, sus vestigios aguardan entre la maleza, dejando algunos muros bajos de su conformación estructural. Más adelante se analizará y se comentará a detalle su funcionamiento relacionado al horno de cal.



Imagen 47. Vista de la atarjea por donde corría el agua para llenar la artesa, 2017.



Imagen 49. Vista hacia el oriente del cuerpo de agua de la Presa I. 2019.

Esparcida en los alrededores de la Hacienda, toda ésta compleja infraestructura hidráulica es la que dotó de agua sus instalaciones para abastecer el consumo humano, animal y productivo de la misma. El sistema hidráulico, fue la pieza medular para su funcionamiento.

La tecnología hidráulica, con todos los elementos y construcciones que sirvieron para distribuir y cambiar el agua de un nivel a otro tiene complejidad técnica, por lo que fue de suma importancia conservarla y realizar un completo estudio sobre el registro y funcionamiento de cada uno de sus elementos, así

como realizar un levantamiento arquitectónico y de daños a toda la infraestructura para tener registro e inventario de cada uno de ellos, esto con el fin de recorrer las acequias para analizar el vínculo entre cada objeto y así entender la red hidráulica en su totalidad.

La geología, topografía y formaciones de cuerpos de agua en el sitio, fueron las premisas naturales para aprovechar todos los recursos, estratégicamente se emplazó cada una de sus instalaciones poniendo en marcha la producción de cal (Imagen 47).

La Hacienda.

La producción mixta de la hacienda le otorgaba una denominación de acuerdo a la comercialización de sus productos, llamarla Hacienda Calera, se debe principalmente a su infraestructura productiva. Para poder establecer una calera debía hacerse una solicitud al virrey y contar con un predio de media caballería de tamaño¹⁰³ (la caballería era una unidad agraria que equivalía a 43 hectáreas).¹⁰⁴ Se han registrado hasta el momento cuatro hornos de distintas épocas en sus instalaciones, de acuerdo a la memoria colectiva, existen más de diez hornos caleros esparcidos por los terrenos de la Hacienda Calera de Apaxco, lo que sin duda determina la existencia empresarial calera y brinda el motivo por el cual lleva este nombre.

Los únicos análogos que se localizaron con el giro empresarial de hacienda calera, fue empresa fuera de México, administrada por los jesuitas y otra localizada en el estado de Tlaxcala.

Referencias analógicas

En el siglo XVII los padres mercedarios formaron la Hacienda Calera de Tango. El conjunto arquitectónico que fue residencia de jesuitas, se encuentra a unos treinta kilómetros al suroeste de Santiago de Chile, construida en el año 1685, es conocida por su cantera de piedra caliza y sus hornos de cal; mantuvo una explotación intensa y aportaba lo necesario para la fábrica de la iglesia matriz, al mismo tiempo que vendían cal a los vecinos, los Jesuitas supieron explotar acertadamente este producto en su hacienda.¹⁰⁵

En 1748, varios jesuitas de distintos lugares de Alemania y Austria llegaron al continente americano,¹⁰⁶ valiéndose de los inteligentes religiosos alemanes, contaban con artistas, orfebres, y técnicos que trabajaban intensamente para extraer piedras y establecer hornos de producción de cal.¹⁰⁷

Otro ejemplo de la industria calera a nivel nacional fue la Hacienda Calera Nanacamilpa (Imagen 48), en Tlaxcala. Data del

¹⁰³ Carlos Chanfón Olmos, (1997), op. cit. p. 430.

¹⁰⁴ Gisela von Wobeser, (2004), op. cit. p. 8.

¹⁰⁵ Juan Benavides Courtois, *Hacienda jesuítica de Calera de Tango, Chile*, en "Haciendas y estancias en América Latina", Liliana Lolich, et al, Buenos Aires, CENODAL, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán, 2006, p. 23-28.

¹⁰⁶ Ibidem, p.26.

¹⁰⁷ Corporación Cultural de Calera de Tango, *Guía Patrimonial: Calera de Tango*, Santiago, Chile, Universidad de los Andes, 2017, p. 27.

siglo XVI y se dice que fue una de las principales fuentes de cal para edificar la Nueva España,¹⁰⁸ se conoce poco sobre esta hacienda y sus hornos se encuentran en estado ruinoso (Imagen 49), el horno tenía un volumen paralelepípedo, contaba con varias cámaras de calcinación en su interior y un espacio para almacenar material. Dadas sus características, este horno data del siglo XIX y sustituía a los primeros hornos rudimentarios.¹⁰⁹



Imagen 51. Horno de cal del siglo XIX, Hacienda Calera de Nanacamilpa, Tlaxcala. Tomado de Carlos Chanfón Olmos, (1997), p. 430.

¹⁰⁸ paseopormexico.com, *Hacienda la Calera en Nanacamilpa de Mariano Arista*, (2017), Paseo por México, Véase en https://paseopormexico.com/lugares/2067/hacienda_la_calera_en_nanacamilpa_de_mariano_arista

¹⁰⁹ José Antonio Terán Bonilla, *La construcción de las haciendas de Tlaxcala*, D.F. México, Serie Historia Instituto Nacional de Antropología e Historia INAH, 1998, p.225.

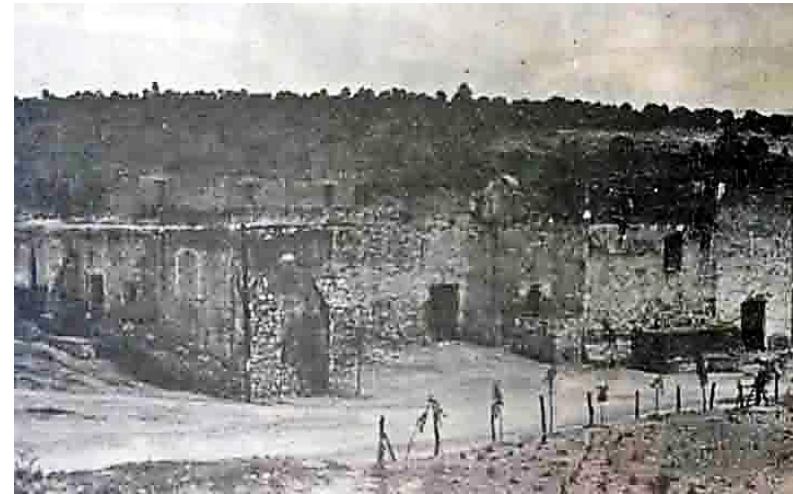


Imagen 50. Casa del Hacendado. Hacienda Calera de Nanacamilpa, Tlaxcala. Tomado de Terán, (1998), p.362.

Características generales de una hacienda ganadera.

Para conocer y entender la estructura arquitectónica, así como el funcionamiento de la Hacienda Calera de Apaxco y el estudio de análogos, se estudiaron programas y esquemas arquitectónicos de las haciendas ganaderas con el fin de determinar su funcionamiento, ya que nuestro objeto de estudio tuvo su principal campo productivo en la cal, pero también se dedicó a explotar y lucrar en otros campos de producción como la ganadería y la agricultura.

Las haciendas ganaderas son conjuntos arquitectónicos que constan de una porción de campo y edificios adecuados para

realizar actividades que tratan de la reproducción, crianza y comercialización del ganado mayor o menor para la utilización y aprovechamiento de productos derivados, como pelo, grasa, piel y carne.¹¹⁰

Las edificaciones de una hacienda ganadera presentan tamaños más reducidos y baja densidad edificada, en comparación con otro género de haciendas, esto se debe tanto a la explotación pecuaria apoyada en pocas construcciones, a la dispersión de la ganadería en conjuntos más amplios, como a la capacidad de adaptación a terrenos marginales, es decir, estas edificaciones se desarrollaban en suelos pobres, establecían una baja densidad edificatoria y cubrían sus necesidades mediante obras ligeras y la acotación de espacios (cercados para el manejo y estancia del ganado, cobertizos, viviendas para una población poco numerosa, pajares, almacenes, silos y molinos de pienso) y elementos auxiliares como aljibes o abrevaderos. Se necesitaban grandes espacios abiertos para su manejo, corrales para animales de tiro, cobertizos, caballerizas, etc.¹¹¹

La arquitectura y los recursos naturales determinaron la producción empresarial en la zona de estudio, cada unidad

¹¹⁰ Carlos Chanfón Olmos, (1997), op. cit. p. 430.

¹¹¹ Consejería de Obras Públicas y Transportes, *Cortijos, haciendas y lagares*, Sevilla, España, Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1998, p. 76.

constructiva atendía a una serie de circunstancias que actuaban en combinación, desde la topografía del terreno, la posición respecto a los campos, el dominio visual y simbólico de la finca, el suministro de agua y la facilidad de comunicaciones.¹¹²

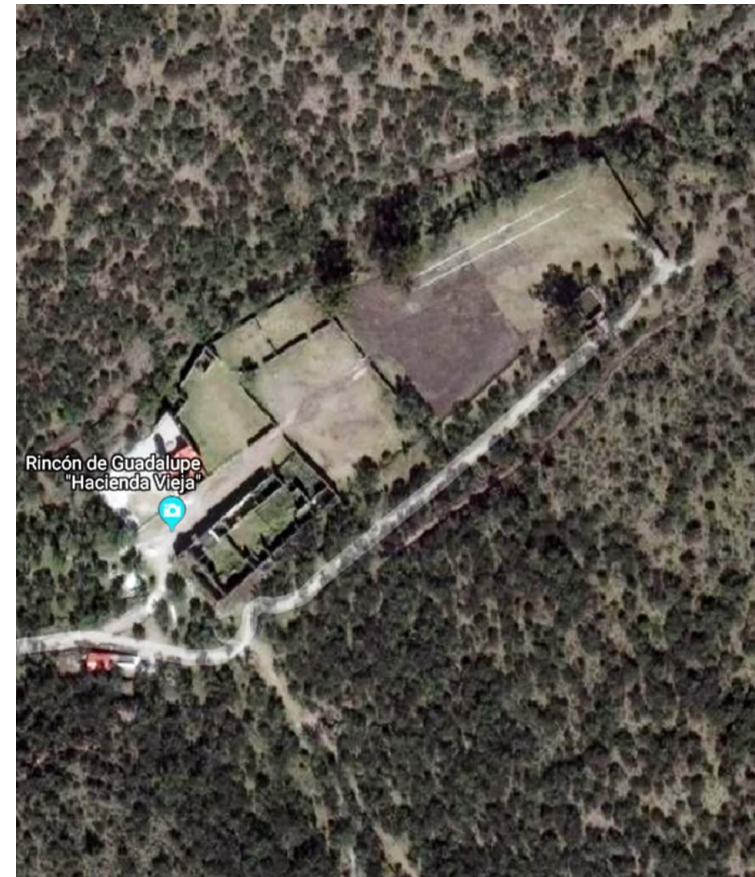


Imagen 52. Vista aérea de la Hacienda Calera. Tomado de Google Earth.

¹¹² *Ibíd.* p.40.

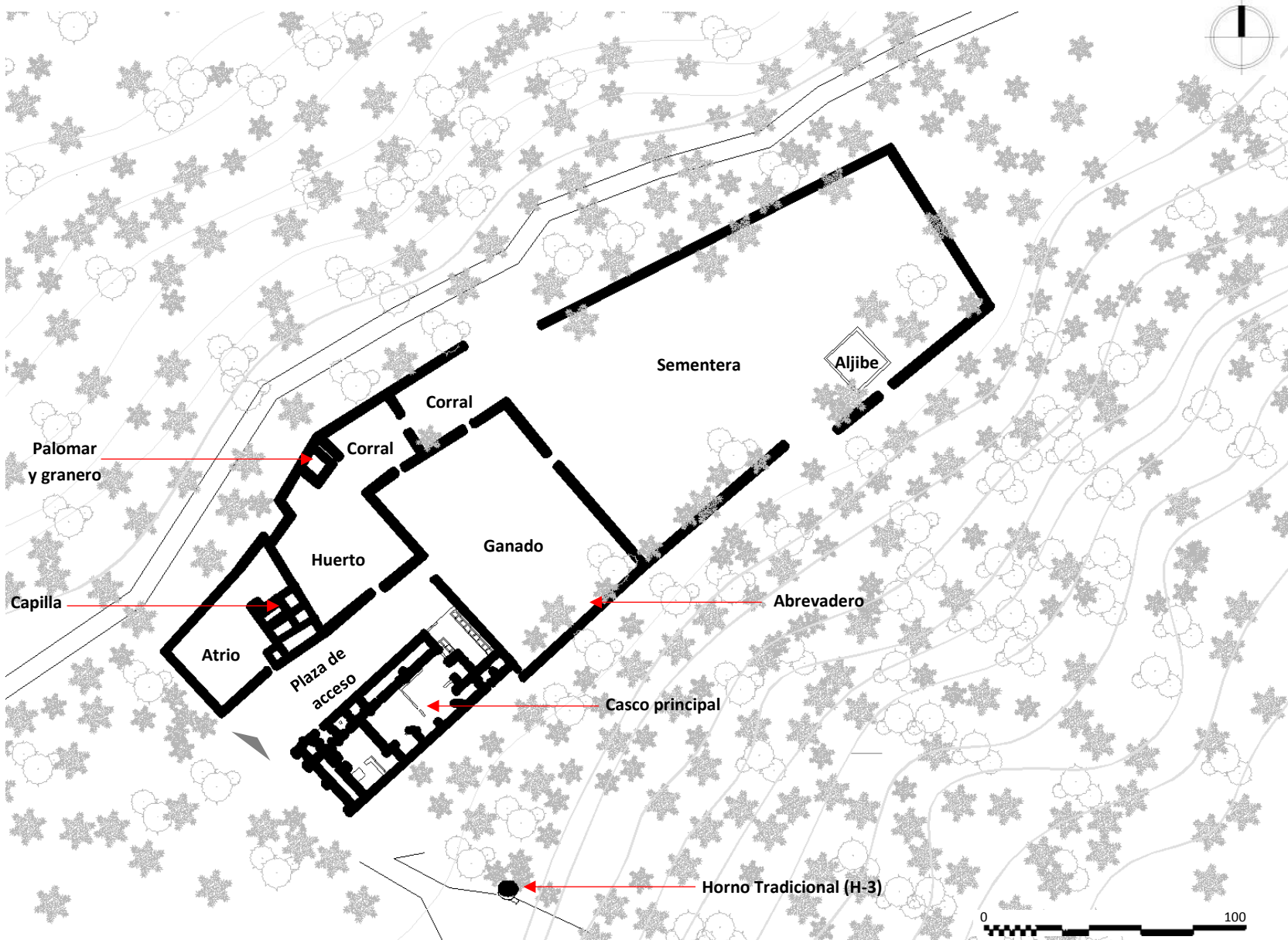


Imagen 53. Plano de conjunto de la Hacienda Calera de Apaxco. 2017. Ver anexo de planos EA_001.

Conjunto.

En una extensión territorial intramuros de 21 hectáreas, la organización espacial de la hacienda (Imagen 50 y 51) y el entorno circundante de los edificios se integran como parte indispensable del conjunto; las edificaciones proyectan a su alrededor un espacio abierto, semi construido en donde se jerarquizan las fachadas del núcleo edificatorio y se distribuyen vías de comunicación, accesos, zonas de labor y maniobra, patios, plazas y otros espacios que acompañan la transición entre lo vacío y el volumen construido.¹¹³

La presencia de los espacios arquitectónicos construidos con material de la zona(piedra riolítica y basáltica), servían para albergar las funciones concretas relacionadas con cada actividad laboral, así como la baja densidad edificada la Hacienda Calera de Apaxco; responden a los esquemas de producción ganadera, en los que sus instalaciones albergaron ganado vacuno y cosecha para su alimentación. En su casco principal se administraba la producción ganadera y calera.

A pesar de su estado de conservación ruinoso, su lectura arquitectónica y espacial mantiene la congruencia funcional de

¹¹³ Consejería de Obras Públicas y Transportes, *Cortijos, haciendas y lagares*, Sevilla, España, Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1998, p. 76.

los amplios espacios abiertos para el ganado, un sencillo programa arquitectónico en el que el casco y la capilla fueron los principales volúmenes arquitectónicos con elementos estéticos.

A continuación, se expondrá un sencillo análisis de cada uno de sus espacios, dejando al final el casco principal, al cual se le realizará un análisis particular del trabajo arquitectónico.

- Plaza de acceso



Imagen 54. Vista general al oriente desde la plaza de acceso.

Con 80 m de largo y 20 m de ancho, la plaza define el eje principal de composición, un eje axial de circulación oriente-poniente para vestibular hacia la capilla, el casco y los corrales de ganado. Es el nivel de terreno más bajo de toda la hacienda. Además de acceder a varios espacios, ésta área sirvió de aparcamiento para las carrosas o carretillas que transportaban los productos (Imagen 52)Capilla y atrio.



Imagen 56. Vista general de la capilla desde la plaza de acceso, al fondo el cerro Jagüey Seco. 2017.

La única edificación restaurada en toda la hacienda (Imagen 54), es la capilla que venera a la Virgen de Guadalupe, y por la que se le designó el nombre de Hacienda del Rincón de Guadalupe, el cual pone en cuestionamiento el origen de nuestro objeto de estudio.

Se trata de una sencilla construcción de una sola nave con cubierta abovedada, sacristía, jardín y torre de 10 m de altura. Cuenta con reciente restauración y periódicamente, en ella, se rinde culto. Tiene con un pequeño atrio de 1000 m² bardeado perimetralmente por un muro bajo con acceso continuo desde la plaza y colinda al norte con el arroyo El Zarco.

- Palomar y Granero

Localizados en la parte norte del huerto y colindando con el arroyo, el palomar es un espacio muy angosto con una serie de nichos en la parte alta, se usó para resguardar aves para el consumo alimenticio y el envío de mensajes ante el distanciamiento y falta de medios de comunicación. Un cuarto de 4 x 4 m se usaba para guardar granos y semillas requeridos para la alimentación del ganado o consumo humano (Imagen 53).



Imagen 55. Izquierda, vista general del granero y palomar. Derecha, detalle del palomar. 2017.



Imagen 58. Vista general de los accesos a los corrales, vista hacia el norte desde el patio de ganado. 2017.

- Corrales.

Los corrales se localizaban del lado norte junto al arroyo, alejados de la zona administrativa y de culto, el huerto servía de aislamiento para los malos olores, actualmente estos espacios se encuentran al aire libre sin ninguna techumbre y no se hallaron vestigios de algún tipo de cubierta que haya ayudado a resguardar el ganado de la intemperie. Con muros perimetrales de más de 2 m de alto se bardean estos espacios, cada uno de sus accesos se flanquean por ambos costados con gruesos cuerpos de forma cilíndrica su función: dotar de estabilidad a los esbeltos muros, así como jerarquizar sus accesos y sobreponer los portones (Imagen 55 y 56).



Imagen 57. Detalle de muro de corral, construido con mampostería de mayor tamaño decreciendo en la parte superior y coronado con un boleado. 2017.



Imagen 59. Vista hacia el poniente desde el patio de ganado, al fondo remata el acceso entre los muros del casco y el huerto, 2017.

- Patio de ganado y sementera.

Continuo a la plaza de acceso, se vislumbran un espacio en dos secciones, la primera extensión de tierra sirvió para concentrar el ganado previo al pastoreo. Un abrevadero del lado sur alimentado desde el aljibe, desviaba el agua mediante una atarjea, este espacio se conectaba a los corrales. La segunda extensión, del doble de área, era un terreno que se preparaba para el cultivo, dentro de este espacio del lado noreste se localiza el aljibe el cual servía para el riego (Imagen 57 y 58).



Imagen 60. Vista hacia el oriente desde la cementera, al fondo el muro divisorio del patio de ganado 2018.



Imagen 61. Estado actual, fachada norte del casco principal de la Hacienda Calera de Apaxco, 2018.

Casco principal.

La edificación de 1,745 m², comprendía la zona administrativa y la zona habitacional de la Hacienda Calera, es el edificio con el que se remata al llegar a la Hacienda; al igual que toda la hacienda su estado actual presenta un alto grado de deterioro, por lo que sólo quedan ruinas (Imagen 59), ya que ha perdido la mayor parte de sus cubiertas y algunos de sus muros han colapsado. La maleza continúa deteriorando su estructura al enraizarse en sus muros. Desde los inicios de la empresa calera hasta el Porfiriato, éste núcleo ha sufrido transformaciones e intervenciones a través de los siglos, sus distintas intervenciones se adecuaban de acuerdo a las necesidades temporales. Al no encontrar planos antiguos de la hacienda como referencia documental para conocer el funcionamiento de cada uno de los espacios dentro del casco, la observación de los elementos arquitectónicos, sistemas constructivos y espacios, ha sido la

fuerza primaria para su análisis, y lectura de funcionamiento original. El trabajo en campo, constó de un levantamiento arquitectónico y de daños, el cual nos permitió adentrarnos en sus instalaciones y establecer teorías sobre el funcionamiento del casco principal, basado, además, en fuentes bibliográficas de referencia para el funcionamiento de otros cascos en diferentes haciendas.

El programa arquitectónico del casco (Imagen 60), consta de dormitorios, lavaderos, patios, letrinas, oficina, despacho, taller, cuarto de raya, zaguán, administración, bodega, almacén y tienda. Este programa tuvo modificaciones, adaptaciones, ampliaciones y agregados para introducir nuevas áreas; estas integraciones se pueden apreciar en los diferentes espesores de los muros los cuales cambiaron la configuración u organización espacial original.

En un solo piso y en una planta rectangular el partido se distribuía en tres patios, que dividían las zonas administrativas, privadas, de producción y servicios. Por regla general, en construcción de un piso, las piezas más cercanas al zaguán se destinaban a la administración; durante los primeros siglos de la

colonia los cascos y casas de los hacendados únicamente consistían en un zaguán y dos piezas edificadas con los mismos materiales (Imagen 61-70).¹¹⁴ Para un mejor entendimiento y reconocimiento de los espacios interiores del casco, a continuación se presenta una memoria fotográfica del mismo.

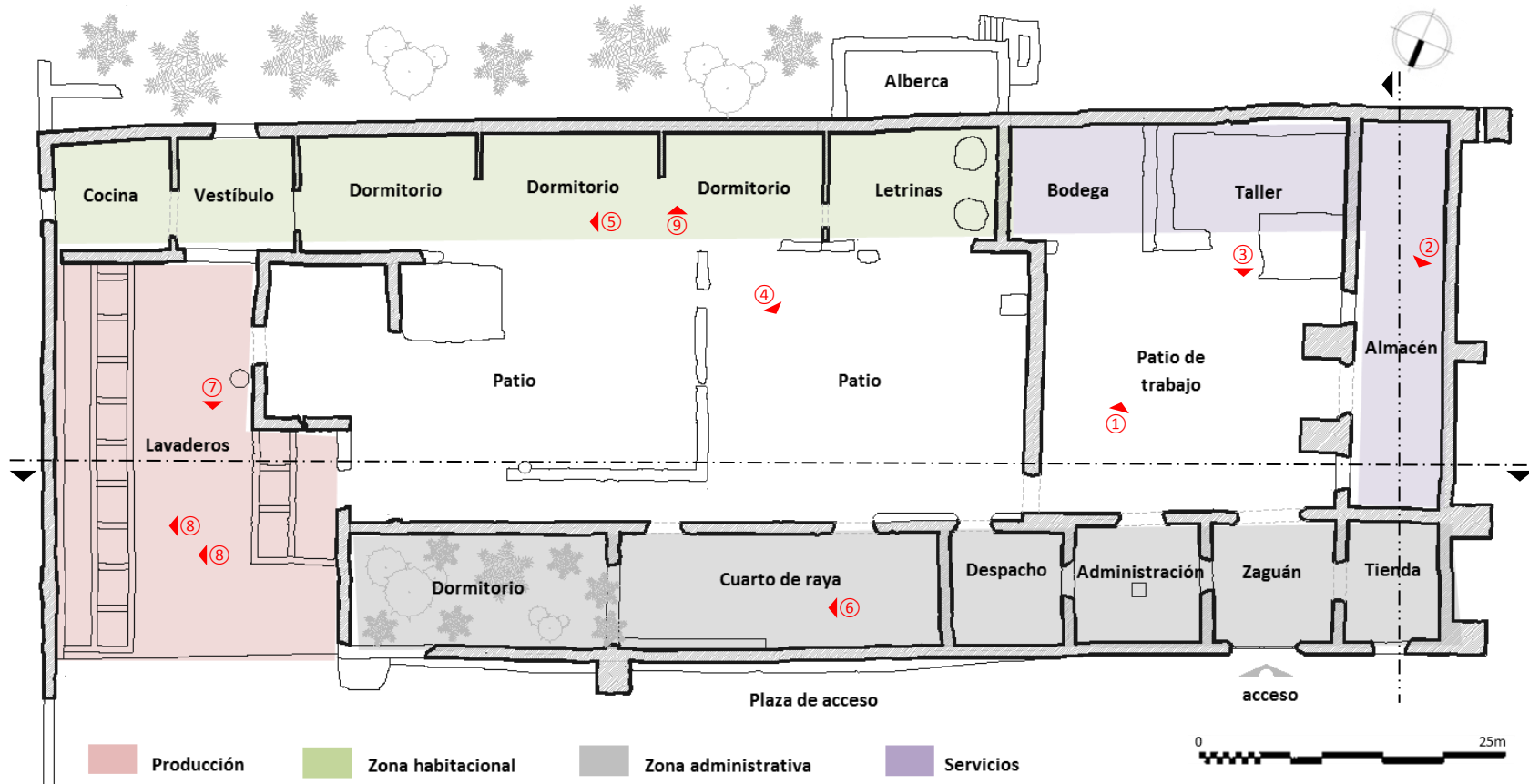


Imagen 62. Planta arquitectónica, estado actual del casco principal. 2017. Ver anexo de planos EA_004.

¹¹⁴ José Antonio Terán Bonilla (1998), op. cit. p. 327.

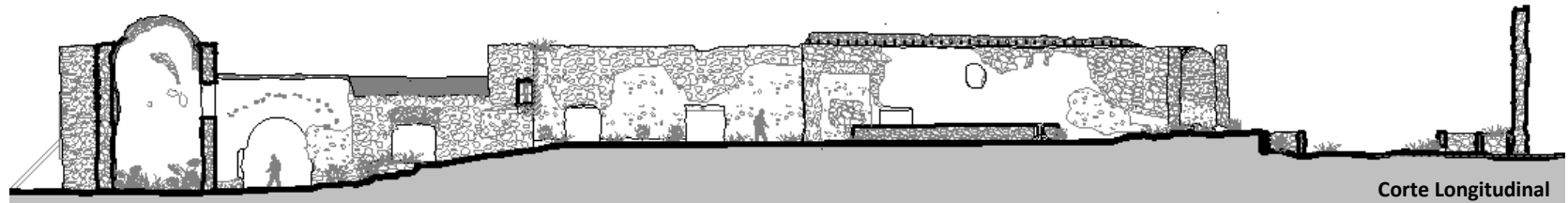
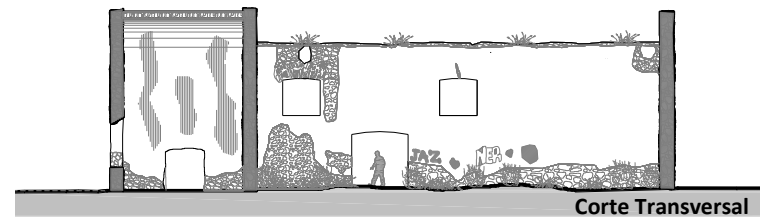
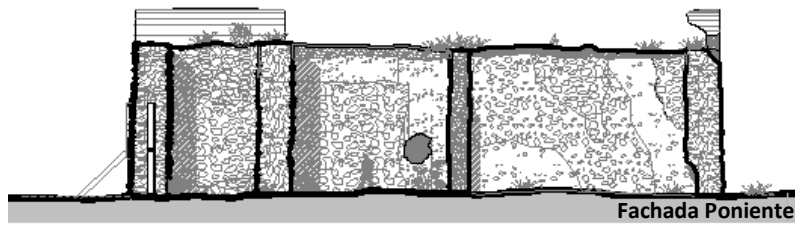
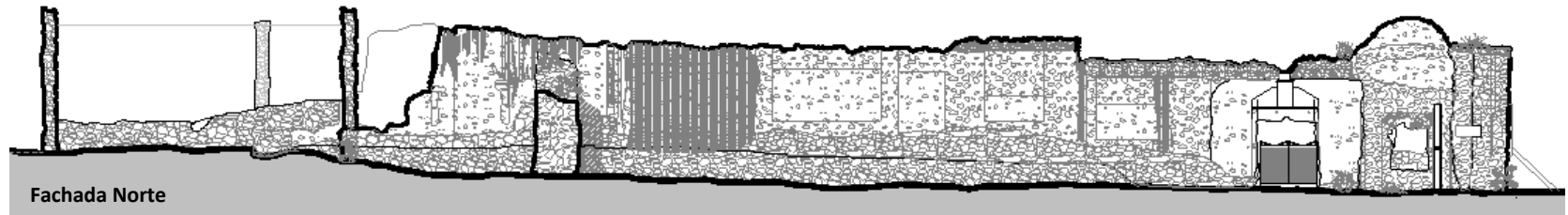


Imagen 63. Dibujos arquitectónicos, alzados del casco principal. Ver anexo de planos EA_006. 2017.



Imagen 64. ①. Vista general del patio de trabajo, al fondo la bodega y el taller, del lado derecho el acceso al almacén entre contrafuertes. 2017.



Imagen 66. ③. Vista general del patio de trabajo, al fondo del lado derecho zaguán y lado izquierdo administración. 2018.



Imagen 65. ②. Vista del interior del almacén, pérdida total de cubierta abovedada. 2018.



Imagen 68. ④. Vista general del patio interior, al fondo el muro y acceso al cuarto de raya, del lado izquierdo acceso a despacho y poyo. 2017.



Imagen 69. ⑤. Vista hacia los dormitorios. 2017.



Imagen 67. ⑥. Vista del cuarto de raya, impronta color rojo en poyo. 2018.



Imagen 72. ⑦. Vista general de lavaderos, al fondo plaza de acceso. 2017.



Imagen 71. ⑧. Detalle de lavaderos. 2017.



Imagen 70. ⑨. Detalle de muro agregado en dormitorios, espesor 25 cm. 2017.

Arquitectura y sistemas constructivos.

A continuación, se presenta cada uno de los elementos arquitectónicos y espacios interiores con peculiares características estéticas de la Hacienda, detalles de sus integraciones y sistemas constructivos que sirvieron como fuente primaria para determinar la hipótesis de su funcionamiento original.

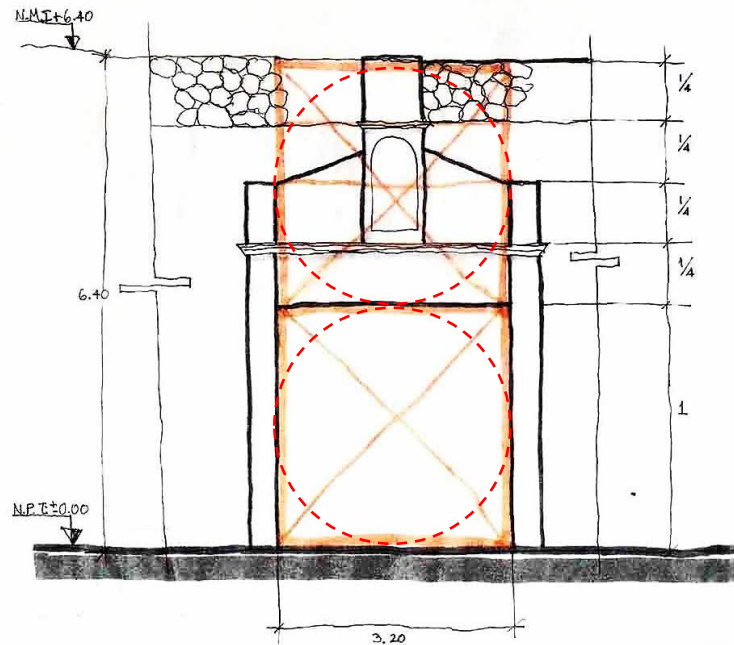


Imagen 73. Croquis hipotético del estado original del casco, detalle geométrico del trazo de la portada en el acceso al casco. 2017.

Entre estas intervenciones destaca la portada del acceso, de la cual únicamente quedan la hornacina, secciones del cornisamento, trazos de estilo clásico del dintel y fustes adosados a la fachada. Su trazo queda definido por el claro de un cuadrado rexpidiéndose la misma proporción en la parte superior y en cuartas partes horizontalmente para cada elemento secundario de la portada (Imagen 71 y 72).



Imagen 74. Estado actual, vista de la portada del acceso al casco. 2018.

- Contrafuertes

Los contrafuertes están ubicados sobre la fachada poniente, son elementos estructurales agregados para contrarrestar el empuje de la bóveda de cañón, respondían a un desplome severo y lo contrarrestaban con apuntalamientos de vigas de acero (Imagen 74). Estaban conformados con el material de la zona, su construcción se basó en el desplante de paramentos perimetrales que formaban un encofrado portante de relleno con material en bruto y mortero, un aparejo usado desde época romana llamada opus caementicium (Imagen 73).¹¹⁵

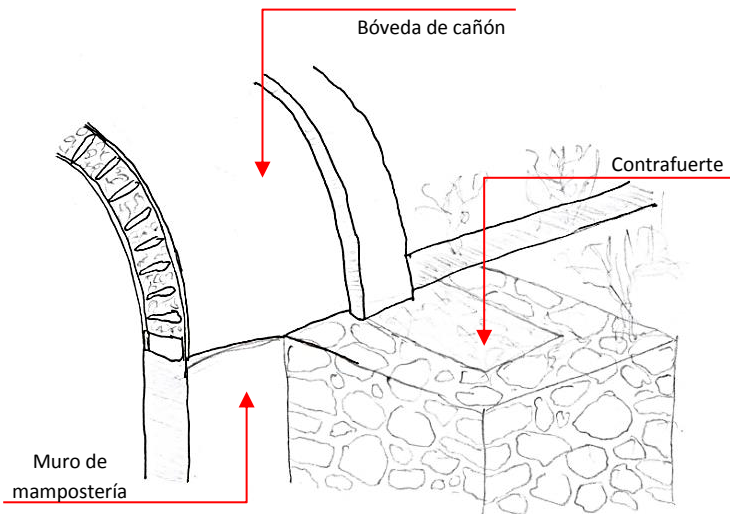


Imagen 76. Croquis de detalle del sistema constructivo del contrafuerte, y demás elementos estructurales. 2017.

¹¹⁵ Jean Pierre-Adam, La construcción romana, materiales y técnicas. León, España, Editorial de los oficios, 2002, p. 136.

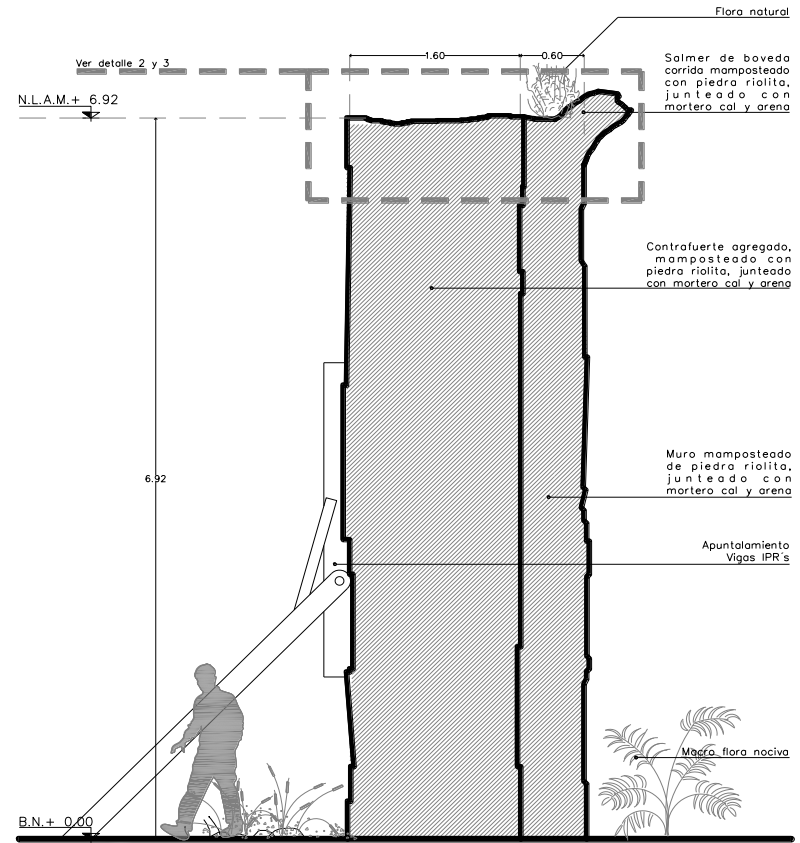


Imagen 75. Dibujo arquitectónico, detalle de contrafuerte agregado con apuntalamiento. Ver anexo de planos EA_007. 2017.

SISTEMA CONSTRUCTIVO			
Elemento Estructural	Fabrica	Croquis	Foto (detalle)
Contrafuerte	Contrafuerte mampostado con piedra riolita junteado con mortero cal y arena. 1.60x1.60x6.90m.		

- Bóveda de cañón.



Imagen 78. Piranesi, *Ruinas de un edificio sepulcral*, Tomado de Giovanni Battista (2001), pp. 74 y 75.

La bóveda de cañón fue una cubierta que aún se conserva en lo que era la tienda y algunos vestigios en el almacén del casco. Fue agregada en otro periodo junto a los contrafuertes y se construyó con los mismos materiales de la zona. En un grabado de Piranesi (Imagen 76), se observa el detalle del sistema constructivo de concreción usado en bóvedas y cúpulas; en el casco fue usado el mismo sistema, piedras lajas con relleno en bruto de piedras y mortero (Imagen 75).

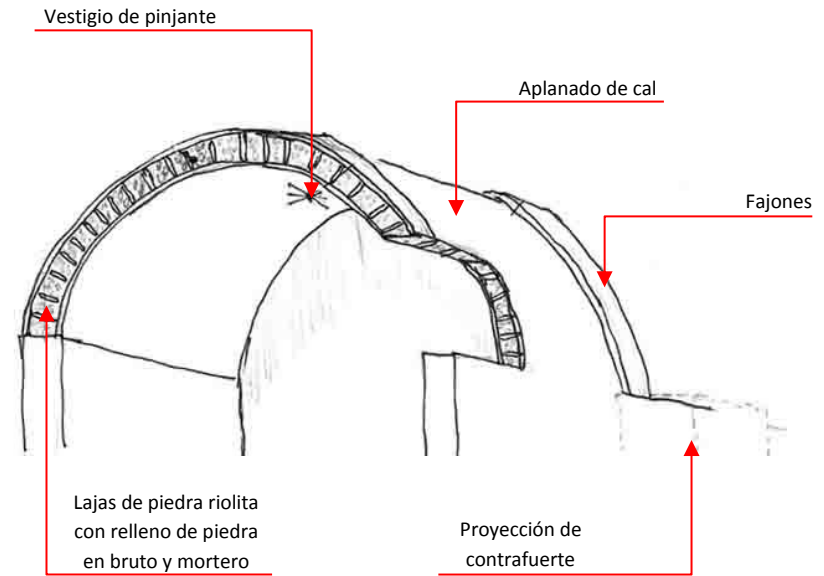
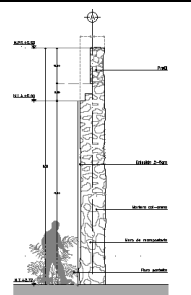



Imagen 77. Croquis de detalle de la bóveda de cañón localizada en la tienda del casco. 2017.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS			
Elemento Estructural	Fabrica	Croquis	Foto (detalle)
Boveda	Boveda de cañón mamposteada con lajas de piedra riolita, juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor.		

- Muros: 60 cm.

Como se ha mencionado anteriormente, algunos muros han colapsado o se han desplomado debido a la pérdida de sus cubiertas, los muros que dividían los espacios abiertos, eran coronados con un boleado (Imagen 77), en el interior los muros se remataban con mechinales del sistema de cubierta de viguería usado en su estado original. El pretil se homogenizaba con el muro, usando pequeños mampuestos para el empotre de la viguería portante de la cubierta (Imagen 78). Este sistema de cubierta se usó en algunos espacios, en ellos el pretil es evidencia del tipo de estructura para techar. En los espacios donde no existen mechinales podemos determinar la ausencia de la misma u otro tipo de cubierta utilizada.

ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS			
Elemento Estructural	Fabrica	Croquis	Foto (detalle)
Muro	Muro de 60cm. de espesor, mamposteo con piedra riolita y basaltica junteado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor.		

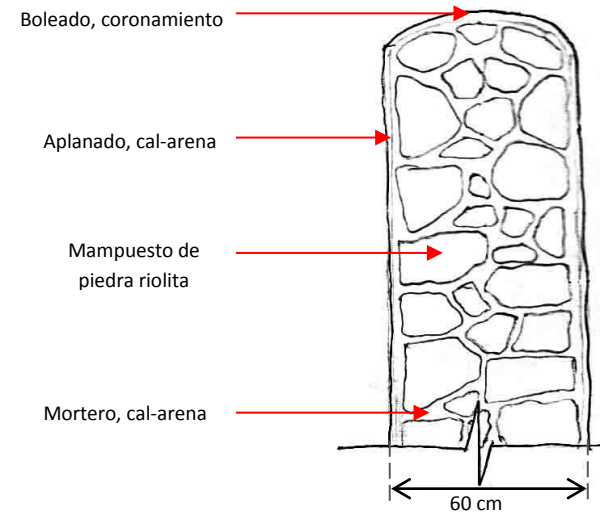


Imagen 79. Croquis de detalle del sistema constructivo de muros. 2017.



Imagen 80. Detalle de mechinales en el muro colindante sur del casco principal. 2017.

- Arco escarzano

En todos los cerramientos del casco principal se localiza este tipo de arco. Es un caso particular de arco rebajado, en el que el vértice no estaba predefinido, sino que surgía del propio trazado. Su geometría se desarrolló a partir de un triángulo equilátero que se apoyaba en la línea de arranques¹¹⁶. Para enmarcar el vano se daba forma al capialzado y derrame en muros; los arcos se desarrollaron con piedra riolita en forma de laja para trabajar a compresión (Imagen 79 y 80).

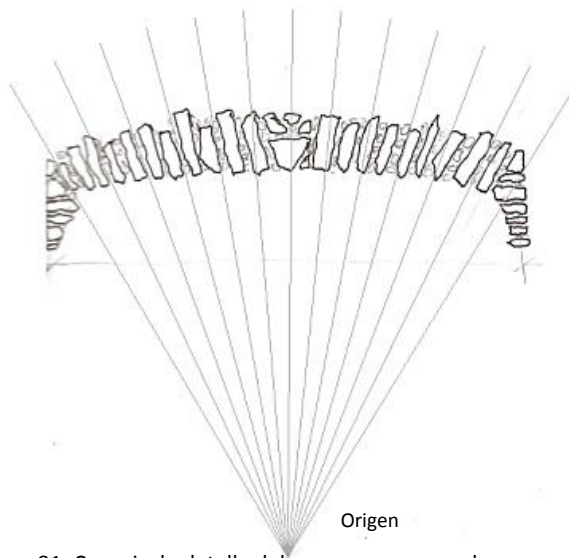


Imagen 81. Croquis de detalle del arco escarzano en los cerramientos del casco. 2017.

¹¹⁶ Narciso Sánchez Sánchez, *Geometría de los arcos: guía para la construcción y trazado de arcos*. Murcia, España, Región de Murcia: Consejería de Educación, Formación y Empleo, 2011, pp. 14 y 25.

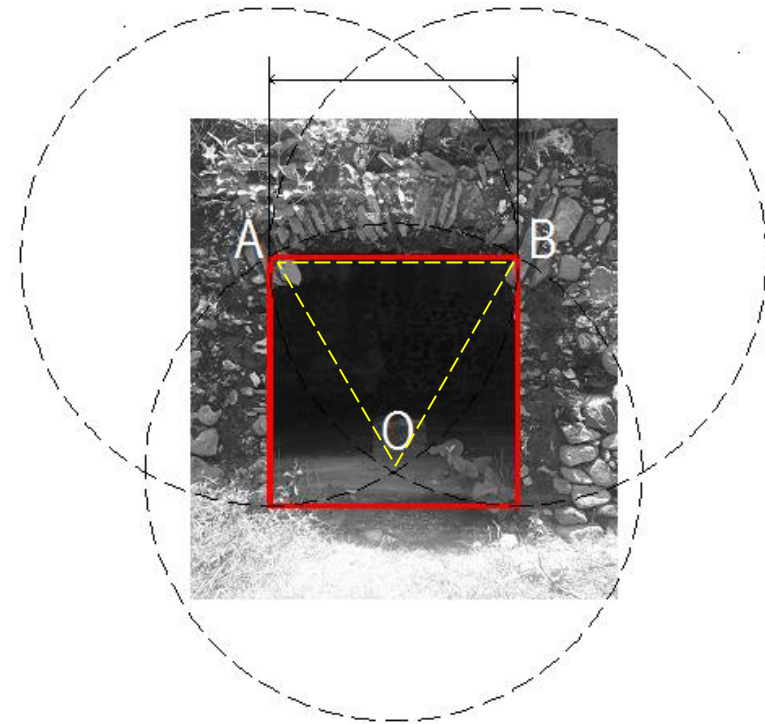


Imagen 82. Geometría y trazado del arco escarzano, vano del acceso a la administración. Véase en Narciso Sánchez Sánchez.(2011), p. 25.

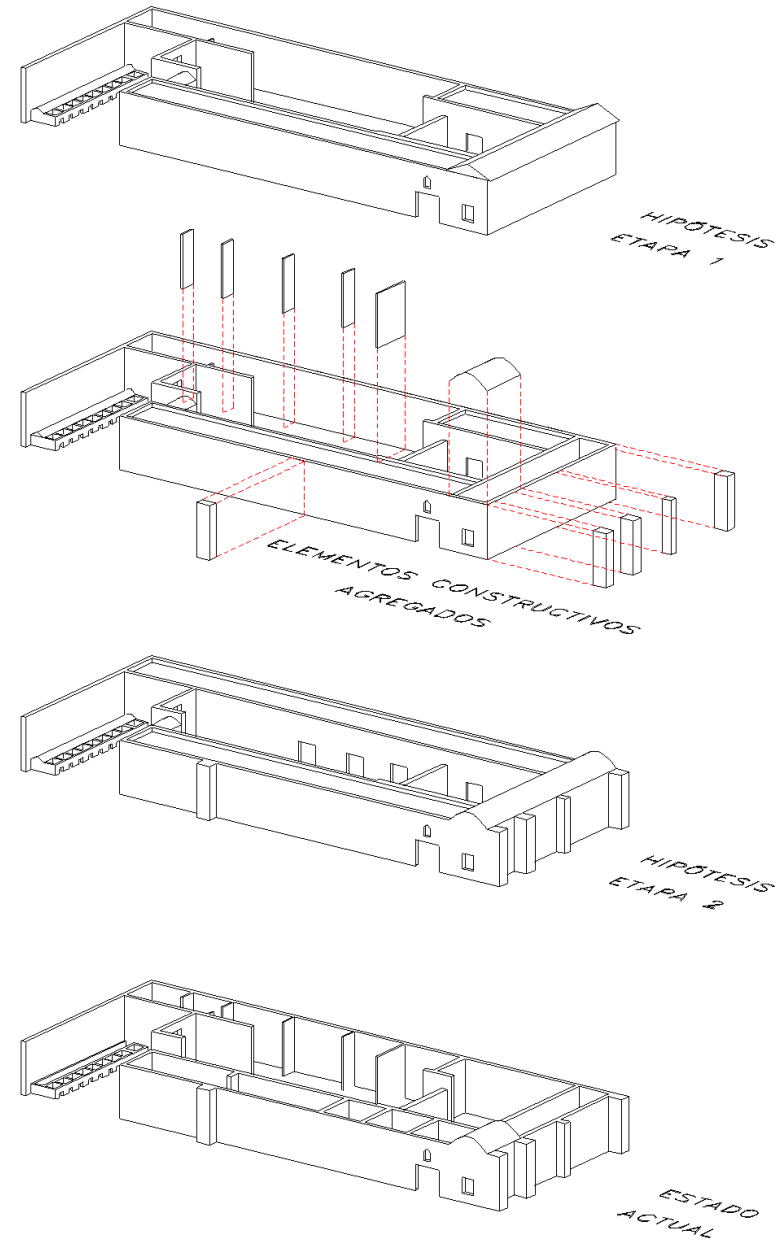
ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS			
Elemento Estructural	Fabrica	Croquis	Foto (detalle)
Arco escarzano	Cerramientos con arcos escarzanos para vanos, mamposteo con lajas de piedra riolita, juntado con mortero cal y arena.		

Etapas constructivas y materiales.

Las fábricas y sistemas constructivos de la Hacienda Calera de Apaxco son la evidencia de las distintas intervenciones a través de los siglos, la modificación de su estructura arquitectónica y configuración espacial responde a las necesidades que fueron surgiendo en distintos tiempos (Imagen 81). Para cubrir la demanda de producción ya sea calera o agropecuaria se requirió aumentar su planta laboral y para ello se dividió con muros de material mixto entre ladrillo y piedra para ampliar su programa arquitectónico y albergar espacios para los huéspedes.

Los contrafuertes se agregaron para contrarrestar los empujes de una nueva cubierta abovedada la cual sirvió como techo del almacén, donde se guardaban los explosivos usados para la extracción de piedra caliza, un accidente pudo originar la pérdida de la antigua cubierta de madera, por lo que se sustituyó por una más resistente de mampostería, sin embargo, los contrafuertes no estuvieron anclados a los muros, lo que provocó inestabilidad estructural que más tarde provocó el colapso de toda una sección de bóveda de cañón y por consiguiente el desplome de los contrafuertes.

Imagen 83. Esquema hipotético de las etapas constructivas del casco principal de la Hacienda Calera de Apaxco. 2017.



2^{da} PARTE

LOS HORNOS DE CAL

Antes de conocer los tipos de hornos de cal de la Hacienda Calera de Apaxco, como antecedente histórico conoceremos el sistema de calcinación prehispánico usado por las culturas mesoamericanas que más tarde evolucionó con la nueva tecnología introducida por los colonizadores.

Actualmente existe poca documentación del método de calcinación en la época prehispánica, debido a la ausencia de vestigios o ruinas que indiquen el proceso de dicho material. Dadas las condiciones en las que se encuentran los yacimientos arqueológicos, prácticamente se ha perdido la infraestructura de producción de cal, pero en el asentamiento subordinado a la cultura teotihuacana del año 300 al 450 d.C., en lo que es ahora la zona arqueológica de Chingú ubicada en el municipio de Atitalaquia, estado de Hidalgo, existen vestigios que indican el proceso de la extracción de caliza para la obtención del estuco utilizado en la construcción de la ciudad de Teotihuacán.¹¹⁷

Teotihuacán fue de las primeras grandes urbes construidas en Mesoamérica, se requirió una gran demanda de material para su construcción, misma situación se repitió en el caso de

¹¹⁷ Dirección de Medios de Comunicación, *Descubren en Tula-Tepeji vestigios de pueblos previos al esplendor tolteca*, Boletín 99 INAH, 2016, p. 3. Consultado en https://www.inah.gob.mx/images/boletines/pdf//article/5166/2016_099.pdf.

Tenochtitlan en el Valle de México, donde de igual manera existió una alta demanda de cal. Por lo anterior, se asume que la calcinación de piedra caliza debió suceder en enormes cantidades, sin embargo, en la actualidad se ha perdido su infraestructura.

Los antiguos sistemas de calcinación utilizados por las culturas prehispánicas preceden a la tecnología virreinal traída por los españoles, la tecnología mesoamericana de elaboración de cal murió cerca de la mayoría de los centros coloniales españoles. En su estudio, *Fabricación de cal en Mesoamérica*, Thomas Schreiner, identifica seis tipos de caleras regionales, lo que indica que este tipo de hornos eran los utilizados en la época prehispánica. Schreiner realizó importantes estudios de esta tecnología con relación a la cultura maya.¹¹⁸

El método ancestral para el quemado de la cal, según la tradición maya se realizaba a cielo abierto, por lo que los resultados son impredecibles debido a los efectos adversos del viento y la lluvia. Las caleras mesoamericanas tradicionales son

¹¹⁸ Thomas Schreiner, *Fabricación de cal en Mesoamérica: Implicaciones para los Mayas del Preclásico en Nakbe, Petén*. En XIV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2000, J. P. Laporte, A.C. Suasnívar y B. Arroyo (eds.) 2001, nota de la edición: plática presentada en el XII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala, 1998, pp.356-368. Consultado en <http://www.asociaciontikal.com/wp-content/uploads/2017/01/43.02-Thomas-Schreiner-en-PDF.pdf>.

estructuras construidas con combustible húmedo, generalmente leña fresca, densamente apilada (Imagen 84 Imagen 85).



Imagen 84. Morris, Earl. 1931. Horno maya, consiste en piras densamente comprimidas de madera recién cortada. La piedra caliza era colocada radialmente. Tomada de Luis Barba Pingarrón. (2013).

Dichas caleras funcionan como hornos capaces de alcanzar y mantener 900 °C (temperatura necesaria para convertir la caliza en cal viva). La combustión se daba al centro de la calera, donde se concentraba el calor. La, pérdida de calor se evitaba mediante el aislamiento que producía la humedad de la capa externa de madera.¹¹⁹ Los hornos con madera húmeda eran los más eficientes, la madera seca no es eficiente porque se quema rápidamente y de manera no controlada, produciendo gases de combustión que se elevan tan rápido a través de la carga de roca

¹¹⁹ Thomas Schreiner, (2001), op. cit. p. 2.

caliza que no alcanzaban a transferir el calor de manera apropiada.¹²⁰



Imagen 85. Schreiner, 2002. Calera maya para el quemado de cal. Tomada de Luis Barba Pingarrón. (2013).

¹²⁰ Luis Barba Pingarrón, *Historia y usos tradicionales de la cal: El uso de la cal en el mundo prehispánico mesoamericano*. En L. Barba e I. Villaseñor (Eds.), *La cal: historia, propiedades y usos*, Distrito Federal, México. Universidad Nacional Autónoma de México Instituto de Investigaciones Antropológicas. 2013, p. 40.

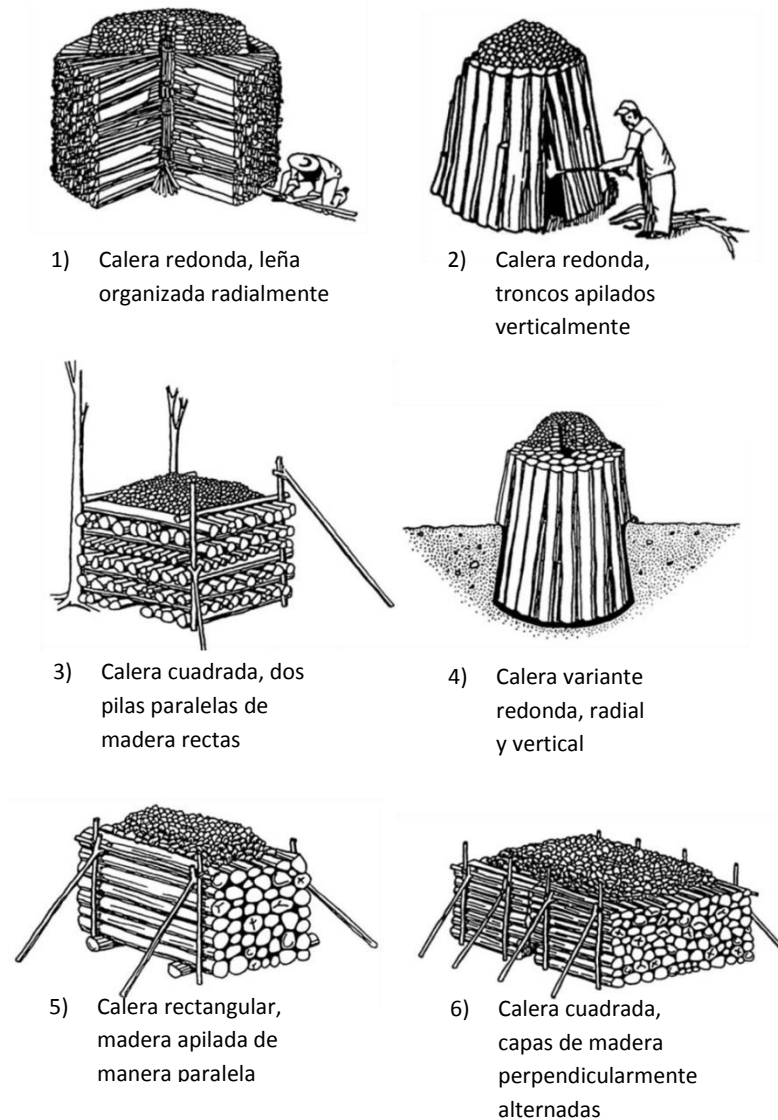


Imagen 86. Croquis de los seis tipos de caleras regionales de acuerdo al método utilizado para apilar la madera. Tomada de Schreiner, 2001.

Las caleras documentadas en el estudio práctico experimental de Schreiner (Imagen 84) recabaron datos técnicos y descriptivos sobre la producción en cada una, en las cuales podía quemarse a nivel de la superficie o excavando a medio nivel del terreno.¹²¹ A pesar de ser menos eficientes, las caleras prehispánicas tenían la ventaja de poder montarse en donde está la leña, de tal forma que sólo debía transportarse la piedra caliza para su operación (Imagen 87).¹²²

Los anteriores, fueron los modelos de caleras tradicionales prehispánicas utilizadas antes de ser remplazadas por otro tipo más eficiente introducido a América por los colonizadores europeos: el horno tradicional virreinal, el cual sirvió intercambio tecnológico entre ambas culturas; donde la mano de obra y el método artesanal usado por los indígenas fue aprovechado por los españoles para iniciar la industrialización de la cal durante el periodo virreinal.

Imagen 87. En el documental *La caída de los mayas* se observa el hipotético funcionamiento de las caleras rectangulares (5), según Thomas Schreiner Tomada de Townsley, Graham. 2003.



¹²¹ Thomas Schreiner, (2001), op. cit. p. 4.

¹²² Graham Townsley, (productor y director), *El amanecer de los Mayas* (Cinta documental). España; National Geographic Television & Film, 2013.



CAPITULO 3

**HORNO
TRADICIONAL
(VIRREINAL)**

Orígenes.

Como se mencionó anteriormente, distintas civilizaciones encontraron la manera de obtener cal mediante la quema de piedra caliza, al mezclarla con arenas o arcillas era usada en estucos o enlucidos. Fue durante la época del Imperio Romano, cuando se sistematizó el aprovechamiento y producción de la cal, dando origen al horno que ahora conocemos como Horno Tradicional, el cual recibe su nombre con base en el modo de producción artesanal.¹²³

Existe una amplia documentación sobre las propiedades y ciclos de producción de cal, sus tipos y usos, sin embargo no existe mucha documentación donde se describa las características físicas de un horno calero.

En el capítulo XLIV del trabajo teórico del autor romano Marco Poncio Catón de su tratado *De Agri Cultura*, Sobre el Horno de Cal, en el año 160 a. C. (prácticamente un siglo antes de Vitruvio), se describen de forma detallada las características

físicas de un horno para calcinar la piedra y así obtener cal (Imagen 86):¹²⁴

“Haz el horno de cal de una anchura de diez pies y de veinte de altura; reduce la anchura a tres pies en la parte más alta. Si realizas la cocción con una sola boca de horno, haz en el interior una gran cavidad suficiente para contener la ceniza, con objeto de evitar que tenga que sacarse fuera, y construye bien el horno, haz que la base abarque en su totalidad la parte más baja del horno. Si haces la cocción con dos bocas de horno no se precisará una cavidad; cuando haya de sacarse la ceniza, sácala por una de las bocas, en la otra seguirá habiendo fuego. Procura no dar lugar con una interrupción a que el fuego no este [encendido] permanentemente, procura que no se extinga ni de noche ni en ningún momento. Aplica al horno piedras de muy buena clase lo más blanca y lo menos jaspeadas posible.

¹²³ Jean Pierre-Adam, *La construcción romana, materiales y técnicas*. León, España, Editorial de los oficios, 2002, p. 69.

¹²⁴ *Ibidem*, p. 74

Cuando construyas el horno, haz que los posos estén cortados en nivel vertical hacia abajo; cuando hayas cavado suficientemente, dispón el emplazamiento del fuego de manera que esté lo más profundo y lo menos expuesto al viento que sea posible, si tienes un emplazamiento para hacer un horno poco profundo, construye la parte más alta con ladrillo o con piedras y mortero, revoca la parte más alta exterior. Cuando enciendas el fuego en la parte de abajo, si alguna llama sale por algún otro sitio que no sea el orificio circular de lo alto, cúbrelo con argamasa. Evita que el viento tenga acceso a la boca del horno; sobre todo evita todo en ese sitio la presencia del austro. La señal de que la cal estará cocina será la siguiente: se requerirá de que las piedras de la parte más alta estén cocidas; además las piedras de más abajo se desplomaran y la llama saldrá con menos humo.”¹²⁵

Este es el documento más antiguo hallado durante la investigación, en el que se especifica y describen las características de un horno calero, siendo las más importantes el emplazamiento, dimensionamiento y funcionalidad. Al ser un tratado para el trabajo de un agricultor, establecieron los distintos usos de este material que hicieron de la práctica un oficio artesanal, donde hubo un destacado gremio organizado en corporaciones, y del que se heredó conocimiento calero durante

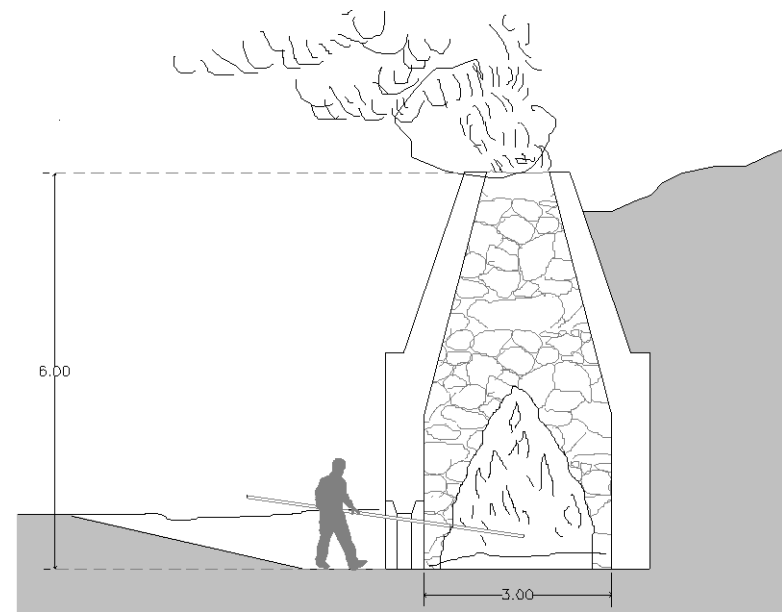


Imagen 88. Dibujo arquitectónico del horno de cal de acuerdo a las especificaciones indicadas en el Tratado de Agricultura de Catón. Tomado de Pierre-Adam, Jean. 2002

¹²⁵ Marco Porcio Catón, *De Agri cultura*. Madrid, España, Editorial Tecnos. Estudio preliminar, traducción y notas de Amelia Castresana, 2009, pp. 76-78.

más de un milenio,¹²⁶ y en el que la cal fue producida a gran escala para la construcción del patrimonio edificado.

De igual modo, el tratadista romano *Vitruvio*, incluyó en sus escritos el tratamiento del óxido de calcio, en su tratado *De re architectura*, Libro Segundo, donde a manera de receta habla de los materiales usados para la construcción y hace una breve



Imagen 89. Trabajo de enlucido sobre una pared de tabique. “Yesero”, John Cranch, 1807, colección del Centro de Arte Británico de Yale. Tomado de: alamy.com

¹²⁶ Javier Hernández Ramírez, *Tiempo de Horneadas: etnografía de la actividad calera en Santa Ana la Real*. Huelva, Madrid. Diputación Provincial de Huelva, 2011, p. 26.

mención sobre la cal, pone énfasis en las diferentes características del mortero según sea su uso en estucado, enlucido o como conglomerante para el mamposteado (Imagen 89).

“La cal deberá ser mezclada en proporción variada y distintos tipos de arena cuyo resultado variable en la calidad del mortero [...]”¹²⁷

Por otro lado, a manera general, menciona el calcinado de la piedra caliza dentro de un horno, pero sin especificaciones o características técnicas del mismo, haciendo mención únicamente a las propiedades físicas de la piedra:

“[...], puestas al fuego en el horno, van perdiendo la fuerza de su solidez originaria, prendidas por el calor intenso del fuego; abrasadas y agotadas sus virtualidades quedarán con sus poros patentes y acabarán siendo esponjosas. En conclusión, una vez consumidos y desaparecidos el agua y el aire, inherente en estas piedras, en su interior poseerán un calor latente y subsistente;

¹²⁷ Marco Vitruvio Polión, *Los diez libros de arquitectura*, José Luis Oliver Domingo (trad.) Madrid, España, Alianza Editorial, 1995, p. 61.

mojándolas en agua, antes de recibir la fuerza del fuego, al ir penetrando la humedad en la porosidad de sus pequeñas aberturas, comienzan a calentarse y, de este modo, al refrescarlas, sale el calor del interior de la cal. Por ello, cuando las piedras se colocan en el horno, al cabo de un tiempo no mantienen el mismo peso y cuando las volvemos a pesar, sacándolas del horno, aun manteniendo sus propias dimensiones, descubrimos que han perdido casi una tercera parte de su peso, pues su elemento líquido ha quedado depurado por el fuego. [...]”.¹²⁸

De manera muy general, la anterior cita menciona la obtención de cal con base en las características que toma la piedra durante su quemado, pero no hace mención al proceso técnico durante la calcinación y mucho menos a las características que debía tener un horno calero. Sin embargo es un tratado del siglo I a.C., que fue una fuente muy valiosa durante mucho tiempo, y se retomó siglos más tarde por los arquitectos renacentistas, entre los años 1535 y 1575, donde los nuevos tratadistas buscaron principalmente incluir aspectos de la

¹²⁸ José Luis Oliver Domingo (trad.), (1995), op. cit. p. 61.

teoría de las órdenes clásicas con propuestas constructivas de diferentes elementos arquitectónicos;¹²⁹ y aunque Vitruvio, León Bautista Alberti y otros escritores dieron la advertencia sobre la elección adecuada de los materiales,¹³⁰ y a pesar de que la cal fue uno de los principales materiales de construcción, no se vuelve a hacer mención o no se dan nuevos aportes técnicos sobre el tema en los tratados de arquitectura en la época colonial.

La observación de algunas instalaciones caleras en distintos países mediterráneos, permite describir con suficiente precisión el desarrollo de esta tecnología romana, en ellos se puede observar que los métodos de producción no han cambiado desde la antigüedad.

La estructura del Horno Tradicional puede variar (Imagen 90), las condiciones geológicas y topográficas determinan las características de su construcción, sin embargo, el antiguo tratado es la fuente documental que explica las condiciones particulares, mencionadas anteriormente, para la construcción y funcionamiento del mismo.

¹²⁹ José Luis González Moreno-Navarro, *El legado oculto de Vitruvio*. Madrid, España, Alianza Editorial, 1993, pp. 69-70.

¹³⁰ Ídem.

Elementos de un horno tradicional:

- A) Entrada del combustible
- B) Aire fresco, evacuación de brasa
- C) Ventilación
- D) Cámara de caldeo
- E) Muro de ladrillo refractario
- F) Respiraderos
- G) Cono exterior
- H) Cobertura de cal grasa
- I) Depósito de piedras
- J) Depósito de combustible
- K) Criba de brasa

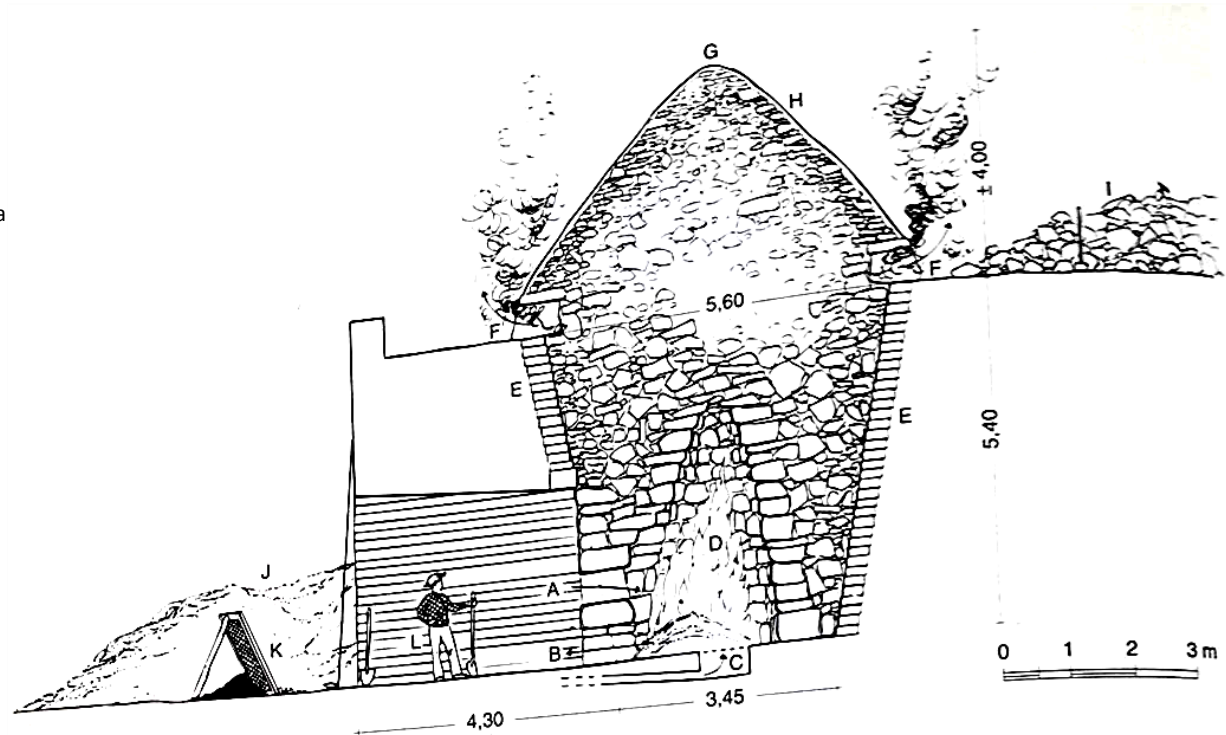


Imagen 90. Croquis del funcionamiento y elementos de un horno de cal, adaptándose a las características geológicas y topográficas del sitio. Tomado de Pierre-Adam, Jean. 2002.

Características arquitectónicas.

Su origen se remonta a la tecnología romana usada para la calcinación sistematizada de piedra caliza, esta tipología de horno encontrada en distintas partes del mundo occidental fue a la que sucedieron los hornos romanos y musulmanes y posteriormente los hornos españoles en América (Imagen 89 y 90)¹³¹. Al igual que estos, los Hornos Tradicionales localizados en la Hacienda Calera de Apaxco concuerdan con las características citadas por Catón, estos hornos presentan las mismas proporciones de medidas indicadas en su Tratado.

El abundante recurso calcáreo en el municipio de Apaxco ha sido aprovechado desde la época prehispánica y virreinal, dando origen a la industria calera y donde los encomenderos aprovecharon la mano de obra y el conocimiento de calcinación de los indios para seguir tributando cal hacia la corona española, una variedad de hornos construidos en las zonas aledañas a la hacienda fueron parte de una gran industria calera.



Imagen 91. Horno construido en una planicie con ladrillo y arcilla, la cámara de calcinación se encuentra enterrada. Tomado de Pierre-Adam, Jean. 2002.



Imagen 92. Horno de piedra y arcilla, del lado derecho se encuentra el acceso a la cámara de calcinación, el segundo vano es la cámara de alimentación. Tomado de Pierre-Adam, Jean. 2002.

¹³¹ Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. *Nuevas rutas para descubrir el patrimonio cultural Andaluz*. Sevilla: Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 2009. pp. 84-85

Actualmente, se pueden apreciar tres hornos tradicionales, aunque su estado de conservación es ruinoso, se mantiene su estructura y elementos arquitectónicos en los que se permite apreciar su antiguo funcionamiento. Otros cuatro hornos se pueden visitar en los alrededores pero se encuentran sepultados por la maleza y únicamente es visible la parte alta de los mismos a nivel de terreno; todos estos hornos son los indicadores de una gran producción de cal que no abastecía únicamente a la región. La Hacienda Calera de Tlaxcala, por ejemplo, cuenta con hornos de cal del siglo XIX, cuya producción era para uso propio y para abastecer las haciendas cercanas.¹³²

La Hacienda Calera de Apaxco fue una gran empresa y su producción fue usada para la construcción de la Ciudad de México. Se desconoce el nombre del constructor de la Hacienda de Apaxco y de sus hornos, sin embargo, se sabe que los arquitectos alarifes tenían el conocimiento para diseñarlos. En la obra del Monasterio “*El Escorial*” el maestro de obra debía de ordenar la construcción de los hornos de cal para su obra:

“Ya en enero de 1562 la dirección de obra sugería la construcción de cuatro hornos de cal, que serían diseñados por

¹³² José Antonio Terán Bonilla, *La construcción de las haciendas de Tlaxcala*. D.F. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1996. p 181.

Juan Bautista Toledo, muy cerca del Monasterio, al lado de la Fábrica, aprovechando las buenas y abundantes canteras de caliza que había en la zona, como ocurre con el horno de cal del siglo XVI [...]”.

“De los cuatro hornos proyectados por el arquitecto real en 1562 tan solo se construyeron dos, con 26 pies de ancho y 20 de profundidad, es decir de 7.80 m y 6 m respectivamente, [...]. Este dato que proporcionan los documentos parece fijar el tamaño máximo recomendable de un horno”.¹³³

La mezcla del conocimiento para la calcinación de piedra caliza entre los indígenas y españoles marcó la primera evolución de hornos en México, dejando atrás los utilizados por civilizaciones prehispánicas e introduciendo una nueva tipología del horno calero en la Nueva España.

¹³³ José Miguel Muñoz Jiménez y Pablo Schnell Quiertant, *Hornos de cal en Vegas de Matute (Segovia): el conjunto del Zancoo, siglos XVI-XVIII*. Madrid, España, Junta de Castilla y León, 2008, p. 39.

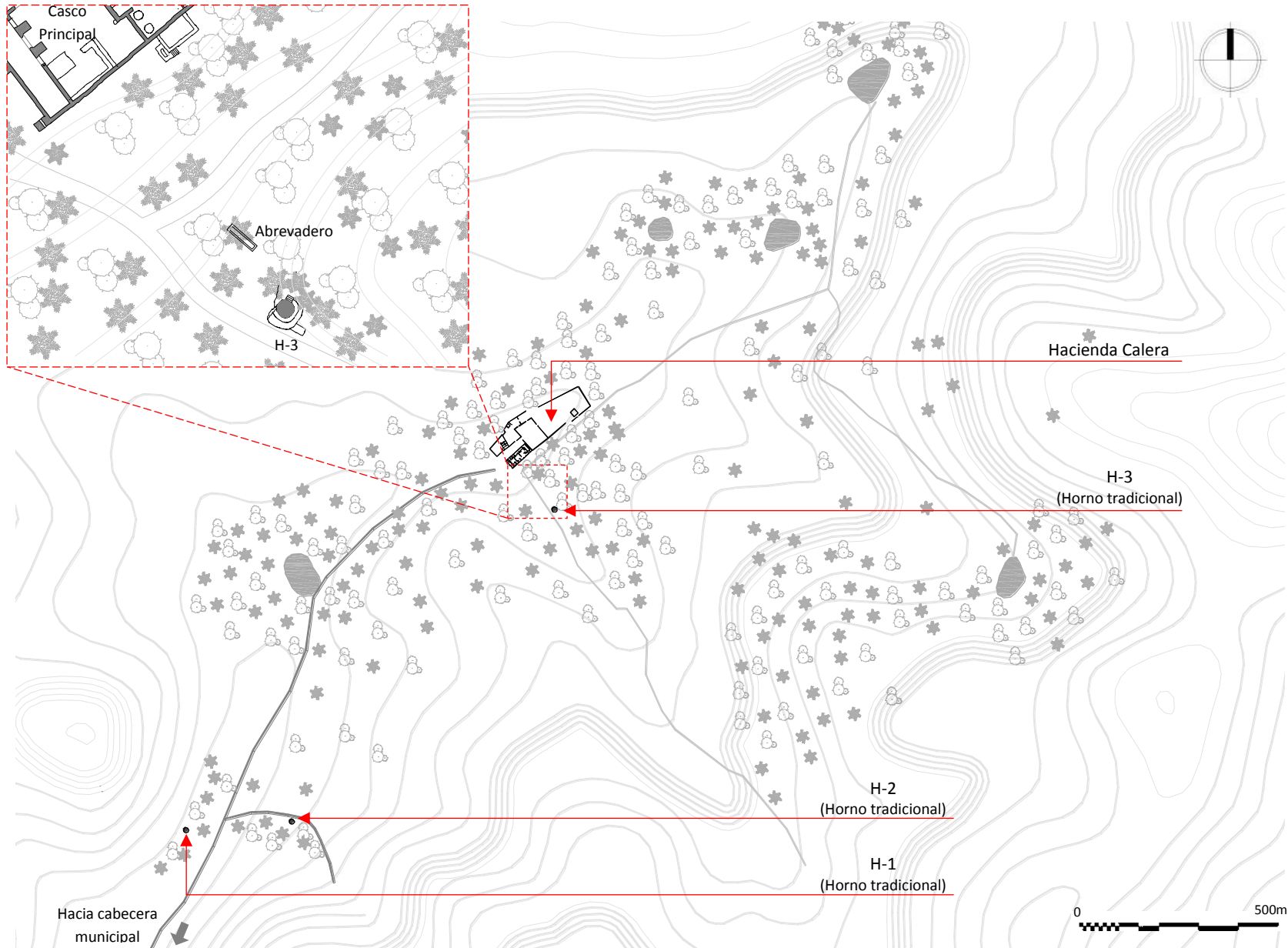


Imagen 93. Plano de conjunto de la Hacienda Calera de Apaxco. Se señala la ubicación de cada uno de los tres hornos tradicionales documentados en esta investigación. Dentro del área de estudio se encuentran más hornos tradicionales e infraestructura hidráulica que no se logró documentar debido a las condiciones del terreno.

Se han documentado tres hornos tradicionales distribuidos en los alrededores de la Hacienda Calera de Apaxco (Imagen 91 y 92) estos aún conservan la totalidad de su conformación estructural, a través de la cual; su estabilidad logra mantener su lectura arquitectónica. Dos de ellos se localizan a pie del banco de material de piedra caliza y el tercero se encuentra a veinte metros del casco de la hacienda.

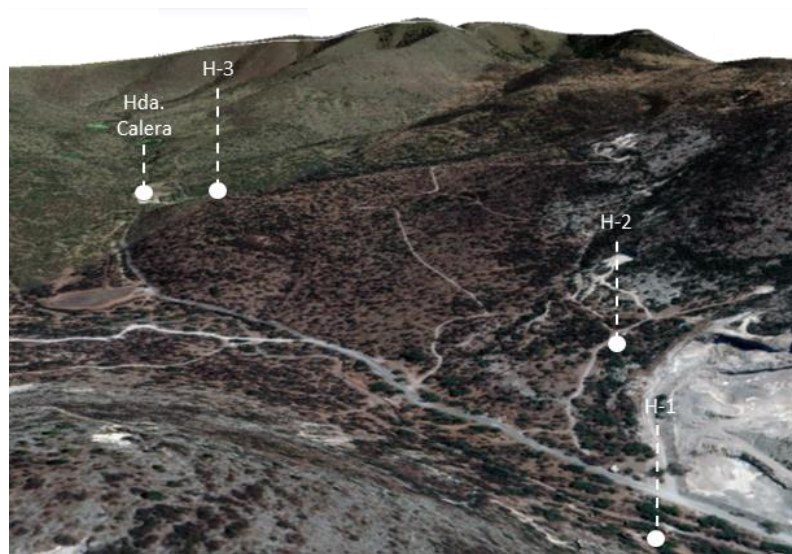


Imagen 94. Relieve orográfico de la Hacienda Calera de Apaxco. Localización de los tres Hornos Tradicionales analizados y su relación de distancia entre cada uno y la hacienda. Tomado de Google Earth.

H-1 (Horno Tradicional 1)

A faldas del cerro el Continuo, a un kilómetro de distancia de la Hacienda Calera de Apaxco se sitúa el Horno Tradicional H-1, el nombre de la formación orográfica lo recibe por un horno de cal construido a finales del siglo XIX, de tipología alemana llamado horno Rumford el cual tenía un sistema de producción continuo,¹³⁴ este horno también se encuentra en un alto grado de deterioro y será analizado en capítulos posteriores.

Para llegar al H-1 se debe de adentrar en la maleza y caminar aproximadamente 40 m desde la carretera al horno. Antes de arribar se cruza un antiguo caudal, actualmente seco. En una planicie a pie de la cuesta del cerro el Continuo I, se levanta la gran estructura troncocónica del H-1.

La estructura consta de un espacio vacío llamado cámara interior o cuba del horno, un cilindro vertical revestido de material refractario por el cual pasa una corriente ascendente de gases calientes,¹³⁵ la cámara tiene una altura de 6 m y un

¹³⁴ Félix Ubaldo Alarcón López, SGM y FIFOMI, *Inventario físico de los recursos minerales del municipio de Apaxco, Estado de México*, Toluca, Estado de México, Servicio Geológico Mexicano y Fideicomiso de Fomento Minero, 2007, p.37. Consultado en https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/InventariosMinerosWeb/T1507AALU00_01_01.PDF

¹³⁵ Real Academia de Ingeniería. *Diccionario Español de Ingeniería*. Consultado en <http://diccionario.raing.es/es/lema/horno-de-cuba>.

diámetro de 2.5 m, un perfecto cilindro de mampostería (Imagen 95), está construida de piedra basáltica con una resistencia a la

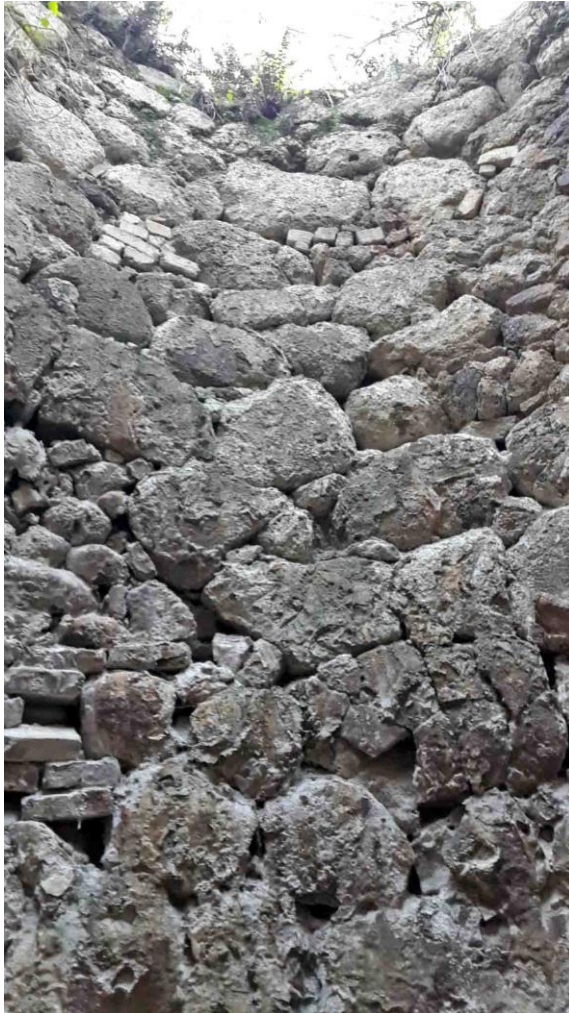


Imagen 95. Cámara de calcinación del H-1, las piezas de ladrillo fueron parte de reparaciones en su interior con residuos de escoria provocado por el calcinado de piedra caliza. 2017.

compresión de 600 kg/cm^2 ,¹³⁶ así como una significativa resistencia a altas temperaturas, lo que permitía prescindir del mortero para protegerlo, a diferencia de los hornos de cal construidos en lugares donde no se disponía de piedra basáltica, los cuales se construía con el material del sitio, en algunos casos la misma piedra caliza conformaba la estructura del horno y la cámara de calcinado, se recubrían con mortero a base de arena para protegerlo y evitar su consumo, pero no es el caso en los hornos de cal de la Hacienda Calera de Apaxco; en la que el horno se encuentra adosado a un declive topográfico para aumentar su capacidad térmica y protegerlo de las inclemencias climatológicas.¹³⁷

Los muros mamposteados de piedra riolítica mezclada con basalto y asentados con mortero de cal y arena (Imagen 95) inician su desplante con un espesor de 2 m manteniendo la forma troncocónica y reduciendo su espesor hasta el coronamiento. La bicromía derivada del aparejo de piedra aparente se conserva en su fachada, dos contrafuertes opuestos a la boca del horno contribuyen a la apariencia exterior del

¹³⁶ Albert González Avellaneda, et al, *Manual técnico de procedimientos para la rehabilitación de monumentos históricos en el Distrito Federal*, México, Departamento del Distrito Federal : Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1988, p. 46.

¹³⁷ Ídem.

edificio,¹³⁸ enmarcan un arco de medio punto dovelado con lajas el que observa haber sido intervenido para una posible reparación, otro vano de 40 x 40 cm con un arco de cerramiento de ladrillo y piedra, remete la boca de evacuación de cenizas, un tercer vano a un costado y con las mismas características pero dimensiones más amplias al anterior, hacía de acceso al interior de la cámara. Se desconoce su cimientado, pero hipotéticamente se puede determinar que los muros fueron desplantados a 1 m por debajo del nivel del terreno.



Imagen 96. Estado actual, vista general lado poniente del Horno Tradicional. Pérdida de mamposteo en los contrafuertes, en la parte baja se aprecia la boca de alimentación. 2019.

¹³⁸ Manuel Gilortiz, *La Cal de Morón*. Sevilla, España, Asociación Cultural Hornos de la Cal de Morón, 2005, p. 18.

A pesar de encontrarse abandonado durante décadas, el H-1 conserva la estructura en su totalidad, los tres contrafuertes adosados en la fachada continúan ejerciendo de estructura para evitar el colapso, únicamente algunos sillares se han separado de su paramento perdiendo el marco en algunos vanos principalmente el que da acceso al interior; otra causa de daños, es el crecimiento de la vegetación invasiva y espontánea alrededor del horno, deterioros crónicos provocados por la naturaleza y que deberán ser atendidos para su conservación y evitar el posible enraizamiento que pudiera de provocar un futuro colapso (Imagen 94-97).



Imagen 97. Vista de la cámara del H-1 a pie de tiro. 2019.



Imagen 98. Vista frontal de la boca de alimentación, entre dos contrafuertes. 2018.



Imagen 100. Detalle, boca de alimentación, 2019.



Imagen 99. Detalle boca de extracción, vista desde el interior del horno. 2019.



Imagen 102. Cerro el Continuo II, el corte en el cerro debido a la explotación desmedida por siglos, permite observar la riqueza de roca sedimentaria. En la parte inferior de la foto se aprecia el tiro, la parte superior del Horno Rumford. 2018.

H-2 (Horno Tradicional 2)

Hacia el lado sur, frente al cerro el Continuo I, se encuentra otra formación orográfica de roca sedimentaria rica en piedra caliza llamada el Continuo II (Imagen 102).¹³⁹ A faldas de este cerro se encuentra el H-2 a una distancia de 200 m aproximadamente del H-1. Un antiguo camino empedrado sube la ligera colina y a escasos metros se llega al horno, es

¹³⁹ Felix Ubaldo Alarcón Lopéz, Servicio Geológico Mexicano y Fideicomiso de Fomento Minero, *Inventario físico de los recursos minerales del municipio de Apaxco, Estado de México*, Toluca, Estado de México, SGM y FIFOMI, 2007, p. 34. Consultado en https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/InventariosMinerosWeb/T1507AALU0001_01.PDF

complicado identificarlo ya que se llega al nivel del tiro, por lo que su cuerpo se haya por debajo del nivel de terreno y queda tapado por vegetación arbórea.



Imagen 101. Vista de la cámara del H-2 a pie de tiro. 2018.

Este segundo horno tiene las mismas características del H-1, la dimensión de su interior es de 2 m de diámetro y 4 m de altura, esta última debe ser mayor pero actualmente se encuentra con restos de material rocoso y arbustos, lo que complica el registro y la obtención de datos precisos en su levantamiento arquitectónico. Su forma troncocónica se apoya en tres grandes contrafuertes de 1.2 m de ancho que enmarcan dos pórticos con arcos de medio punto. En el primero está la boca de evacuación y por el otro se encuentra la boca de alimentación y acceso a su interior. Uno de los elementos arquitectónicos que conforman este horno es un muro lateral de

contención, el cual tiene la función de contener el terreno de la ladera en el que se adosa su estructura construida en su mayoría con piedra basáltica; los mezquites crecen y se enraízan en sus muros provocando graves daños como la pérdida de sillares, lo que puede significar colapsos futuros que lleven a la pérdida del objeto arquitectónico. Frente al horno, se encuentra un pequeño declive en el que se haya un importante banco de material calcáreo. Este horno al igual que el anterior tiene las mismas características constructivas, lo que indica que fueron construidos durante el mismo periodo y se puede asumir que funcionaban paralelamente para obtener una mayor productividad (Imagen 99, 101 y 102).



Imagen 104. Vista general del la camara de extraccion. 2019.



Imagen 103. Vista frontal de la camara de extraccion. 2018.

H-3 (Horno Tradicional 3)

A 50 m al sur del casco principal de la Hacienda Calera, se localiza el horno H-3, siendo el más cercano a la Hacienda, pero el más alejado a los bancos de material. Su cercanía se relaciona con la importancia de su producción para el hacendado, una producción que pudo tener un destino diferente a la obtenida en los demás hornos.

Éste horno se encuentra actualmente muy deteriorado, el daño más importante es el colapso de parte de su estructura, lo que ha dejado expuesta la fábrica de sus muros (Imagen 106). Entre los escombros se mantiene parte de su cuerpo; sin embargo la facilidad de acceso al entorno que lo rodea permitió recabar información para la realización de un levantamiento arquitectónico y la comprensión de su conformación estructural (Imagen 103 y 105).

El interior de su cámara mide 3.14 m de base por 6.03 m de altura, estas medidas mantienen las proporciones y características citadas en el Tratado de Agricultura, de Marco Poncio Catón¹⁴⁰ lo que denota la transmisión del conocimiento a

¹⁴⁰ Catón, Marco Porcio, (2009), op. cit. p. 25.

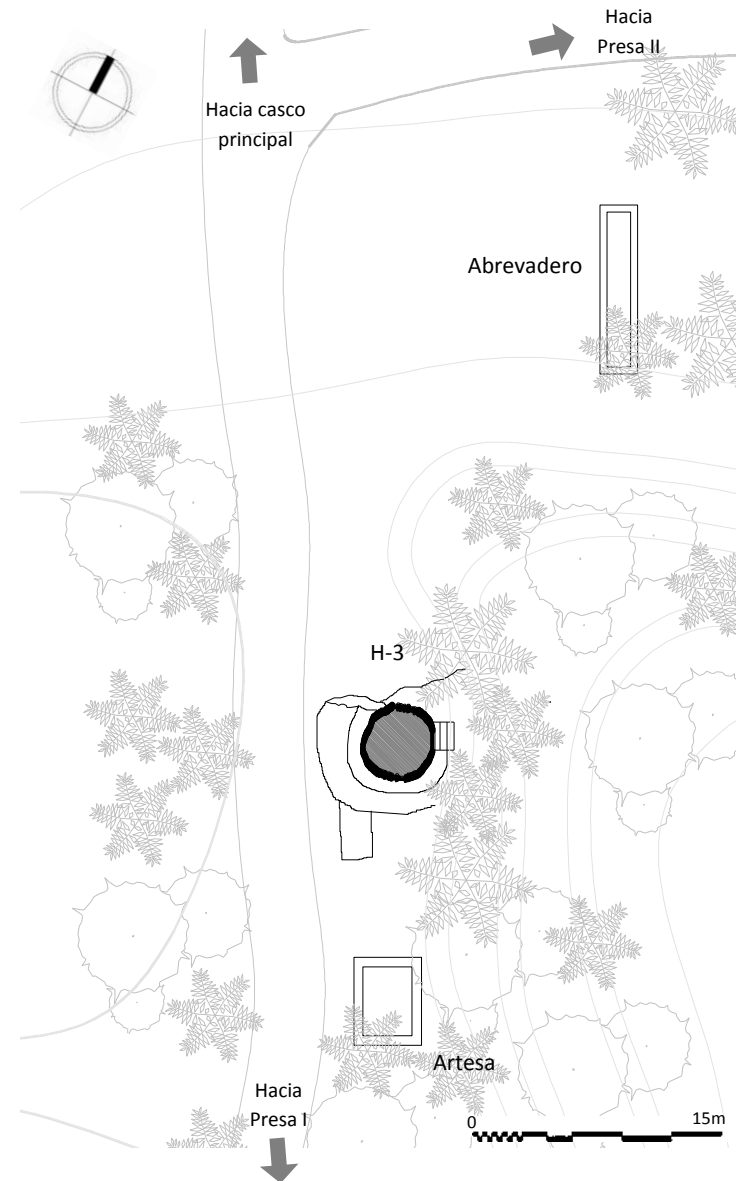


Imagen 105. Plano de conjunto del H-3. Este horno se rodeaba de la infraestructura necesaria para la producción de cal, se ubica a 50 m al sur del casco y tiene conexión hacia las presas. 2017.

través de generaciones entre los arquitectos y caleros para construir hornos.

El horno se construyó con piedra basáltica, se aprecia un cambio de tono en el basalto resultado de la escoria provocada por la calcinación de piedra caliza.¹⁴¹

Muros con espesores de hasta 2.15 m se desplantan envolviendo la cámara de calcinación, su espesor se forma en tres partes, la primera es la envolvente de la cámara de piedra basáltica, junto a ella un primer paramento mampostado con sillares de piedra riolita deja un encofrado de piedras irregulares asentado con mortero de cal y arena, repidiendo el mismo procedimiento sin llegar a la altura del tiro, en forma troncocónica es como alcanza tan extenso espesor, el cual funciona como aislante térmico y brinda estabilidad estructural. A diferencia de los hornos anteriores, solo tiene dos contrafuertes de 1.30 m de espesor, enmarcando una boca de alimentación sin detalles y calidades de estereotomía y un solo arco de cerramiento de 2.35 m de ancho. Ha perdido su altura original por causas naturales de deslaves, provocando cambios en el nivel de terreno. Como elementos particulares a este horno

existen vestigios de escalones al llegar al tiro, lo que indica que la mayoría de su cuerpo estaba a la intemperie y la otra parte del lado de la ladera; lo anterior puede significar la existencia de otra boca de alimentación que posiblemente ha quedado sepultada.

Por debajo de los escombros de su colapso; su fachada se caracteriza por la homogeneidad de la piedra aparente color rojiza y el aparejo de sillares irregulares de riolita a cal y canto, un detalle en la fachada del lado poniente resalta unas piezas de sillares a modo de adarajas de los que se desconoce su función (Imagen 106 y 107).



Imagen 107. Vista general del horno H-3. 2017.

¹⁴¹ Márquez Martínez, Miguel, Profesor Titular A, T. C., Definitivo, Departamento de Minas y Metalurgia, Facultad de ingeniería, UNAM. *Entrevista Personal*. 21 agosto 2017.

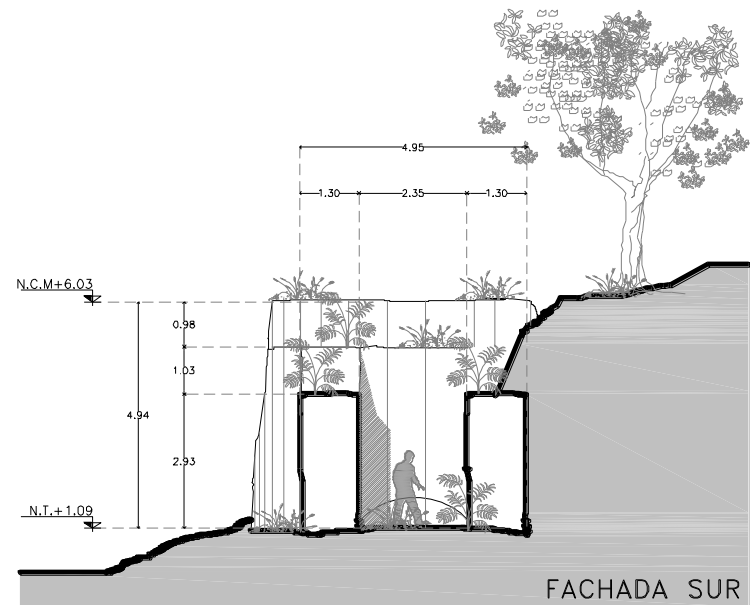
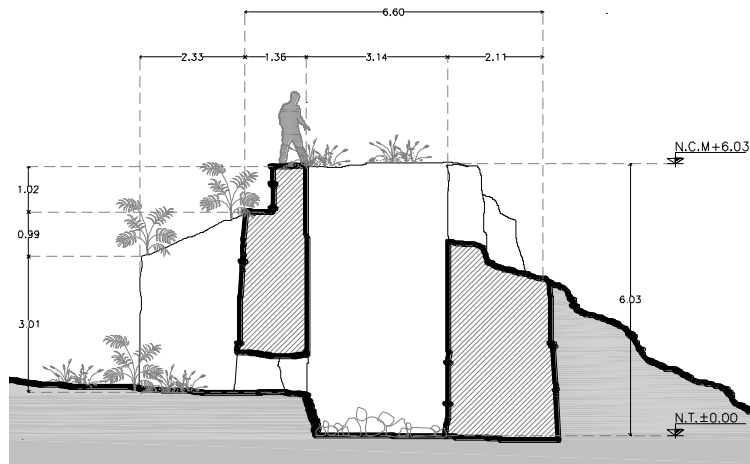


Imagen 108. Dibujos arquitectónicos, estado actual del H-3. 2018.

Por último, al lado sur del horno, a 5 m se halla una artesa con dimensionamiento de 2 x 2 m que aun conserva el revoco en sus canaletas de desagüe. Del lado noreste y a 10 m se haya un abrevadero de 10 m de largo, 0.9 m de ancho y 1 m de altura, construido a cal y canto con un boleado de cornoamiento en su muro bajo; estos dos últimos elementos descritos son parte de una compleja infraestructura hidráulica en toda la hacienda de la cual no se profundizó en la investigación de su funcionamiento.

Hasta ahora, no hay un documento que mencione cuál de los hornos se construyó primero, pero las características arquitectónicas y los elementos que los rodean hacen pensar que el H-3 fue el primero que se construyó para abastecer de cal la construcción de la Hacienda. Por la larga distancia entre el banco de materia prima y el horno, la caliza se transportaba en burros, una vez a pie del horno se quemaba la piedra y enseguida se introducía en la artesa localizada a un lado, llena de agua, para el apagado de la cal, posteriormente era puesta en obra para la fabricación de los morteros utilizados en el mamposteado de muros, revocos, enlucidos o pintura a la cal. Otro destino del producto de este horno estuvo ligado con la actividad lucrativa del propietario.

Además de los tres hornos anteriormente descritos, la tradición oral menciona la existencia de más de quince alrededor de la hacienda. Hasta ahora, sólo se han visitado otros cuatro, sin embargo, no aparecen en este inventario ya que desafortunadamente su estructura se encuentra sepultada por el terreno y los declives de la zona impiden su acceso; junto a estos hornos se encuentra infraestructura hidráulica como abrevaderos, canales y acueductos. Otros vestigios encontrados indican la existencia de actividad calera alrededor del horno.¹⁴²



Imagen 109. Vista general del lado sur del horno H-3. 2018.

¹⁴² La importancia de identificar estos objetos sin inventariar es para señalar la actividad calera y densidad de producción que llegó a tener la industria de la Hacienda Calera de Apaxco.



Imagen 110. Detalle de muros del H-3. Fábrica expuesta después de colapsar parte de sus muros. 2018.

Construcción del horno.

Para el máximo aprovechamiento de la materia prima y abastecimiento de la demanda de la Ciudad de México durante la época virreinal, los españoles trajeron a nuestro país una nueva tipología y tecnología en hornos de cal, la cual plantearía los inicios de una nueva industria en la Nueva España.¹⁴³ Mediante un análisis del objeto de estudio, la observación de sus elementos arquitectónicos, los materiales usados de la zona, consulta de fuentes descriptivas de procesos constructivos y antigua mano de obra, se determinaron las etapas constructivas del horno de cal.

Actualmente, conocemos las premisas para la construcción del horno de cal; previamente el arquitecto daba las órdenes indicando su ubicación, la cercanía a la materia prima fue el primer requisito para la eficacia de la industria, lo que brindó ahorro de tiempo para el traslado desde la extracción del recurso. La calcinación y almacenamiento, posteriormente, daban inicio al trazado de la cámara del horno. La ubicación era parte de la logística industrial.

¹⁴³ Vladimira Palma Linares, *Historia de la producción de la cal en el norte de la cuenca de México*, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva Vol. 16:3, Toluca, Estado de Mexico, CIENCIA Ergo-Sum, 2017, p.230. Consultado en <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7083>.

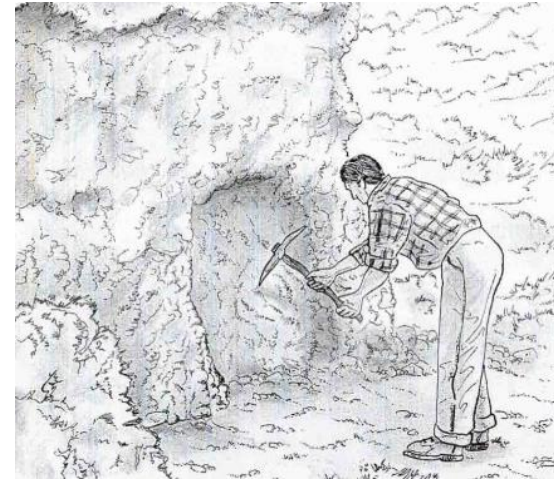


Imagen 111. Desbroce de la ladera para un horno. Una vez emplazado el horno y realizado su trazo se limpia y se deshierba la zona a trabajar. Tomado de Martin Sisí, et al, (1998).

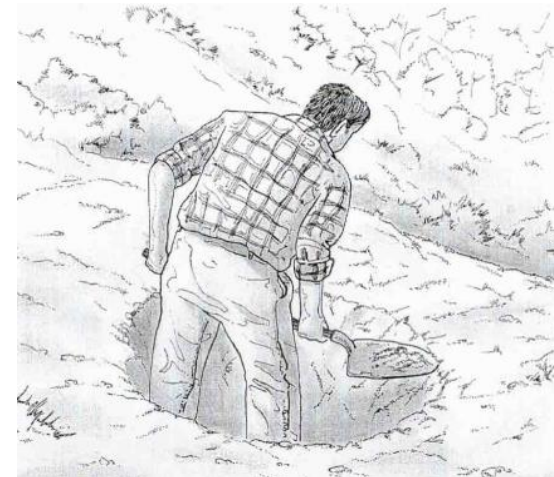


Imagen 112. Excavación y apertura de la cámara del horno. Tomado de Martin Sisí, et al, (1998).

Los trabajos preliminares con enzaban con el desbroce de la ladera y la excavación para la apertura del vaso o cámara del horno (Imagen 108 y 109)¹⁴⁴ en suelo firme, rocoso y de alta resistencia se asentaba la cámara, únicamente los muros se desplantaban sobre una zanja de cimentación de hasta 1 m por debajo del nivel de terreno, mismo nivel del lecho bajo la cámara; las bocas de alimentación quedaban a nivel del terreno, ésta circunstancia provocaba un ligero desnivel entre el interior y el exterior del horno.¹⁴⁵ El cimiento mampostado con piedra brasa se asentaba con mortero de cal y arena y sus sillares eran traídos desde la zona sureste de la hacienda en donde existía una toba de piedra basáltica. El sistema de cimiento se ha descrito hipotéticamente ya que no existen vestigios de su fisionomía.

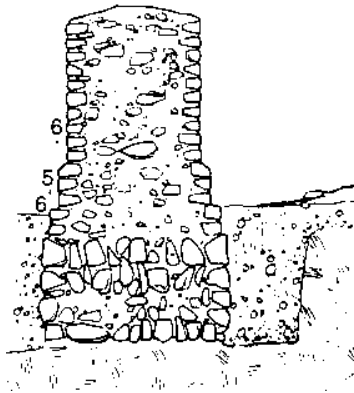


Imagen 113. Croquis de sistema constructivo de muro y cimentación, el encofrado de materia en bruto en el muro recubiertos por sillares de piedra. Tomado de Pierre-Adam, Jean. 2002

Los muros se desplantaban a partir de un cimiento, en orden concéntrico el primer paramento construido de material basáltico fue el de la cámara de calcinación, conforme crecía la altura de la cámara se construía un segundo paramento alrededor de él. En el lado opuesto a la ladera, el espesor de este muro iniciaba desde 2 m de ancho e iba decreciendo, optando su forma troncocónica o en talud.

Ambos paramentos se construían con un sistema de encofrado con un relleno de material en bruto sin orden de aparejamiento y sin tener relación con el aspecto del paramento (Imagen 113), su fachada quedaba expuesta en una combinación de materiales basálticos y riolíticos, recordando el *opus incertum*,¹⁴⁶ sus sillares irregulares eran alineados sobre su cara externa dejando una apariencia rústica sin la aplicación de revocos.¹⁴⁷

¹⁴⁴ Monica Martín Sisí, et al, *Guía practica de la cal y el estuco*. León, España, Editorial de los Oficios, 1998, p. 18.

¹⁴⁵ Manuel Gilortiz, (2005), op, cit, p. 17.

¹⁴⁶ El opus incertum es un sistema constructivo romano para desplantar muros de mamposteo con sillares irregulares

¹⁴⁷ Jean Pierre Adam, (2002), op. cit, p. 138.

Para ingresar a los hornos H-1 y H-2, se construyeron arcos de descarga que libaban el vano de acceso, un arco de medio punto adovelado en lajas de piedra riolita libraba un claro de 2 m, este acceso quedaba techado por una bóveda de cañón concrecionada. El mamposteo de intradós se colocaba



Imagen 114. Detalle de muro en el H-3. La ruina permite conocer y estudiar los procesos constructivos, las distintas capas de piedra determinan las etapas de los muros iniciando con la cámara y engrosándolo hasta llegar al talud y escalonamiento en su etapa final. 2017.

perpendicular y anverso a las juntas de manera arbitraria sobre el molde de cimbrado radial a la curva de la bóveda perfectamente apuntalado para soportar el peso de los muros, el arranque de la curva con piedras colocadas en plano inclinado eran los salmer; de esta manera todo el material quedaba aglutinado con mortero de cal y arena uniéndose a los muros y homogenizando la estructura principal del horno. La boca de los hornos para la alimentación o extracción es más pequeña, pero su apertura se enmarca por el mismo sistema constructivo a menor escala. Finalmente, todo este conjunto de sistemas

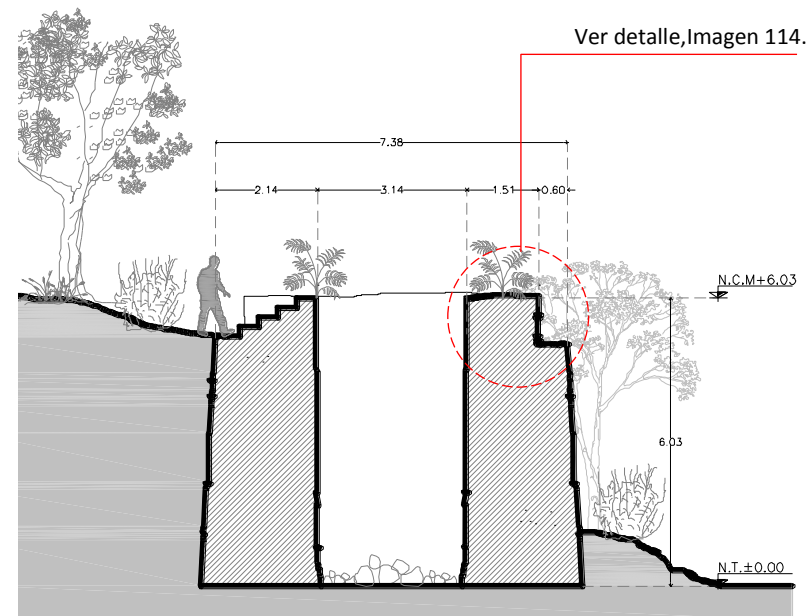


Imagen 115. Dibujo arquitectónico, sección del H-3. 2017.

constructivos se reforzaba con contrafuertes, los grandes y gruesos muros junto con la cámara de calcinación provocaban empujes laterales, los contrafuertes eran colocados a los costados de las bocas y contribuían a la apariencia general del exterior del objeto arquitectónico (Imagen 111 y 112).¹⁴⁸

Cuando se construía un horno pegado a una ladera, su fisionomía quedaba expuesta a la intemperie, pero en caso de que su único fin fuera abastecer alguna obra de cal por un periodo determinado de tiempo, se enterraban. Al no existir declives donde se pudieran adosar, la excavación del tiro era desde 1.5 m hasta los 4 m de altura, ejemplo de esto, son los hornos utilizados para la construcción del Convento de Santo Domingo, Oaxaca; los hornos de cal en el Convento de Calderón,¹⁴⁹ Morelos (Imagen 113) y otros más localizados en la región de las caleras al norte de la Ciudad de México México, en los que la cámara quedaba enterrada y únicamente era recubierta con piedra refractaria.



Imagen 116. Cámara de horno de la hacienda de Tepetates, municipio de Hueypohtla, Edo. de México. Tomado de Vladimira Palma, (2017).

¹⁴⁸ Manuel Gilortiz, (2005), op. cit, p. 19.

¹⁴⁹ Enrique Nalda, *Un horno de cal en Hacienda Calderón, Morelos*, Revista Arqueología, no. 37, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2008, p. 118.

Funcionamiento y producción.

El proceso para conseguir cal era conocido por las culturas prehispánicas, las sencillas caleras evolucionaron en un objeto arquitectónico, el horno calero, tecnología introducida en América por los españoles y con un proceso de producción basado en una cámara diáfana apoyada de herramientas para industrializar y aumentar la producción, éste conocimiento se volvió un oficio artesanal importante entre los españoles y mestizos, lo que lo convirtió posteriormente en un gremio, donde el trabajo era conformado por cuadrillas. En un periodo anual se dividían las actividades desde la extracción de la piedra hasta la llegada de la cal a su producto final. Actualmente el oficio se ha extinguido quedando en el abandono los antiguos hornos. En fuentes etnográficas y visuales podemos conocer el arduo trabajo artesanal de su producción.

Extracción.

La ubicación del horno a pie del banco de cantera, abundante en piedra caliza, reducía esfuerzos y desplazamientos de los acarreos de la materia en bruto; los montes de donde se extraía la piedra era parte de la demarcación territorial propiedad del hacendado. En los hornos únicamente se realizaba la actividad de quemado de la piedra. En la Hacienda Calera de Apaxco, las

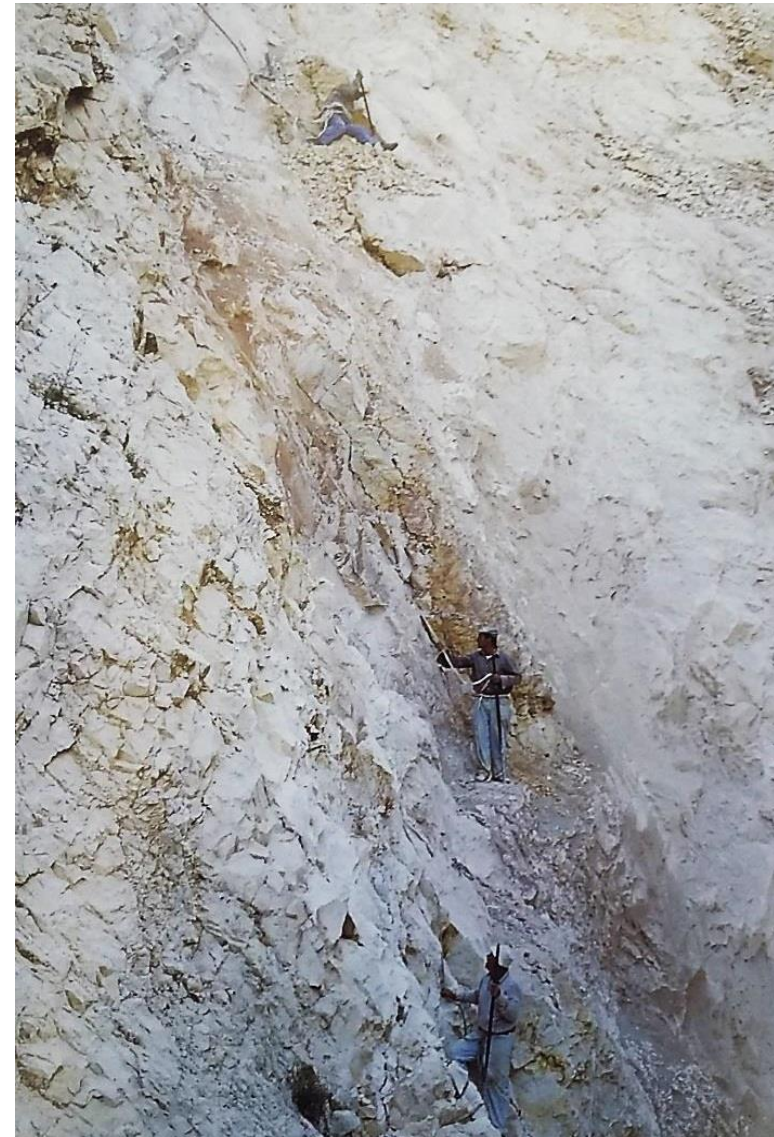


Imagen 117. Método de extracción de piedra caliza. Amarrados a una soga y con barrena en mano, los caleros buscaban en las canteras la mejor piedra para ser explotada. Tomada de Manuel Gilortiz, 2005.

piedras eran extraídas de los cerros llamados El Continuo I y II localizados al poniente del acceso de la hacienda, la piedra de estas formaciones geológicas son de color blanquizco y gris oscuro por lo tanto son de buena calidad, en caso de aparecer en color amarillento supondría impurezas en su composición, si fuera el caso se debía extraer desde el interior de la roca.¹⁵⁰

La extracción se hacía a cielo abierto (Imagen 114), las personas que realizaban esta operación debían de tener conocimientos técnicos sobre las características de la piedra caliza y el empleo de la herramienta. La labor consistía en barrenar la roca a una profundidad variable en función de las dimensiones de la piedra. Los barrenos, eran perforados por dos o tres personas mediante el uso de la barrena, la cual consiste en una barra de acero con un extremo cortante, que era sostenida por un calero que la giraba profundizando el barreno mientras el otro la golpeaban fuertemente con un marro (Imagen 115). Poco a poco el esfuerzo físico alcanzaba la profundidad deseada en una operación fatigosa.¹⁵¹

Una vez realizado el barreno, se introducía el cartucho de dinamita hasta el fondo, bien prensado con materia orgánica, un

¹⁵⁰ Javier Hernández Ramírez, (2011), op. cit. p. 64.

¹⁵¹ *Ibidem* p. 65-66

trozo de mecha se encendía para hacer explotar la roca;¹⁵² el material explosivo era almacenado en una bodega dentro del casco principal de la hacienda por lo que solo gente calificada y autorizada tenía acceso a él. Tras la explosión se desprendía un gran bloque, a la materia en bruto se le comenzaba a hacer cortes golpeándola con marro para partirla, con el fin de reducir su tamaño y facilitar su transporte a lomo de burro o carretilla. Toda la piedra caliza extraída era recolectada en las inmediaciones del horno, una vez allí la piedra volvía a ser partida con mazo y cincel obteniendo sillares entre 30 y 50 cm de ancho, medida que permitían el trabajo manual dentro de la cámara del horno.¹⁵³



Imagen 118. Calero partiendo las piedras después de haber sido extraídas. S debía de buscar el tamaño indicado para trabajarlas dentro de la cámara. Tomado de Gransdorf & Eifel, (1979).

¹⁵² *Ídem.*

¹⁵³ *Ídem.*

Preparación

La cámara del horno se llenaba con piedras calizas no mayores a dos o tres kilogramos de peso para facilitar su manejo, de manera que si eran mayores debían partirse. Este proceso se llamaba “preparar o armar el horno”. Al ser la tarea más complicada exigía mayor conocimiento y experiencia, iniciaba con la selección de piedras en forma y volumen adecuado, para después arrojarlas dentro de la cámara, el calero se introducía dentro de la cámara apilándolas perimetralmente simulando una pared interna, era una labor de mampostería muy especializada pues, sin usar ningún tipo de conglomerado, el calero debía calzar y apuntalar las piedras dejando que la hilada superior sobresaliera unos centímetros formando una falsa bóveda, apoyada con puntales de madera poco a poco se formaba la bóveda dejando un espacio vacío en el centro con comunicación desde el exterior.¹⁵⁴

“Primero seleccionábamos las armaderas que son las piedras mas grandes con las que vamos a hacer la bóveda. Después los matacanes con los cuales vamos a calzar la bóveda por

último los ripios que son los mas pequeños y que van pegados a las paredes. Todo ello va en función de la resistencia y de la finalidad que ocupan para crear esa bóveda perfecta y segundo, porque mientras mas cerca esté del fuego, lógicamente, las mas grandes se van a cocer antes y las mas pequeñas las dejamos detrás porque necesitan menos fuego para cocerse”.¹⁵⁵

En la anterior cita se evidencia la relevancia del uso de nombres de acuerdo al tamaño de piedras a utilizar durante la calcinación. La mano especializada era necesaria para su ejecución y la técnica siempre fue dominada por el oficio del calero.

Una vez terminada la bóveda comenzaba el llenado de toda la cámara siempre manteniendo la lógica en su acomodo, las piedras más pequeñas se sitúan al perímetro del horno, las más grandes al centro y se acomodan concéntricamente, pequeñas,

¹⁵⁴ José Miguel Muñoz Jiménez y Pablo Schnell Quiertant, (2008), op. cit. pp. 84 y 85.

¹⁵⁵ Manuel Gilortiz, *En cal viva: el trabajo de los caleros de Morón*. Sevilla, España, Asociación Cultural de Hornos de la Cal de Morón, 2015. p. 19.

medianas y grandes respectivamente (Imagen 116). La carga del horno continua ascendente hasta llegar a la parte superior del tiro, dejando los menos espacios posibles entre piedras para

optimizar la carga; una última capa de piedras pequeñas, las mas alejadas al fuego, completan la carga del horno. Esta operación se podría llegar hacer hasta en dos días.



1



2



3



4



5



6



7



8



9

Imagen 119. Secuencia de preparación de piedra caliza en la cámara del horno, sin aglutinantes iniciaba la formación de la falsa bóveda perfectamente armada para recibir todo el peso de la demás piedra y dejar el espacio donde se prepararía el fogón para iniciar el calcinado. Tomado de Gransdorf & Eifel, (1979).

Calcinación

Durante esta etapa, la piedra caliza pierde la tercera parte de su peso y se transforma en cal viva. El tiempo de calcinación promedio es de 72 horas y la cuadrilla debía permanecer cerca del horno (Imagen 120) , el tiempo varía dependiendo de la calidad de la piedra y de la leña. Una vez ya cargado el horno con toneladas de piedra es momento de encenderlo; la boca de alimentación comunica directamente al espacio vacío creado por la falsa bóveda, este es el espacio donde se introduce todo el combustible, y en el que primero se introducen trozos pequeños de leña con hierbas secas del matorral de la zona. Una vez encendido el horno, las llamas alcanzan rápidamente todas las zonas del interior, provocando emisión de humos producidos por la evaporación de la humedad de la piedra. Conforme más intensa la flama, se introduce carbón vegetal para avivarla aun más.

El combustible, carbón vegetal es extraído de la vegetación del lugar, esta compuesto por árboles de mezquite, tepozán y nopal principalmente, el huizache es otro árbol del que se aprovechan las ramas en la hornada. Con el poder calorífico aportado por la leña, entre dieciocho y veinte horas se alcanzan los 850 °C, temperatura adecuada para iniciar la calcinación y

comenzar a ver los primeros humos negros producto del combustible y del desprendimiento del carbonato de la piedra donde se pierdea alrededor del 10% de su volumen inicial.¹⁵⁶



Imagen 120. Alimentación con carbón vegetal, la presencia de la cuadrilla de caleros para controlar el fogón y mantener siempre encendido. Tomado de Gransdorf & Eifel, (1979).

¹⁵⁶ José Miguel Muñoz Jiménez y Pablo Schnell Quiertant, (2008), op. cit. p. 87.



Imagen 122. Horno Calero en Morón de la Frontera, Sevilla. La llama respirando por la parte superior y la piedra al rojo vivo, indicador que se encuentra a 1200°C. Tomado de Manuel Gilortiz, (2011).

Para mantener el calor de dentro del horno y evitar pérdidas de energía, la parte superior era sellada con un mortero a base de cal y arena, que aislaba por completo el calor adentro del horno (Imagen 119). Se dejaban pequeños orificios para el flujo de oxígeno, necesario para la flama. Cuando las piedras alcanzaban el rojo vivo, se sabía que se habían alcanzado los 1000-1200 °C, temperatura óptima para de cocción y que debía ser mantenida y controlada por los caleros. A falta de termómetros para su medición, la experiencia del calero era necesaria para conocer el estado de cocción (Imagen 118). Los

cambios físico térmicos durante la calcinación eran un indicador intangible para determinar las temperaturas y estados de la piedra.

En resumen, los primeros humos indicaban que la piedra había comenzado a perder humedad, el humo negro indicaba el inicio de la calcinación a una temperatura de 850 °C, la piedra al rojo vivo indicaba los 1200°C; y cuando la flama salía por la parte superior y el humo se tornaba de negro a blanco, implicaba que el proceso de calcinación estaba completado al término de cuatro días.¹⁵⁷

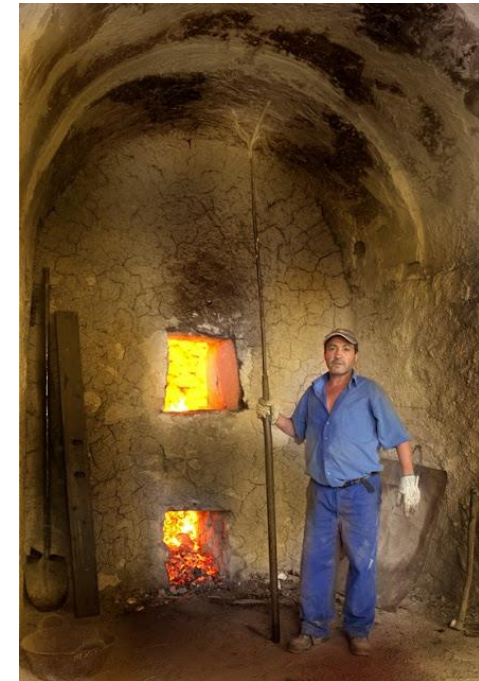


Imagen 121. Calero durante la calcinación en Morón de la Frontera; Sevilla. Tomado de Manuel Gilortiz, (2011).

¹⁵⁷ José Miguel Muñoz Jiménez y Pablo Schnell Quiertant, (2008), op. cit. p. 88 y 89.

Capacidad de producción.

Se realizó una estimación aproximada para conocer la capacidad de producción de cada uno de los hornos, ya que ésta dependía del volumen de la cámara de calcinación; mediante un ejercicio matemático (Imagen 120), se usó la fórmula del volumen de figuras geométricas, empezando por el cilindro; tomando en cuenta que para el calcinado se realizaba una falsa bóveda la cual servía para introducir leña de combustible durante el calcinado y usando la fórmula para obtener el volumen de una esfera se dividió entre dos y así se obtuvo el volumen de una cúpula semiesférica, que esquemáticamente representa el volumen de la falsa bóveda para la combustión.

El resultado de los tres hornos analizados con anterioridad brindo la siguiente relación de capacidades volumétricas.

Hornos	Volumen Cilindro		Volumen cúpula semiesférica		Volumen de la cámara	Unidad
H-1	27	-	4.1	=	22.9	m ³
H-2	12.5	-	2.1	=	10.4	m ³
H-3	42.4	-	15.1	=	27.3	m ³

Imagen 123. (Tabla 1). Volúmenes de cada Horno Tradicional analizado.

La piedra caliza tiene un peso promedio de 2500 kg/m³,¹⁵⁸ en la Imagen 121 (Tabla 1), se puede consultar la cantidad de toneladas introducidas en cada uno de los hornos, tomando en cuenta el llenado del horno a ras del tiro.

Hornos	Piedra caliza	
	volumen (m ³)	producción (tn)
H-1	22.9	57.25
H-2	10.4	26
H-3	27.3	68.25

Imagen 124. (Tabla 2). Toneladas de piedra caliza introducidas en cada Horno Tradicional analizado.

Se sabe que durante la calcinación (Imagen 122 y 124) la piedra reduce su peso aproximadamente un 44% y pierde de 10 a 15% su volumen, para dar como resultado cal viva.¹⁵⁹ Sin considerar los espacios muertos entre el acomodo de la piedra dentro del horno y la pérdida de material contaminado, este ejercicio fue una estimación aproximada para conocer la producción aproximada en cada uno de los hornos.

¹⁵⁸ Rosario Tovar Alcázar, *La Cal: ciencia, técnica y arte*. México, Trillas. 2016, p. 24.

¹⁵⁹ Javier Hernández Ramírez, (2011), op. cit. p. 47.

Hornos	Cal	
	volumen (m³)	producción (tn)
H-1	19.47	32.06
H-2	8.56	14.56
H-3	23.21	38.22

Imagen 126. Toneladas de cal producida en cada Horno Tradicional analizado.

Una vez quemada la piedra caliza se requería el mismo número de días para su enfriado y apagarlo en la artesa. El proceso de apagado podría durar hasta 15 días para que la cal se hidratara lo mínimo suficiente.¹⁶⁰

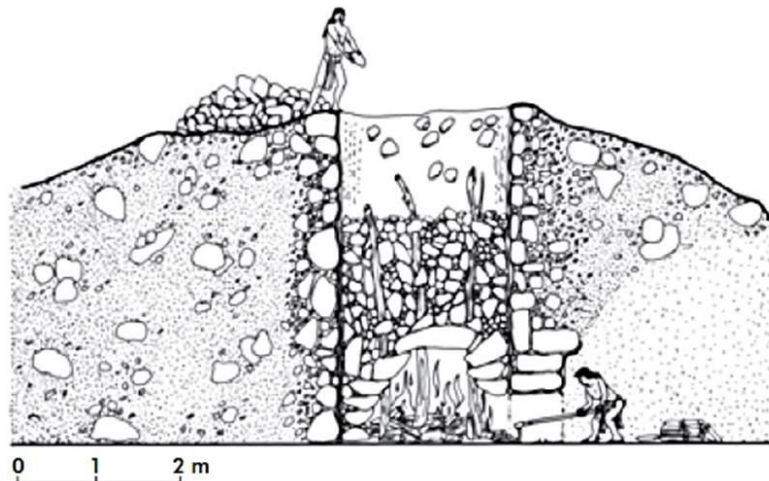


Imagen 127. Funcionamiento del horno tradicional. Tomado de Enrique Nalda, (2008).

¹⁶⁰ Enrique Fernández Dávila, Susana Gómez Serafín y David Castro Jarquín, *La producción de cal en los hornos de Santo Domingo de Oaxaca*, en Memoria del Primer Congreso Nacional de Arqueología Histórica, Oaxaca, 1996 Enrique Fernández Dávila y Susana Gómez Serafín (coords.), México, Conaculta, INAH, 1998. pp. 150 y 151.



Imagen 125. Alimentación de combustible vegetal por la boca de alimentación. Tomado de Enrique Nalda, (2008).

Los hornos en la expresión artística.



Imagen 128. “Ein r[omischer Kalkofen”, Bourdon, Sebastien. 1637. Pinacoteca antigua, Múnich, Alemania. Tomado de <https://www.pinakothek.de/kunst/sebastien-bourdon/ein-roemischer-kalkofen>

La actividad del calero fue retratada por pintores del siglo XVII, como parte de la actividad cotidiana dentro de las construcciones en diferentes países de Europa. La pintura de Bourdon (Imagen 125) muestra la descarga de una carretilla llena de bloques de piedra caliza después de haber acarreado la materia en bruto desde la cantera, además se observan burros cargando alforjas llenas de cal. Como se mencionó

anteriormente, el animal de tiro fue un método muy común para transportar el material.

Por otra parte, al lado izquierdo, se ubica el horno de cal, que aunque no se expresa la estructura completa, se distingue por el rojo vivo que emana de la flama durante el calcinado en su interior, lo que indica que se encuentra en funcionamiento en conjunto con la exhalación de humo negro producto de la combustión, indicador de pérdida o transformación del dióxido de carbón de la piedra caliza y del que resalta de manera contrastante el material blanco, indicándonos que se trata de la cal viva. Al fondo se observa lo que quizás sean artesas o pozos donde se realizaba el apagado de la cal, que con su reacción exotérmica genera vapores y humos. El hombre ubicado a un lado de un muro, contempla una postura recargada de frente al mismo, posiblemente se encuentre trabajando con la cal y la esté aplicando un enlucido sobre el muro, Por último, es importante resaltar el contexto en donde se ubica la actividad calera expresada en la pintura, un monumental edificio de forma cilíndrica: el Mausoleo de Cecilia Metella y en último plano, a lo lejos se observa otro edificio que con su característica silueta representa el Castillo de San Ángel del Vaticano.

Como lo indica el título de la obra pictórica “Un horno romano”, podemos conocer el ambiente que se generaba en las afueras de la ciudad de Roma, en donde se producía cal.

En las siguientes obras pictóricas, aunque no se aprecia el proceso de la producción de la cal, se representa el objeto principal de análisis, los hornos caleros, donde sobresalta la morfología del horno romano, similar entre cada uno de los cuadros (Imagen 126 y 127). El objeto arquitectónico de forma cilíndrica y troncocónica de posiblemente seis metros de alto, con todas las características arquitectónicas mencionadas en capítulos anteriores: los contrafuertes, las bocas de alimentación, la escalera o rampa para llevar el material al tiro del horno, entre otras, son algunos de los elementos necesarios para su funcionamiento así como su emplazamiento a pie del banco de material.

Los caleros localizados a pie de tiro, realizaban la carga del horno o terminaban de sellarlo con mortero para evitar la salida del calor.

Este es un ejemplo de pintura de paisaje industrial en el siglo XVII. Muestra la preparación de piedra caliza para el horno.



Imagen 129. “Szene um eine römischen kalkofen”, Laer Pieter van. 1640. Pinacoteca antigua, Múnich, Alemania. Tomado de <https://blog.arthistoricum.net/beitrag/2014/05/05/der-weg-von-der-bambocciade-misere-zum-akademischen-barock-klassizismus-sebastien-bourdons-brennpun/>



Imagen 130. “Mendiants rassemblés près d’un four à chaux”, Bourdon, Sebastien. Museo de Bellas Artes de Valenciennes. Francia. Tomado de <https://libertarianismoedawinismo.files.wordpress.com/2014/06/pintura.png>

Las expresiones pictóricas han servido como fuente etnológica para entender la actividad calera alrededor del horno (Imagen 128, 129 y 130).

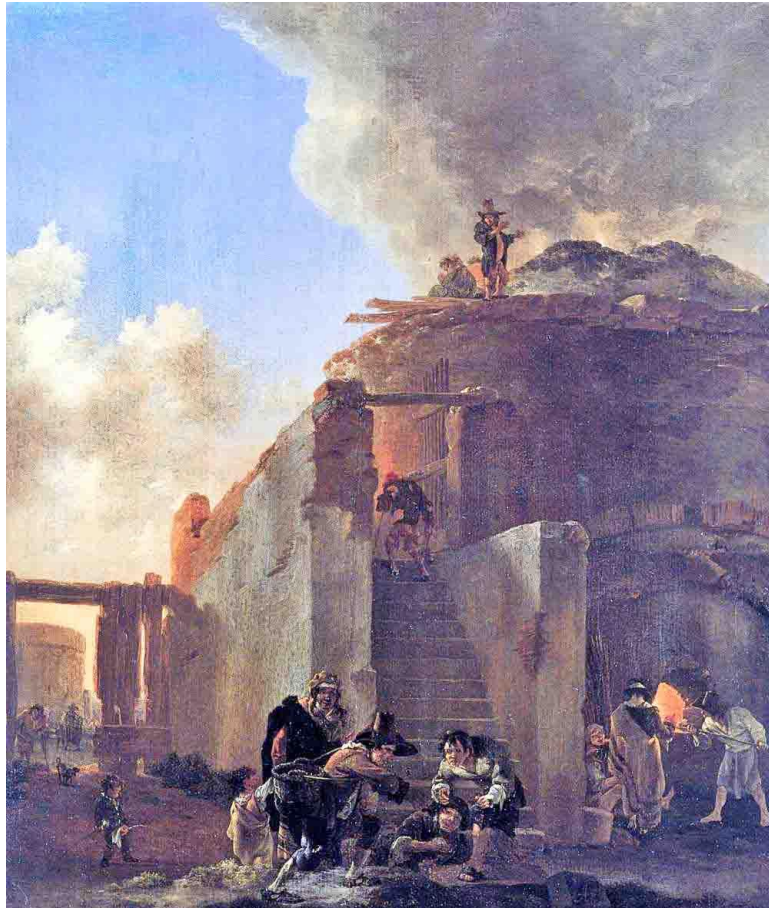


Imagen 133. "beggars in front of a Roman Lime kiln", Jan Asselyn, 1638. Academia de Bellas Artes de Viena. Tomado de <https://www.pinterest.com.mx/pin/734016439237915493/?autologin=true>



Imagen 131. "Winterlicher kalkofen bei Großhesseloh", Heinrich Bürkel, 1865. Tomado de <http://www.artnet.com/artists/heinrich-b%C3%BCrkel/winterlicher-kalkofen-bei-gro%C3%9Fhesseloh-hyqVC5dy8NavlWteYlu66w2>



Imagen 132. "A limekiln with figures". Teniers II, David. 1635. Colección Patrimonio Ingles en Museo Wellington Casa Apsley, Londres, Inglaterra. Tomada de <https://www.oceansbridge.com/shop/artists/t/te-tho/teniers-david-the-younger/a-lime-kiln-with-figures>

The image shows the interior of a stone furnace, likely a prehistoric or early colonial structure. The walls are constructed from rough-hewn, light-colored stones, some of which are embedded in a thick, greyish mortar. A large, irregular opening in the center of the structure provides a view of a clear blue sky. The opening is framed by the jagged edges of the stone walls. In the foreground, the floor is also made of stone, and some dry, brown vegetation is visible. The overall scene is brightly lit, suggesting a sunny day.

CAPITULO 4

**HORNO
RUMFORD**

El horno Rumford, de origen alemán, presenta la mayor parte de sus ejemplares en la región Sajonia, ubicada al oriente de Alemania. El estudio de análogos representa lo importante que fue la producción de cal durante el siglo XIX en Alemania. El conde Rumford, creador del horno que lleva su nombre, vivió en Baviera e irónicamente, durante ésta investigación no se lograron localizar hornos con esta tipología en la región sur de Alemania, sin embargo, al norte, cerca de la capital, se construyó el primer horno de su tipo..

El horno Rumford, se volvió una construcción constante para la fabricación de cal durante el siglo XIX; los distintos ejemplares de estos objetos arquitectónicos representan la importancia de conservar el patrimonio industrial, con el que existió intercambio cultural en nuestro país, de los que se hallaron, para ésta investigación, dos ejemplares.

Siendo parte fundamental en la evolución tecnología calera; el estudio de análogo tiene como objetivo dar al lector un parámetro de ejemplares del horno Rumford construidos en Alemania.

El predominio de existencia de hornos Rumford localizados al oriente de Alemania, se debe probablemente a las características geológicas de las regiones germánicas (Imagen 131 y 132).

Para conocer el origen de este horno, se realizó la visita a dos antiguas plantas caleras localizadas en la región de Sajonia, la primera ubicada a 35 km de la ciudad de Berlín y la segunda se a 70 km de la ciudad de Dresde. Visitar las antiguas plantas tuvo como objetivo principal conocer el estado original, origen y funcionamiento.

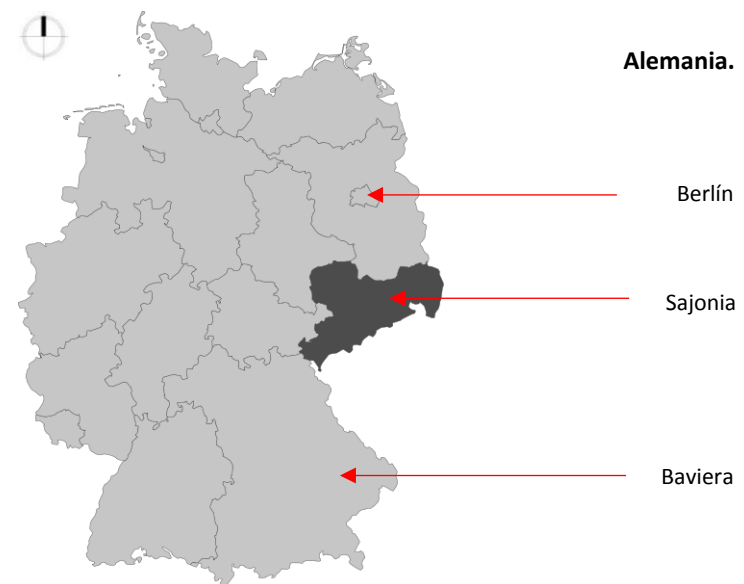


Imagen 134. Organización territorial actual de Alemania. En la región de Sajonia es en donde se localiza la mayoría de hornos Rumford, en Alemania. 2018.

Los hornos de cal: una Hacienda Calera de Apaxco, s. XVII y XIX, Edomex.

Maxen, Muglitztal
50°55'49.0"N 13°47'45.5"E
Consultado en heimatverein-maxen.de



Maxen, Muglitztal
50°55'33.5"N 13°48'59.1"E
Consultado en common.wikimedia



Grießbachl, Wilisch
50°43'12.5"N 13°01'21.6"E
Consultado en ins-erzgebirge.de



Museum Historischer Kalkofen, Borna
50°52'59.6"N 13°53'49.8"E
Consultado en kalkwerk-areal.de



Crottendorf (demolido)
50°29'12.2"N 12°55'41.0"E
Consultado en unbekannter-bergbau.de



Museum Kalkwerk, Lengefeld
50°42'02.5"N 13°10'28.3"E
2019.



Mumlital
50°45'09.5"N 13°37'01.8"E
Consultado en osterzgebirge.org.de

Imagen 135. Geolocalización de hornos Rumford en la región de Sajonia, Alemania.



Imagen 136. Vista aérea de la mina de Rudersdorf. Al noroeste entre el río y el gran socavón se encuentra el acceso al parque y sus antiguas instalaciones. Tomado de Google. Earth.

Museumpark Rudersdorf

La mina a cielo abierto actualmente es un museo de sitio y sus instalaciones son la evidencia de la evolución industrial calera (Imagen 133). La cantera de piedra caliza al este de Berlín fue una de las minas más importantes de Europa Central, su ubicación al centro norte en las tierras bajas de Alemania es aún un sitio importante para la extracción de caliza la cual ha sido extraída desde el siglo XII y utilizada principalmente para la construcción de mampostería.¹⁶¹

¹⁶¹ E. Köhler. Zur Geschichte der Kalkerzeugung in Rüdersdorf., en ZKG International: zement, kalk, gypsum (5):33-43, 2002. p. 4.

Este sitio es el génesis del horno Rumford, aunque se sabe que anteriormente existieron otros tipos de hornos. De igual forma, se puede apreciar la obra maestra de ingeniería: el Horno de Batería. El cual consiste en un edificio con 18 sistemas de calcinación tipo Rumford que se terminó de construir en 1877 y es la cúspide de la antigua tecnología calera. El parque del museo se encuentra al lado del pozo abierto todavía activo, el área del parque es de 17 hectáreas y ofrece un conjunto arquitectónico único, así como una experiencia escénica a través de túneles, puentes rieles, almacenes, viviendas y hornos que forman en conjunto el parque industrial.¹⁶²

Un catálogo de hornos se halla en el parque museo, primero el de Cámara, posteriormente el Rumford (que terminaría llamándose horno de Rudersdorf) y por último el horno de Batería, ponen en relieve, la moderna técnica de fabricación de cal en la factoría de Rudersdorf. Los elementos de producción son de gran importancia no solamente desde el punto de vista de la historia de la técnica, y bajo el aspecto

¹⁶² Museumpark Rüdersdorf, European Route of Industrial Heritage (2018). *Erih.net*. Consultado en: <https://www.erih.de/da-will-ich-hin/site/show/Sites/museumpark-ruedersdorf/>

arquitectónico, sino también de la historia del arte, se han logrado convertir en monumentos.¹⁶³

Orígenes.

La cal fue un compuesto utilizado a menudo en el continente europeo, formaba parte de la economía rural y era quemada directamente a lado de las construcciones. La producción de cal fue un principio regido por el horno tradicional de origen romano, el cuál a ser adaptado en todas sus facetas a los materiales y culturas, evolucionó al punto que la piedra caliza comenzó a quemarse en hornos de tabique situados usualmente en las afueras de los pueblos. El objetivo del esfuerzo, era encontrar métodos que permitieran el uso de combustibles distintos a la madera, se probaron distintos procesos de cocción para ahorrar energía, y se diseñaron nuevos hornos para carbón y turba; uno de estos hornos de estructura similar al tradicional fue el Horno de Embudo (Imagen 134), el cual consistía en una cámara de quemado troncocónica invertida que se llenaba de piedra caliza alternando capas de combustible (carbón o turba) y realizaba un proceso de cocción continuo donde no era necesario

parar para agregar material de producción. Sin embargo, éste horno perjudicaba la venta de cal, ya que al mezclarla directamente con el combustible, perjudicaba la calidad del producto final.¹⁶⁴

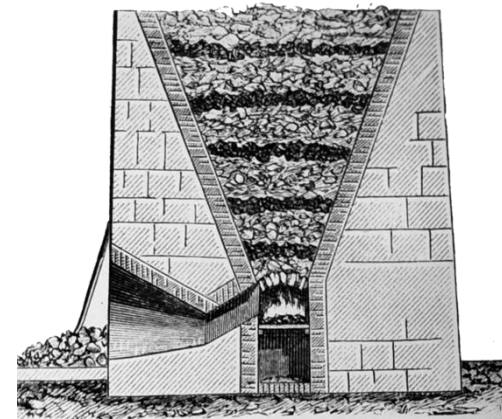


Imagen 137. Horno de embudo, los estratos de caliza y combustible permitían un proceso de producción continuo. Imagen tomada de Museumpark, Rüdersdorf, Alemania. 2018.

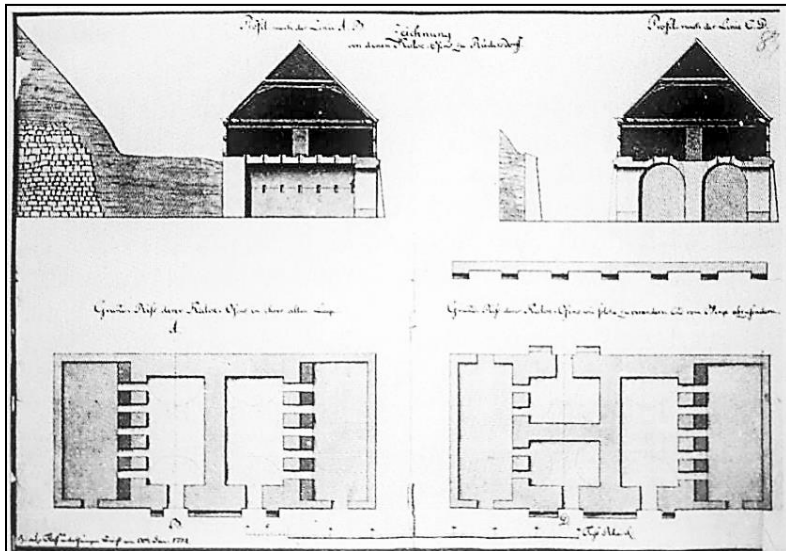
Otro tipo de horno implementado fue el Horno de Cámara, el cual consistía en una estructura rectangular de ladrillo y cubierta abovedada. El contrafuerte seguía siendo un elemento arquitectónico que proveía mayor estabilidad durante la calcinación, éste horno contaba con cinco grandes entradas que servían para introducir la piedra caliza y su interior servía de

¹⁶³ E. Köhler (2002), op. cit. p. 4.

¹⁶⁴ E. Köhler (2002), op. cit. p. 5.

cobertizo para proteger del clima, una escalera de piedra se elevaba a la parte superior y permitía observar y controlar el quemado de la cal. Esta estructura estaba techada por una cubierta a dos aguas simulando una gran choza, hecho que se destacaba,¹⁶⁵ a pesar de que la estructura abovedada contaba con orificios, La bibliografía encontrada no hace mención del dióxido de carbón (Imagen 135 y 136).

Por otro lado, no se tiene registro sobre esta tipología de hornos en México durante el periodo colonial, su diseño fue en el Sacro Imperio Germánico, siglos XVII y XVIII, por lo que



¹⁶⁵ E. Köhler (2002), op. cit. p. 5.

Imagen 139 Plano de horno de cámara, 1774. Tomada de E. Köhler, (2002).

posiblemente no existió intercambio tecnológico con el continente americano.

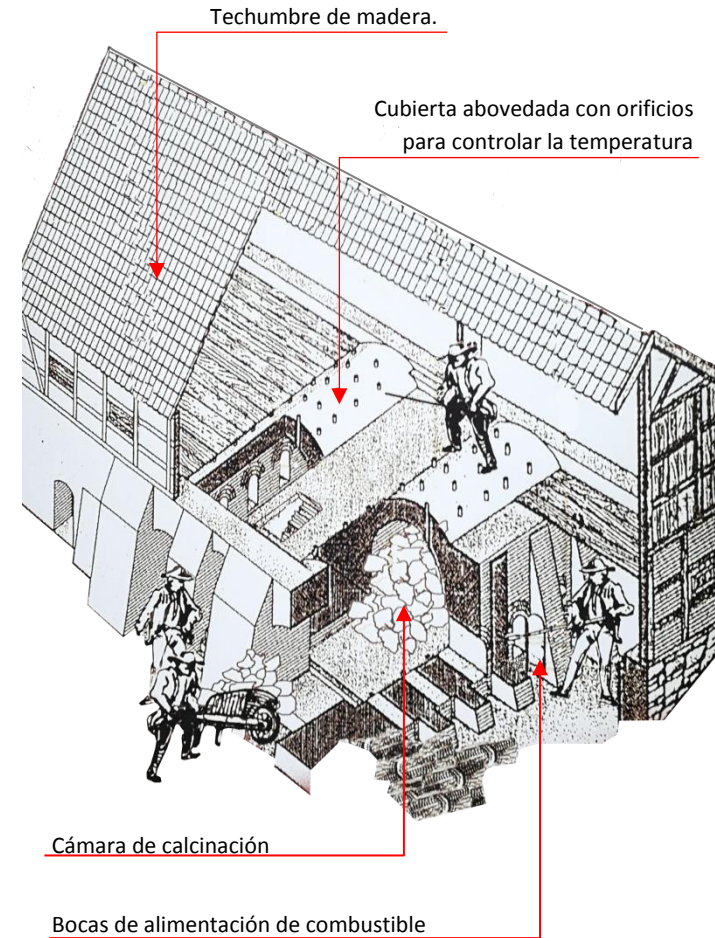


Imagen 138 Plano de reconstrucción Horno de Cámara con dos cámaras de combustión. Tomada de Museumpark, Rüdersdorf, Alemania. 2019.

Los hornos mencionados con anterioridad anteceden al desarrollo del horno Rumford, tipología de nuestro objeto de estudio.

Diseño y funcionamiento del Horno Rumford.

En Prusia, a finales del siglo XVIII la cantidad de bienes producidos y consumidos aumentó debido al crecimiento de la población. La escasez resultante de recursos afectó particularmente la tala de árboles y la materia prima, por lo que usar carbón para la calcinación de piedra caliza fue una buena opción. Se realizaron pruebas sin éxito con distintos hornos para lograr la producción requerida. Como se mencionó anteriormente, en 1788, tuvo su aparición el Horno de Embudo el cual perdió popularidad debido a que los costos y la calidad del producto no eran los deseados.¹⁶⁶

Fue en 1797, cuando el anglo americano Benjamin Thompson (Imagen 137), conocido más tarde como el Conde Rumford,¹⁶⁷

diseñó un nuevo horno con una cámara vertical en su “Ensayos políticos, económicos y filosóficos”.¹⁶⁸



Imagen 140. Retrato de Sir Benjamin Thompson. El conde Rumford. 1753-1814. Retrato en Brown, Sanborn C. 1965. Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Benjamin_Thompson

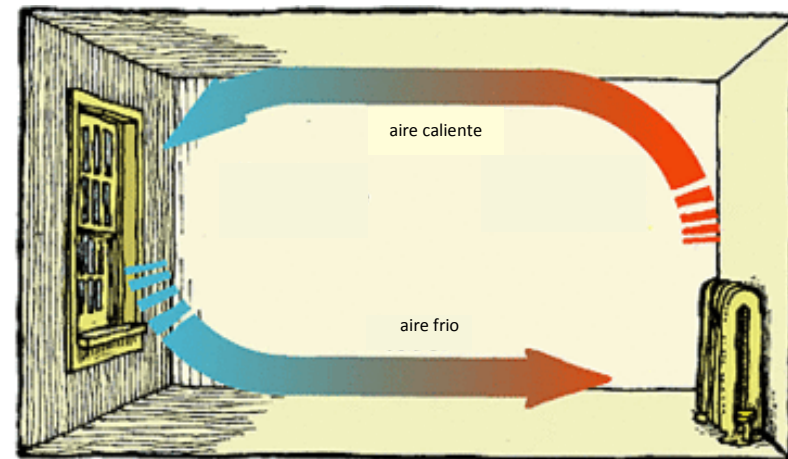


Imagen 141. Corrientes de convección en un ambiente atmosférico dentro de una habitación, el aire caliente tiende a subir mientras el aire frío se mantiene en nivel bajo. Tomado de <https://energyeducation.ca>

¹⁶⁶ E. Köhler (2002), op. cit. p. 5.

¹⁶⁷ Semblanza nombre: 26 de marzo de 1753, nació en Woburn, Massachusetts, colonia británica ubicada en la costa este de América del Norte. En 1776, huyó desde Boston hacia Londres, dejando atrás la revolución americana. Con el grado de General militar, en Londres, comenzó su investigación sobre el calentamiento y su inquietud sobre la propagación del calor. 1783, después de la disolución de las colonias americanas se le nombro Sir Thompson. Dos años más tarde deja la ciudad inglesa y se estableció en la capital de Baviera, Múnich. Continuó sus trabajos científicos y describió las corrientes de convección (Imagen 138) determinó que el calor es un fluido. En 1792, el duque bávaro

Karl Theodor lo nombró Conde Rumford. durante once años en Baviera continuará con sus investigaciones y experimentos sobre la transmisión de calor, estos conocimientos fueron los que posteriormente se aplicaron en el diseño del nuevo horno de cal. Falleció el 21 de agosto de 1814 en la ciudad de París.

¹⁶⁸ Museumpark Rüdersdorf, Alemania. 2019.

El diseño de Rumford (Imagen 139) tenía una forma distinta a los hornos habituales por los propósitos que se describen a continuación:

- 1.- Para que el horno funcionara, la llama y el humo generado debían producir la mayor cantidad de calor posible.
- 2.- Al llenarse la cámara de calcinación con piedra caliza hasta su parte superior, la llama entraba en contacto en la parte inferior con la piedra, ahorrando y evitando la pérdida de calor.
- 3.- El proceso permitía que la quema de cal continuara interrumpidamente, evitando el desperdicio de calor al resfriarse.
- 4.- Cuando la cal estaba lista, desprendía mucho calor, el cual era aprovechado para precalentar la porción fresca de piedra caliza que entraba nuevamente en el horno.¹⁶⁹

¹⁶⁹ Historische zum kalkbergbau im Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge. (2016). *Unbekannter-Bergbau.de*. Consultado en http://www.unbekannter-bergbau.de/rahmen/frame_03-02-06_regional-wismut.htm

Se introducía el carbón que se quemaba, el aire se aspiraba a través del eje de disparo, esto producía el calor y la llama necesaria para la calcinación de la cal.

La quema se generaba en el tercio inferior del eje, la llama ardía y calentaba la piedra caliza (CaCO_3), la convertía en cal viva (CaO) y descomponía el dióxido de carbono (CO_2).

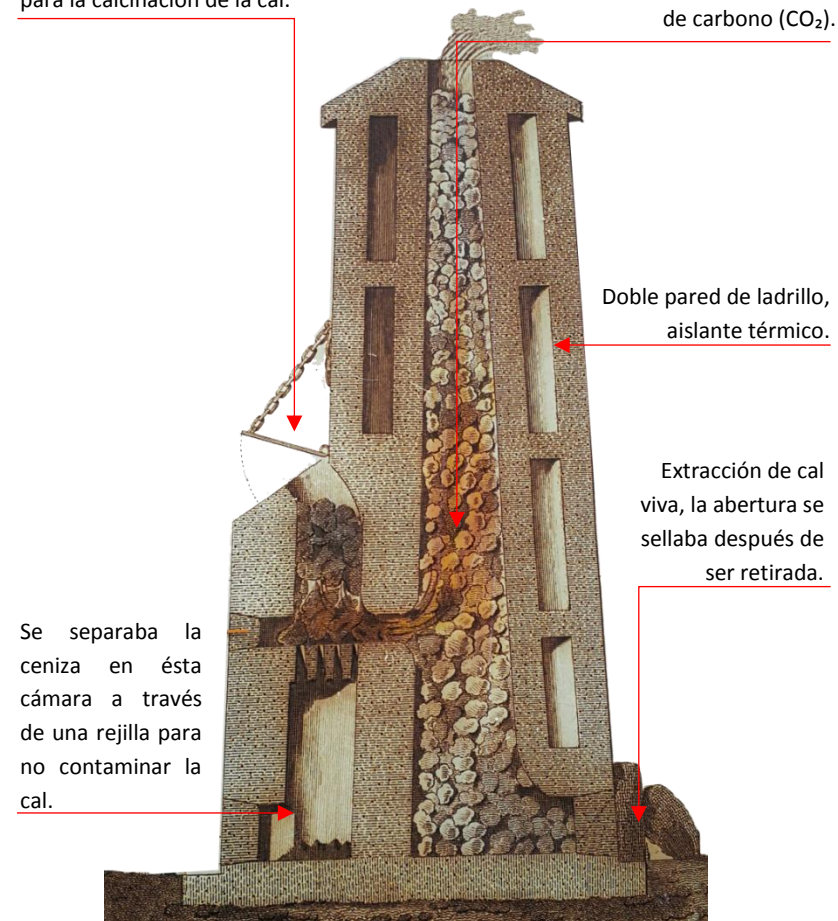


Imagen 142. Ilustración de un horno de pozo cónico, dibujada por el Conde Rumford en los "Ensayos políticos, económicos y filosóficos" del Conde Rumford, 1797. Imagen obtenida en Museumpark Rüdersdorf, Alemania. 2019.

En este primer diseño de horno de cal Rumford, el fuego se quemaba en un ducto separado de la piedra caliza, un canal conectaba los dos ejes a través de los cuales el aire caliente de la cámara de combustión llegaba a la cámara de calcinación, sólo las llamas largas llegaban a hacer contacto con la caliza, la ceniza caía separada dentro de su depósito aislado para ser removida, mientras la piedra calcárea era ingresada desde la parte superior periódicamente. En la parte inferior, donde ocurría la cocción, la cal comenzaba a enfriarse mientras continuaba el calentamiento por convección en la parte superior.¹⁷⁰

El horno diseñado por Rumford unió el modo de operación continua de la cuba (embudo) con el principio de control de temperatura del horno de Cámara. Debido a la existencia de las paredes aisladas, el nuevo tipo de horno no sólo tuvo pérdidas de calor sustancialmente menores a los otros diseños, sino, además, recuperó el calor contenido en la piedra caliza quemada para precalentar el material que estaba por entrar.¹⁷¹

En 1802, se propuso construir el primer horno operado con carbón en Rüdersdorf, un prototipo de prueba con resultados

¹⁷⁰ Boeck, Helmut-Juri; Mitka, Lutz. *Unbekannter-Bergbau.de, Dokumentationen zum Sächsischen Bergbau* [en línea]. Biensdorf: Bergbauverein Hülfe des Herrn, Alte Silberfundgrube e.V., 2016. Consultado en <http://slub.qucosa.de/api/qucosa%3A7880/attachment/ATT-0/>

¹⁷¹ E. Köhler (2002), op. cit. p. 7

satisfactorios (Imagen 140).¹⁷² Este mismo horno también se llamó Horno Rüdersdorf, por ser el primero en su tipo y construirse en la cantera de mismo nombre; fue el nuevo diseño y sistema de calcinación de piedra caliza que estandarice los hornos en Europa durante el siglo XIX.

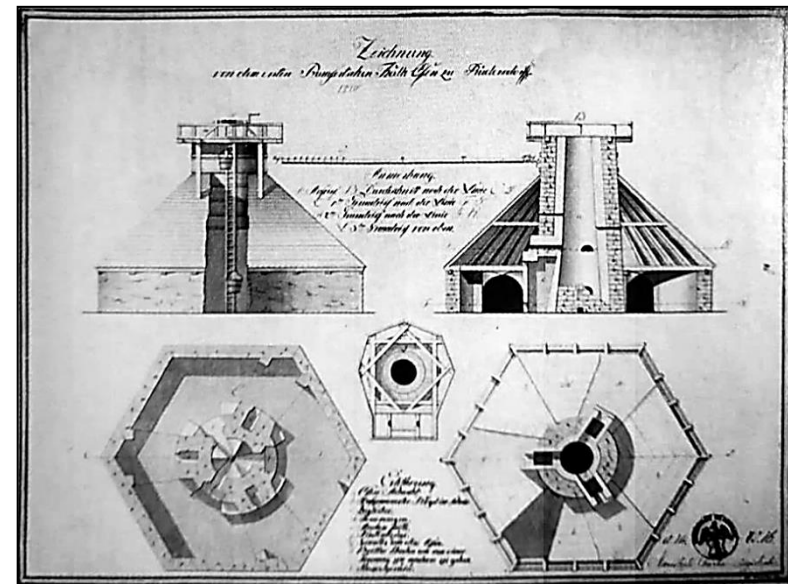


Imagen 143. Plano del primer horno de prueba Rumford en Rüdersdorf, 1802. Primer horno construido con las características diseñadas por el inventor anglo americano. Tomada de E. Köhler, (2002).

¹⁷² Ídem.

Características arquitectónicas.

El Horno Rumford era un objeto arquitectónico con forma de elipsoide truncado. Un edificio colosal de 15 m de altura aproximadamente, el diámetro del eje de 2.6 m en la base, se reducía en la parte superior del tiro a 1.80 m. Un primer muro revestía la cámara mientras un segundo, separado del primero por un espacio vacío o rellanado con desperdicio, aislaba por completo el eje principal, finalmente, un tercer muro de contención, dividía y separaba el exterior de la cámara de calcinación, éste espacio a través de bóvedas se dividía en celdas y era utilizado para almacenar material. Las bocas de alimentación y extracción tenían una dimensiones de 0.8 m de alto por 0.6 m de largo, donde una compuerta de herrería controlaba su apertura (Imagen 141).¹⁷³

- a Bocas de extracción
- b Bocas de alimentación
- c Muro de contención
- d Muro de revestimiento
- e Muro de aislamiento

Elementos arquitectónicos del horno Rumford.

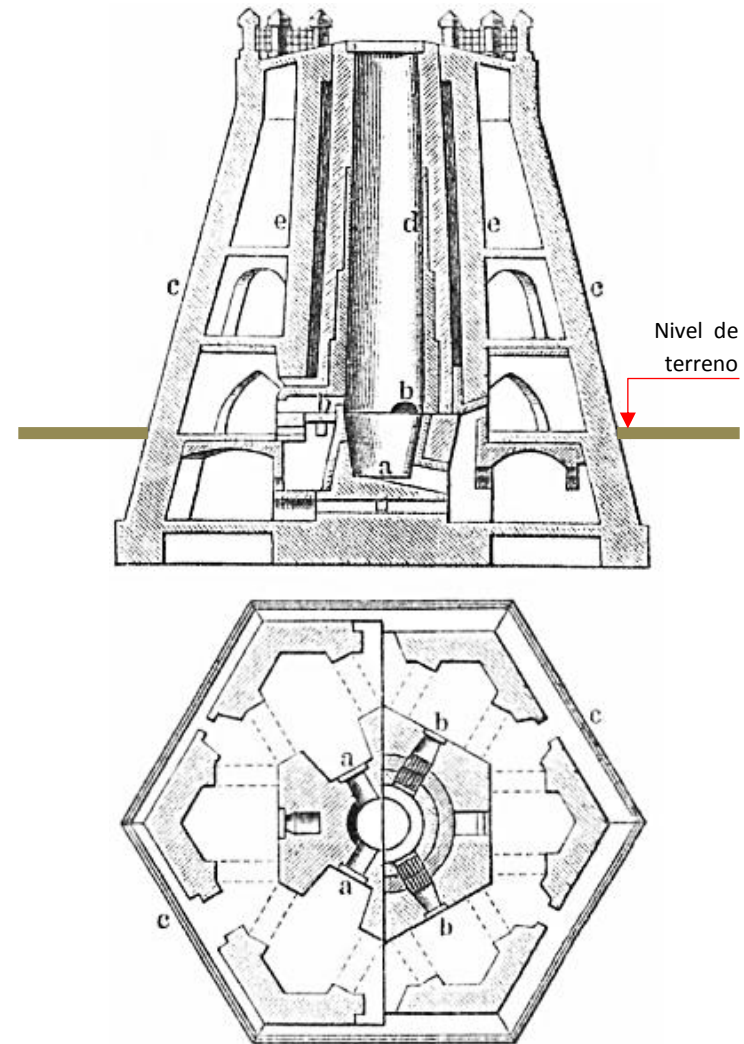


Imagen 144. Plano de sección y planta del horno Rumford. La planta se divide en dos secciones, la de la izquierda muestra el nivel inferior con las cajas de cenizas y las bocas de extracción de cal, el lado derecho se encuentra a nivel del terreno y muestra el nivel de la parrilla y bocas de alimentación. Tomado de http://www.unbekannter-bergbau.de/inhalte/spot_12_2016_miltzgroitzsch.htm#verarbeitung

¹⁷³ Berufe-dieser-Welt.de, *Museumpark Ruederdorf* Berufe und Tätigkeiten dieser Welt, 2017. Consultado en <https://berufe-dieser-welt.de/museumpark-ruedersdorf-kalkstein/>



Imagen 145. Fotografía histórica del horno Rumford en el municipio de Tequixquiac, Estado de México. Pie de foto: “Vista del horno continuo de cal, en el tajo de Tequisquiac.” 1880. Mediateca, INAH. Tomado de https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/fotografia%3A6407.

Como se mencionó anteriormente, en 1804 se construyó el primer horno Rumford en la mina a cielo abierto de Rüdersdorf, Alemania. Se desconoce la fecha de construcción del mismo diseño en México, pero se calcula que fue en la segunda mitad del siglo XIX con la migración alemana; la cual trajo consigo el nuevo sistema de calcinación de piedra caliza.

La cercanía de la región de las caleras a la Ciudad de México, fue el motivo para continuar con la industria calera y construir nuevos hornos alemanes en nuestro país.

Según la bibliografía, existieron dos hornos Rumford en México; el primero es nuestro objeto de estudio, y el segundo estuvo en el poblado de Tequixquiac, muy cerca de Apaxco

En la fotografía histórica (Imagen 142), fechada en 1880,¹⁷⁴ se observa la tipología del horno con los mismos elementos arquitectónicos, lo que indica que fue el mismo constructor a cargo de ambos hornos.

Con la anterior fotografía histórica podemos conocer el estado original del horno de la Hacienda Calera. En la imagen se aprecia un puente para acarrear la piedra caliza entre el horno y el banco de material apoyado en un murete; el mismo diseño de vanos con un completo encalado en su fachada. Se lee un rótulo en la parte superior con el título de “Hidalgo” y “Setiembre,” se desconoce su significado.

¹⁷⁴ Horno de cal en Tequixquiac, vista general, Tequixquiac, Estado de México. 1880. Mediateca, INAH, Ciudad de México. Disponible en: https://mediateca.inah.gob.mx/islandora_74/islandora/object/fotografia%3A6407 que quede de mismo lado de la columna

Una cubierta inclinada a un costado cerca del horno sirvió posiblemente de almacén o de oficina administrativa. La anterior información sirvió para realizar una hipotética reconstrucción indicando sus elementos y sistemas constructivos y así poder conocer su proceso constructivo y funcionamiento. Es importante recalcar, que mediante fotografía y plano histórico (Imagen 143a) se realizó un análisis ocular del objeto de estudio como fuente primaria, sus elementos altamente deteriorados y en ruinas respondieron a una estructura troncocónica, la cual, al no haber colapsado por completo y mantener estabilidad estructural, permitió acceder a su interior para realizar la lectura de cada uno de sus elementos estructurales y hacer una reconstrucción esquemática (Imagen 143).

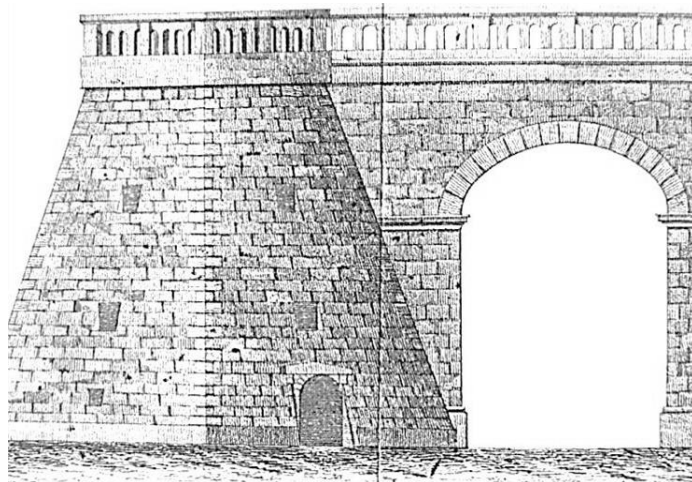


Imagen 143a. Dibujo de Horno Rumford, constuido en Rüdersdorf, 1816. Tomado de E. Köhler, (2002).



Imagen 146. Vista general fachada sur oriente del horno Rumford de la Hacienda Calera de Apaxco. Interior completamente colapsado.

Construcción del horno.

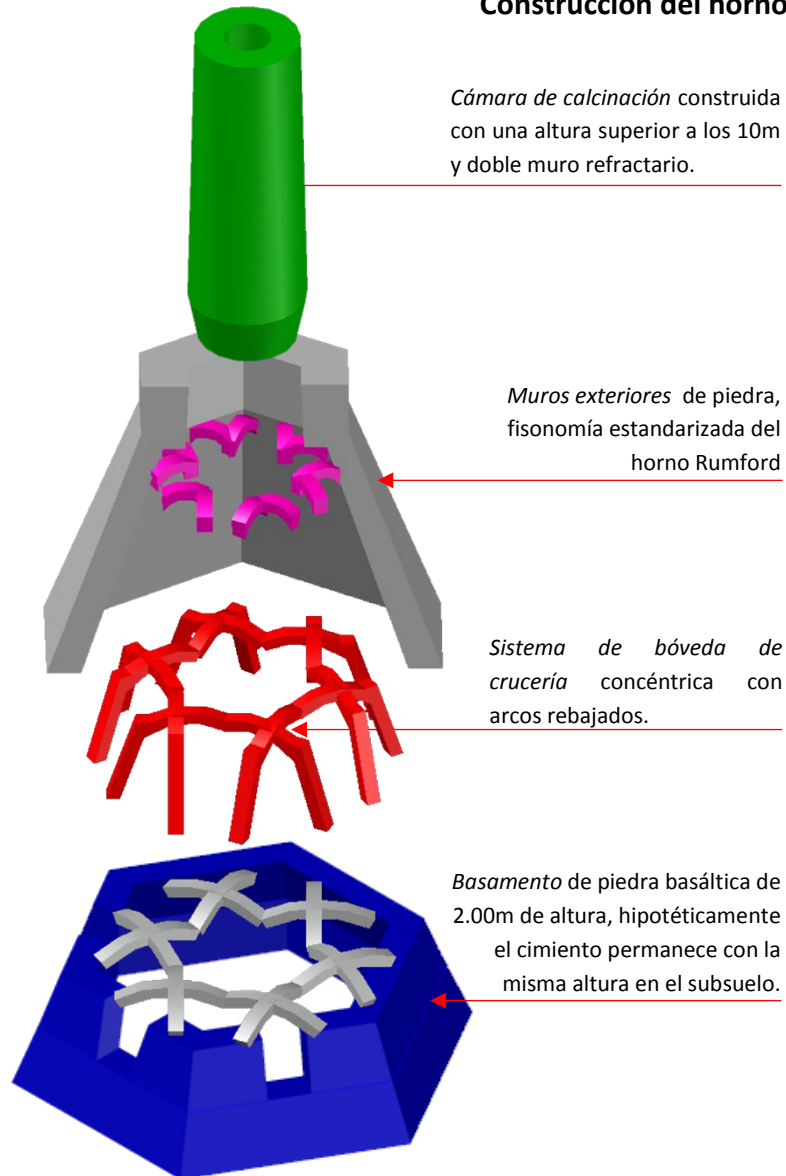


Imagen 147. Esquema de los sistemas constructivos. Hipotética reconstrucción del horno Rumford de la Hacienda Calera. 2019.

Como se observa en la Imagen 144, un basamento perimetral trabajaba de cemento para la monumental estructura, un nivel visible desde el exterior indicaba el lecho alto del basamento a una altura de 2 m sobre el nivel del terreno, hipotéticamente la misma altura se replicaba hacia el subsuelo volviendo al propio cemento en un muro de contención para el semisótano, lugar por donde se extraía la cal viva.

El primer entrespaño del semisótano se techaba con una bóveda corrida concéntrica, módulos de arcos en crucería se repetían en cada lado apoyados en el cemento y los muros de la cámara. Se desplantaban los muros sobre el basamento, al igual que las columnas adosadas a él, siguiendo la inclinación con arcos escarzanos apoyados sobre la sección de la cámara de calcinación; el mismo sistema de entrespaño se repetía. Esta estructura conformaba las celdas del primer nivel. La segunda celda con reducción en su espacio interior, debido a la inclinación de los muros, funcionaba como único almacén. La gran cámara de calcinación, también llamada cuba, continuaba elevándose hasta unirse con los muros, formando un gran macizo que coronaba el horno y trabajaba estructuralmente como anillo de compresión. La inclinación de los muros junto con los arcos simulaba contrafuertes contrarrestando los empujes laterales de la cámara y manteniendo estabilidad estructural. Por último, un

puente de acero apoyado en una estructura de piedra era por donde se daba inicio al trabajo de llenado del horno. (Imagen 145 y 146).

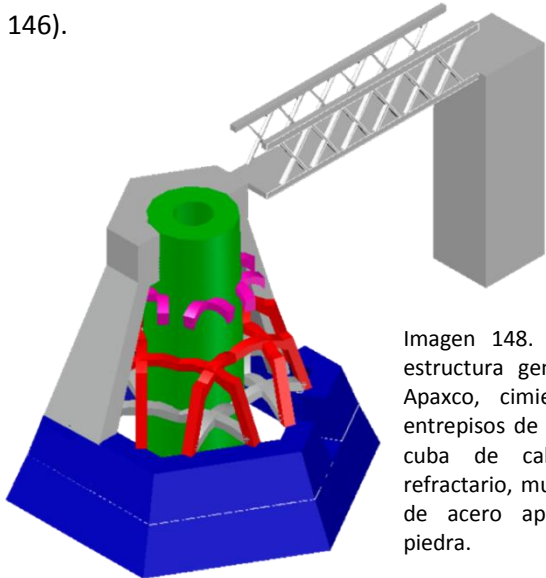
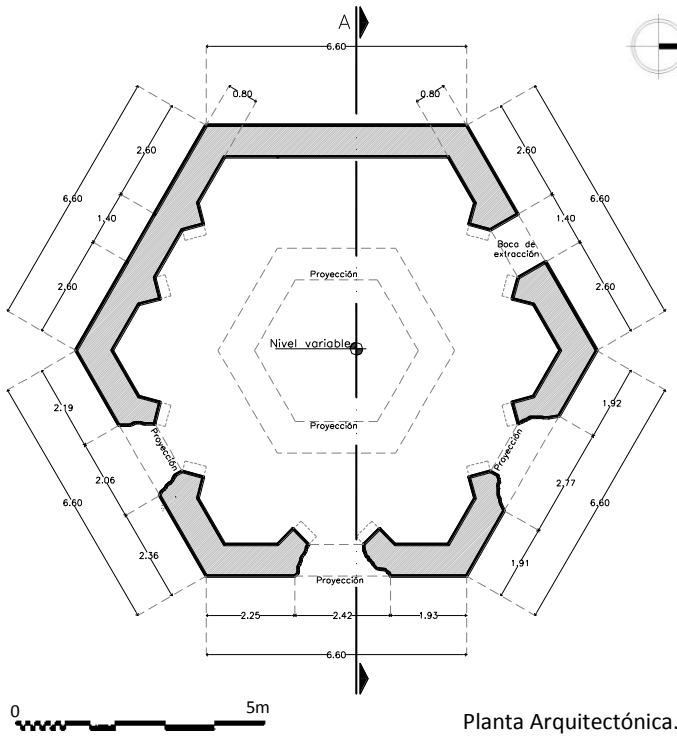


Imagen 148. Esquema compositivo de la estructura general del horno Rumford de Apaxco, cemento-basamento, sistema de entresijos de bóveda de crucería, cámara o cuba de calcinación con doble muro refractario, muro exterior de piedra, puente de acero apoyado sobre estructura de piedra.



Planta Arquitectónica.

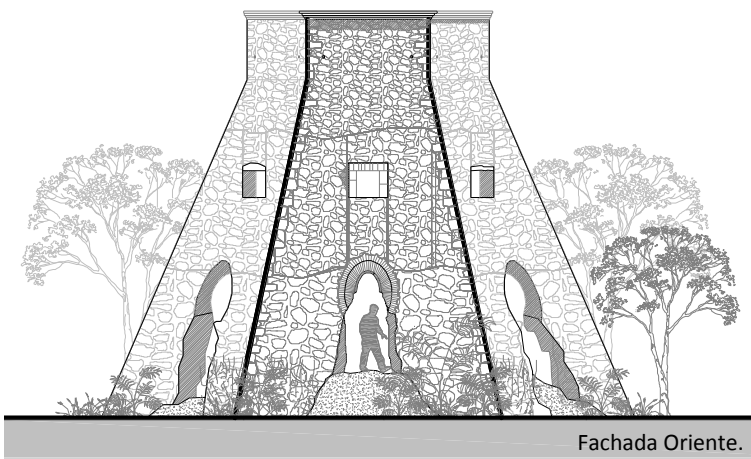
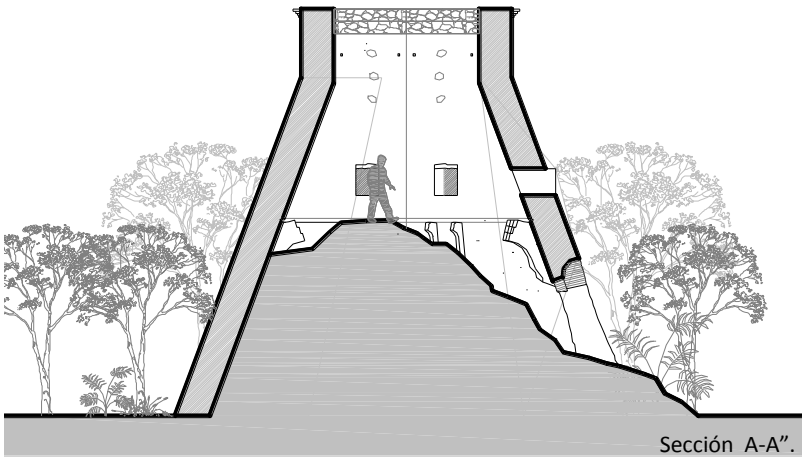


Imagen 149. Dibujos arquitectónicos del estado actual del Horno Rumford de la Hacienda Calera de Apaxco. 2017.

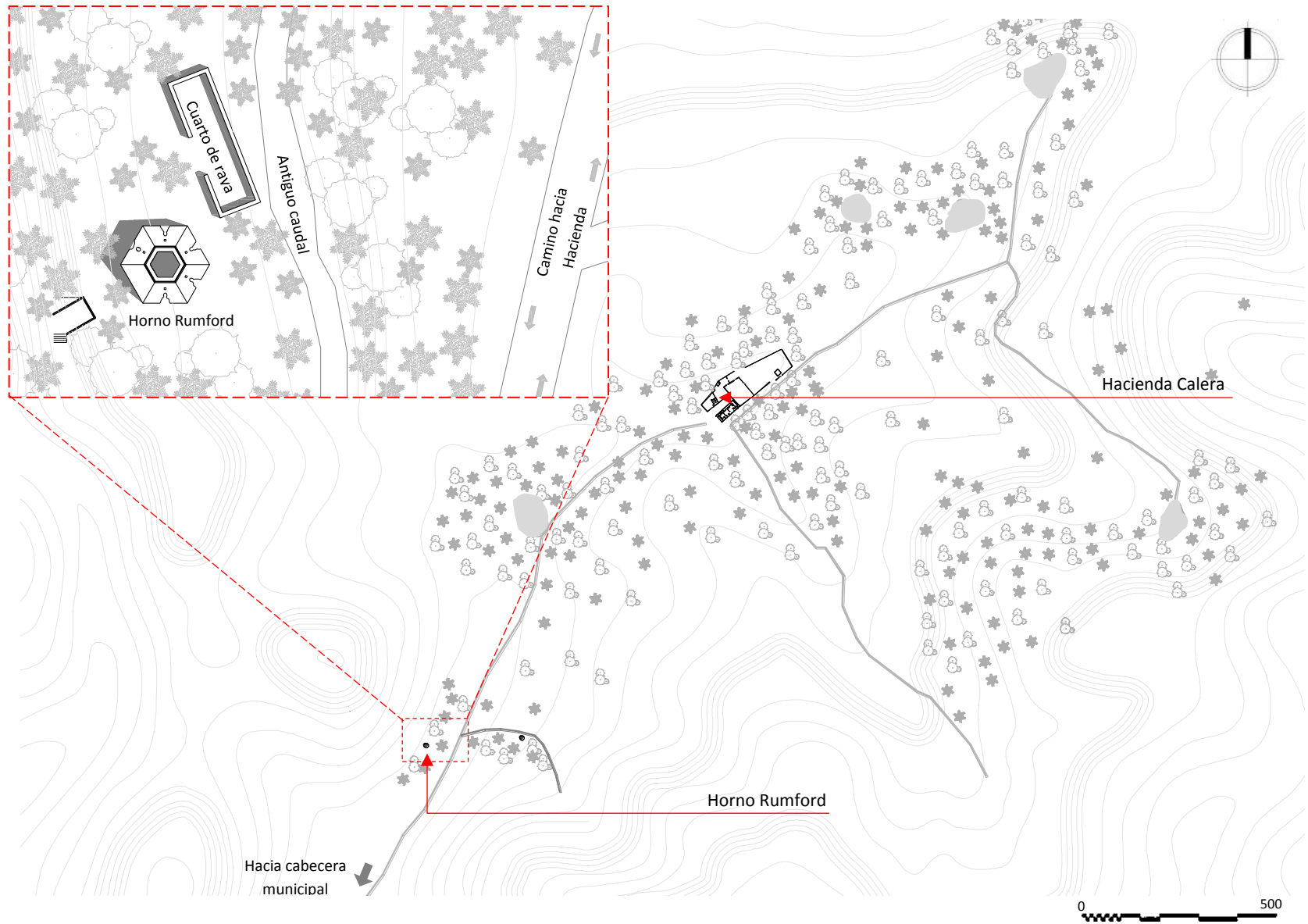


Imagen 150. Plano de conjunto de la Hacienda Calera de Apaxco. La ubicación del Horno Rumford en relación con la distancia de la Hacienda Calera es de 1km, en la ampliación se observa el emplazamiento, los recursos y servicios con que se disponía al momento de producir cal. 2017.



Imagen 151. Vista general del Horno Rumford de la Hacienda Calera de Apaxco desde la vialidad vehicular principal. La vegetación envuelve la construcción y en segundo plano se observa el muro en ruinas del cuarto de raya y/o almacén, en tercer plano resalta la monumentalidad del horno Rumford. Al fondo el banco de material del cerro "El Continuo I". 2017.

Adyacente al cerro El Continuo I, el horno de cal Rumford de la Hacienda Calera se localiza a 8 km de la cabecera municipal de Apaxco (Imagen 147). Es la primera estructura de piedra que sobresale entre la flora endémica (Imagen 148). Cruzando el camino hacia la Hacienda; en el lado norte, entre el horno y el antiguo caudal, se levantan las ruinas de lo que fue el cuarto de raya y almacén. Hacia el lado sur se encuentra el antiguo horno

tradicional H-1, analizado en capítulos anteriores; por último, a pie de cuesta, se desplanta un cuerpo de forma similar a un paralelepípedo, construido de piedra a 6 m de distancia y con la misma altura del horno Rumford, la función de ésta construcción, fue de apoyo para el puente de conexión entre el banco de material y el horno.



Imagen 152. Fotografía antigua del Horno Rumford de Apaxco, conocido como horno el Continuo o el Refugio, Vista del lado oriente. Tomada de Felix Ubaldo Alarcón López, (2007).



Imagen 153. Estado actual del Horno Rumford de la Hacienda Calera de Apaxco, vista del lado oriente, el acceso ha quedado obstaculizado por el derrumbe del interior.



Imagen 154. Estado actual del apoyo para el puente, conexión entre el banco de material y el horno.

El Horno Rumford (Imagen 149 y 150) se encuentra actualmente en estado ruinoso, algunos de sus muros de mampostería presentan grietas verticales debido al colapso de todos sus elementos arquitectónicos en el interior. De forma hexagonal en planta, sus muros de material basáltico y 80 cm de espesor se levantan con una inclinación aproximada a los setenta grados; la inclinación llega hasta los 8.5 m de altura, haciendo un quiebre vertical en la parte superior y así alcanza los 10 m de altura total. Un cornisamento perimetral (Imagen 152) con ausencia de piezas y doble moldura de ladrillo, remata el gran volumen troncocónico (forma estandarizada del horno Rumford) en sus tres lados frontales, orientados hacia el oriente y con



Imagen 158. Detalle de cornisa.



Imagen 158. Detalle de vano ovalado.



Imagen 158. Detalle de vano rectangular.



Imagen 158. Detalle (salmer) arranque de arco.

diseño simétrico. Al interior se encuentran los accesos con pérdida en sus marcos, a 3 m de altura un vano ovalado u ojo de buey ornamentado con piezas de ladrillo radial y concéntrico, haciendo que contraste el elemento estético contra la rigidez de la forma y el material pétreo (Imagen 153 y 157). Por último, otro vano rectangular (Imagen 154) por encima del anterior a una altura de 5.5 m se enmarca con jambas formadas por dos bloques de concreto en cada lado, el dintel se conforma por el mismo material labrado ligeramente con forma de dovelas

dejando estilizada la clave con piezas de ladrillo. Dos muros tienen variantes en sus vanos, el del lado norte, con cerramiento de arco de medio punto posiblemente sirvió de boca de extracción o de iluminación para un sótano, únicamente se halla un muro ciego en su lado paralelo al elemento de donde se apoyaba un puente.

Por último en la parte superior de la fachada se aprecian dos mechinales a los costados por cada muro enmarcados con ladrillo.

El interior del horno ha colapsado y el acceso queda obstaculizado por los escombros. Un gran montículo de elementos constructivos dificulta su accesibilidad pero a pesar de eso es posible apreciar el interior y observar los vestigios que en su momento formaron la cámara de combustión y celdas.

A medio nivel se encuentran los arranques de arcos con columnas de bloques, el arranque del arco está construido con ladrillos (Imagen 155), en cada muro se desplantan dos arcos dejando entre ellos el vano ovalado; una ranura perimetral por encima de los arcos es el vestigio del nivel de entrepiso, el vano rectangular iluminaba las celdas del segundo nivel; en la parte superior, se observan adarajas de piedra en el eje axial de cada muro, estas piezas sirvieron para la construcción del gran cilindro

con doble muro en el que se calcinaba la piedra caliza, todo el espacio interior se baña de luz a través de un óculo inscrito en un hexágono que anteriormente sirvió de tiro al horno.

El tiro del horno mantiene estabilidad en sus muros inclinados dejando una obra arquitectónica en el peligro de colapsar con lo que desafortunadamente se perdería parte del patrimonio industrial de nuestro país (Imagen 156).

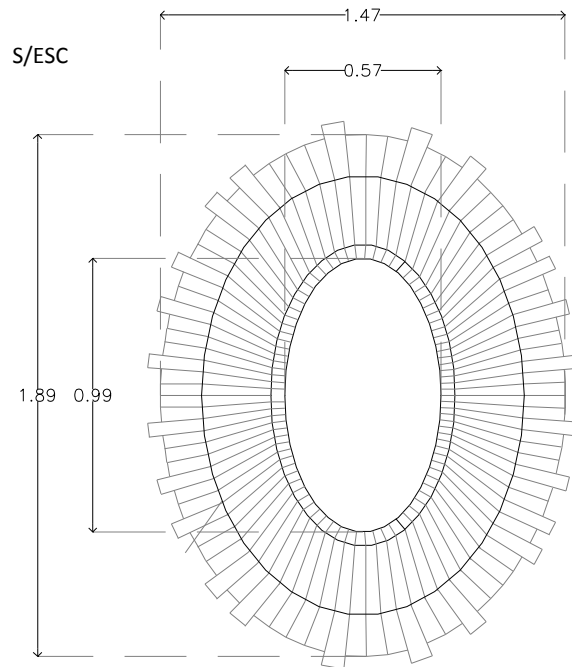


Imagen 160. Dibujo arquitectónico, Reconstrucción detalle estado original vano ovalado ojo de buey ornamentado radialmente de ladrillo.



Imagen 159. Interior de horno Rumford de Apaxco, vestigios del arranque de los arcos y nivel de entrepiso, en la parte superior las adarajas unían los muros a la cámara, un óculo marca el dimensionamiento de la cámara de calcinación, sus restos yacen en un montículo de piedras.

Funcionamiento y producción.

Anteriormente, se describió el proceso de producción de cal en los Hornos Tradicionales. En el horno Rumford, los pasos para la calcinación eran similares. Se iniciaba con la extracción de piedra caliza, continuando con la calcinación y terminando con la extracción.

Como se mencionó anteriormente, el funcionamiento del horno Rumford trae consigo un avance tecnológico en el que la producción era continua, sin paros en el proceso, su cámara no debía llenarse y descargarse en cada calcinación, todos los elementos de este nuevo diseño fueron los engranes para que la producción se incrementara significativamente.

La operación del horno se realizaba de dos a tres turnos durante el día formados por cuadrillas de cuatro trabajadores que se encargaban de la carga del horno, transporte de combustible, cuidado de la quema, supervisión de la cocción y movimiento de la piedra caliza. Por la noche bajaba la intensidad de producción y solo un trabajador se encargaba de mantener regulada la cocción.¹⁷⁵

¹⁷⁵ Köhler, E. op. cit. (reimpresión). Pag. 7.

Extracción

Se barrenaba la piedra, introducían explosivos y dinamitaban las piedras para posteriormente romperlas en tamaños adecuados para introducirlas dentro del horno. Un beneficio de este horno era que la piedra caliza explotada podía quemarse con humedad.¹⁷⁶

Carga

Una vez seleccionado el tamaño indicado para introducir la piedra caliza al horno, se cargaba y acarreaba cruzando un puente mediante carretas o algún animal de carga para ser depositada a pie de tiro del horno, únicamente un trabajador se ocupaba de la carga del horno desde la parte superior del mismo.¹⁷⁷

Calcinación

A diferencia del milenario Horno Tradicional, el conocimiento científico se reflejó en la nueva tipología de horno de cal. Los estudios del calor y el principio de las corrientes de convección de Benjamin Thompson fueron aplicados en el quemado de la materia. En éste diseño, el centro del edificio básicamente, era el núcleo de calcinado cilíndrico; donde se quemaba piedra caliza

¹⁷⁶ Köhler, E. Ibidem.

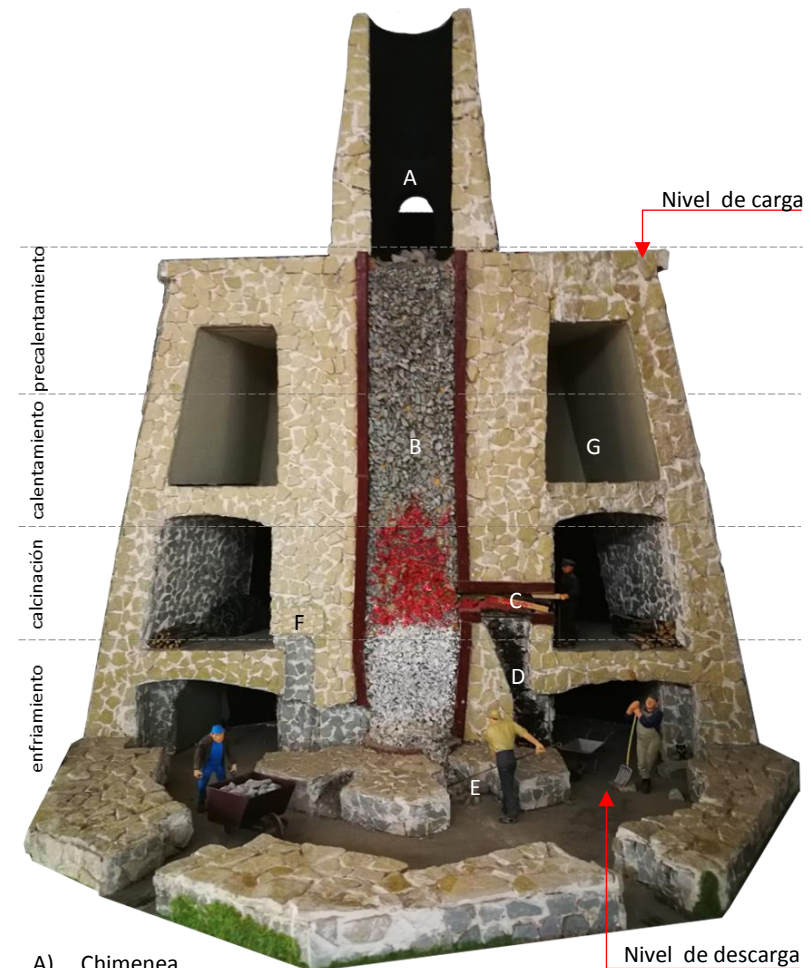
¹⁷⁷ Köhler, E. Ibidem.

continuamente durante 24 horas sin detener su proceso, lo que incrementaba significadamente su producción. La cámara de calcinación podía llegar a medir hasta 14 m de altura, y se dividía en cuatro etapas de operación:

1. Carga/precalentamiento.
2. Calentamiento.
3. Calcinación (1000°).
4. Enfriamiento/descarga.¹⁷⁸

Una vez cargada la cámara completamente, iniciaba el encendido de la misma, a una altura aproximada de 4 m por encima del fondo, se encontraban de tres a cinco bocas de alimentación distribuidas uniformemente alrededor del eje central. Sin mezclar el combustible con la caliza se producía una cal más pura, las llamas entraban a la cámara y las cenizas de la leña o carbón caían dentro de una cámara que separaba a las demás.¹⁷⁹

El horno trabajaba hasta alcanzar la temperatura adecuada para la transformación de la cal, la cual oscilaba entre los 1000 °C y 1200 °C. Mientras se generaba el calcinado de la caliza y



- A) Chimenea.
- B) Cámara de calcinación.
- C) Cámara de combustión (alimentación).
- D) Depósito de cenizas.
- E) Cámara de descarga (extracción)
- F) Canal de ventilación
- G) Almacén

Imagen 161. Maqueta funcionamiento de horno Rumford. Fotografía tomada en Rudersdorf Museumspark, Alemania.

¹⁷⁸ Planta Oxical, Tecali, Puebla, México. 2018.

¹⁷⁹ Projekt-baudenkmal.de, *Kalkofen*. Bauingenieurbüro Schmitz, 2006-2019. Consultado en <https://www.projekt-baudenkmal.de/stichwoerter/k/kalkofen/>

liberaba CO₂ el calor tendía a subir verticalmente precalentando la caliza en la parte superior (Imagen 162).

Después de 24 horas era momento de su descarga, la cal en bruto debajo de la zona de combustión no se quemaba y era retirada. Canales de apertura desde el exterior suministraban aire fresco al interior para enfriar la cal quemada.¹⁸⁰ El tamaño, peso y cambio de color eran los indicadores de que el proceso de calcinación se había completado obteniéndose cal. En el sótano se encontraban las bocas de extracción llenas de cal, donde esta se hallaba lista para ser empaquetada, enviada a su destino o almacenada.¹⁸¹

Los hornos en la expresión artística.

Al igual que los Hornos Tradicionales, el arte ha sido un medio de expresión para plasmar la actividad calera; con otra técnica y en otros tiempos, las litografías en Alemania plasmaron la vida en los alrededores del Horno Rumford. Estas imágenes son una herramienta para el análisis etnológico calero, evoluciona el objeto arquitectónico, pero el proceso de producción sigue siendo el mismo: extracción, calcinación e hidratación.

¹⁸⁰ Historische: Kalkwerke bei Neunzehnhain. op. cit.

¹⁸¹ Berufe-dieser-Welt.de, *Museumpark Rüdersdorf*. op. cit.



Imagen 162. Mina de Crottendorf, Alemania, F. Kretschmann, 1840. Tomado de http://www.unbekannter-bergbau.de/inhalte/spot_12_2018_Kalk_Crottendorf.htm

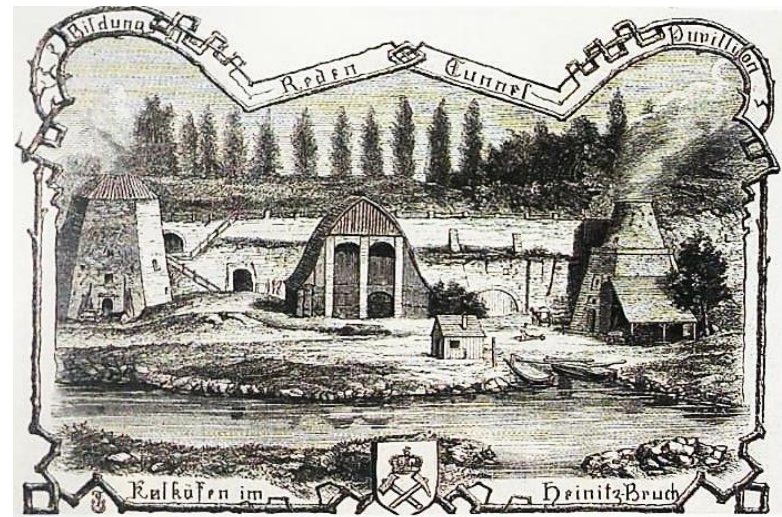


Imagen 163. Hornos Rumford de Rüdersdorf, (desconocido). Tomado de E. Köhler, (2002).



CAPÍTULO 5

PATRIMONIO CALERO

El patrimonio arquitectónico de la Hacienda Calera de Apaxco expuesto en los capítulos anteriores está en peligro de desaparecer debido a su actual estado de conservación, la importancia de preservarlo es para mantener la evidencia del pasado calero del municipio de Apaxco; la producción de cal fue una de las principales fuentes económicas para sus pobladores y su producción artesanal ha desaparecido. Rescatar la Hacienda Calera tiene como objetivos, devolver la tradición calera símbolo de identidad en el municipio, y segundo, realizar un proyecto integral en el que se proponga un Parque Museo en el territorio de la Hacienda, interviniendo el casco y los hornos de cal para dar difusión al patrimonio tangible e intangible del municipio de Apaxco .

Los movimientos sociales y culturales representan una manera de expresar las inconformidades de la población, estas ideas demandan un cambio en la estructura política para su bienestar social y beneficio económico. A inicios del siglo XX estalló la Revolución Mexicana, el movimiento armado detuvo muchas producciones empresariales, varias haciendas que aun mantenían su tecnología industrial colonial tuvieron que cerrar y ser abandonadas, deteniendo su producción y marcando un cambio industrial para las siguientes generaciones. La Revolución fue un parte aguas para la industria, décadas más tarde traería

cambios en la actividad agropecuaria. A consecuencia del movimiento revolucionario se realizó la expropiación de tierras de los grandes hacendados lo que derivó en la insuficiencia productiva y el olvido de sus instalaciones, equipamiento e infraestructura; es así como nuestra Hacienda Calera llegó a concluir con su producción artesanal de cal llevándola al olvido y deterioro cronológico.

Como hemos visto en los capítulos anteriores, la producción calera de Apaxco se remonta a tiempos memoriales, su producción ha sido parte de la vida apaxquense, mediante sistemas productivos y empresariales desde la época colonial hasta la actualidad mediante nuevas fábricas de cemento. Hace más de un siglo que la actividad calera tradicional se detuvo en Apaxco, esta actividad ligada a sus antepasados, la cual existió como una tradición simbólica y arraigada entre la población, que se fundió en una tradición intangible y que poco a poco se ha ido olvidando debido a la pérdida de su patrimonio y costumbres de producción artesanal calera; sin olvidar los cambios climáticos los cuales han impactado significativamente en este sistema de producción regulado por la legislación medioambiental.

La producción de cal genera problemas medioambientales; las emisiones atmosféricas irreducibles de CO₂, ocasionadas durante

la calcinación de piedra caliza y la deforestación para el uso de combustible vegetal son los principales actos que impactan en el ambiente. Los esfuerzos de reducción del consumo de combustibles y emisiones atmosféricas se han resuelto cambiando el sistema de producción; sustituyendo los antiguos hornos por nuevos hornos modernos y el carbón vegetal por gas natural,¹⁸² este es uno de los motivos por los que se dejó de producir cal de forma artesanal en México.

Y patrimonio es la herencia, lo que pertenece a una cultura, el patrimonio está en los pueblos, es la noción colectiva;¹⁸³ es el testimonio del trabajo y valores, forma hoy parte de los bienes individuales o sociales merecen conservarse, recuperar la actividad calera surge de este significado patrimonial.

Ejemplo del rescate del patrimonio intangible es el de las caleras de Morón de la Frontera en Andalucía, España, oficio que se transmite de generación en generación mediante la práctica y el ejercicio, en Morón solo una familia mantiene viva esta actividad, la cual ha encontrado el nicho del mercado actual en

¹⁸² Francisco Javier Alejandro Sánchez, et al, *La Cal: investigación, patrimonio y restauración*, Sevilla, España, Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2014, p. 10.

¹⁸³ José Joaquín Herrera Villanueva, El Patrimonio, en *Revista Mexicana de Derecho*, colección Colegio de Notarios del Distrito Federal, no. 16, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 2014, p.68.

obras de restauración arquitectónica, la actividad artesanal como patrimonio intangible se ha catalogado ante la UNESCO, preservando así sus tradiciones.¹⁸⁴

Desafortunadamente no es el caso de México, el conocimiento del calero tradicional esta por desaparecer, sin embargo aún es momento de poner en valor esta antigua tradición. Las generaciones transmiten ideas, conocimientos, valores, costumbres y tradiciones además de objetos, testimonios y documentos de otras épocas. En ese sentido el patrimonio de una sociedad es esencialmente cultural, poseedores de una vigencia atemporal y de un significado particular para esa sociedad desde el punto de vista de sus creencias, su tradición y su identidad. Esos valores no son solamente materiales ni obras físicas, los valores y símbolos han surgido de la vida de las sociedades y se encarnan en ella.¹⁸⁵

Consecuentemente los conceptos de protección y conservación del patrimonio cultural se han enriquecido de manera notable, la preservación del patrimonio cultural no

¹⁸⁴ Gema Carrera Díaz y Alessandra Olivi, *Una de cal y una de Arena. La producción de cal en el Atlas del Patrimonio Inmaterial de Andalucía*, Sevilla, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH),2014, pp. 160 y 161.

¹⁸⁵ México Desconocido, *El patrimonio cultural de México*, mexicodesconocido.com, 2010 Consultado en <https://www.mexicodesconocido.com.mx/el-patrimonio-cultural-de-mexico.html>

propone únicamente las disposiciones jurídicas y las tareas para proteger del deterioro físico y las amenazas de agentes sociales y naturales a monumentos históricos.¹⁸⁶

Todos los conceptos que definen y categorizan al patrimonio dan fundamento para catalogar la arquitectura e infraestructura industrial de nuestro objeto de estudio, sus vestigios son testigos de un desarrollo económico y social dentro de un poblado que vincula la producción de cal con el Valle de México desde época prehispánica. La producción en el municipio de Apaxco desde siglos memorables da identidad y valor a sus pobladores.

Actuación e intervención de las Caleras.

Si analizamos la historiografía de la conservación y restauración de los monumentos históricos, ésta nos muestra el debate histórico teórico desde el siglo XIX, cuando el crítico de arte británico John Ruskin planteó no intervenir en los edificios salvo para evitar su ruina (criterio de mínima intervención),¹⁸⁷ Ruskin se opuso a reconstrucciones “historicistas” o de “estilo”. Ante la controversia suscitada entre distintos teóricos,

¹⁸⁶ México Desconocido, (2010), op. cit.

¹⁸⁷ Carlos Núñez Guerrero, *Las técnicas de la cal, apuntes para su conservación y restauración*, Dedalo Bienes Culturales, pp. 205 y 206, en Francisco Javier Alejandro Sánchez, et al, *La Cal: investigación, patrimonio y restauración*, Sevilla, España, Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2014.

sucedieron las advertencias y sugerencias de críticos, analistas e instituciones sobre la necesidad de intervenir con criterio, se hicieron las declaratorias en “Cartas” o recomendaciones internacionales del “Restauo”.¹⁸⁸ Además se han publicado una serie de tratados internacionales en los que se manifiesta la protección del patrimonio edificado, paisajístico, cultural, etc. su intención ha sido la de postular una serie de normas o reglas a seguir para lograr el mejor criterio posible en el ámbito de la restauración.

En la actualidad estas recomendaciones han sido recogidas por diferentes legislaciones, como es el caso de la Ley y Reglamento Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas de México, 1972.

En la Ley Federal, artículo 2, especifica la utilidad pública de la investigación, protección, conservación, restauración y recuperación de los monumentos históricos¹⁸⁹ y en el Reglamento Federal en su artículo 42, especifica los requisitos a presentar en la institución competente para la realización de obra en monumento histórico, inciso IV: características, planos y especificaciones de la obra a realizarse; e inciso V: planos,

¹⁸⁸ Ídem.

¹⁸⁹ Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, México, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Reforma 2014, artículo 2.

descripción y fotografías del estado actual del monumento.¹⁹⁰ Desde el punto de vista legislativo son los requisitos a cumplir para intervenir un monumento histórico, a esto debe de agregársele el estudio del bien y sus valores culturales, el diagnóstico de su estado actual, la descripción de la metodología a utilizar y la propuesta de actuación contemplando su pre consolidación, conservación, limpieza, reintegración y por último el proyecto. En esta investigación se recopila la información requerida y establecida en la Ley Federal para la intervención del bien inmueble.

Las posturas de conservación y restauración con base en los teóricos de la materia son:

- Aplicar técnicas constructivas modernas.
- Preferible la ruina del edificio.
- Mínima acción restaurada.
- Reconstruir, pero no de manera absoluta.
- Completar para dar forma integral.

¹⁹⁰ Reglamento Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, México, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Reforma 2014, artículo 42, inciso IV y V.

- En ruinas se impone la consolidación.
- Justificar la restauración para reutilización.

Conocemos el estado ruinoso de la Hacienda Calera, la propuesta únicamente intervendrá el casco principal de la Hacienda y se presentará un plan maestro con el nuevo uso de un parque museo; el siguiente proyecto representa el criterio personal de la restauración en una ruina, detener su deterioro crónico consolidándola y estabilizándola, y así reutilizarla. La ruina tiene su propio lenguaje estético y artístico, es por ello que se impone ante una restauración que podría llegar a convertir falsos históricos. La ruina surge dentro de su contexto natural volviéndose contemplativa ante el visitante observador.

El proyecto de intervención es ejecutado para el casco principal de la hacienda, iniciando teóricamente, con una revisión estructural para conocer las condiciones mecánicas de los elementos estructurales; la lectura del edificio ha arrojado una serie de criterios para la intervención. La ruina se consolidará y habrá mínima intervención, la integración de elementos arquitectónicos reconocibles, compatibles y reversibles que dialoguen arquitectónicamente sin ser protagónicos. Mientras menos integración mejor será la intervención.

Conceptos generales:

- Respetar sus etapas constructivas históricas.
- Respetar a los elementos pintorescos y artísticos.
- Reutilizar el monumento
- Diferenciar entre lo nuevo y lo antiguo, aceptar técnicas modernas.

Criterios de intervención:

- Respetar configuración de los espacios arquitectónicos.
- Liberar los elementos arquitectónicos contemporáneos.
- Respetar las proporciones de los espacios y vanos.
- Conservar su composición estética, paramentos, niveles y alturas.

Análisis, diagnóstico y registro de daños.

En el reporte de fábricas se enlistan y clasifican todos los elementos que componen el inmueble, presenta cada uno de los elementos arquitectónicos en su materia, este apartado sirve

para conocer el dimensionamiento, los materiales y los colores con los que fue construido el edificio, para la obtención de una catalogación de fábricas más detallada, se recomienda la realización de calas estratigráficas para hallar la materia con la que fue concebido el inmueble (Imagen 164 y 165).

FÁBRICAS	
	Muro de 60 cm de espesor, mampostado con sillares de piedra riolita juntoado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5 cm de espesor. (Ver foto 7).
	Muro de 80 cm de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntoado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5 cm de espesor. (Ver foto 1).
	Muro de 20-25 cm de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntoado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5 cm de espesor. (Ver foto 1).
	Restos de Muro Colapsado de 60 cm de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntoado con mortero cal y arena. (Ver foto 3).
	Antepecho de 60 cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntoado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5 cm de espesor. (Ver foto 4).
	Contrafuerte mampostado con sillar de piedra riolita juntoado con mortero cal y arena. (Ver foto 5).
	Muro bajo, h=1 m, 60 cm de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntoado con mortero cal y arena. (Ver foto 6).
	Nivel de piso original, pavimentado con laja de riolita y firme a base de cal. (Ver foto 8).
	Poyo mampostado con sillar de piedra riolita y juntoado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor, acabado final de pintura a la cal color rojo. (Ver foto 9).
	Tapial a base de block gris ligero, juntoado con mortero cemento y arena. (Ver foto 4).
	Pintura mural a la cal, colores rojo y amarillo. (Ver foto 10).
	Reja de herrería a base de angulos y PTR's y malla ciclónica galvanizada, acabado final pintura vinílica blanca.
	Lavaderos con una altura maxima de 1m. sobre nivel de sulo, mampostados de piedra riolita, juntoado con mortero cal y arena.

Imagen 16464. Fabricas del casco principal, ver Imagen 2. 2017.

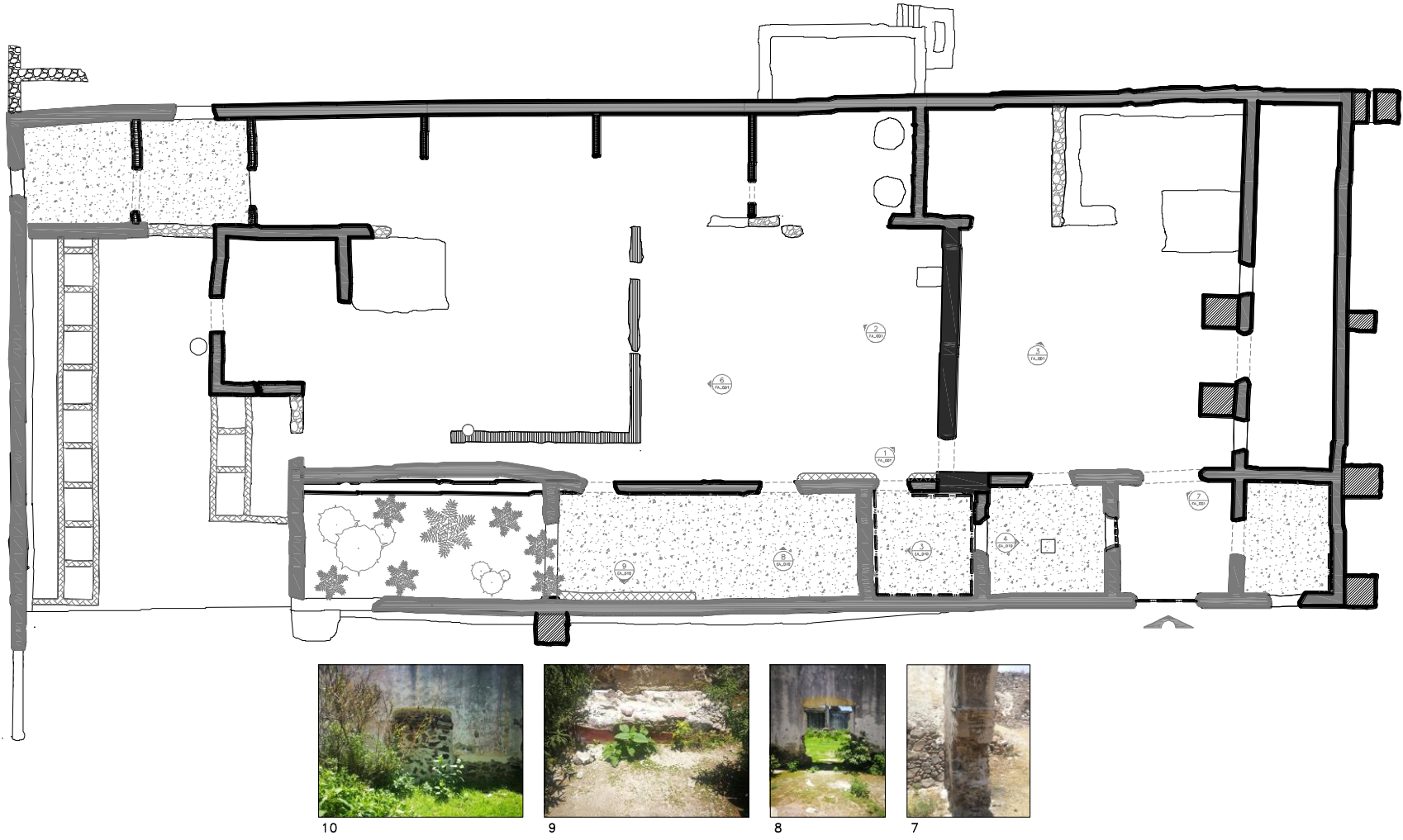
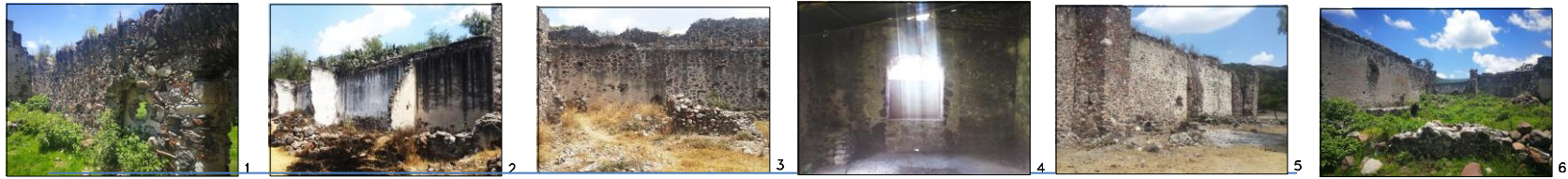


Imagen 165. Plano llave de fábricas, casco principal de la Hacienda Calera de Apaxco, 2017.

Los daños y deterioros responden principalmente al efecto causado por el tiempo, alteraciones humanas o deficiencias constructivas y pueden ser intrínsecos o extrínsecos, según su naturaleza.¹⁹¹

Intrínsecos: son aquellos que sufre el inmueble en sus elementos constructivos al paso del tiempo, por el ejemplo disgregación del material, falla por fatiga, etc.

Extrínsecos: los producidos por agentes externos, como la humedad, parásitos, sismos, modificaciones, hundimientos, etc.¹⁹²

Las afectaciones anteriores en los edificios pueden ser causadas por cuatro tipos de agentes principalmente el hombre, el medio ambiente, los fenómenos naturales y el suelo sobre el que se asienta el inmueble.¹⁹³

Destacado los daños causas, se aplicó el criterio de intervención para corregir el daño y erradicar la causa. Para este fin se planteó especificaciones técnicas generales que dan pauta a una intervención adecuada. Por una parte se han perdido

importantes elementos del partido arquitectónico original del inmueble por diferentes causas, su abandono durante décadas y la ignorancia humana que han sido una constante en el deterioro del patrimonio, por otro lado, los saqueadores han interferido afectando el inmueble.

Los daños a notar básicamente son la pérdida de cubiertas, mismas que en su ausencia han provocado el desplome y colapso de muros y contrafuertes; es importante consolidar distintos elementos para evitar su continuo deterioro.

El objeto de estudio, al ser una ruina, se vuelve sinónimo de daño total, sería vulgar pretender regresarlo su estado original mediante una restauración historicista; el proyecto de restauración, se realiza con una metodología en base a señalamientos indicando sus agregados, pérdidas, daños generales y daños de alto riesgo, como son los daños estructurales. En la Imagen 166 quedan indicados los principales daños que deberán de atenderse y también las pérdidas arquitectónicas que deberán reconstruirse e integrarse así como los agregados a liberarse.

¹⁹¹ Ricardo Ignacio Prado Núñez, *La teoría y la practica en el proyecto de restauración*, Ciudad de México, Editorial Eneágono, 2009.

¹⁹² Ídem.

¹⁹³ Ídem.

Los hornos de cal: una Hacienda Calera

de Apaxco, s. XVII y XIX, EDOMEX

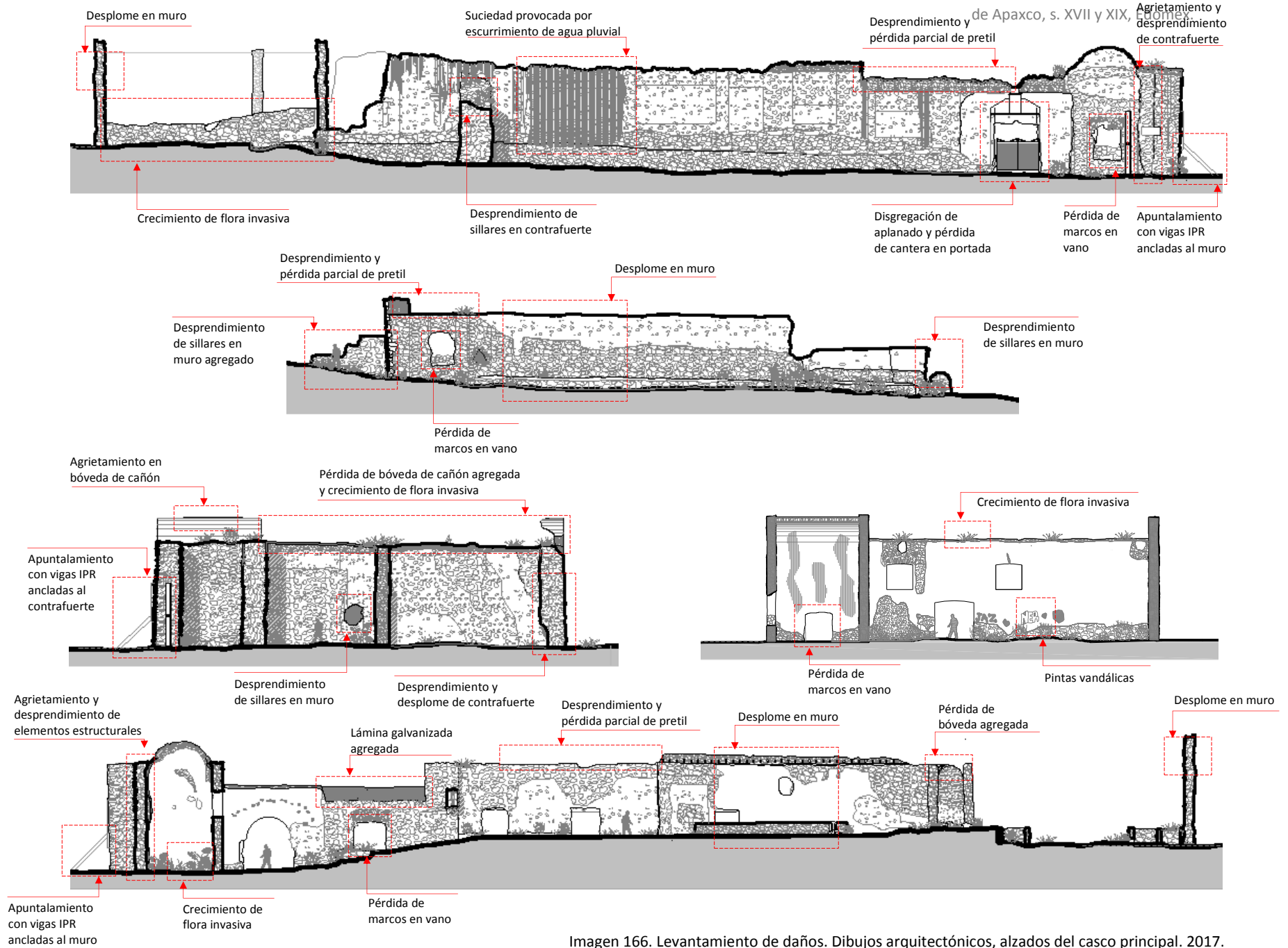


Imagen 166. Levantamiento de daños. Dibujos arquitectónicos, alzados del casco principal. 2017.

Para la ejecución del proyecto, hay que ajustarse al programa arquitectónico de la hacienda con respecto a su estructura, de tal manera que se le dé continuidad al mismo sistema constructivo, agregando sistemas contemporáneos compatibles y procurando no dañar la estructura original.

Los paramentos de los muros dañados se propuso se reconstruyan bajo el mismo aparejamiento de mamposteo construyendo las partes faltantes o dañadas, el uso de sistemas constructivos compatibles como la vigueta y bovedilla de barro se podrían adaptar al antiguo sistema de cubierta de vigería de madera consiguiendo de esta manera homogeneidad en el trabajo estructural para nuevamente soportar, recibir y transmitir las cargas axiales en los muros, obteniendo rigidez y permanencia del elemento.

Se integró materiales y sistemas constructivos modernos, se respetó la configuración espacial, estética y estado ruinoso del edificio manteniendo el lenguaje estético de la ruina en armonía con la arquitectura contemporánea. De esta manera la compatibilidad entre lo moderno y lo antiguo ayuda a consolidar el edificio y satisfacer las necesidades expuestas o requeridas por los usuarios sin alterar la estructura del mismo edificio. Los trabajos de liberación (Imagen 167), consolidación,

reconstrucción e integración se indicaron con clave sobre los planos llave, estos fueron las acciones a llevar para dejar el inmueble preparado para el proyecto de intervención.

Clave	Daños y alteraciones existentes en el inmueble	Catologación genérica de la intervención	Intervención a desarrollar	Acciones a ejecutar
L-1	Apuntalamiento con vigas IPR's	Liberación	Recuperación de la continuidad estructural	Liberación de apuntalamientos
L-2	Puerta de herrería	Liberación	Sustitución de elementos de herrería contemporáneos	Retiro de Puerta
L-3	Tapial de block	Liberación	Recuperación de la continuidad espacial	Demolición del tapial
L-4	Aplanados en mal estado	Liberación	Reforzamiento del material	Liberación de aplanado deteriorado
L-5	Tapial de sillares apilados	Liberación	Recuperación de la continuidad espacial	Retiro del tapial
L-6	Montículos de sillares	Liberación	Recuperación de niveles	Retiro de sillares
L-7	Tapial de piedra a cal y canto	Liberación	Recuperación de la continuidad espacial	Demolición de tapial
L-8	Sillares colapsados	Liberación	Reintegración de las piezas desprendidas	Recolocación de las piezas desprendidas
L-9	Eliminación de flora	Liberación	Erradicación	Retiro de la vegetación
L-10	Contrafuerte desplomado	Liberación	Recuperación de la resistencia estructural	Liberación de contrafuerte
L-11	Muro desplomado	Liberación	Recuperación de la resistencia estructural	Liberación de muro
L-12	Cubierta de lámina galvanizada	Liberación	Sustitución de elementos contemporáneos	Liberación de lámina
L-13	Flora invasiva en coronamiento de muro	Liberación	Erradicación	Retiro de la vegetación
L-14	Sección de bóveda dañada	Liberación	Sustitución de las partes dañadas	Demolición de sección de bóveda
L-15	Pintura vinílica	Liberación	Eliminación de pintura vandálica	Desbastado de la capa pictórica sobrepuesta

Imagen 167. Liberaciones de casco principal. Ver anexo de planos LB_002. 2018.

Intervención de las ruinas, casco principal.

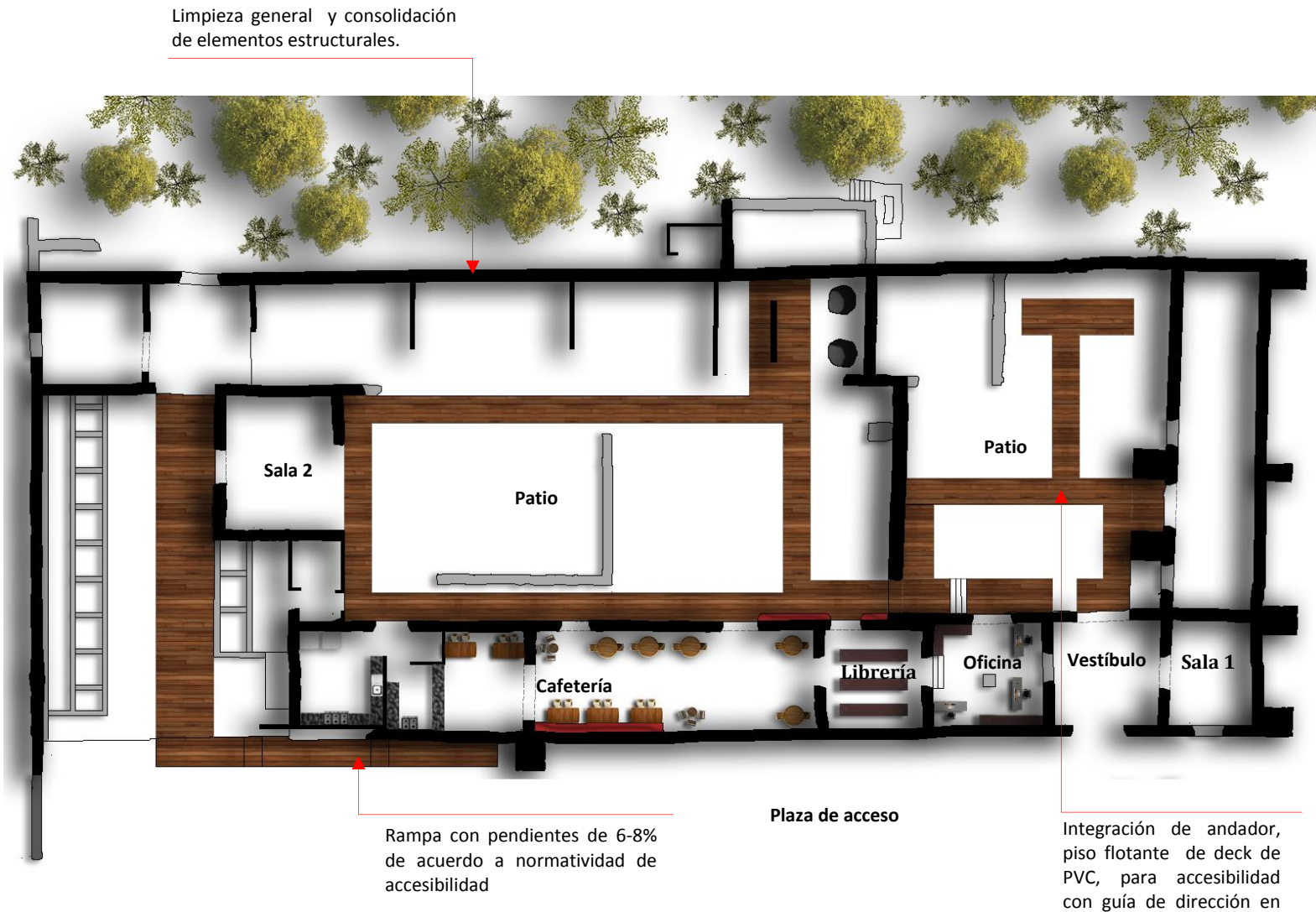
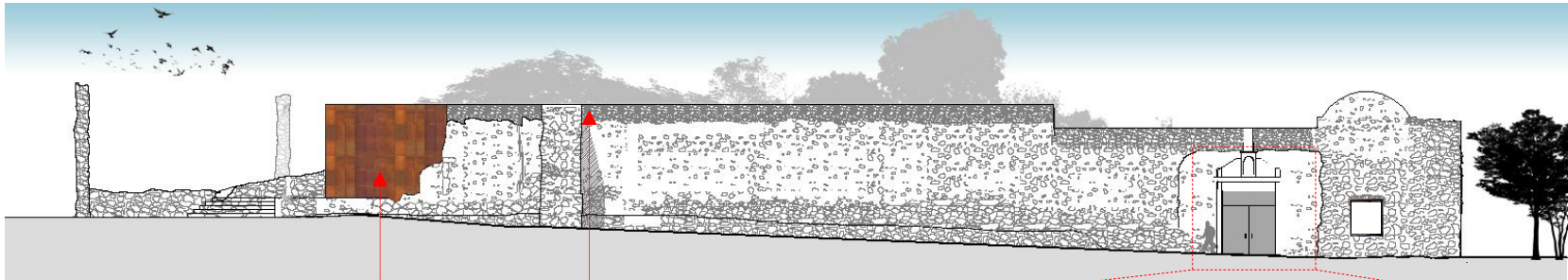


Imagen 168. Propuesta de intervención en casco principal, planta. 2018.

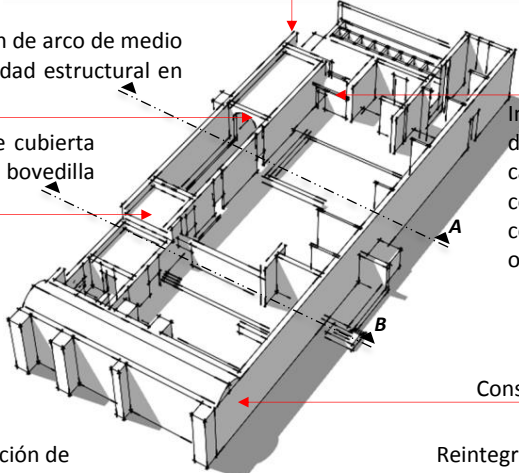


Integración de muro de acero corten respetando el nivel del paramento y su antigua configuración espacial.

Consolidación y reconstrucción de muros v contrafuertes

Reconstrucción de arco de medio punto, estabilidad estructural en los muros

Integración de cubierta de vigueta y bovedilla de barro.

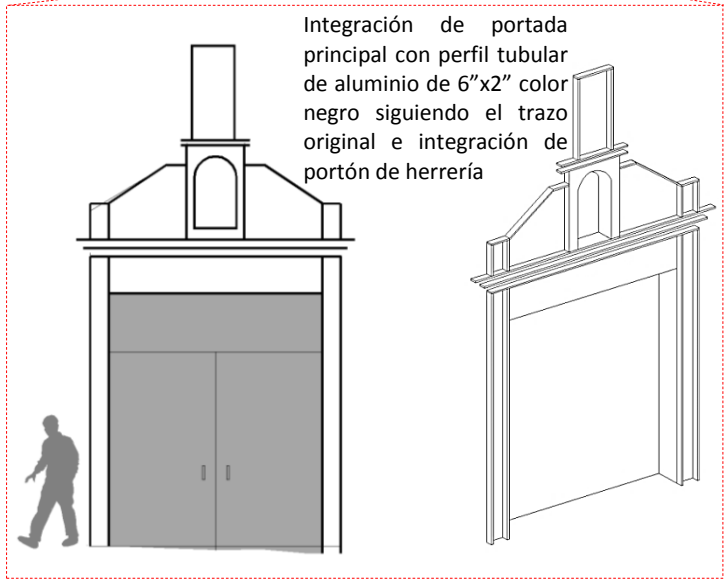


Integración reversible de muros y bóveda de cañón de acero corten, respetando su configuración espacial original.

Consolidación de la ruina

Reintegración de marcos en vanos.

Reintegración de marcos en vanos.



Integración de portada principal con perfil tubular de aluminio de 6"x2" color negro siguiendo el trazo original e integración de portón de herrería

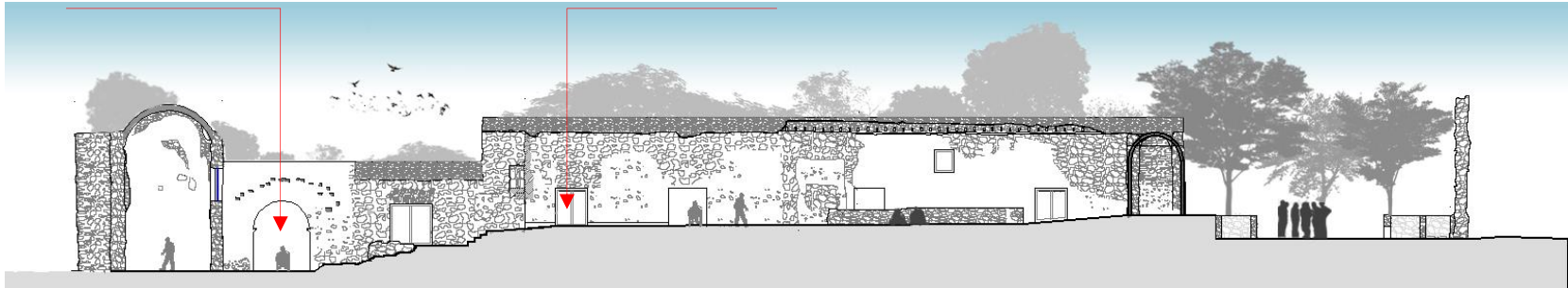


Imagen 169. Propuesta de intervención en casco principal, alzados. 2018.

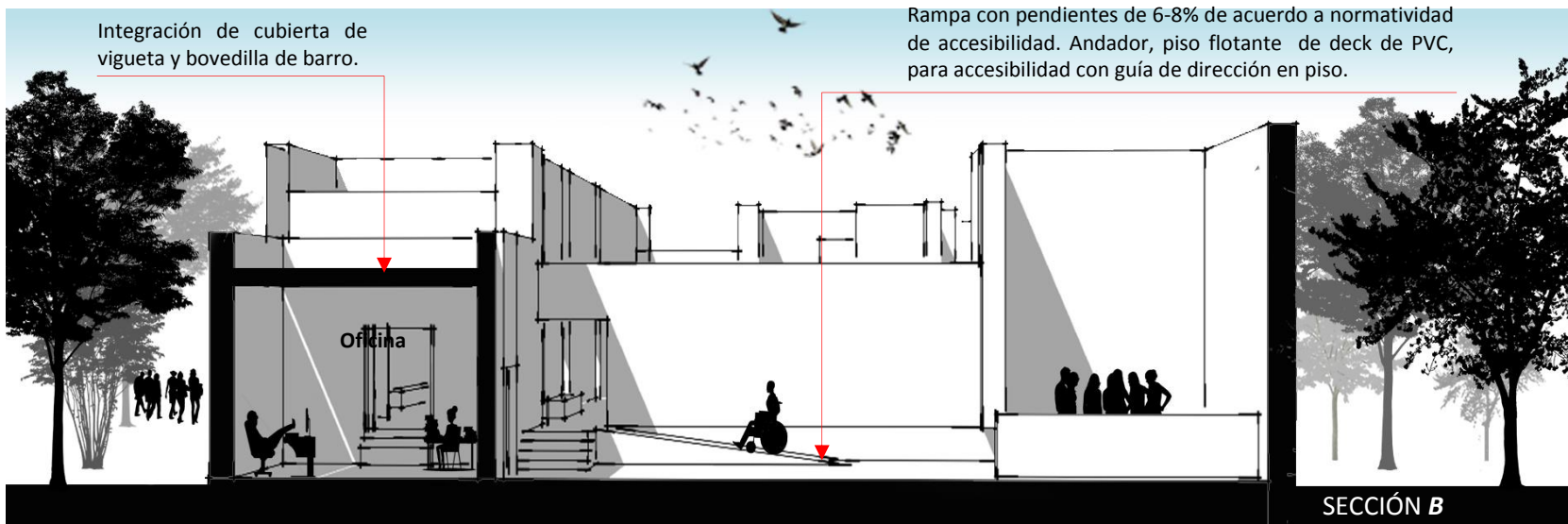
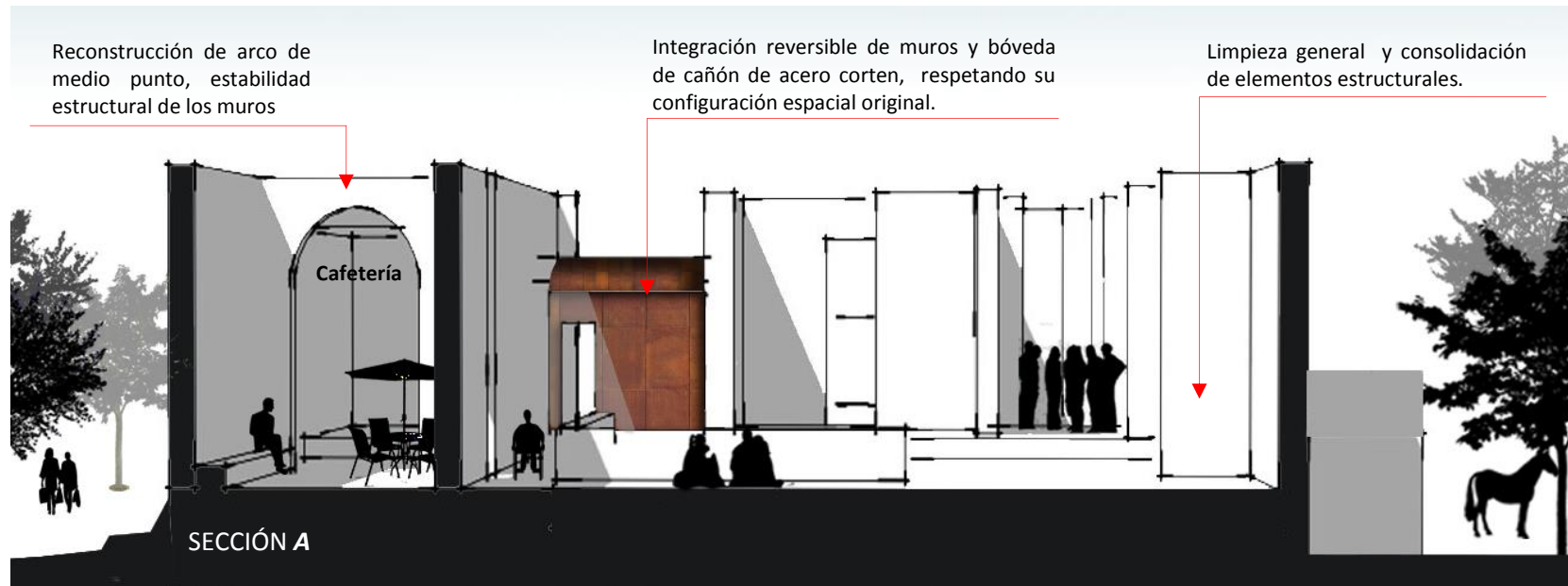


Imagen 170. Propuesta de intervención en casco principal, cortes perspectivados. 2018.

La antigua técnica, tecnología e infraestructura de la producción calera virreinal del municipio de Apaxco nos demuestra la vida laboral de una industria poco conocida y por lo tanto no valorada, los habitantes de estas zonas caleras se han arraigado a esta actividad dotándola de valor e identidad, es por ello de suma importancia la conservación y protección de la arquitectura industrial de la región de las caleras.

El objetivo de intervenir el casco principal de la hacienda, es rescatar la ruina de su deterioro cronológico, consolidarla para un nuevo uso, brindarle estabilidad estructural para insertar un nuevo programa contemporáneo sin modificar su arquitectura colonial (Imagen 168, 169 y 170).

Actualmente, la Hacienda Calera de Apaxco es un Parque Ecológico con apertura los fines de semana, un sitio de recreación familiar y su contexto natural es aprovechado para realizar seriales anuales de ciclismo de montaña, su conjunto arquitectónico se emplaza dentro del bosque xerófilo.

El nuevo programa arquitectónico responde al uso que se asignara, se propone un espacio interactivo, Museo de la Cal, en el que por medio de museografía y tecnología se represente el proceso de producción. Este proyecto se propone a partir de la ruina contemplativa, e implica la mínima acción en ella. La

integración arquitectónica contemporánea se conjuga con técnicas artesanales que acondicionan espacios para recreación o administración dentro del casco, su intervención haría dinámico el funcionamiento del casco, en el que los espacios abiertos se podrían aprovechar para diversas actividades al aire libre.

El proyecto debe complementar con otras actividades extras al museo; se propone instalar áreas para investigadores, un hotel eco turístico, actividades del eco parque, entre otras actividades para llevar a cabo un proyecto multidisciplinario.

Una intervención compleja en los edificios históricos pero necesaria de resolver será la accesibilidad al sitio, en este caso se propone acondicionar las circulaciones como recorridos itinerantes accesibles de acuerdo a las normas del Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad INDEPEDI,¹⁹⁴ del que se tomaron las características adecuadas para lograr un acceso universal, los recorridos estarían indicados con señalética y sistemas brailles, explicando la historia de la hacienda y la producción de cal, todas estas acciones respetarían el inmueble histórico.

¹⁹⁴ Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad, Instituto para la integración al desarrollo de las personas con Discapacidad de la Ciudad de México, Jefatura de Gobierno de la Ciudad de México, CDMX, 2016. Consultado en <http://data.indepedi.cdmx.gob.mx/documentos/ManualNormasTecnicasAccesibilidad.pdf>

contexto natural o si la ciudad colonial de México no hubiera perdido su arquitectura conventual-, la conservación y recuperación hacia los centros históricos ha sido una constante por parte de iniciativas gubernamentales y particulares, cabe señalar el estudio y proyecto de “México Ciudad Futura” del arquitecto Alberto Kalach, en el que se propone rescatar el lago de Texcoco con una visión integral de infraestructura, ecología y desarrollo urbano, remitiéndonos a las visuales de la ciudad prehispánica de Tenochtitlan.

Ejemplo de preservación urbana es la ciudad de Mantova (Imagen 171 y 172), al norte de Italia, ciudad medieval de origen romano, en el que su contexto natural ha sido su principal barrera de protección para la ciudad patrimonial, otro ejemplo de conservación pero a menor escala es la abadía de Mont Saint Michel, en Francia.

Los anteriores casos son ejemplos de conservación de imagen antigua, que aún se conserva debido a la barrera de protección urbana; es de gran importancia el contexto inmediato de la hacienda Calera de Apaxco incrustada dentro del bosque, su contexto natural debe de considerarse como reserva ecológica y barrera de protección natural para evitar el crecimiento futuro

de la mancha urbana del municipio de Apaxco, y así cuidar las visuales del paisaje cultural, entre lo edificado y lo natural.

La iniciativa de la UNESCO por crear la figura del Paisaje Cultural confirma una nueva noción del patrimonio, la hacienda con su infraestructura y hornos caleros forman parte de un paisaje cultural que relaciona la tradición productiva artesanal y el entorno; la valoración de este patrimonio sólo es posible atendiendo el paisaje cultural del que forma parte, el binomio del paisaje xerófilo y la arquitectura se fusiona para adquirir sentido a partir del elemento patrimonial.¹⁹⁵



Imagen 172. Vista aérea de la ciudad de Mantova, Italia. Tomado de <https://i0.wp.com/mincioedintorni.com/wp-content/uploads/2016/01/mantova-dallalto.jpg?ssl=1>

¹⁹⁵ Javier Hernández Ramírez, *Tiempo de Horneadas: etnografía de la actividad calera en Santa Ana la Real*. Huelva, Madrid. Diputación Provincial de Huelva, 2011, p. 154.

El ámbito del proyecto de intervención no se limita únicamente al casco, se expande a sus alrededores mediante el estudio de su contexto natural para aprovechar este entorno en un proyecto integral de la Hacienda Calera, el proyecto es el resultado de conservación, restauración, difusión y desarrollo turístico.

Actualmente, existen senderos que comunican los puntos de interés alrededor de la Hacienda Calera, una serie de propuestas de actuación en cada uno de sus hornos e infraestructura hidráulica para atraer el turismo, creando áreas de esparcimiento, servicios y elementos museográficos parte del Parque Museo; iniciando en la hacienda, se propone clasificar varias rutas itinerantes de longitud variable equipadas de señalización y cédulas de información que permitan recorrer, conocer y divulgar el Parque Museo Industrial de la Hacienda Calera de Apaxco.

Aislados de su contexto cultural y ecológico, los hornos de cal carecen de valor, por ello, una adecuada protección sólo es posible en el marco de un proyecto integral que comprenda tanto la restauración de estas caleras como la recuperación de la

memoria del oficio, impulsar la actividad eco turística del entorno y la recuperación de la Hacienda Calera.¹⁹⁶

Se propone que una vez restaurado el patrimonio arquitectónico, se instale el Museo de la Cal, con el fin de representar de manera didáctica la producción de cal a menor escala.

Conociendo el estado de conservación de los hornos, se seguirá el mismo criterio aplicado en el casco, la ruina se consolidará, limpiando y eliminando la flora espontánea que ya se ha enraizado en sus estructuras, la cual deberá de ser un proceso cuidadoso para no dañar aún más los objetos arquitectónicos. Su recuperación no solo quedará como testimonio, sino que podría buscarse la práctica social al ponerlos en funcionamiento, previamente analizado con la legislación medioambiental, y así realizar horneadas temporales contribuyendo a la preservación del patrimonio arquitectónico tradicional creando un patrimonio vivo, y permitiendo a la población local el conocimiento y valoración de la producción

¹⁹⁶ Ídem.

artesanal de la cal, dejando atrás el vestigio histórico y activándolo como una memoria viva del pasado.¹⁹⁷

Inventariarlos e Inscribirlos en la Catalogación de Monumentos Históricos, para su protección y hacerlos candidatos a una futura catalogación patrimonial por la UNESCO, en su categoría de Paisaje Cultural. Cada uno de los hornos han sido

expuestos en los capítulos anteriores, la propuesta de intervención ha sido aplicada al Horno Rumford y al Horno Tradicional (H-3) ubicado a escasos metros del casco de la hacienda.

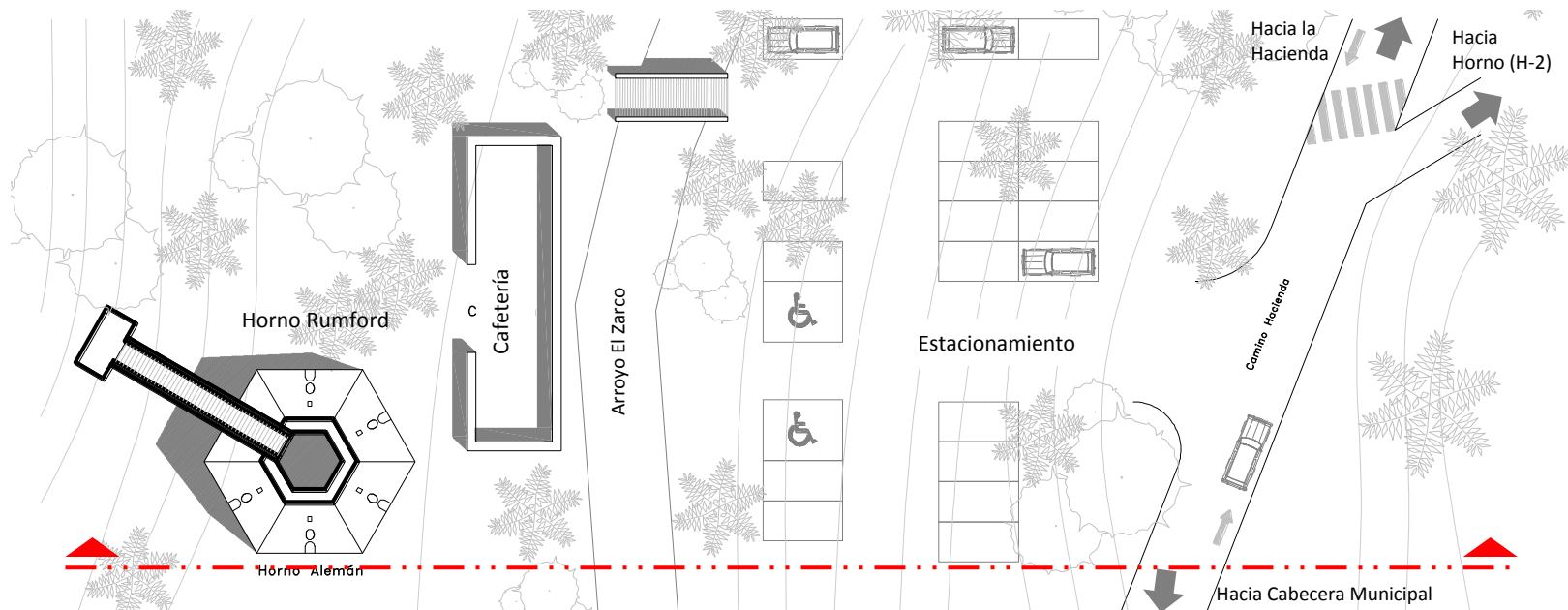


Imagen 173. Propuesta de intervención en la zona alrededor del Horno Rumford, planta. 2018.

¹⁹⁷ Javier Hernández Ramírez, (2011), op. cit. p. 158.

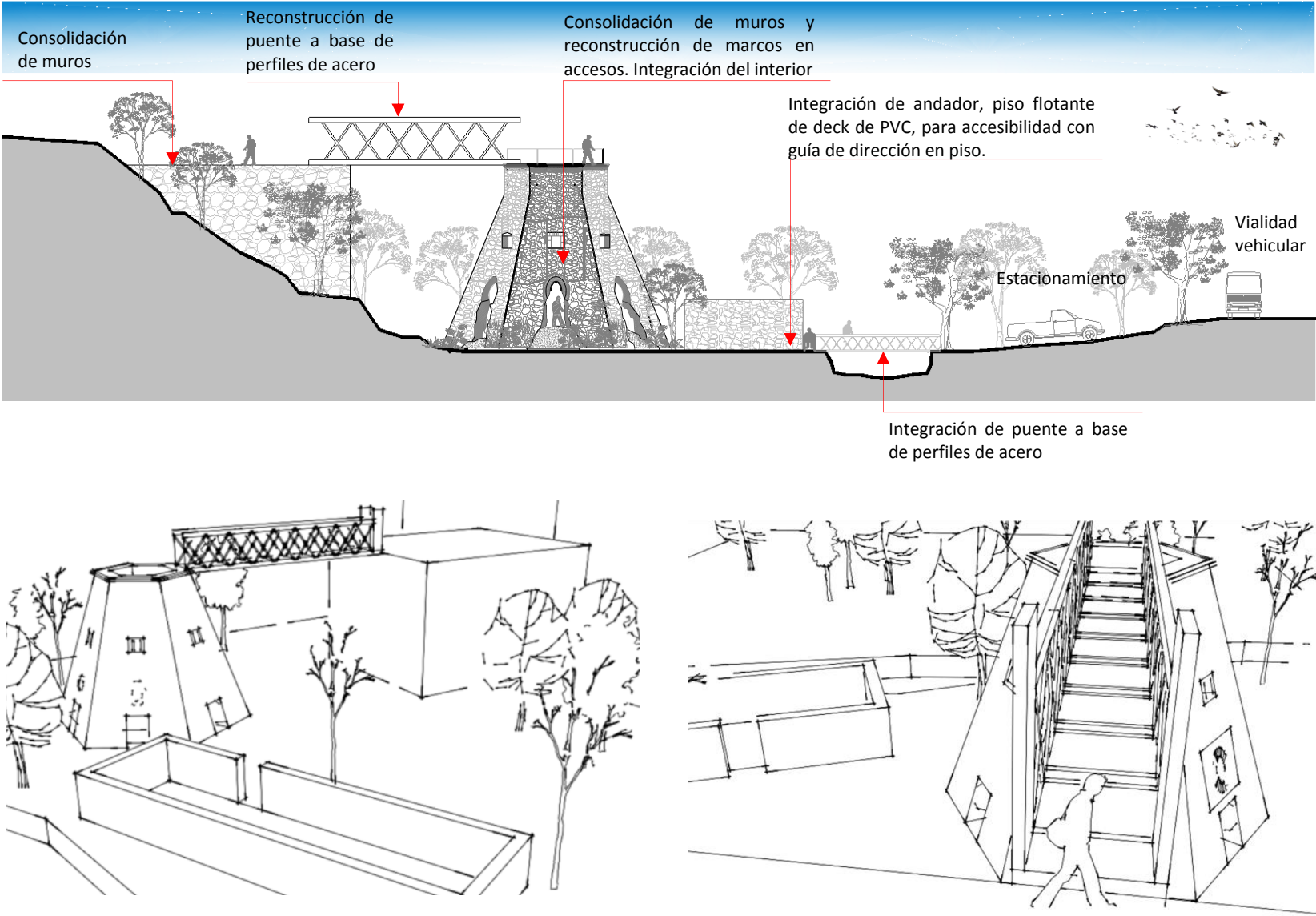


Imagen 174. Propuesta de intervención en la zona alrededor del Horno Rumford. 2018.

La propuesta de intervención consiste en el rescate del Horno Rumford, un objeto arquitectónico monumental y de gran valor estético; para su restauración es importante lograr su estabilidad estructural debida a la pérdida de su cámara interior y sus entresijos. El caso análogo del horno en Rüdendorf (Imagen 175), es un claro ejemplo de restauración que pudiera aplicarse al horno de Apaxco. Habilitar el entorno con equipamiento y servicios, de manera que el visitante recorra sus instalaciones y conozca la historia del horno (Imagen 173 y 1174), reintegrar un puente de acero para conectar el banco de material al pie de tiro, usarlo como mirador y aprovechar las visuales hacia las canteras, esta intervención acondicionara el contexto inmediato, atrayendo visitantes de forma segura.



Imagen 175. Primer Horno Rumford en el Museumpark Rüdendorf, Alemania. 2019.

Itinerario Cultural Calero.

Su definición de acuerdo a la Carta de Itinerarios Culturales, implica, en primero lugar, todas las vías de comunicación terrestre, acuática y de otro tipo caracterizadas por su funcionalidad histórica, al reunir las condiciones de movimiento de personas e intercambio recíproco de bienes, ideas, conocimientos y valores entre pueblos a lo largo de considerables periodos de tiempo, en segundo lugar, generar el origen de una relación entre culturas que se manifiesta en el patrimonio tangible e intangible, intangible y por último, la integración de un dinamismo entre las relaciones históricas y los bienes culturales de su existencia.¹⁹⁸ No debe confundirse, de ninguna manera, un itinerario cultural con una ruta cultural; el itinerario cultural no responde a un trazado actual, sino que es resultado de un proceso histórico científicamente estudiado. De acuerdo a su definición el Patrimonio Calero reúne las condiciones de movimiento de ideas, valores y persona, para ser considerado un Itinerario Cultural:

¹⁹⁸ ICOMOS, *Carta de Itinerarios Culturales*, Comité Científico Internacional de Itinerarios Culturales del ICOMOS, Quebec, Canadá, 2008, pp. 2 y 3.

- El tributo de cal, producto que desde época prehispánica sembró las rutas de comercio para trasladar el producto desde el punto de su fabricación, recolección y destino.
- Los pueblos del Valle de Teotlalpan, antiguos proveedores de cal para la Tenochtitlan, generaron un intercambio comercial que se mantiene a la fecha.
- La producción calera en Apaxco ha existido desde época prehispánica.

Los elementos que definen un Itinerario Cultural son: contexto, contenido, valor de conjunto compartido, carácter dinámico y entorno.¹⁹⁹

El *contexto* natural del Valle del Mezquital, se destaca por el clima, flora de la región de las caleras; la introducción de hornos coloniales pertenecientes a antiguas haciendas marca el contexto cultural que caracteriza y enriquece al Itinerario Calero. Distintas vías de comunicación han desaparecido durante el paso de los años, se mencionó en el Capítulo 1 que el gran lago de Texcoco fue usado como vía navegable para facilitar el traslado del material, posteriormente el Camino Real de Tierra Adentro fue una vía primaria para su traslado y más adelante el ferrocarril fue aprovechado para su traslado. Así lo confirma la existencia de un

¹⁹⁹ ICOMOS, *Carta de Itinerarios Culturales*, (2008), op. cit., pp. 2 y 3.

fragmento del camino de comunicación entre los hornos de la Hacienda Calera de Apaxco. Por último, las ruinas arqueológicas y los antiguos edificios de la Ciudad de México es el patrimonio tangibles donde se usó la cal tributada.

El *valor* de conjunto se expresa por la fundación de pueblos originados a partir del aprovechamiento del recurso, lo que también llevo a fundar pueblos y empresas por los encomenderos españoles.

Se deberá profundizar en un estudio en el que se especifiquen todos los elementos definitorios para interpretar el Itinerario Cultural Calero. El Itinerario abarca un amplio espacio territorial y debe ser la preservación estricta de los espacios patrimoniales; su planteamiento no parte de la existencia de un determinado sitio significativo o valioso patrimonio cultural, sino de una visión mayor que interrelaciona diversos bienes culturales unidos entre sí por la ruta misma²⁰⁰. El análisis de estos itinerarios o, en su caso, rutas de la cal, nos remite invariablemente a la necesidad de articular políticas públicas entre los sectores de cultura y el turismo. El ejercicio responsable del turismo como vía para la

²⁰⁰ Oei.es. Euroamericano, Campus de Cooperación Cultural, *Los Itinerarios Culturales como categoría del patrimonio cultural: su importancia como fuente de proyectos multinacionales de desarrollo*, Organización de Estados Iberoamericanos, OEI. Consultado en https://www.oei.es/historico/euroamericano/ponencias_patrimonio_itinerarios.php

preservación y el conocimiento del patrimonio cultural, es una de las principales líneas de acción.²⁰¹ Al paisaje cultural se le une el patrimonio calero en una oportunidad para promover una oferta turística que despierte el interés de los visitantes, el proyecto propuesto en la Hacienda Calera de Apaxco debe ser multidisciplinario, dada la extensión que puede alcanzar un Itinerario Cultural.

El Itinerario Cultural Calero se conforma por una serie de

rutras culturales compuestas por elementos tangibles que ilustran la interacción generada por el movimiento a lo largo de la ruta en las que surge el patrimonio calero. Haciendas y hornos constituyen el patrimonio que expone la vasta producción en diferentes épocas. En un breve sondeo por la región de las caleras se han identificado otras tipologías de hornos a los estudiados en la Hacienda Calera de Apaxco, estos hornos con características de diferente valor r estético, deben conservarse para evitar la pérdida del patrimonio calero (Imagen 176-180).



²⁰¹ cultura.gob.mx, Patrimonio Cultural y Turismo, *Cuaderno 15*, CONACULTA. Consultado en https://www.cultura.gob.mx/turismocultural/cuadernos/cuaderno15_1.php

1

Ubicación: Cd. Cooperativa Cruz Azul, Hidalgo.

Geolocalización: 20.015458, -99.326133.

Año: 1925. Uso: Horno de Cal.

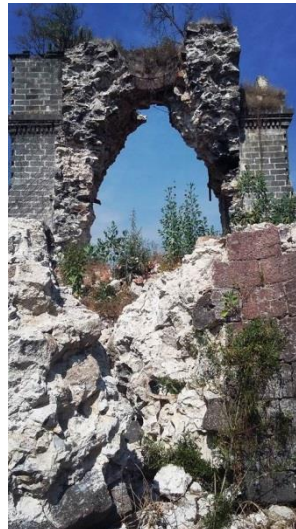


Imagen 177. Levantamiento fotográfico del Horno de Cal de doble cámara localizado en las zonas aledañas al poblado Ciudad Cooperativa Cruz Azul, Hidalgo. 2018.

2

Ubicación: Vito, Hidalgo.

Geolocalización: 19.995261, -99.201309

Año: Desconocido. Uso: Hornos de Cal.

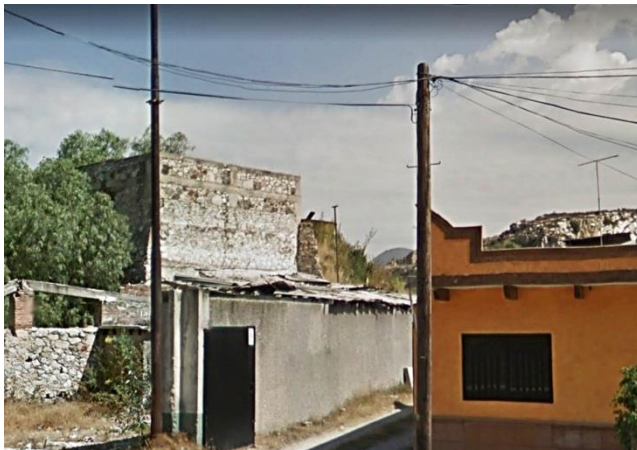


Imagen 178. Localización y vista general de los hornos de cal en Vito, Hidalgo. Tomado Google Maps.

3

Ubicación: Apaxco, Estado de México.

Geolocalización: 20.015798, -99.102045

Año: Siglo XVI. Uso: Hacienda Calera.

4

Ubicación: Casa Blanca, Hueyoptla, Estado de México.

Geolocalización: 19.933752, -99.053084

Año: Siglo XVII. Uso: Hacienda Calera.



Imagen 179. Localización y vista general de la Hacienda Casa Blanca, Hueyoptla, Estado de México. Tomado de Google Maps.

4

Ubicación: Tequixquiac, Estado de México.

Geolocalización: 19.995261, -99.201309

Año: Siglo XIX. Uso: Hornos de Cal.



Imagen 180. Levantamiento fotográfico de los Hornos de Cal localizados en el Tajo, Tequixquiac, Estado de México. 2018.

siglos en la región de las caleras y ahora forman parte del Itinerario Cultural Calero.

Parque Museo Industrial Calero.

El objetivo del Parque Museo Industrial Calero es identificar, describir, analizar, conservar y promocionar las Rutas de las Caleras, dicha promoción va encaminada a los aspectos culturales, económicos y sociales, para fomentar el interés en torno al patrimonio.²⁰²

Para ello se propone proyectar:

- Rutas itinerantes dentro del Parque, con señalética, áreas de descanso, y cédulas de información.
- Análisis de los niveles topográficos para determinar las distancias y altimetría.
- Mapa guía del Parque Museo Industrial Calero en el que se indiquen los puntos de interés, servicios e infraestructura.
- Restauración de un Horno Calero para retomar el oficio de manera didáctica con calcinaciones temporales con base en base a la ley medio ambiental.

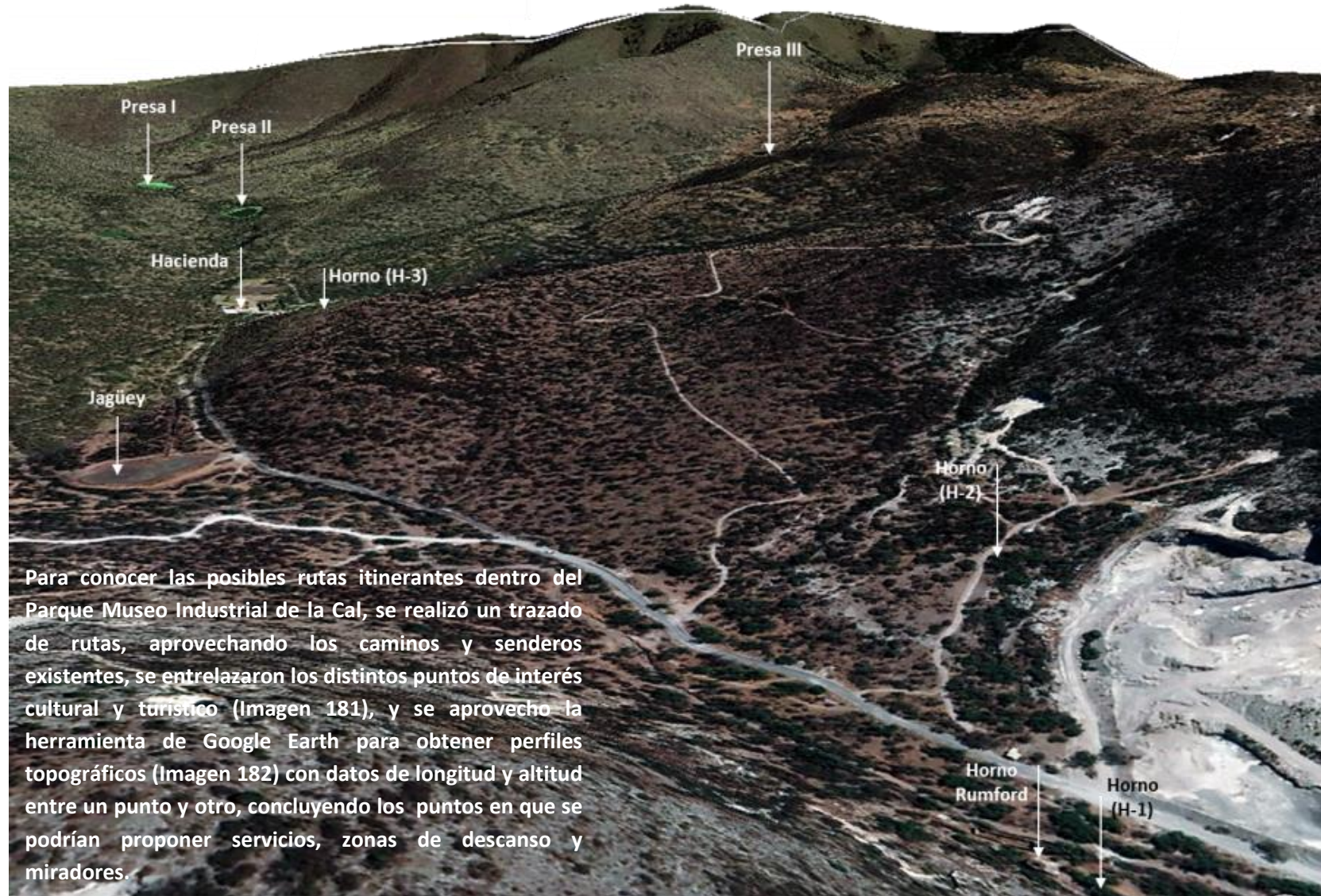
²⁰² Oei.es. Euroamericano, Campus de Cooperación Cultural, op. cit.

- Consolidación de las ruinas de la Hacienda, principalmente del casco con recorrido itinerante y contemplativo.

Los visitantes deberán tener la oportunidad de disfrutar del conocimiento del sentido y el valor histórico del recorrido, factores prioritarios a ser preservados. La creación del Parque Museo Industrial y de La Ruta de la Cal como un itinerario que acerque a turistas y residentes a este patrimonio, conocer y recorrer todas las instalaciones existentes, para contribuir a la difusión de valores culturales del patrimonio calero.²⁰³

Este proyecto contribuye a la mejora del entorno, ya que los caminos, senderos y veredas se encuentran bloqueados por la maleza, maleza; dichos recorridos históricamente fueron mantenidos por los propietarios de la antigua hacienda, sin embargo en la actualidad están abandonados y éste proyecto supondrá necesariamente la mejora de las vías y la restauración del patrimonio, así como la adecuación del entorno y la consolidación de las instalaciones.

²⁰³ Javier Hernández Ramírez, (2011), op. cit. p. 161.



Para conocer las posibles rutas itinerantes dentro del Parque Museo Industrial de la Cal, se realizó un trazado de rutas, aprovechando los caminos y senderos existentes, se entrelazaron los distintos puntos de interés cultural y turístico (Imagen 181), y se aprovechó la herramienta de Google Earth para obtener perfiles topográficos (Imagen 182) con datos de longitud y altitud entre un punto y otro, concluyendo los puntos en que se podrían proponer servicios, zonas de descanso y miradores.

Imagen 181. Localización en el relieve topográfico de los puntos de interés de la Hacienda Calera. Tomado de Google Earth.

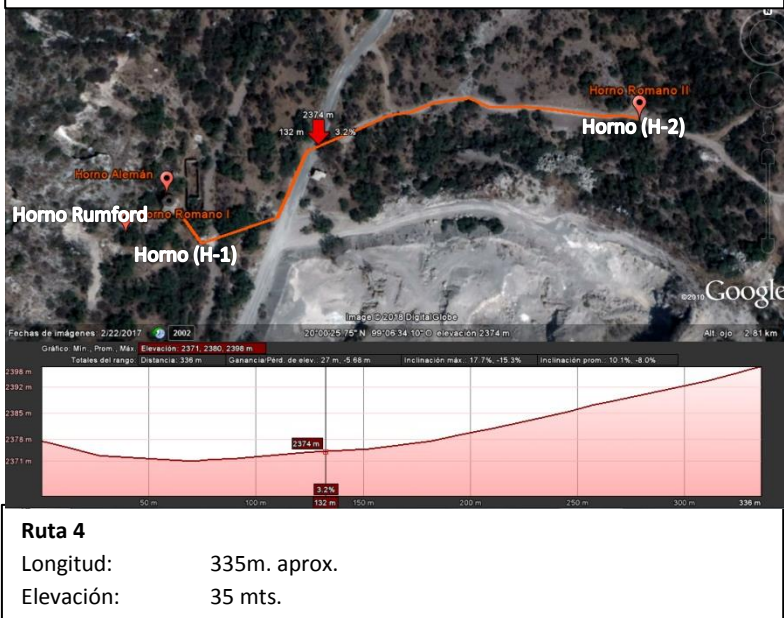
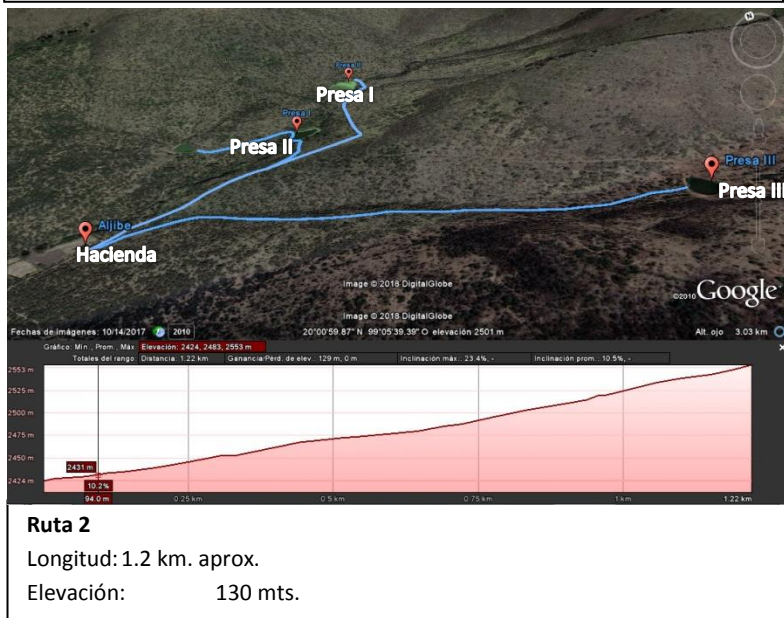
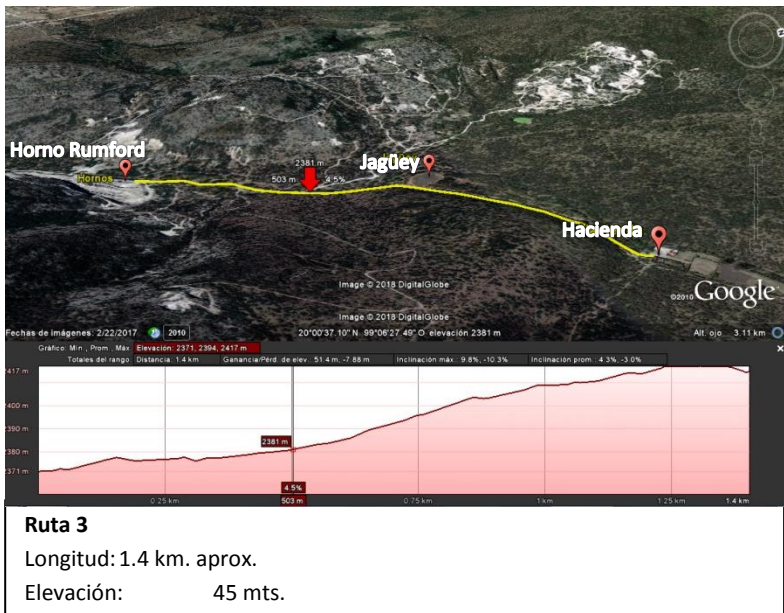
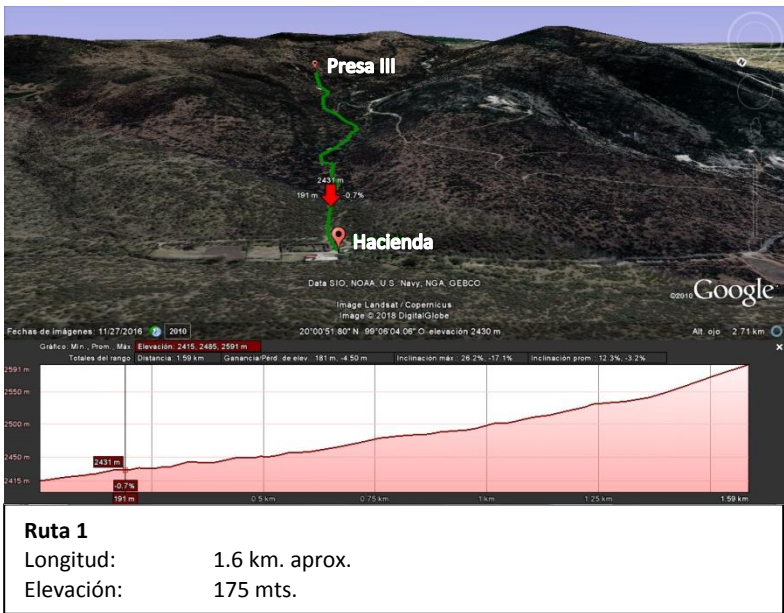


Imagen 182. Estudio de relieves y perfiles topográficos para las posibles rutas itinerantes. Tomado de Goole Earth.

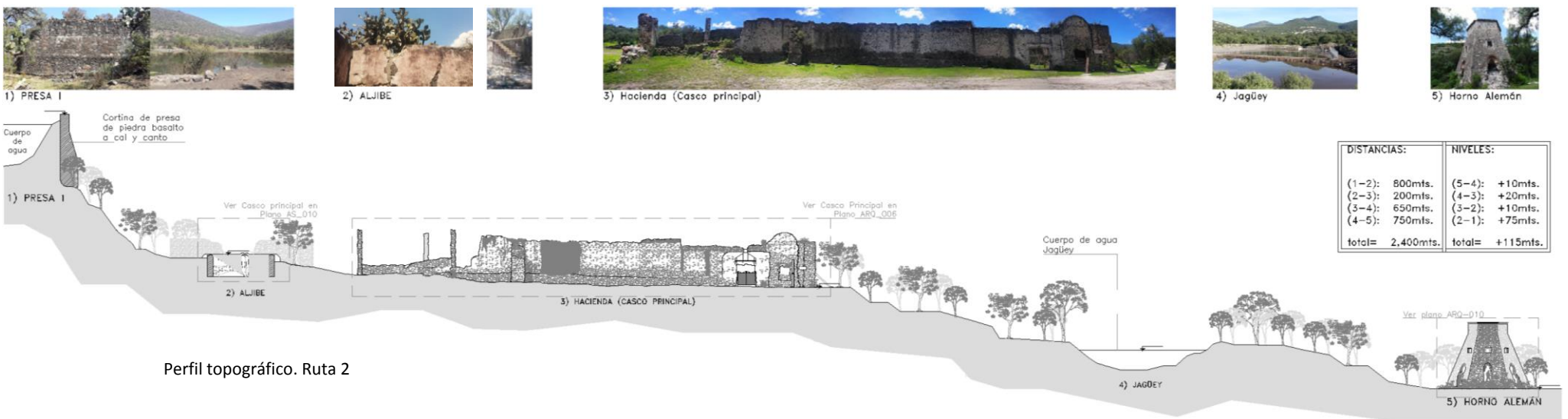
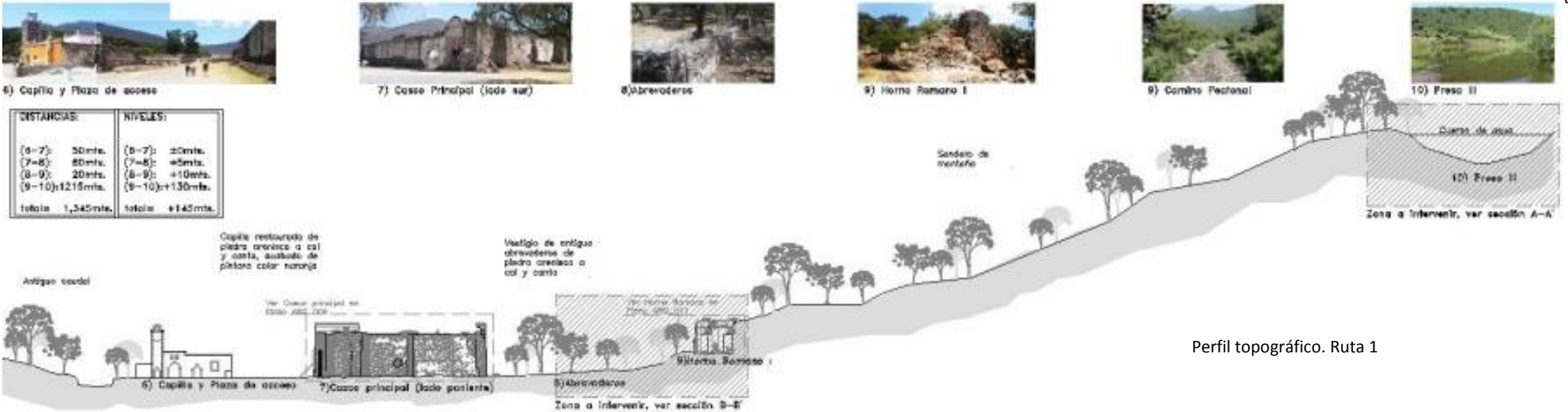


Imagen 183. Dibujo arquitectónico con la información obtenida en los perfiles topográficos. Se obtienen datos duros tales como longitud y altitud de un punto a otro. 2018.

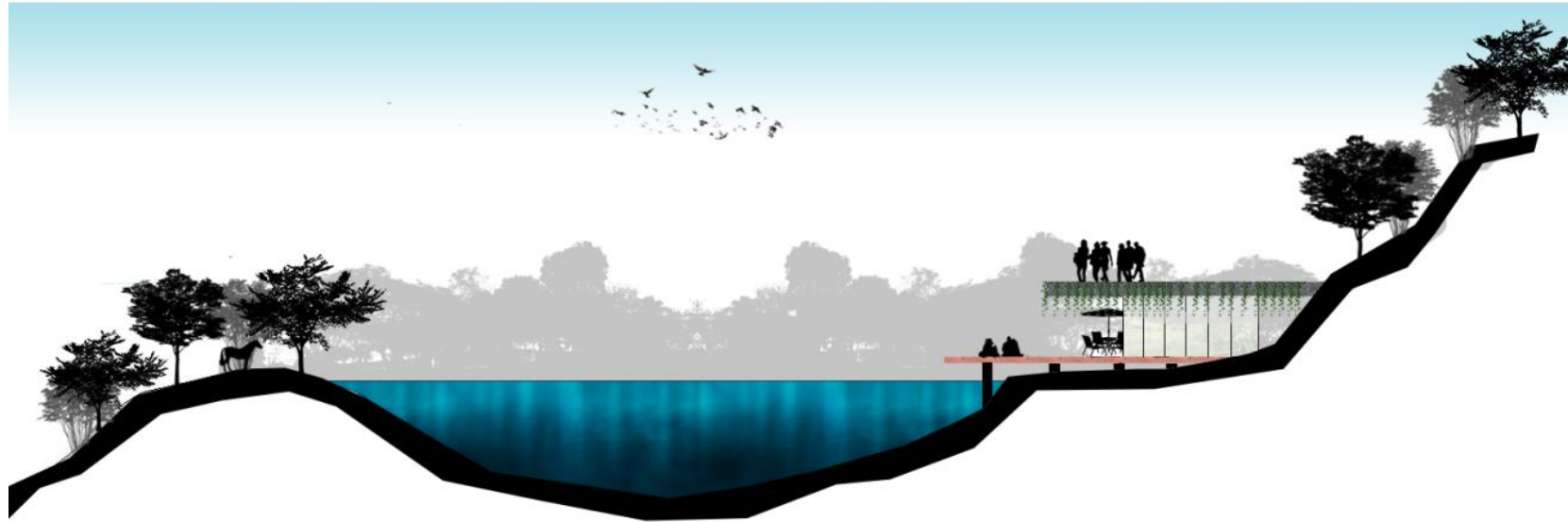


Imagen184. Propuesta de intervención en la Presa III. Pabellón arquitectónico para servicios, zona de descanso y contemplación de visuales. 2018.

Los perfiles topográficos sirven para el análisis altimétrico (Imagen 183). La hacienda se emplaza dentro de un valle rodeado por formaciones orográficas que llegan hasta los 2,500 msnm. Para ésta investigación se tomó la hacienda como origen y nivel cero, la ruta 1, de mayor longitud, contiene el punto más elevado, en este punto se localiza la Presa III. Los recorridos establecidos, demandan puntos de servicios y de descanso, así como para disfrute de las visuales del paisaje cultural. En la Presa III se propone un pabellón arquitectónico que se integre al contexto natural con formas y materiales del sitio, para que durante el descanso se pueda disfrutar de las visuales que ofrece el Parque Museo Industrial de la Cal.

Cada una de las rutas se conforma por características particulares, el paisaje moldea cada una de ellas, por medio de las rutas itinerantes, el visitante se envolverá por el paisaje cultural y descubrirá una serie de puntos de contemplación, pabellones efímeros serán usados como puntos de descanso en toda la extensión territorial analizada (Imagen 184 y 185).

También se tendrá una ruta para ciclismo de montaña, la carrera se celebra periódicamente, por lo que será necesario intervenir en el paisaje para puntos de revisión y de primeros auxilios.

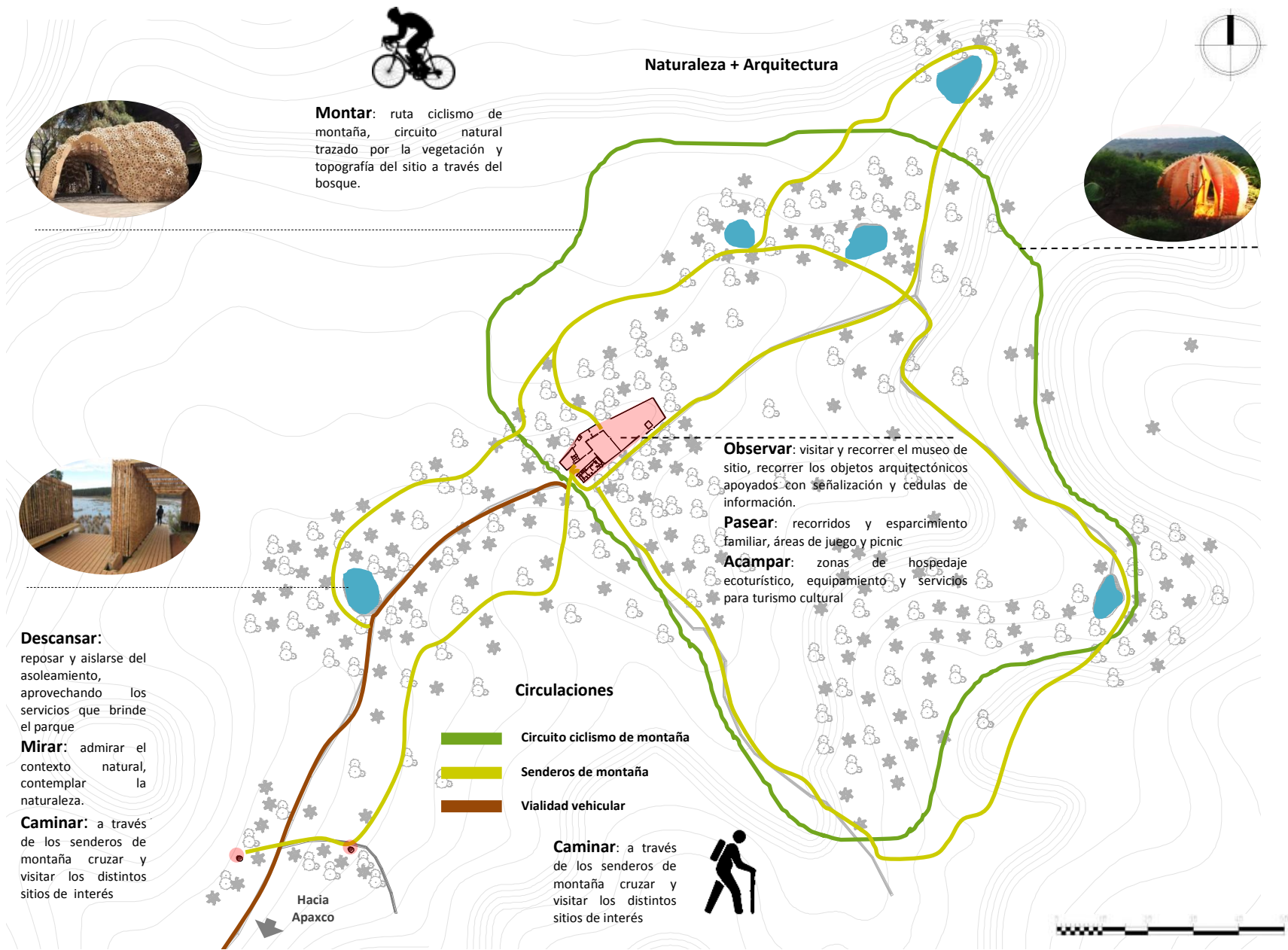


Imagen 185. Plan maestro de las rutas itinerantes del Parque Museo Industrial Calero. 2019.

Una vez definidas las rutas itinerantes, la propuesta de integración con pabellones efímeros podrá someterse a concursos por alguna institución, rotando la participación y generando variedad de diseño. El proyecto propone a la Hacienda como origen de todas las articulaciones que componen el Parque Museo Industrial Calero, dentro de ella será necesario regenerar los grandes espacios abiertos, principalmente la plaza de acceso, la cual vestibula al casco, la capilla y a los antiguos patios de ganado. Esta plaza es el espacio de recibimiento al Parque. Las circulaciones peatonales son los ejes compositivos que ayuden a vincular el espacio transitorio de un punto a otro, un trazado de pavimentos en forma irregular contrastara con la arquitectura colonial dando libertad de transición. La vegetación

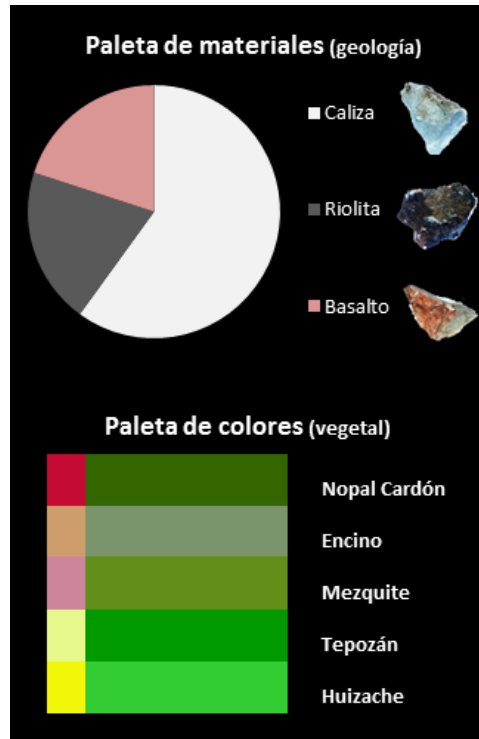
endémica creara un ambiente en espacios de esparcimiento, recibimiento y descanso para los visitantes (Imagen 186).

El casco, y los jardines se vinculan por medio de esta plaza de acceso, para los espacios abiertos se propone un jardín compositivo; el proceso de producción de la cal es el concepto de abstracción para la propuesta de dicho jardín.

Los tonos y materiales se abstraen del contexto natural analizado con anterioridad para la propuesta de diseño de pisos y del jardín; de la vegetación se obtiene la cromática en distintos tonos de verde, las flores y frutos complementan la paleta (Imagen 187).



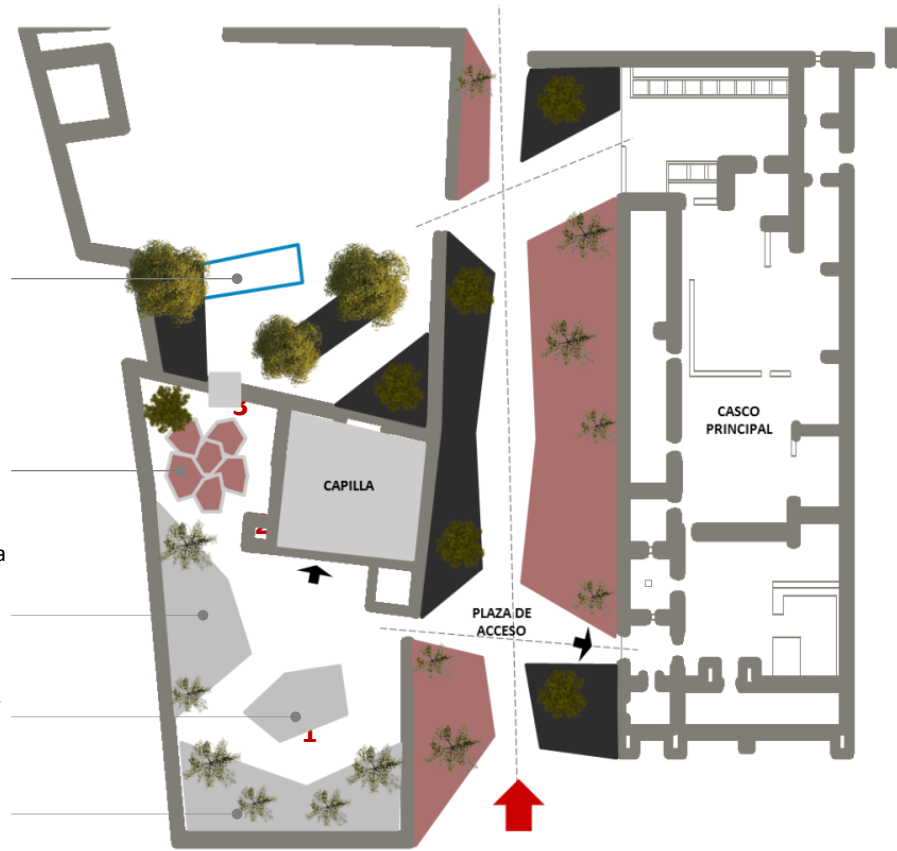
Imagen 186. Diseño de plaza de acceso a la Hacienda Calera. 2019.



1

EXTRACCIÓN

Predominio de material calcáreo que expresarían el estado natural de la piedra caliza, las cactáceas ayudarían a crear un ambiente árido.



2

CALCINACIÓN

Un espacio de transición, color rojizo de piedra riolita simularía el fogón, un nopal cardón rodeado por medianas piedras calizas, conjugaría los tres elementos usados durante este proceso: fuego + piedra + leña.

3

HIDRATACIÓN

La vegetación será el elemento que proporcione sombra y frescura. Un tapete de piedras simularía las artesas utilizadas durante este proceso, el recinto en el piso cambiaría el escenario y marcaría las circulaciones.

Imagen 187.Plaza de acceso y jardín temático, propuesta en el atrio y corrales de la Hacienda Calera. Paleta de materiales y de colores 2019.

El diseño de este Parque Museo Industrial Calero se creó y adaptó al patrimonio con la finalidad de integrar su paisaje cultural; las rutas están pensadas como un recorrido entre lo natural y lo edificado, llevando la sensación sorpresiva al descubrir cada monumento, cuerpos de agua o sencillamente increíbles visuales. Se establecieron relaciones armoniosas entre el visitante y el contexto natural, el parque es presentado a lo largo de distintas rutas itinerantes que vinculan la antigua actividad hacendada con los recursos naturales. El binomio entre arquitectura y paisaje se conjugan llevando de la mano la tradición calera y ganadera del municipio de Apaxco. El visitante podría apreciar lo que fue antiguamente la actividad calera; descubrir y vivir el patrimonio con total libertad al andar por el territorio.²⁰⁴

Se propone que el proyecto se inserte así en la propuesta de protección integral de difusión de los valores culturales, donde intervienen los hornos y la Hacienda, el nuevo uso patrimonial podría garantizar la conservación y la continuidad de una tradición entre la sociedad y el medio ambiente. De acuerdo al proyecto general de intervención del patrimonio, la actividad

turística planificada sería el modelo que asegure la preservación del patrimonio.²⁰⁵

Se propone que el parque tenga una extensión de 8 kilómetros de recorridos itinerantes, el origen: la Hacienda, en la que se tendrá libertad de elección de recorridos, los cuales se vinculan con otras rutas formando circuitos que concluirían nuevamente en la Hacienda. Las rutas itinerantes se dividen en cuatro y un circuito para ciclismo de montaña: Ruta de los hornos, Ruta de la hacienda, Ruta de las presas, y Ruta de la montaña, cada una de longitud variada.

El horno Rumford, tres hornos tradicionales, tres presas, el casco principal y todo el equipamiento de Hacienda Calera, constituye el Parque Museo Industrial de la Cal localizado a 10 kilómetros de la cabecera municipal de Apaxco.

Se ha realizado una propuesta de un mapa turístico, en el que se exponen las rutas y los puntos a visitar así como sus servicios. Esta propuesta deberá de complementarse y ser trabajada ejecutivamente con un grupo interdisciplinario, para cubrir todas las metas (Imagen 188).

²⁰⁴ Javier Hernández Ramírez, (2011), op. cit. pp. 161-163.

²⁰⁵ ídem

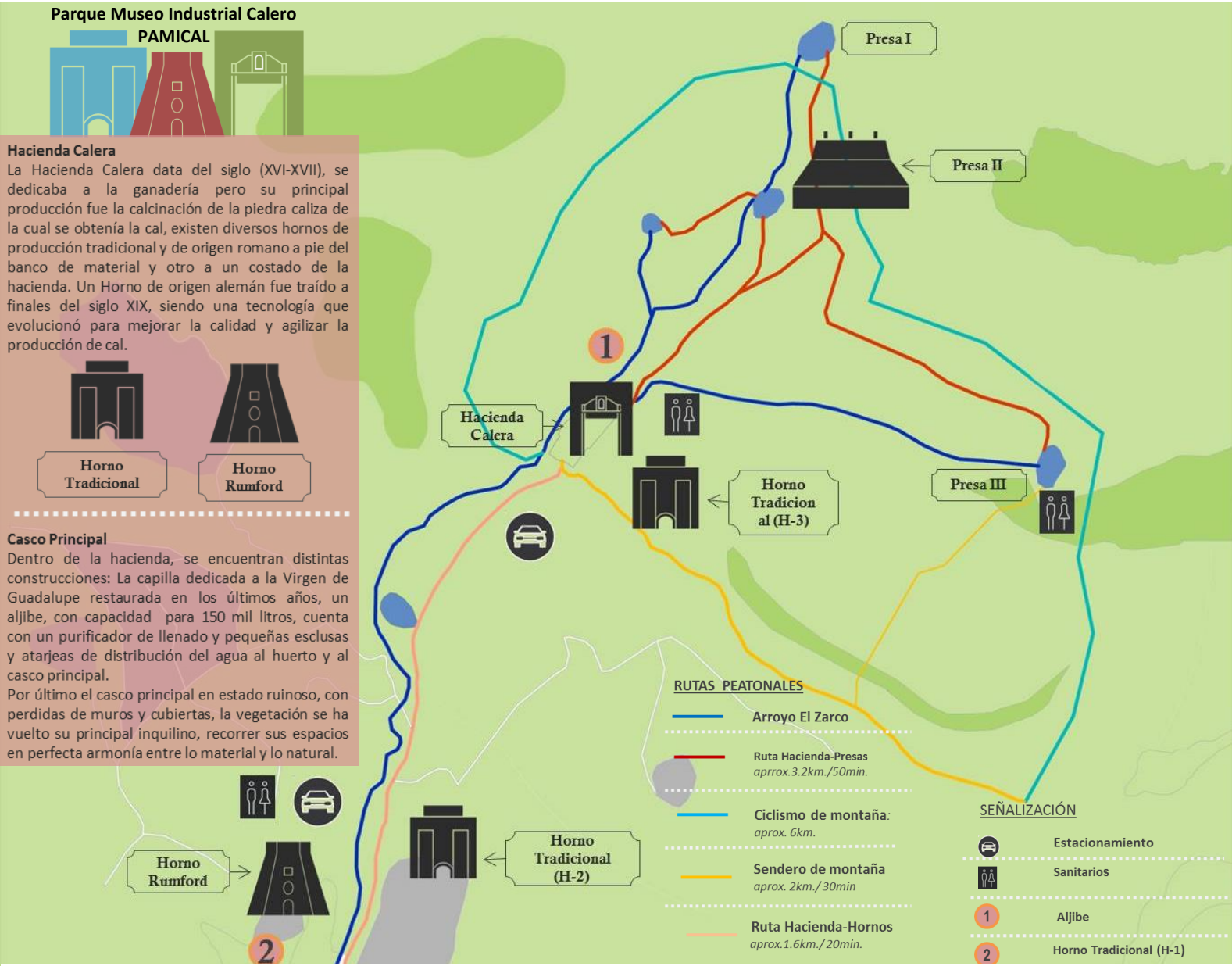


Imagen 189. Mapa turístico del Parque Museo Industrial Calero de Apaxco, PAMICAL. 2018.

Conclusiones.

La industria calera ha estado vinculada permanentemente con el desarrollo territorial del municipio de Apaxco desde época prehispánica hasta nuestros días, la cal siempre se ha usado en la alimentación y en la construcción, este material fue un producto importante para el imperio mexica y fue tributada temporalmente por los habitantes de Apaxco. La industrialización de su producción, con la llegada de los españoles, se dio el primer cambio territorial, se emplazaron las primeras empresas, quienes explotaron los yacimientos calcáreos y la mano de obra indígena para enviar cal a la ciudad de la Nueva España. Los españoles supieron aprovechar el recurso calcáreo trayendo una nueva tecnología de calcinación; el Horno Tradicional Virreinal, objeto arquitectónico que marca la primera evolución tecnológica de los hornos efímeros usados por las culturas prehispánicas. Esta investigación tuvo la aproximación de revelar el origen y evolución de la Hacienda Calera de Apaxco, se han obtenido respuestas que orienten la búsqueda de esa información.

En la Hacienda, la lectura arquitectónica del casco principal interpreta las distintas etapas constructivas. No podemos definir el año de 1781, inscrito en su portada, como su fecha de origen,

primero porque la industria calera inició con la llegada de los encomenderos a Apaxco en el siglo XVI y segundo por la importancia que representó la cal para las construcciones.

El arquitecto de la Hacienda tenía conocimiento técnico para la construcción de hornos así que varios fueron desplantados para iniciar con la producción y comercialización de cal; el Horno Tradicional H-3 se usó para la construcción de la Hacienda y los demás para la industrialización. En sus inicios, la Hacienda se contó con la infraestructura necesaria para producir cal, con el paso de los siglos se modificó su arquitectura para generar otro giro industrial; se usó el relieve para aprovechar los cuerpos acuíferos mediante la construcción de un complejo sistema hidráulico para abastecer de agua toda la Hacienda. Al no contar con calpanerías, el principal uso hidráulico fue para la producción ganadera, este es resultado de la lectura arquitectónica en la que la baja densidad edificada correspondía al mantenimiento del ganado ya que no era necesaria una amplia población e infraestructura para su cuidado.

Los materiales extraídos de su contexto natural como las piedras, cada una con características particulares, fueron utilizadas para diferentes fines. De la geología se obtuvieron materiales para la construcción de la Hacienda, de los hornos y

para la producción calera. El dimensionamiento de sus muros, los vestigios de mechinales y contrafuertes agregados son testigos de las diferentes etapas constructivas.

Mediante el contexto histórico, se relacionaron las construcciones alrededor de nuestro objeto de estudio y del municipio de Apaxco; los jesuitas formaron parte de una estructura lucrativa calera cercana la Hacienda Calera, un ejemplo de ello fue, la Hacienda Casa Blanca que contaba con hornos de cal; los jesuitas sabían lucrar con este material, mismo caso fue con la Hacienda Calera en Chile, este segundo análogo comprueba el interés y conocimiento por parte de los monjes sobre el recurso calcáreo hecho que brindo la posible vinculación de propiedad con esta orden religiosa.

En los documentos del Archivo Agrario Nacional, se observó el desenlace del territorio hacendario después de la Revolución Mexicana, la desamortización y repartición de las tierras hacendarias hacia el municipio de Apaxco. El objeto de estudio únicamente fue hallado en un plano con fecha de 1937, por lo que la Hacienda se vinculó como una construcción anexa a la Hacienda del Rincón de Guadalupe, a 5 km de nuestro objeto de estudio; o pertenecía a otra jurisdicción territorial aledaña a Apaxco.

En cuanto a los hornos de la Hacienda Calera de Apaxco, se estudió que el horno tradicional tuvo su origen teórico en un Tratado de Agricultura Romano, un conocimiento transmitido por milenios a través de civilizaciones las cuales conservaron la forma troncocónica del horno; su construcción se adaptó a las condiciones geológicas. Los conocimientos de sistemas constructivos no permitieron el avance evolutivo de esta tecnología; así que una gran masa mamposteada se desplantaba manteniendo el gran volumen en los muros del horno, conservando su imagen rudimentaria. Fue con el descubrimiento y avance científico en las teorías térmicas y corrientes de convección que se diseñó entonces un nuevo modelo de horno, el Horno Rumford; con otros sistemas constructivos y con elementos arquitectónicos estéticos, y el cual cambió significativamente la calidad en producción a mayor escala.

El funcionamiento del horno Rumford ayudó a entender la actividad calera, de donde resultó el oficio artesanal que ahora es parte del patrimonio intangible. Los hornos de la Hacienda Calera de Apaxco son los testigos de la evolución tecnológica calera, dos tipologías de gran valor patrimonial suscitan su conservación emergente, ya que la actividad calera ha sido tradición del municipio de Apaxco por generaciones.

La fabricación del cemento fue el producto que marcó la decadencia de la cal; el cemento inicio su etapa industrial a principios de siglo XX; este material de mayor resistencia mezclado con acero surgieron nuevos sistemas constructivos que brindaron a los arquitectos libertad de diseño y así comenzó el estilo moderno arquitectónico.

Después de un siglo de haber dejado la cal en la construcción, se utilizó cemento para trabajos de restauración arquitectónica, sin conocer las consecuencias de éste material ya que al no ser compatible con antiguos sistemas constructivos, porque rigidiza las estructuras de piedra, ha provocado el deterioro de muchos edificios patrimoniales, en el caso de México, la pérdida del patrimonio a causa de sismos ha sido consecuencia del uso excesivo de cemento en edificio antiguos.

Recuperar la producción artesanal de cal y sus usos en la construcción, provocarían un cambio de conciencia que traería respeto y rescate de nuestro patrimonio, los beneficios de la cal están plasmados en las edificaciones que han prevalecido por siglos. Nuevas empresas caleras han iniciado su producción con nuevos hornos modernos pero con sistema de producción tradicional, que no impactan en el medio ambiente. Rescatar la Hacienda Calera e implementar el proyecto del Museo Parque

Industrial Calero y proponer el Itinerario Cultural Calero, permitirá conservar el patrimonio calero que representa una tradición y evolución de esta industria milenaria en Apaxco.

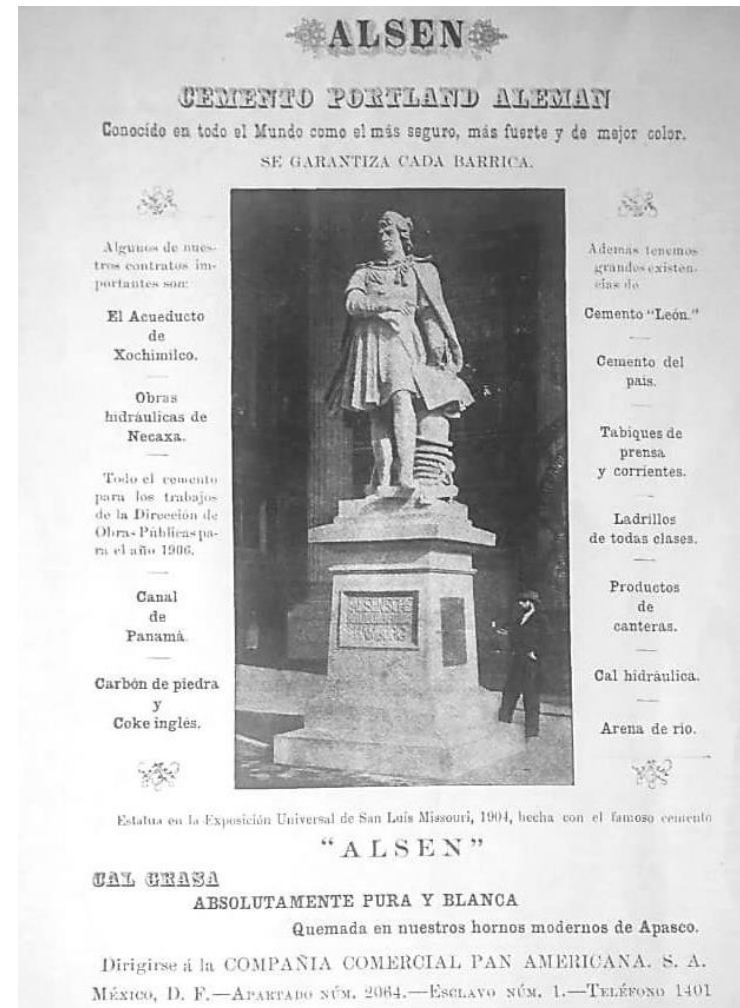


Imagen 190. Imagen publicitaria para la venta de cal y cemento en México. Tomado de revista *El Arte y la Ciencia*, vol. 4, no. 2, (1902).

Fuentes de consulta.

Bibliografía.

Emma Pérez Rocha, *La tierra y el hombre en la Villa de Tacuba durante la época colonial*, D.F. México. Secretaria de Cultura, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2016.

Vladimira Palma Linares, *La Teotlalpan, tierra de los dioses: la etnicidad entre los otomíes*, D.F. México, Primer Círculo, 2010.

Peter Gerhard, *Geografía histórica de la Nueva España 1519-1821*. D.F. México. Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 2001.

Carlos Chanfón Olmos, (coord.), *Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos, Volumen II: El Periodo Virreinal, Tomo I El encuentro de dos universos culturales*, D.F. México. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fondo de Cultura Económica, 1997.

Carlos Chanfón Olmos, (coord.), *Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos, Volumen II: El Periodo Virreinal, Tomo II El proceso de consolidación de la vida virreinal*, D.F. México. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fondo de Cultura Económica, 2001.

Carlos Chanfón Olmos, (coord.), *Historia de la Arquitectura y el Urbanismo Mexicanos, V. II: El Periodo Virreinal, Tomo III El proceso de consolidación de la vida virreinal*, D.F. México. Facultad de Arquitectura, UNAM. Fondo de Cultura Económica, 2004.

Gisela Von Wobeser, *La formación de la hacienda en la época colonial. el uso de la tierra y el agua*. D.F. México. Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, 1983.

Gisela von Wobeser, *La hacienda azucarera en la época colonial*, (segunda edición), D.F. México, Instituto de Investigaciones Históricas, Universidad Nacional Autónoma de México, 2004.

Rene Acuña, *Relaciones geográficas del siglo XVI: México, Tomo Primero*. D.F. México. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, 1985.

George Kubler, *Arquitectura mexicana del siglo XVI* (segunda edición). D.F. México. Fondo de Cultura Económica, 2012.

Claudio Favier Orendain, *Ruinas de utopía, San Juan de Tlayacapan: espacio y tiempo en el encuentro de dos culturas*, D.F. México. Fondo de Cultura Económica. 2004.

Silvio Zavala, *El servicio personal de los indios en la Nueva España 1521 - 1550: tomo I*. D.F. México. Centro de estudios históricos, El Colegio de México, COLMEX, 1984.

Regina Olmedo Gaxiola y Teresa Rojas Rabiela "Altepeámatl: Los papeles de tierras de San Francisco Apaxco y la Reforma agraria", en Rosaura Hernández Rodríguez (coord.), *Apaxco*, Toluca, México, El Colegio Mexiquense, 2002.

Regina Olmedo Gaxiola, *Catálogo de documentos históricos del Archivo General Agrario Vol. 1 y Vol. 2, Colección Agraria*, D. F. México. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, CIESAS, 2001.

Oscar Dorantes Nava, *Apaxco: monografía municipal*, Toluca, Instituto Mexiquense de Cultura, 1999.

Albert González Avellaneda et al, *Manual Técnico de Procedimientos para la Rehabilitación de Monumentos Históricos en el Distrito Federal*, D.F., México, Departamento del Distrito Federal, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1988.

Luis Lesur, *Árboles de México*, Ciudad de México, Trillas, 2017.

Juan Benavides Courtois, *Hacienda jesuítica de Calera de Tango, Chile*. En: Lolich, Liliana, et al, *Haciendas y estancias en América Latina*. Buenos Aires, CENODAL, Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Yucatán, 2006.

Corporación Cultural de Calera de Tango, *Guía Patrimonial: Calera de Tango*, Santiago, Chile, Universidad de los Andes, 2017.

José Antonio Terán Bonilla, *La construcción de las haciendas de Tlaxcala*, D.F. México, Serie Historia Instituto Nacional de Antropología e Historia INAH, 1998.

Consejería de Obras Públicas y Transportes, *Cortijos, haciendas y lagares*, Sevilla, España, Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1998.

Jean Pierre-Adam, *La construcción romana, materiales y técnicas*. León, España, Editorial de los oficios, 2002.

Narciso Sánchez Sánchez, *Geometría de los arcos: guía para la construcción y trazado de arcos*. Murcia, España, Región de Murcia: Consejería de Educación, Formación y Empleo, 2011.

Giovanni Batista, *Piranesi*, Taschen, Roma, Italia 2001.

Marco Porcio Catón, *De Agri cultura*. Madrid, España, Editorial Tecnos. Estudio preliminar, traducción y notas de Amelia Castresana, 2009.

Javier Hernández Ramírez, *Tiempo de Horneadas: etnografía de la actividad calera en Santa Ana la Real*. Huelva, Madrid. Diputación Provincial de Huelva, 2011.

Marco Vitruvio Polión, *Los diez libros de arquitectura*, José Luis Oliver Domingo (trad.) Madrid, España, Alianza Editorial, 1995.

José Luis González Moreno-Navarro, *El legado oculto de Vitruvio*. Madrid, España, Alianza Editorial, 1993.

Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico. *Nuevas rutas para descubrir el patrimonio cultural Andaluz*. Sevilla: Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico, 2009.

José Antonio Terán Bonilla, *La construcción de las haciendas de Tlaxcala*. D. F. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1996.

José Miguel Muñoz Jiménez y Pablo Schnell Quiertant, *Hornos de cal en Vegas de Matute (Segovia): el conjunto del Zancao, siglos XVI-XVIII*. Madrid, España, Junta de Castilla y León, 2008.

Manuel Gilortiz, *La Cal de Morón*. Sevilla, España, Asociación Cultural Hornos de la Cal de Morón, 2005.

Manuel Gilortiz, *En cal viva: el trabajo de los caleros de Morón*. Sevilla, España, Asociación Cultural de Hornos de la Cal de Morón, 2015.

Monica Martín Sisí, Oriol García, Francisco Conesa y Azconegui Morán, *Guía práctica de la cal y el estuco*. León, España, Editorial de los Oficios, 1998.

Enrique Fernández Dávila, Susana Gómez Serafín y David Castro Jarquín, *La producción de cal en los hornos de Santo Domingo de Oaxaca*, en Memoria del Primer Congreso Nacional de Arqueología Histórica, Oaxaca, 1996 Enrique Fernández Dávila y Susana Gómez Serafín (coords.), México, Conaculta, INAH, 1998.

E. Köhler. Zur Geschichte der Kalkerzeugung in Rüdersdorf., en ZKG International: zement, kalk, gypsum (5):33-43, 2002.

Boeck, Helmut-Juri; Mitka, Lutz. *Unbekannter-Bergbau.de, Dokumentationen zum Sächsischen Bergbau* Biensdorf: Bergbauverein Hilfe des Herrn, Alte Silberfundgrube e.V, 2016.

Francisco Javier Alejandro Sánchez, et al, *La Cal: investigación, patrimonio y restauración*, Sevilla, España, Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2014.

José Joaquín Herrera Villanueva, El Patrimonio, en Revista Mexicana de Derecho, colección Colegio de Notarios del Distrito Federal, no. 16, México, Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM, 2014.

Gema Carrera Díaz y Alessandra Olivi, *Una de cal y una de Arena. La producción de cal en el Atlas del Patrimonio Inmaterial de Andalucía*, Sevilla, Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico (IAPH), 2014.

Carlos Núñez Guerrero, *Las técnicas de la cal, apuntes para su conservación y restauración*, Dedalo Bienes Culturales, pp. 205 y 206, en Francisco Javier Alejandro Sánchez, et al, *La Cal: investigación, patrimonio y restauración*, Sevilla, España, Secretariado de publicaciones de la Universidad de Sevilla, 2014.

Ley y Reglamento Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, México, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Reforma 2014.

Ricardo Ignacio Prado Núñez, *La teoría y la práctica en el proyecto de restauración*, Ciudad de México, Editorial Eneágono, 2009.

ICOMOS, *Carta de Itinerarios Culturales*, Comité Científico Internacional de Itinerarios Culturales del ICOMOS, Quebec, Canadá, 2008.

ICOMOS, *Carta Nizhny Tagil Patrimonio Industrial*, Comité Científico Internacional de Itinerarios Culturales del ICOMOS, Moscú, 2003.

Archivos digitales.

Félix Ubaldo Alarcón López, Servicio Geológico Mexicano y Fideicomiso de Fomento Minero, *Inventario físico de los recursos minerales del municipio de Apaxco, Estado de México*, Toluca, Estado de México, SGM y FIFOMI, 2007. Consultado en https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/InventariosMinerosWeb/T1507AALU0001_01.PDF

Félix Ubaldo Alarcón López, Servicio Geológico Mexicano y Fideicomiso de Fomento Minero. *Inventario físico de los recursos minerales del Municipio Hueyoxtlá, Estado de México*, Toluca, Estado de México, SGM y FIFOMI, 2007, pág. 10. Consultado en https://mapserver.sgm.gob.mx/InformesTecnicos/InventariosMinerosWeb/T1507AALU0002_01.PDF

Vladimira Palma Linares, *Historia de la producción de la cal aen el norte de la cuenca de México*, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva Vol. 16:3, Toluca, Estado de México, CIENCIA Ergo-Sum, 2017, Consultado en <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/view/7083>.

Edición digital del Códice Mendoza Matricula de Tributos, folio 28, Instituto Nacional de Antropología, 2014 Consultado en <https://www.codicemendoza.inah.gob.mx/index.php?lang=spanish>

Orden Jurídico Nacional, 2004, *Acta de Fundación, San Francisco Apaxco. Dependiente de la Villa de Guepuztla*, Merced dada por Don Luis de Velasco, segundo virrey de la Nueva España. Consultado en <https://studylib.es/doc/7224062/san-francisco-apaxco---orden-jur%C3%ADdico-nacional>

Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano (SEDUyM), *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Apaxco, Estado de México*, Toluca, SEDUyM, 2004. Consultado en http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/apaxco/PDUM-APAXCO.pdf

Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), *Carta Topográfica Mixquiahuala F14-C89*, Hidalgo, México, INEGI, 2005. Véase inegi.org.mx

Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI), *Carta Geológica de Zumpango E42-A19*, México, INEGI, 2005. Véase inegi.org.mx

Hacienda la Calera en Nanacamilpa de Mariano Arista, (2017), Paseo por México, Consultado en https://paseopormexico.com/lugares/2067/hacienda_la_calera_en_nanacamilpa_a_de_mariano_arista

Enrique Nalda, *Un horno de cal en Hacienda Calderón, Morelos*, Revista Arqueología, no. 37, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 2008. Consultado en <https://www.revistas.inah.gob.mx/index.php/arqueologia/article/view/3686>

Carlos Ríos Garza, edición digital revista *El Arte y la Ciencia*, Vol IV, No. 1, México, mayo 1902. Raices Digital, Facultad de Arquitectura, UNAM.

Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad, Instituto para la integración al desarrollo de las personas con Discapacidad de la Ciudad de México, Jefatura de Gobierno de la Ciudad de México, CDMX, 2016. Consultado en <http://data.indepedi.cdmx.gob.mx/documentos/ManualNormasTecnicasAccesibilidad.pdf>

Páginas web

México Desconocido, *El patrimonio cultural de México*, mexicodesconocido.com, 2010 Consultado en <https://www.mexicodesconocido.com.mx/el-patrimonio-cultural-de-mexico.html>

Pueblos ordinarios. Cultura tepaneca. <https://pueblosoriginarios.com/meso/valle/tepaneca/tepaneca.html>

Boletín Agrario Glosario. Fanega. (2019). Consultado en <https://boletinagrario.com/ap-6,fanega,403.html>

El universal. Cultura, Consultado en
<https://www.eluniversal.com.mx/articulo/cultura/patrimonio/2015/10/30/proponen-nuevo-origen-de-tenochcas-y-tlatelolcas>

Real Academia de Ingeniería. *Diccionario Español de Ingeniería*. Consultado en
<http://diccionario.raing.es/es/lema/horno-de-cuba>.

Museumpark Rüdersdorf, European Route of Industrial Heritage (2018).
Erih.net. Consultado en: <https://www.erih.de/da-will-ich-hin/site/show/Sites/museumpark-ruedersdorf/>

Historische zum kalkbergbau im Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge. (2016).
Unbekannter-Bergbau.de. Consultado en http://www.unbekannter-bergbau.de/rahmen/frame_03-02-06_regional-wismut.htm

Berufe-dieser-Welt.de, *Museumpark Rüdersdorf*. Berufe und Tätigkeiten dieser Welt, 2017. Consultado en <https://berufe-dieser-welt.de/museumpark-ruedersdorf-kalkstein/>

Projekt-baudenkmal.de, *Kalkofen*. Bauingenieurbüro Schmitz, 2006-2019. Consultado en <https://www.projekt-baudenkmal.de/stichwoerter/k/kalkofen/>

Oei.es. Euroamericano, Campus de Cooperación Cultural, *Los Itinerarios Culturales como categoría del patrimonio cultural: su importancia como fuente de proyectos multinacionales de desarrollo*, Organización de Estados Iberoamericanos, OEI. Consultado en
https://www.oei.es/historico/euroamericano/ponencias_patrimonio_itinerarios.php

cultura.gob.mx, Patrimonio Cultural y Turismo, *Cuaderno 15*, CONACULTA. Consultado en
https://www.cultura.gob.mx/turismocultural/cuadernos/cuaderno15_1.php

Tesis

Daniel Castro Fernández, Daniel. *Diseño de un horno de cal (tesis de licenciatura)*. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, 1945.

Video.

Felipe Prado Díaz, *Hacienda Rincón de Guadalupe en HD*, You Tube, 2016. Consultado en <https://www.youtube.com/watch?v=S6p30saHIRY&t=10s>

Graham Booth, et al, (dir.), Darren Aronofsky (prod.) *One Strange Rock, cap. 7, t.1*, E.U. National Geographic, 2018.

Gransdorf & Eifel, *Bäuerliche Kalkbrennerei*, 1979. Consultado en <https://www.youtube.com/watch?v=t0RCcJfC27s>

Museos, archivos,

Mapoteca Orozco y Berra. Consultado en <http://w2.siap.sagarpa.gob.mx/mapoteca/>. 2017.

Archivo General Agrario. 2017.

Registro Agrario Nacional. 2017

Museo de Geología IGL-UNAM. 2018.

Mediateca, INAH, 2018.

Planta Oxical, Tecali, Puebla, México. 2018.

Museumpark, Rüdersdorf, Alemania. 2019.

Kalkwerk, Lengfeld, Alemania. 2019.

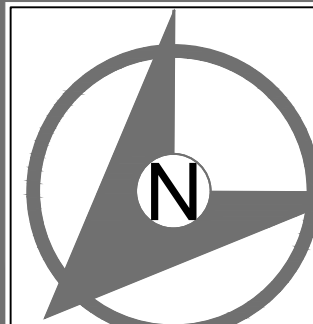
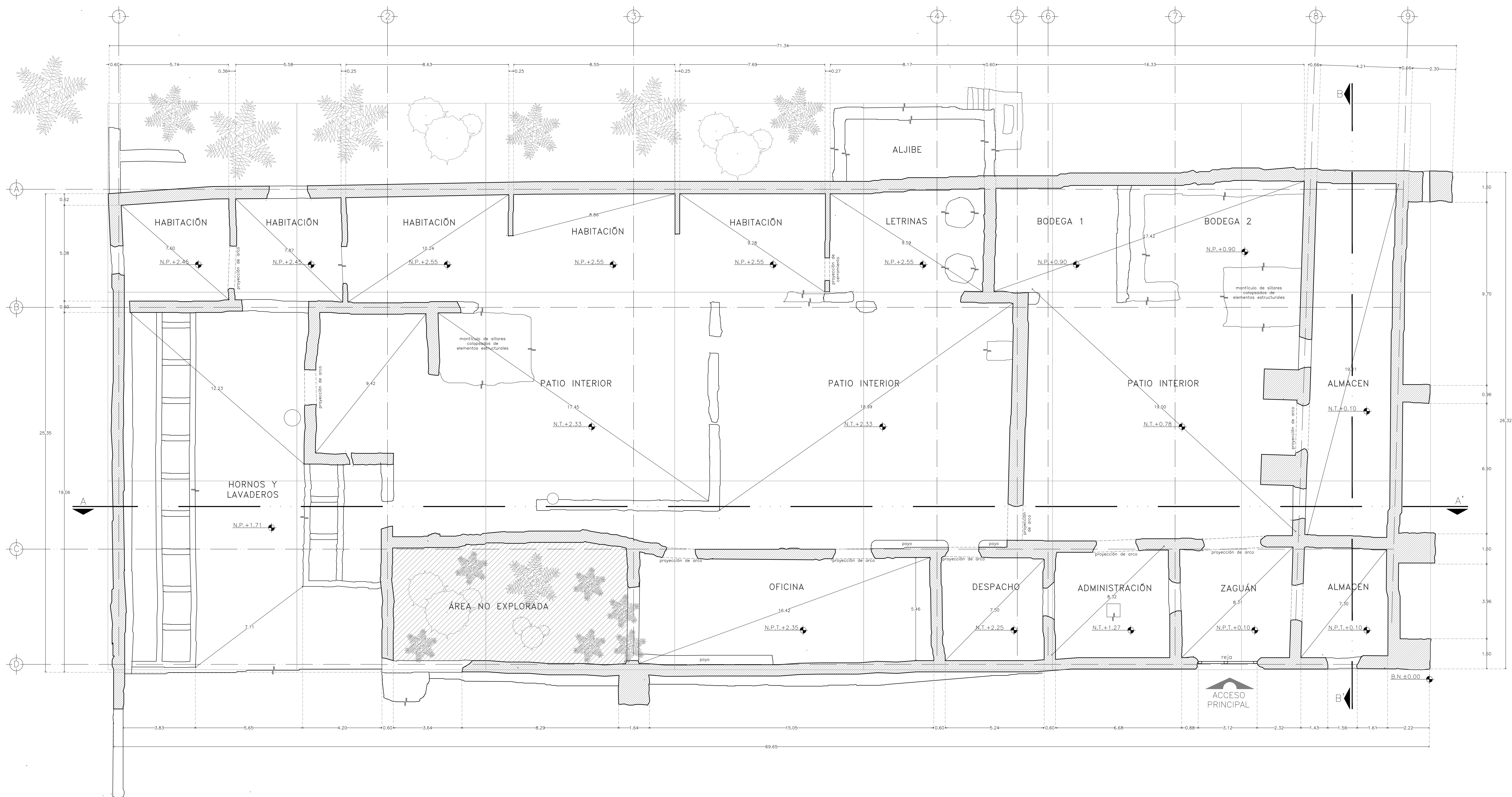
Archivo de Indias, Portal de Archivos Españoles, PARES. 2019.

Entrevistas

Miguel Márquez Martínez, Profesor Titular A, T. C., Definitivo, Departamento de Minas y Metalurgia, Facultad de ingeniería, UNAM. *Entrevista Personal*. 21 agosto 2017.

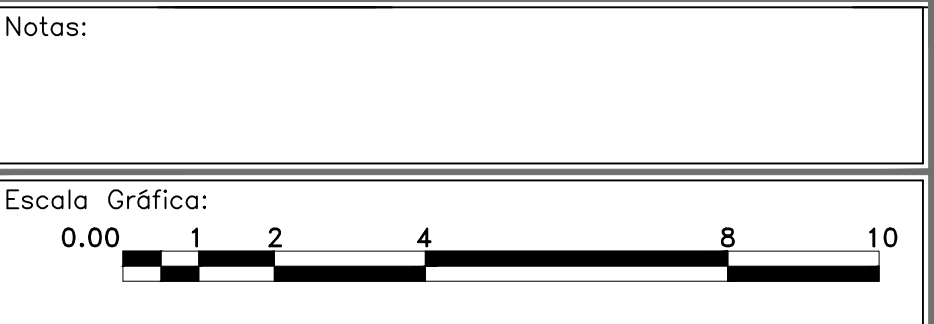
Rosario Tovar Alcazar. Arq. Ing. Grupo Calidra, Miembro del Foro de construcción con cal FOCCAL. *Entrevista Personal*. 6 octubre 2018.

Mario Cuan Rojas, Ing. Dir. Oxical, *Entrevista Personal*. 2 noviembre 2018.



Levantamiento Arquitectónico
 Alumno:
Jonathan Domínguez Pacheco
HACIENDA CALERA

Tema: Producción de la cal en el siglo XVII
 Revisó:
 Mtro. Raúl Candido Nieto García
 Mtra. Gabriela Vázquez García
 Mtro. Carlos Agustín Salomón M.
 Ubicación:
 Apaxco, Edomex.

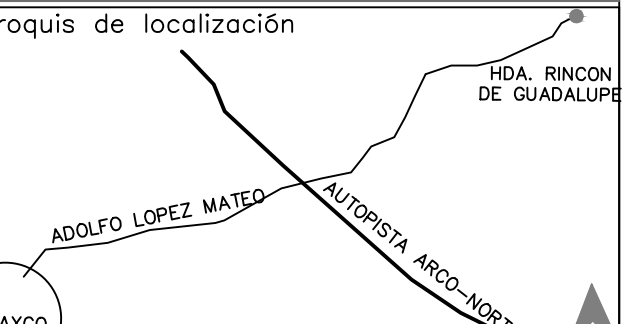


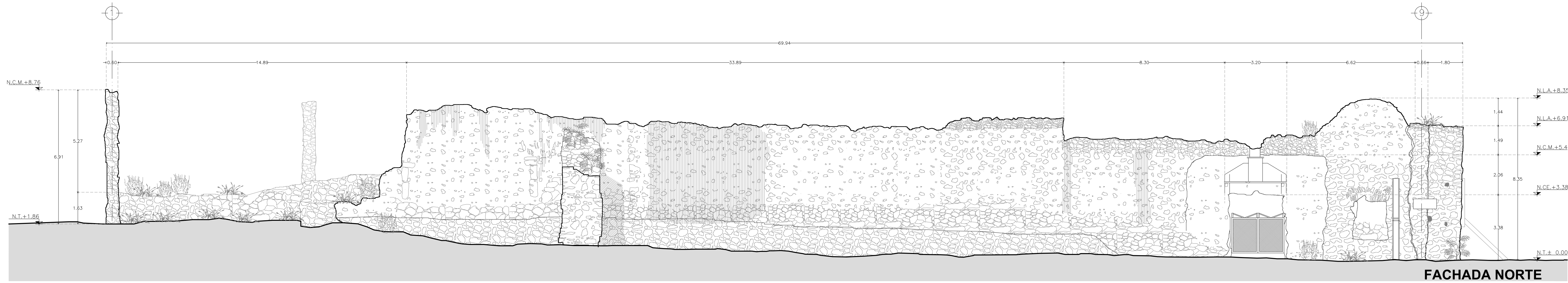
Simbología:

▼ n.ex	Indica nivel de excavación
▼ n.ban	Indica nivel de banquetta
▼ n.p.t	Indica nivel de piso terminado
▼ n.p.e	Indica nivel de pretil
▼ n.l.a.m	Indica nivel de lecho alto de muro
▲ n.e	Indica nivel de excavación
▲ n.p.t	Indica nivel de piso terminado
▲ n.c	Indica cambio de nivel
▲	Acceso a....

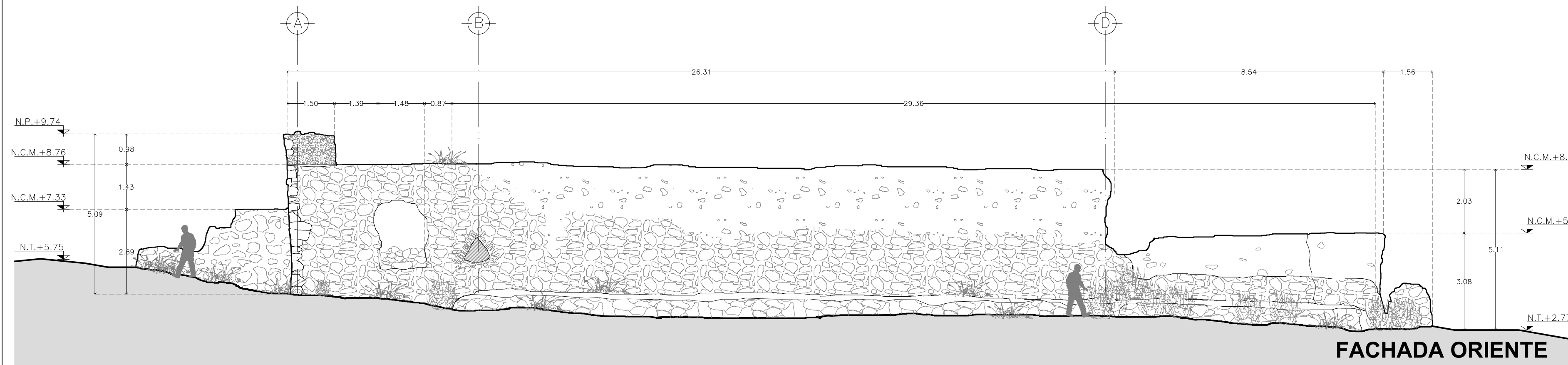
Escala: 1:100
 Clave: EA_004
 Fecha: 06-Dic-2017

Plano: Estado Actual
 Contenido: Planta de Arquitectónica
 Cotas: metros

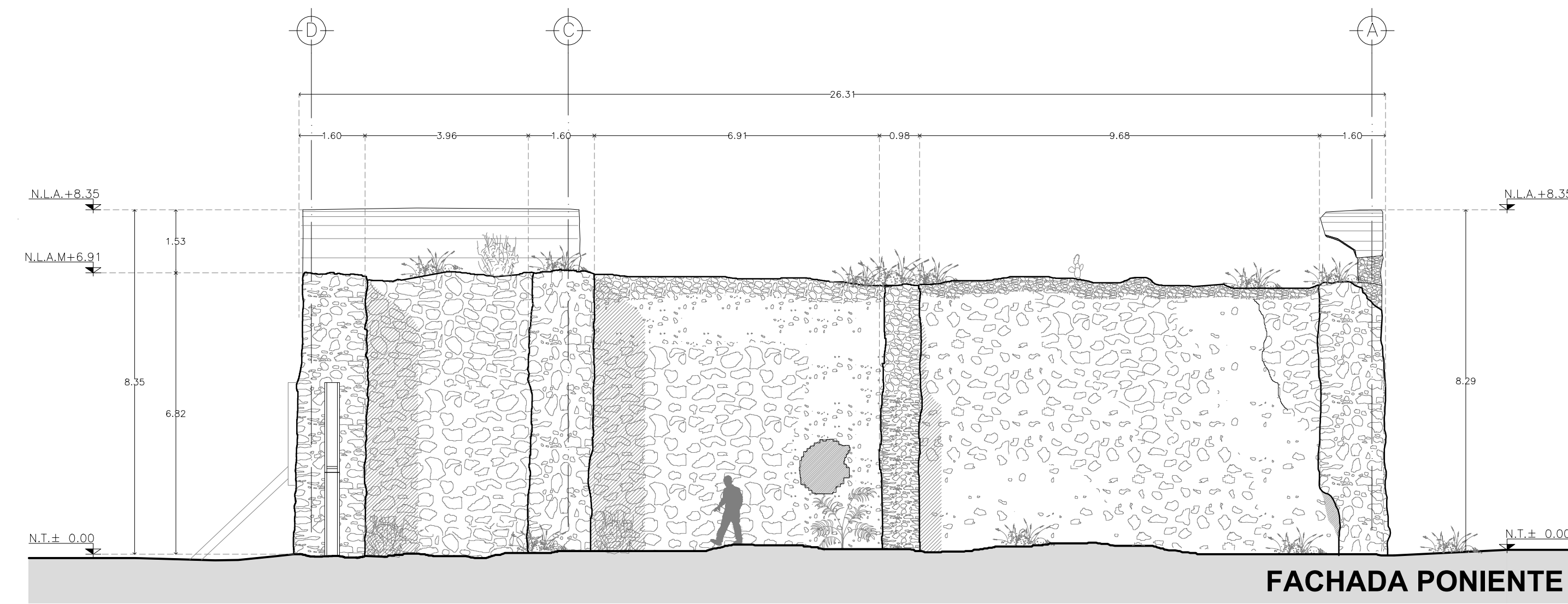




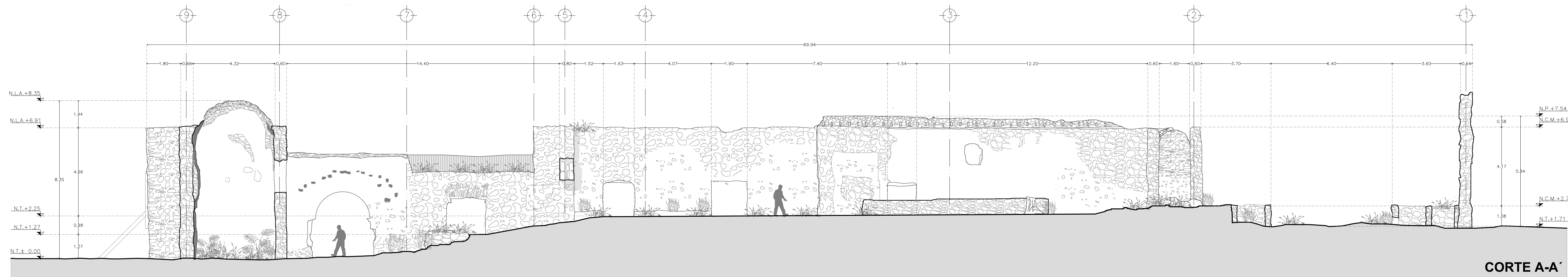
FACHADA NORTE



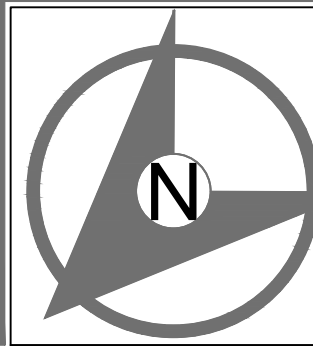
FACHADA ORIENTE



FACHADA PONIENTE



CORTE A-A'



Levantamiento Arquitectónico
 Alumno: Jonathan Domínguez Pacheco
HACIENDA CALERA

Tema: Producción de la cal en el siglo XVII
 Revisó: Mtro. Raul Candido Nieto García
 Mtra. Gabriela Vázquez García
 Mtro. Carlos Agustín Salomón M.
 Ubicación: Apaxco, Edomex.

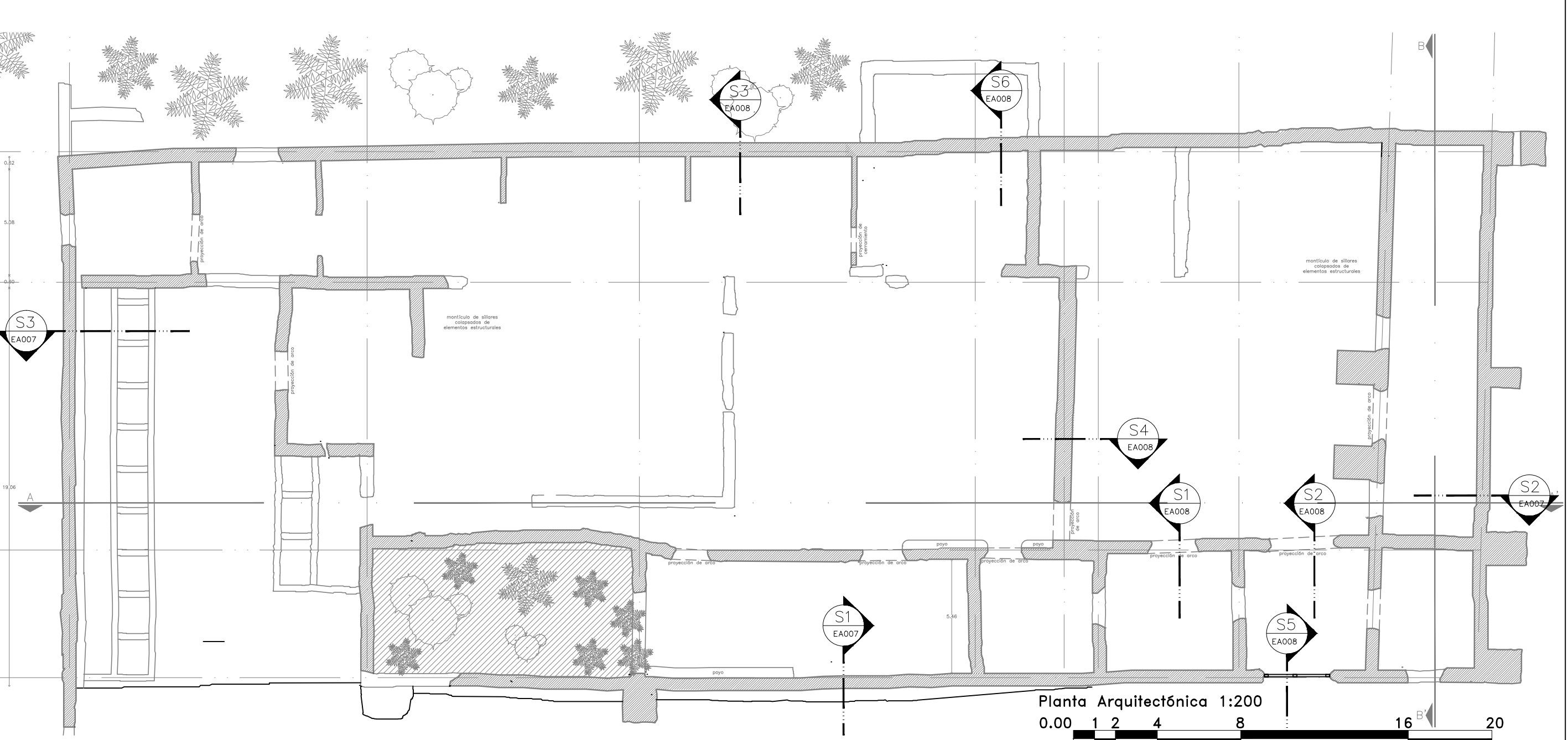
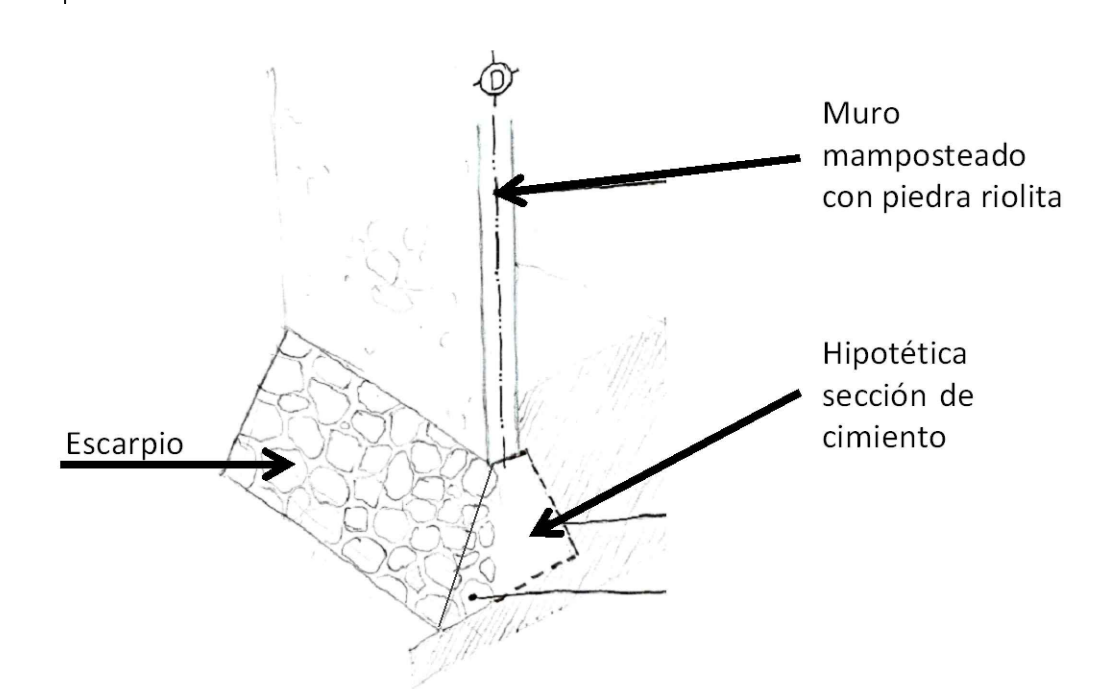
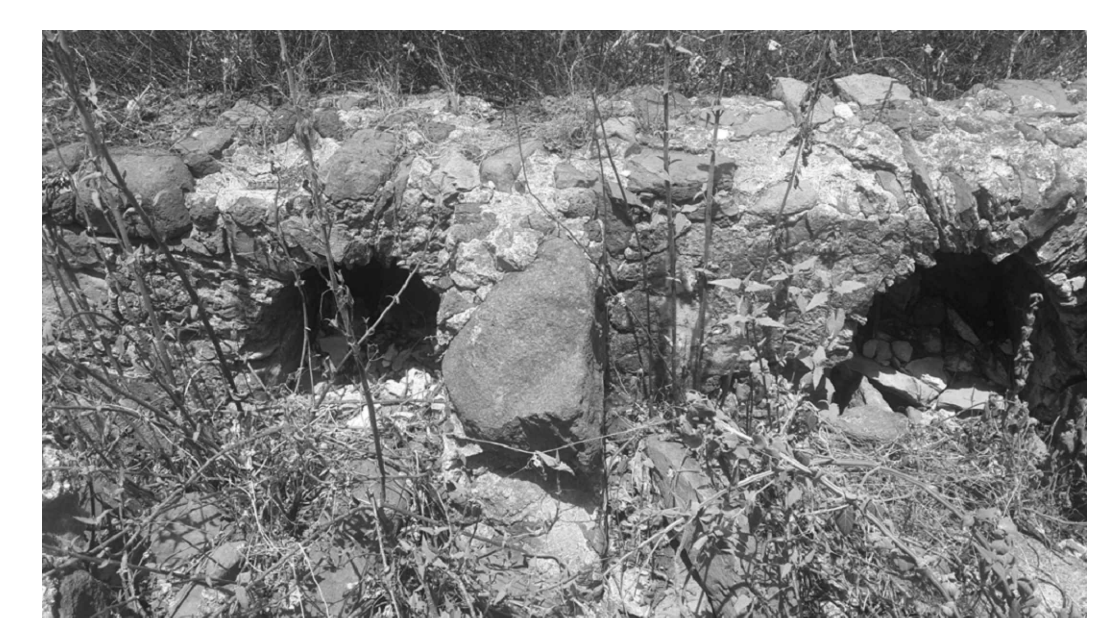
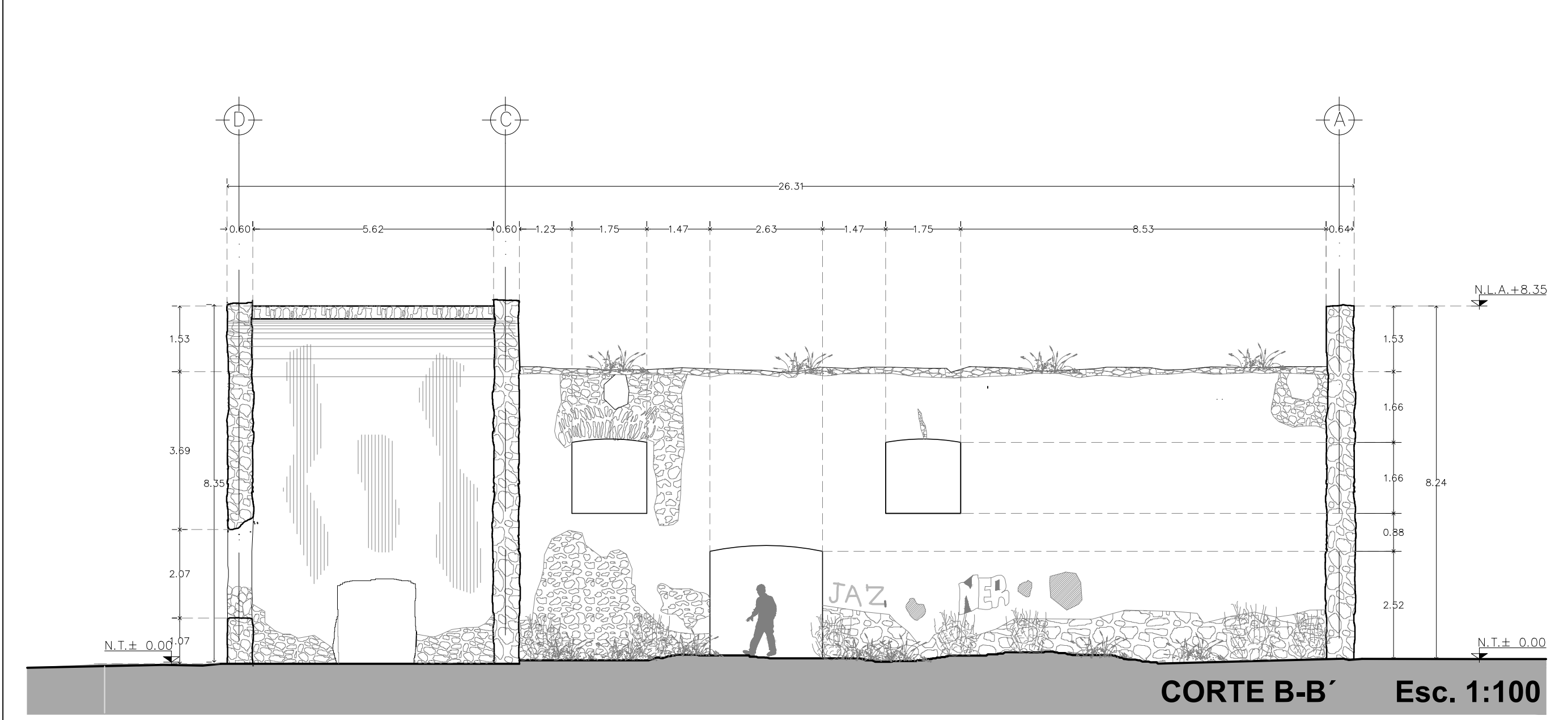
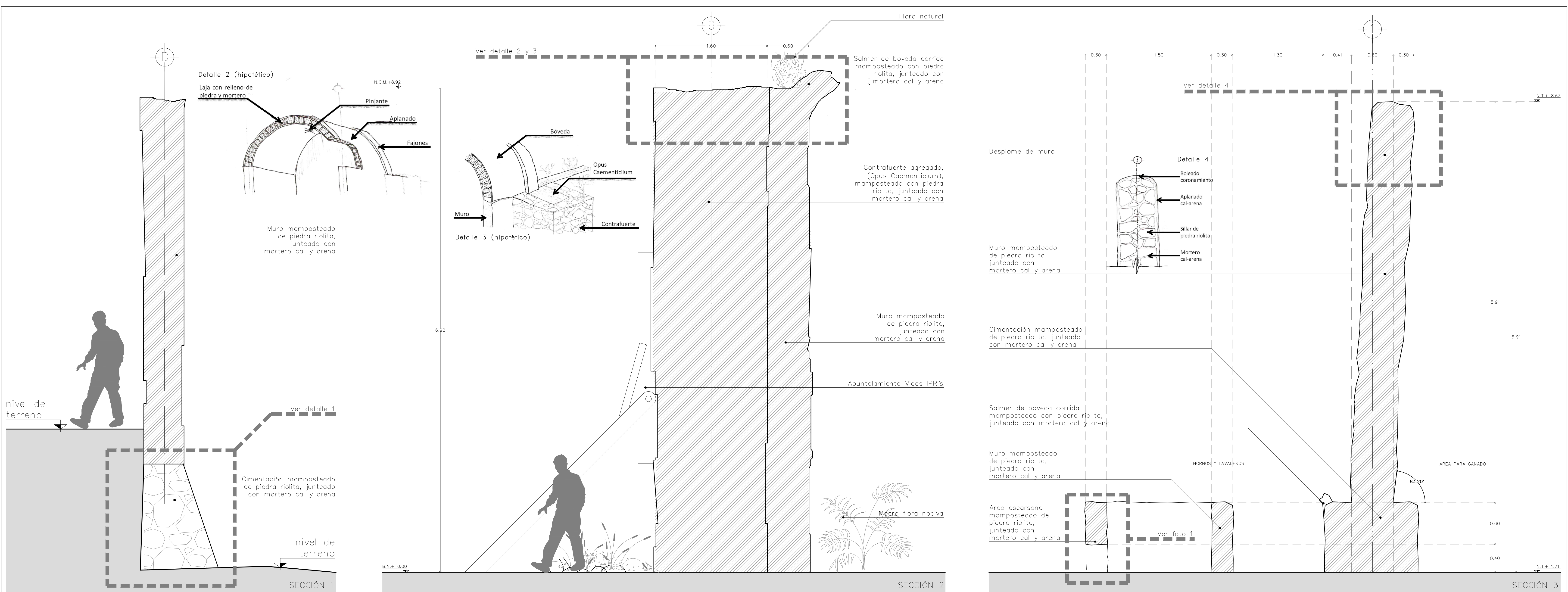
Notas:
 Escala Grafica:
 0.00 1 2 4 8 10

Simbología:
 ▽ n.ex. Indica nivel de excavación
 ▽ n.ban. Indica nivel de banquetta
 ▽ n.p.t. Indica nivel de piso terminado
 ▽ n.p.e. Indica nivel de pretil
 ▽ n.l.a.m. Indica nivel de lecha alto de muro
 ▽ n.l.a. Indica nivel de excavación
 ▽ n.p.t. Indica nivel de piso terminado
 ▽ n.c. Indica cambio de nivel
 ▽ Acceso a....

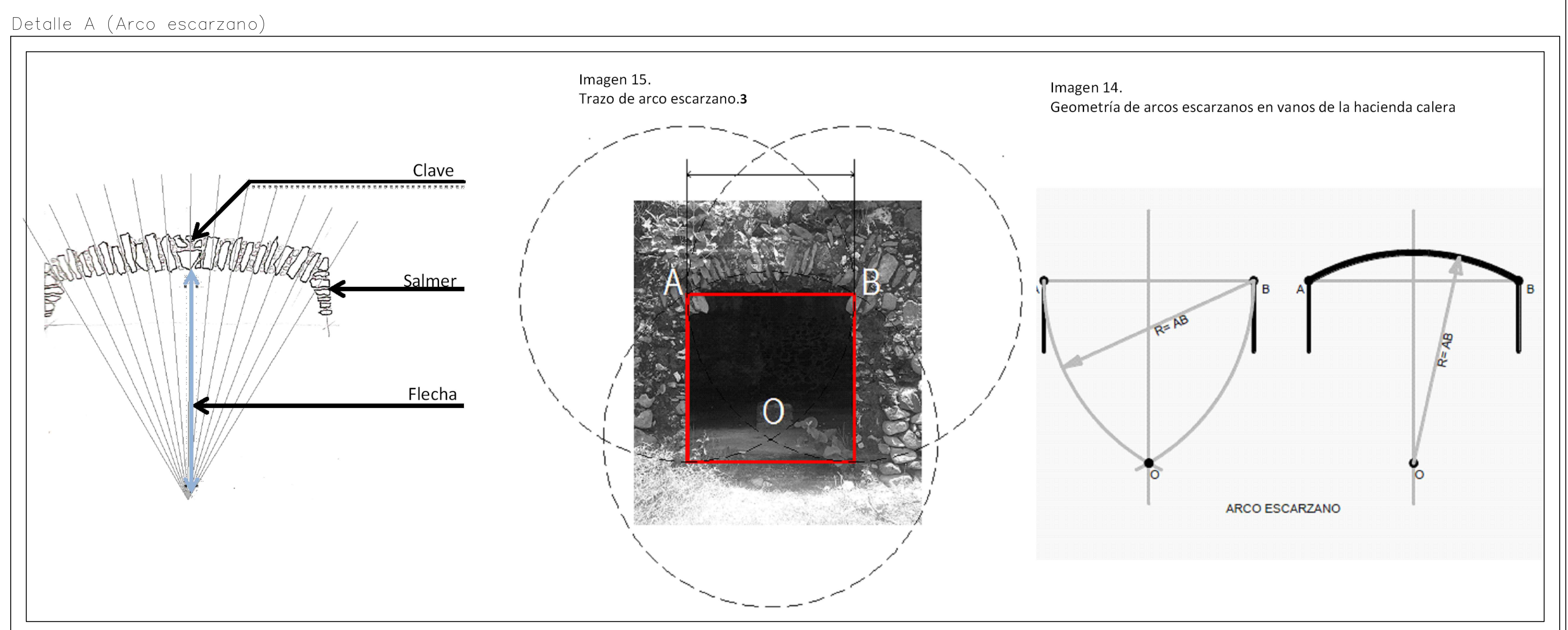
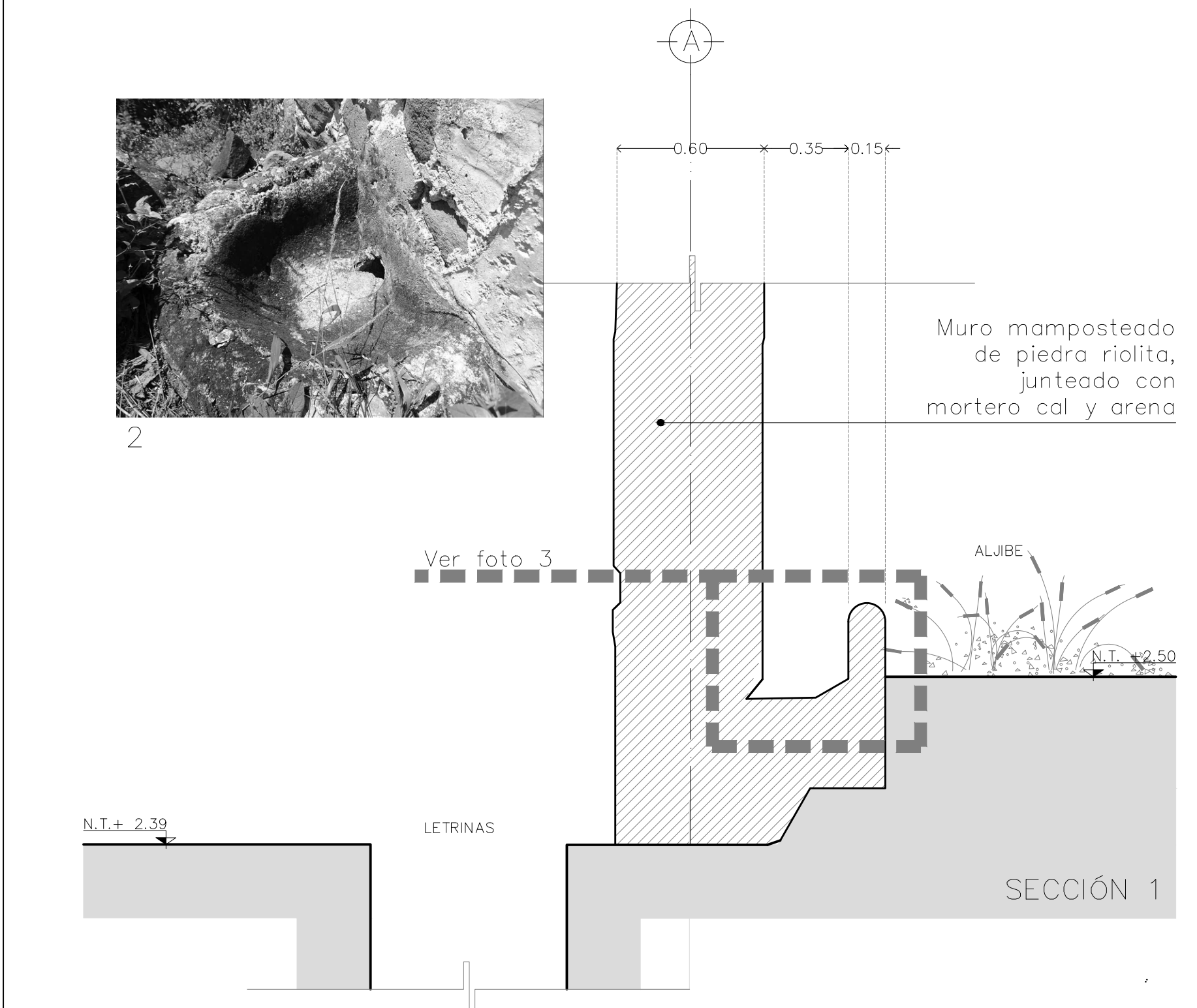
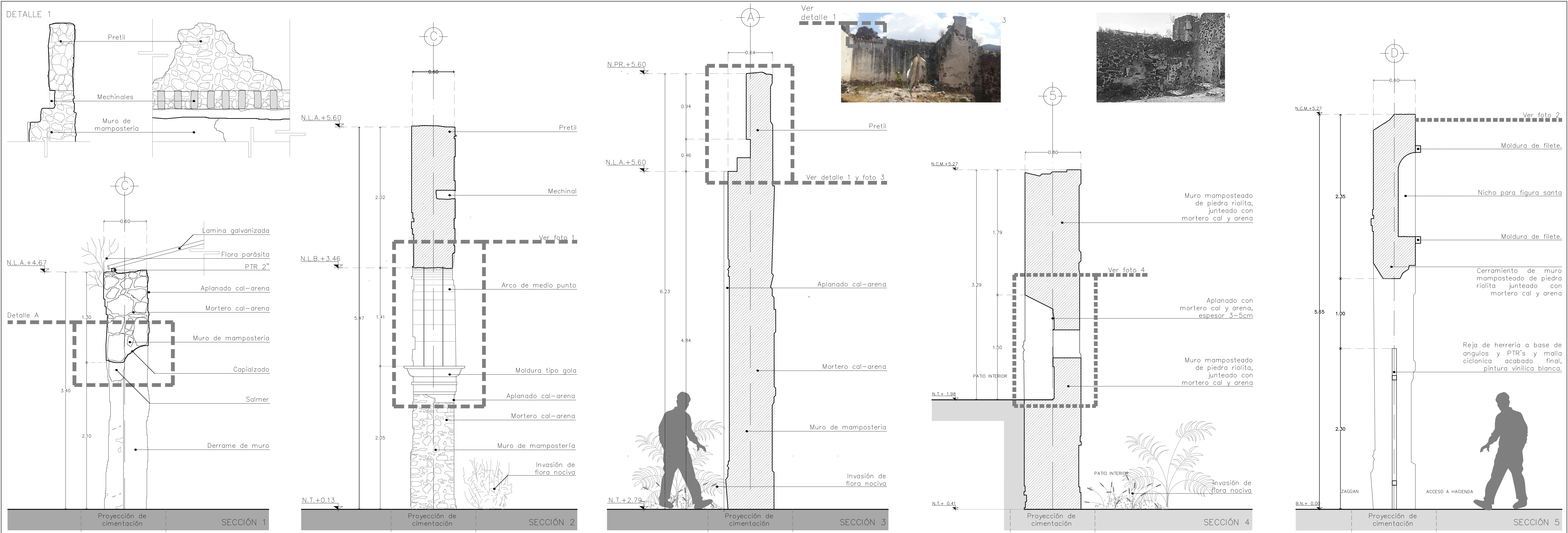
Escala: 1:100
 Clave: EA_006
 Fecha: 06-Dic-2017

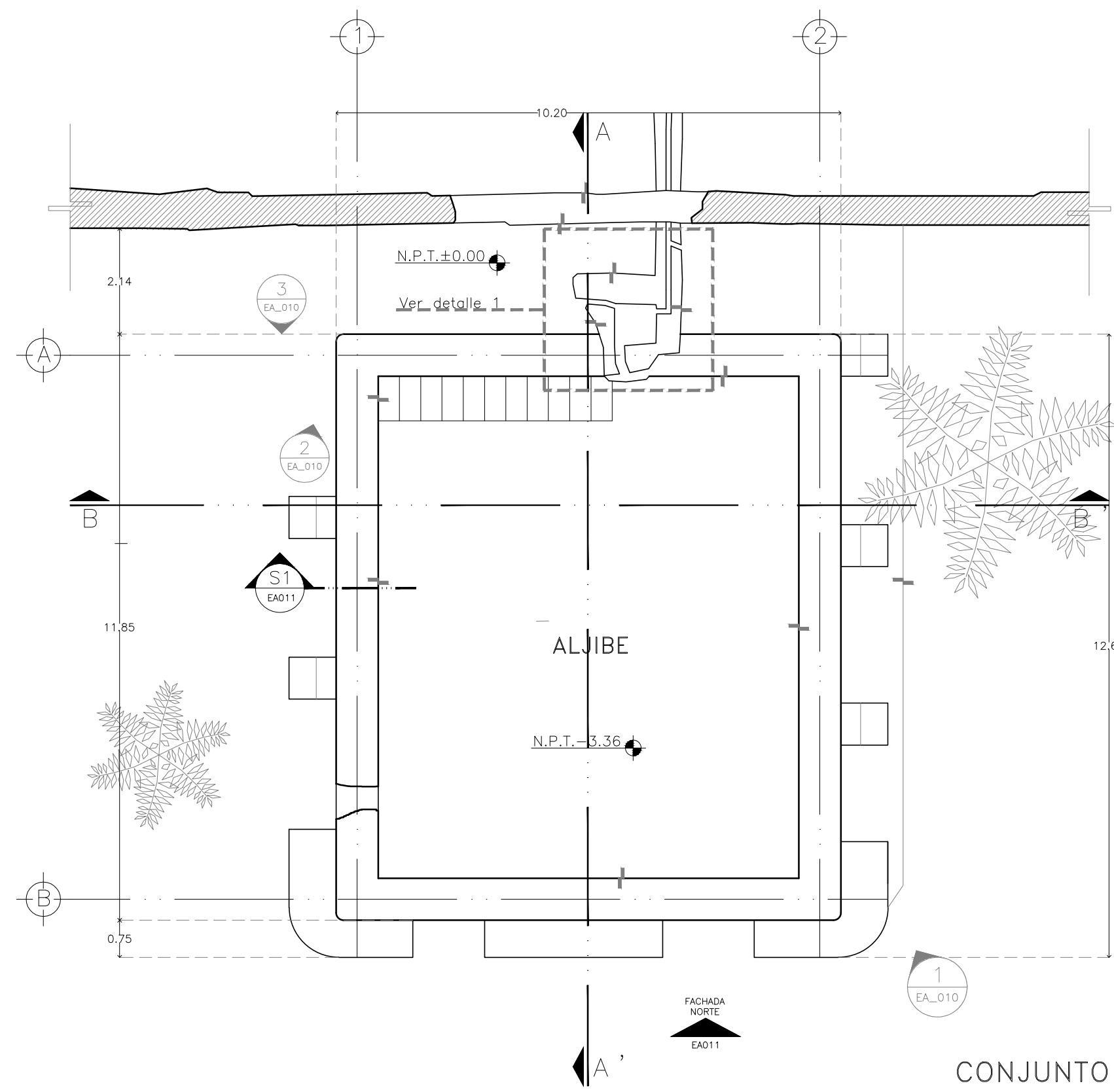
Plano: Estado Actual
 Contenido: Alzados
 Cotas: metros



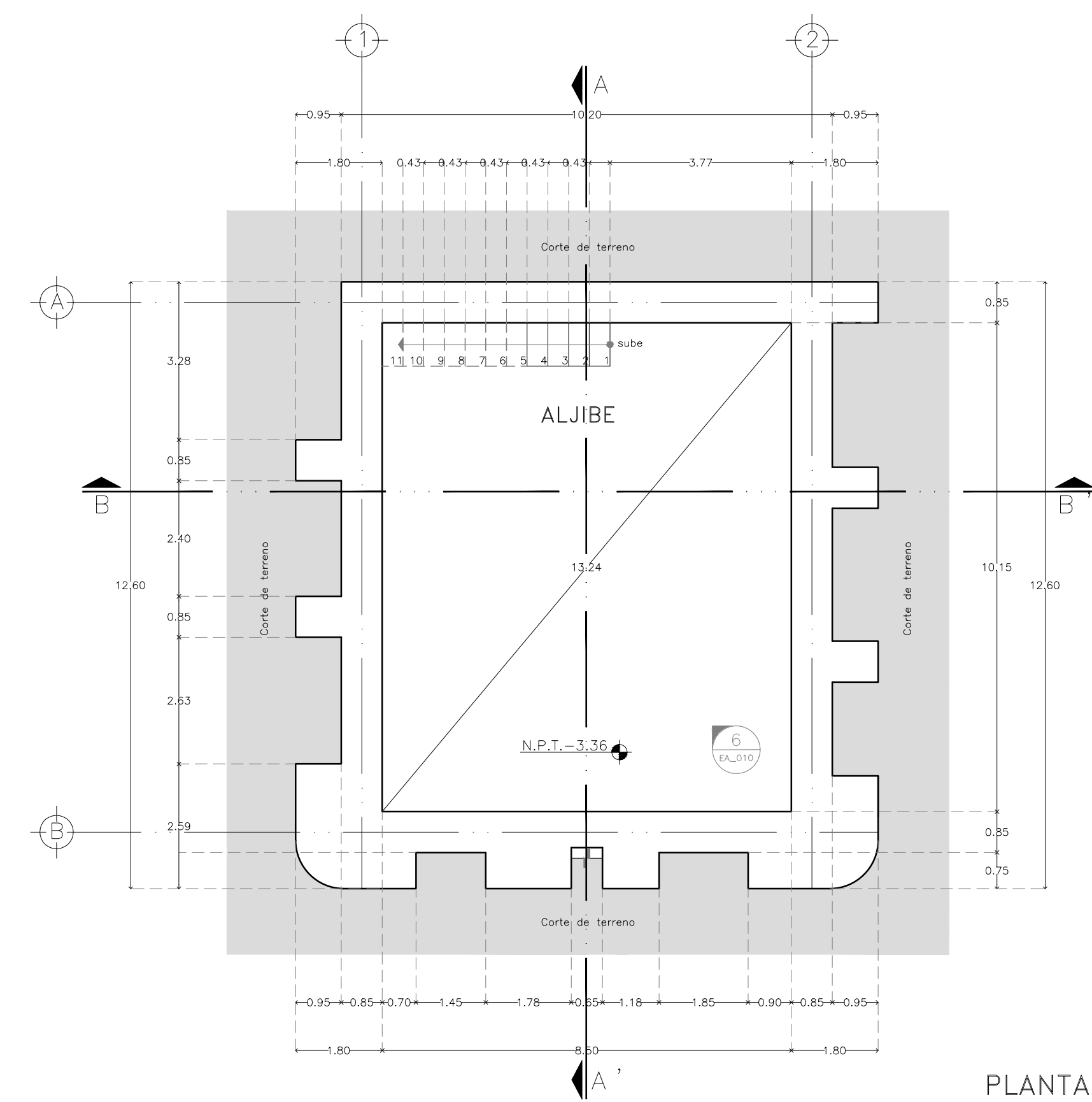


			Levantamiento Arquitectónico Tema: Producción de la cal en el siglo XVII	Notas: Escala Grafica: 0.00 25 50 1 2 1.50	Simbología: - n.ex - Indica nivel de excavación - n.ban - Indica nivel de banqueta - n.p.t. - Indica nivel de piso terminado - n.p.e. - Indica nivel de pretil - n.l.a.m. - Indica nivel de lecha alto de muro - g.a. - Indica nivel de excavación - g.t. - Indica nivel de piso terminado - a. - Indica cambio de nivel - A - Acceso a....	Escala: 1:25 Clave: EA_007 Fecha: 06-Dic-2017	Plano: Estado Actual Contenido: Alzados y detalles Cotas: metros	Croquis de localización
			Alumno: Jonathan Domínguez Pacheco Revisó: Mtro. Raúl Candido Nieto García, Mtra. Gabriela Vázquez García, Mtro. Carlos Agustín Salomón M. Ubicación: Apaxco, Edomex.	HACIENDA CALERA				

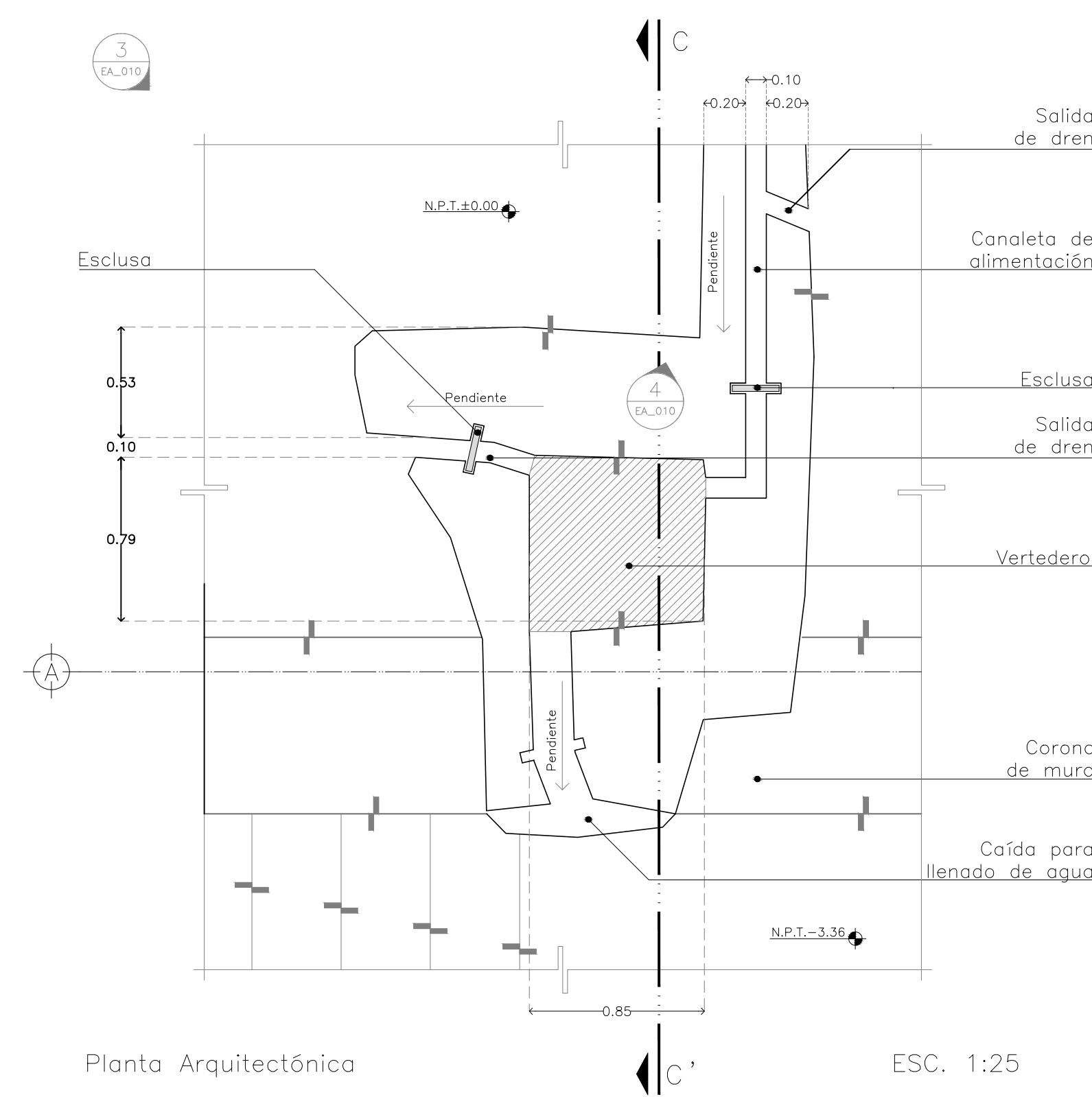




CONJUNTO

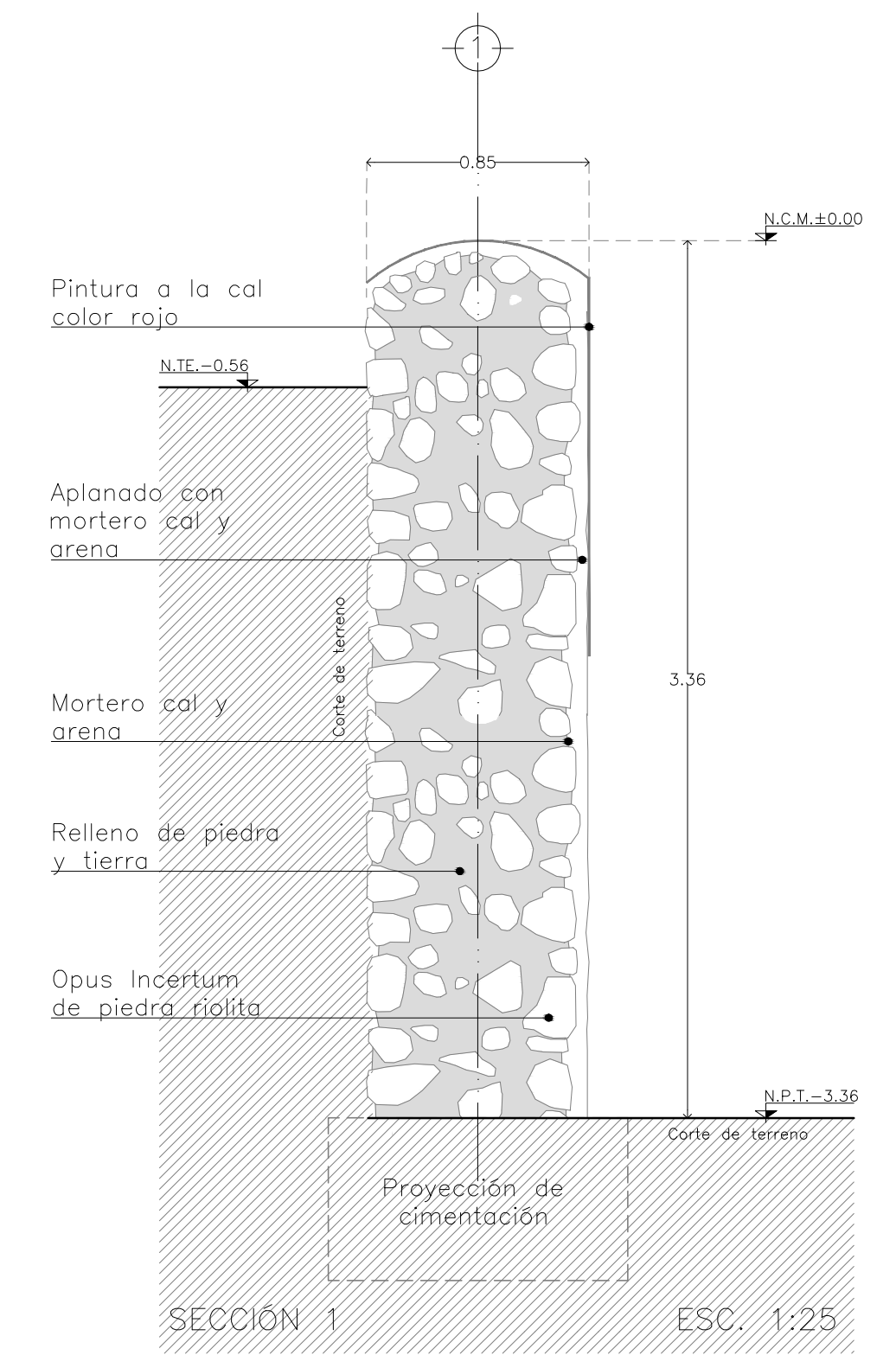


PLANTA



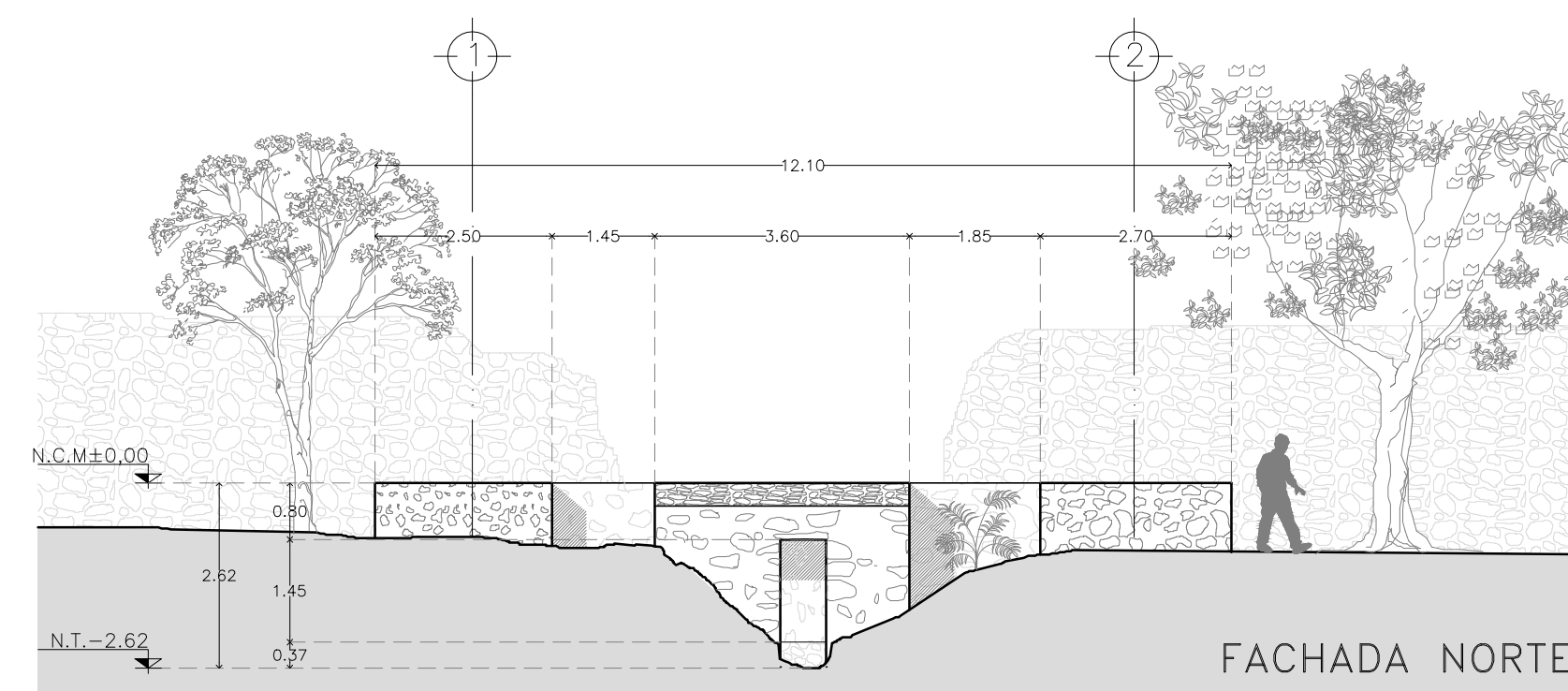
Planta Arquitectónica

ESC. 1:25

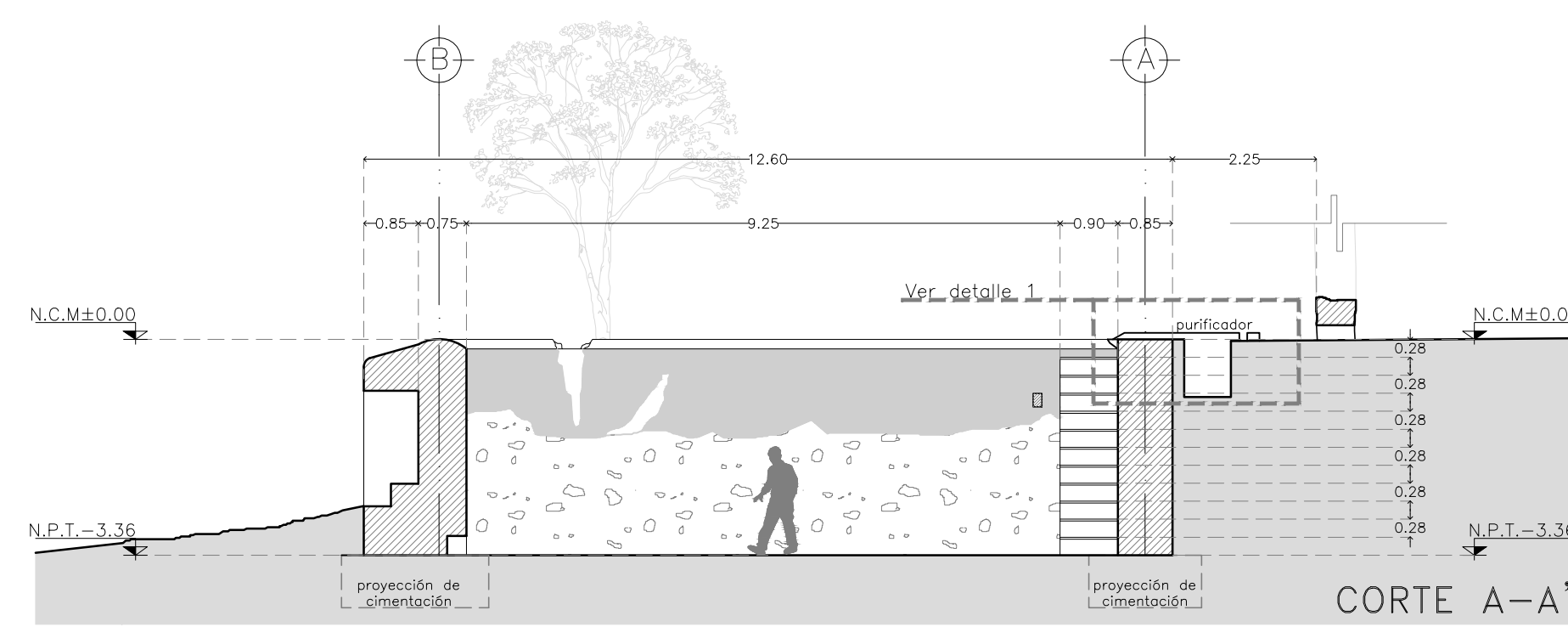


SECCIÓN 1

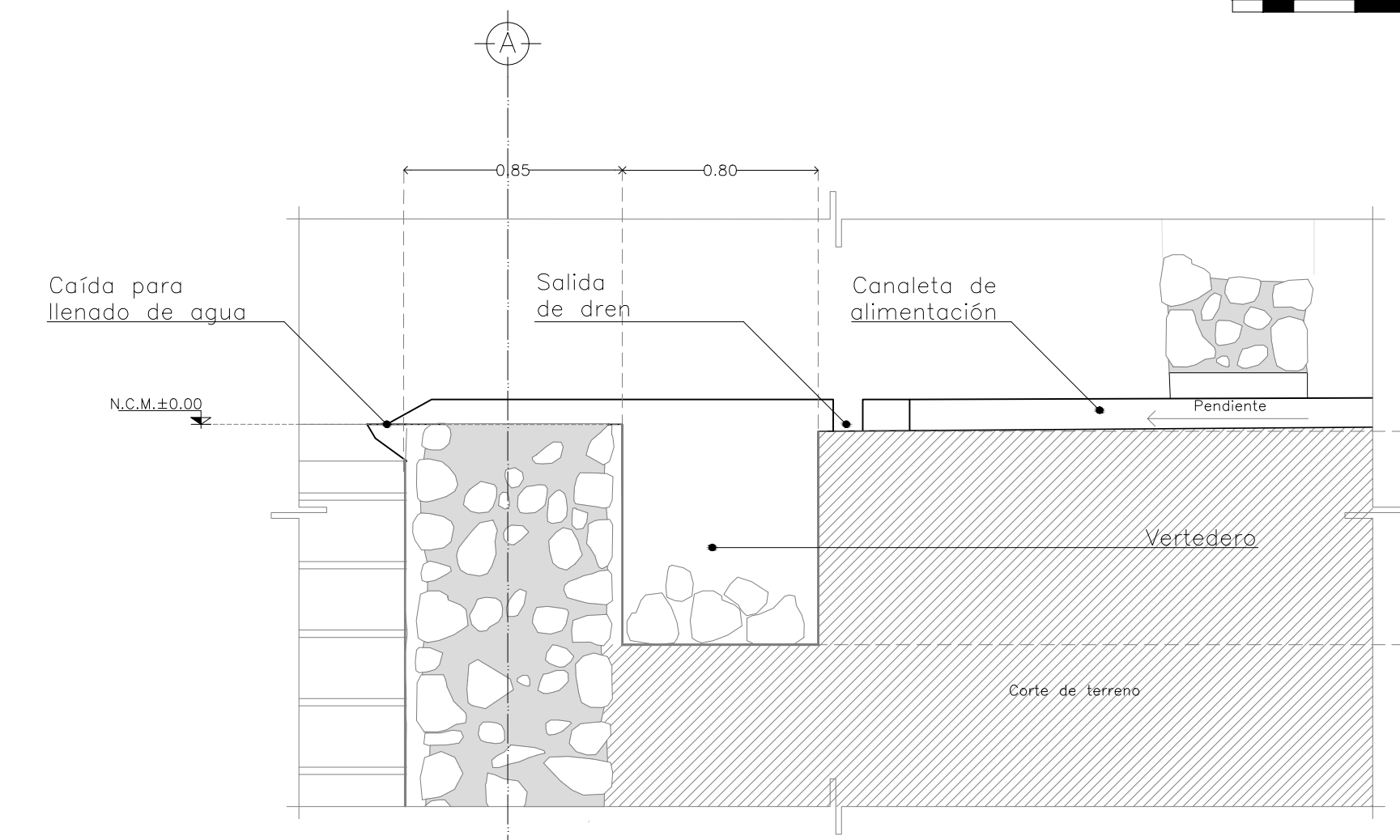
ESC. 1:25



FACHADA NORTE

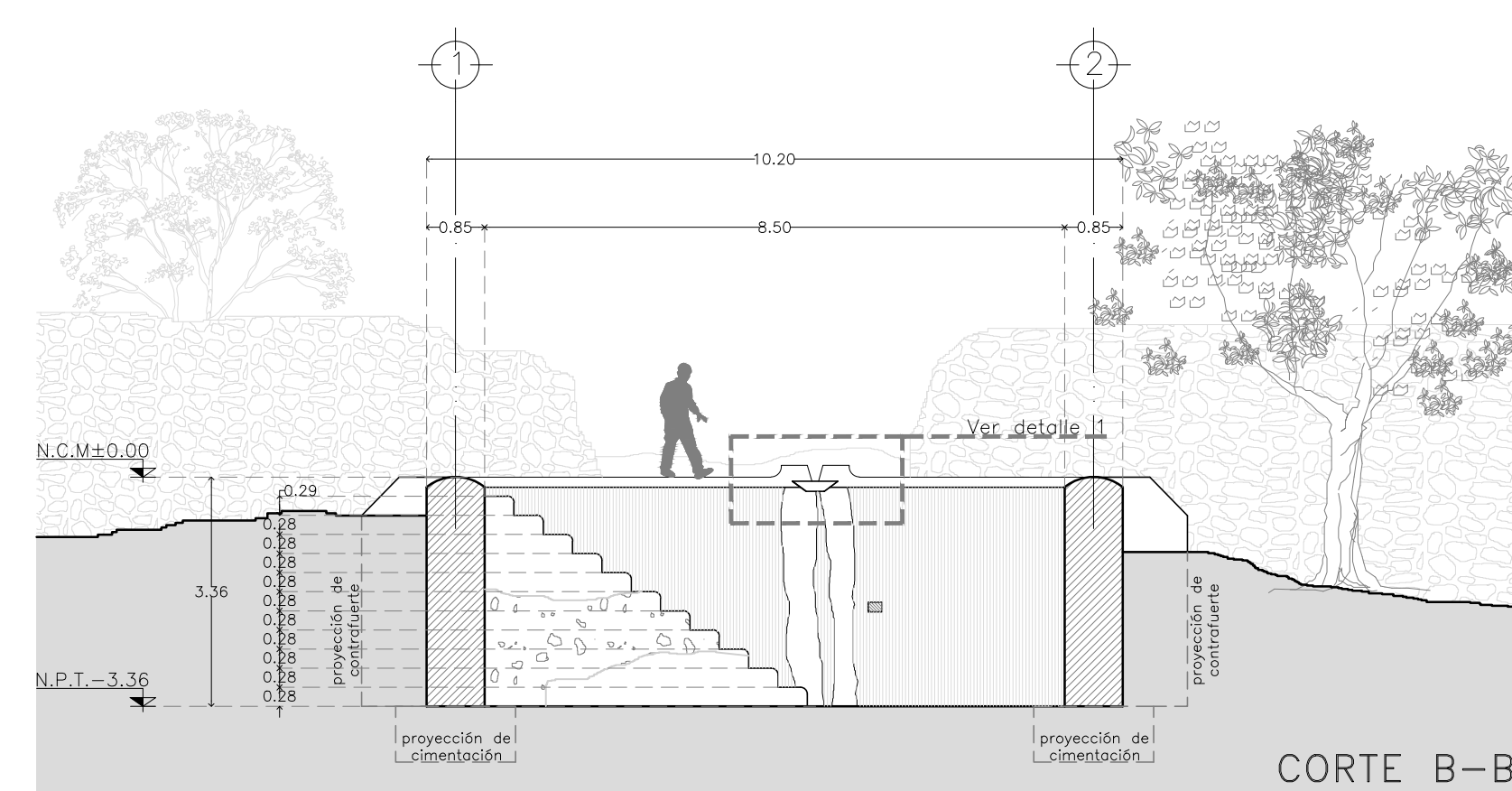


CORTE A-A'



Corte C-C'

ESC. 1:25



CORTE B-B'



1



2



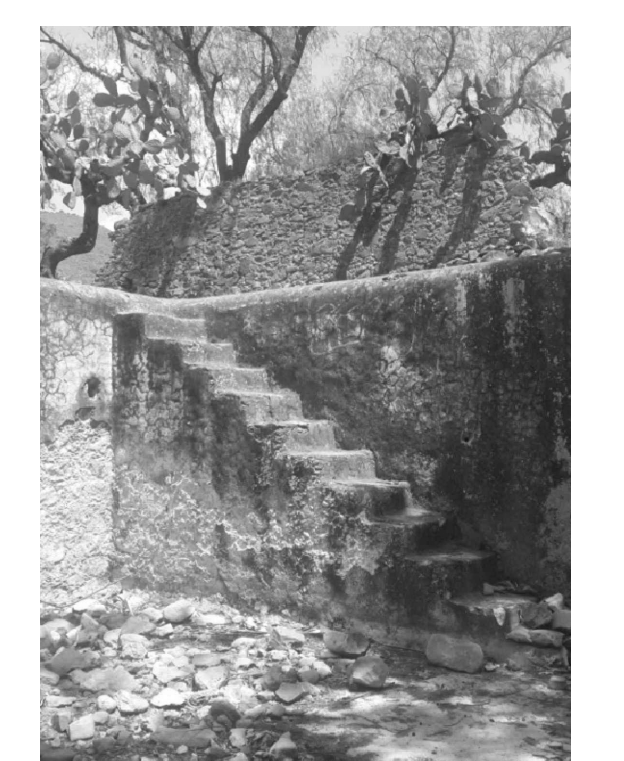
3



4



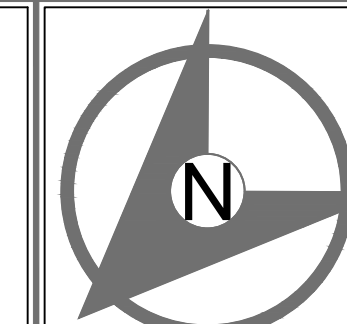
5



6



UNAM
POSGRADO
Arquitectura



Levantamiento Arquitectónico
Alumno: Jonathan Domínguez Pacheco
HACIENDA CALERA

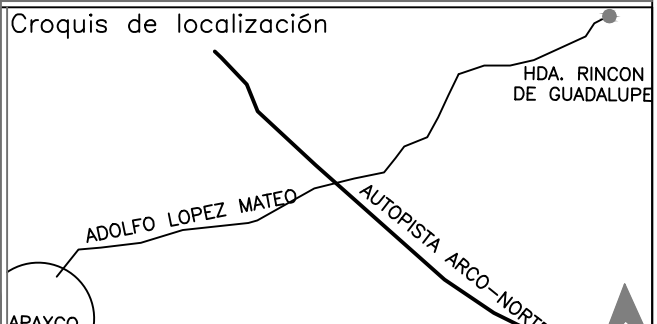
Tema: Producción de la cal en el siglo XVII
Revisó: Mtro. Raúl Candido Nieto García, Mtra. Gabriela Vázquez García, Mtro. Carlos Agustín Salomén M.
Ubicación: Apaxco, Edomex.

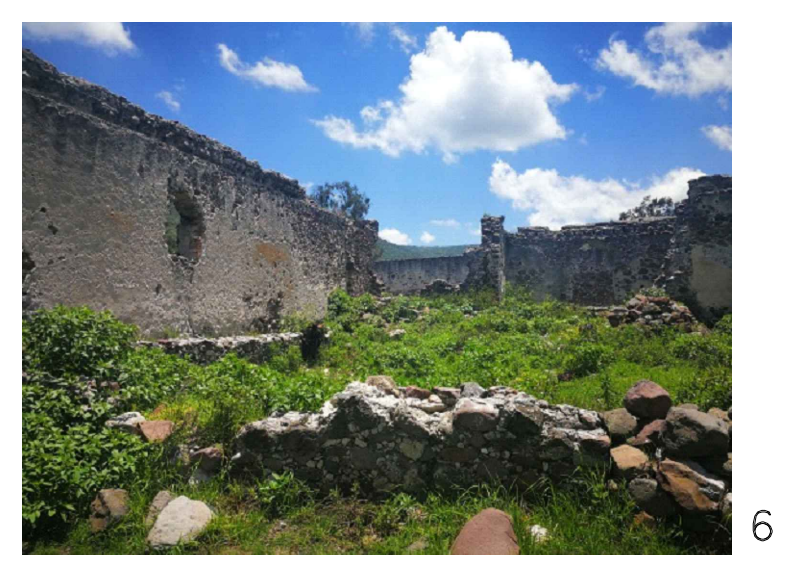
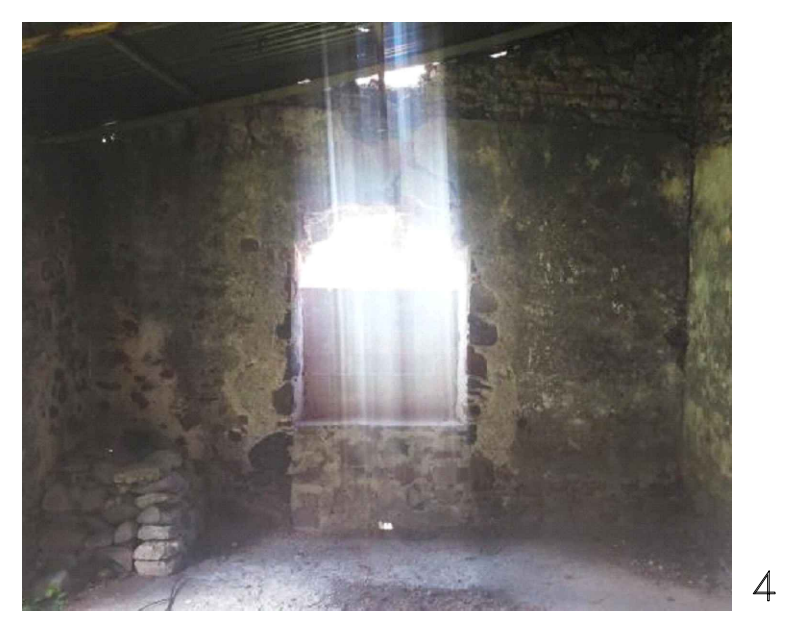
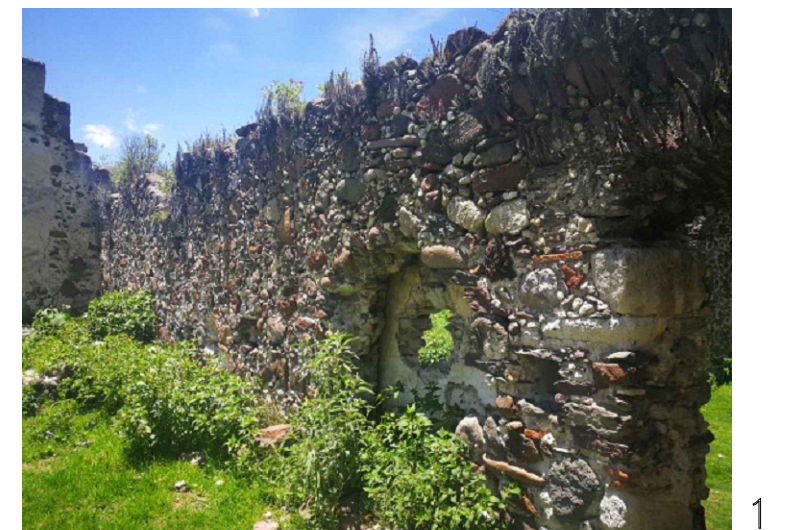
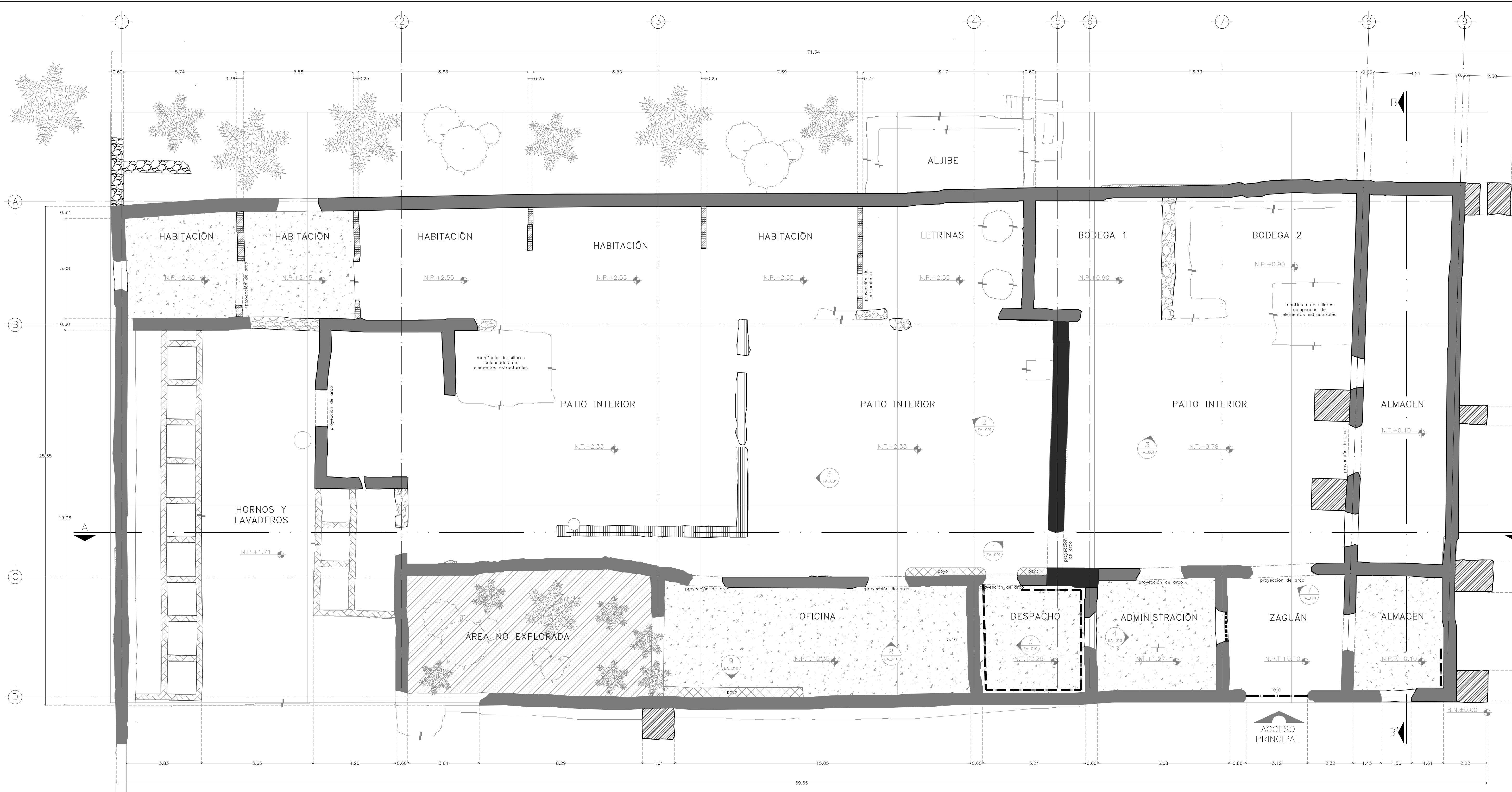
Notas:
Escala Gráfica:
0.00 1 2 4 8 10

Simbología:
 ▽ n.ex. Indica nivel de excavación
 ▽ n.ban. Indica nivel de banqueta
 ▽ n.p.t. Indica nivel de piso terminado
 ▽ n.p.e. Indica nivel de pretil
 ▽ n.l.a.m. Indica nivel de lecho alto de muro
 ▽ n.e. Indica nivel de excavación
 ▽ n.p. Indica nivel de piso terminado
 ▽ Indica cambio de nivel
 ▽ Acceso a....

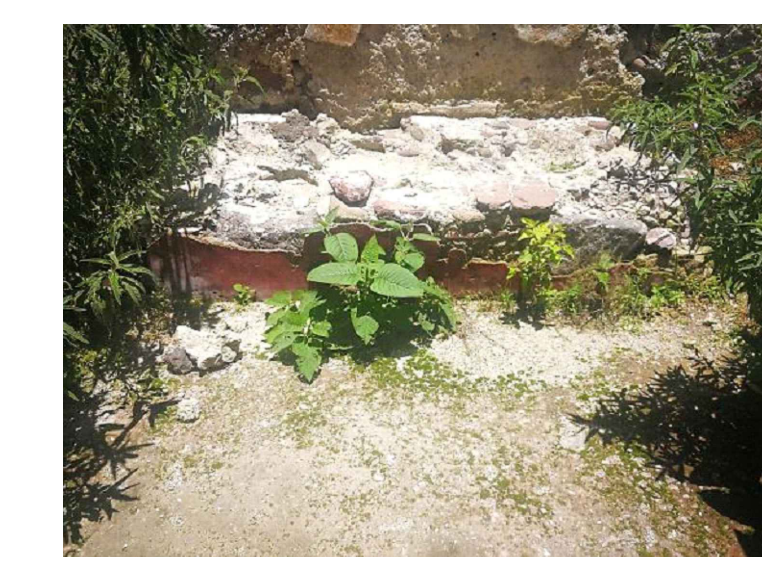
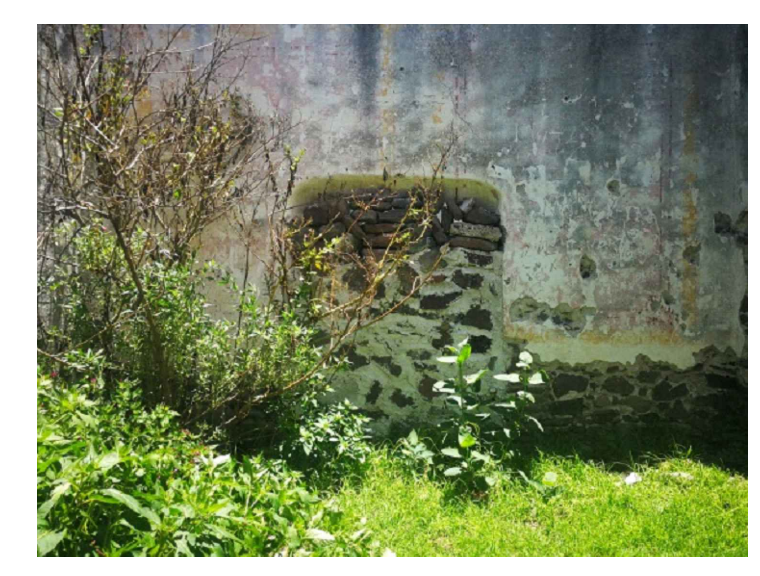
Escala: 1:100
Clave: EA_010
Fecha: 06-Nov-2017

Plano: Estado Actual
Contenido: Aljibe
Cotas: metros





FÁBRICAS	
	Muro de 60cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor. (Ver foto 7).
	Muro de 80cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor. (Ver foto 1).
	Muro de 20-25cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor. (Ver foto 2).
	Restos de Muro Colapsado de 60cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena. (Ver foto 3).
	Antepecho de 60cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor. (Ver foto 4).
	Contrafuerte mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena. (Ver foto 5).
	Muro bajo, h=1m, de 60cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena. (Ver foto 6).
	Nivel de piso original, pavimentado con laja de riolita y firme a base de cal. (Ver foto 8).
	Poyo mampostado con sillar de piedra riolita y juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor, y acabado final de pintura color rojo. (Ver foto 9).
	Tapial a base de block gris ligero, juntado con mortero cemento y arena. (Ver foto 4).
	Pintura mural sobre muro, color rojo y amarillo. (Ver foto 10).
	Reja de herreria a base de angulos y PTR's y malla ciclónica acabado final, pintura vinilica blanca.
	Hornos y lavaderos a una altura maxima de 1m. sobre nivel de sulo, mampostados de piedra riolita, juntado con mortero cal y arena.



	Levantamiento Arquitectónico Alumno: Jonathan Domínguez Pacheco	Tema: Producción de la cal en el siglo XVII Revisó: Mtro. Raul Candido Nieto García, Mtra. Gabriela Vázquez García, Mtro. Carlos Agustín Salomón M.	Notas: Escala Grafica: 	Simbología:	Escala: 1:100 Clave: FA_001 Fecha: 13-Nov-2017	Plano: Estado Actual Contenido: Planta de Arquitectónica Cotas: metros	Croquis de localización
		HACIENDA CALERA Ubicación: Apaxco, Edomex.	Muro de 60cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor. (Ver foto 7). Muro de 80cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor. (Ver foto 1). Muro de 20-25cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor. (Ver foto 2). Restos de Muro Colapsado de 60cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena. (Ver foto 3). Antepecho de 60cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor. (Ver foto 4). Contrafuerte mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena. (Ver foto 5).	Muro bajo, h=1m, de 60cm. de espesor, mampostado con sillar de piedra riolita juntado con mortero cal y arena. (Ver foto 6). Nivel de piso original, pavimentado con laja de riolita y firme a base de cal. (Ver foto 8). Poyo mampostado con sillar de piedra riolita y juntado con mortero cal y arena, aplanado a base de cal de 3-5cm de espesor, y acabado final de pintura color rojo. (Ver foto 9). Tapial a base de block gris ligero, juntado con mortero cemento y arena. (Ver foto 4). Pintura mural sobre muro, color rojo y amarillo. (Ver foto 10). Reja de herreria a base de angulos y PTR's y malla ciclónica acabado final, pintura vinilica blanca. Hornos y lavaderos a una altura maxima de 1m. sobre nivel de sulo, mampostados de piedra riolita, juntado con mortero cal y arena.	10 9 8 7	1 2 3 4 5 6	



SECRETARIA DE LA
REFORMA AGRARIA



ORGANO ADMINISTRATIVO DESCONCENTRADO
DE LA SECRETARIA DE LA REFORMA AGRARIA

REGISTRO AGRARIO NACIONAL

A R C H I V O

Oficina de: _____ DOTACION DE TIERRAS _____

Expediente Núm: _____ 23/2453 _____

_____ 26 de octubre del 2001 _____ de 19 _____

Asunto: _____ DOTACION DE TIERRAS (TRAB. TEC. INF. COMPL) _____

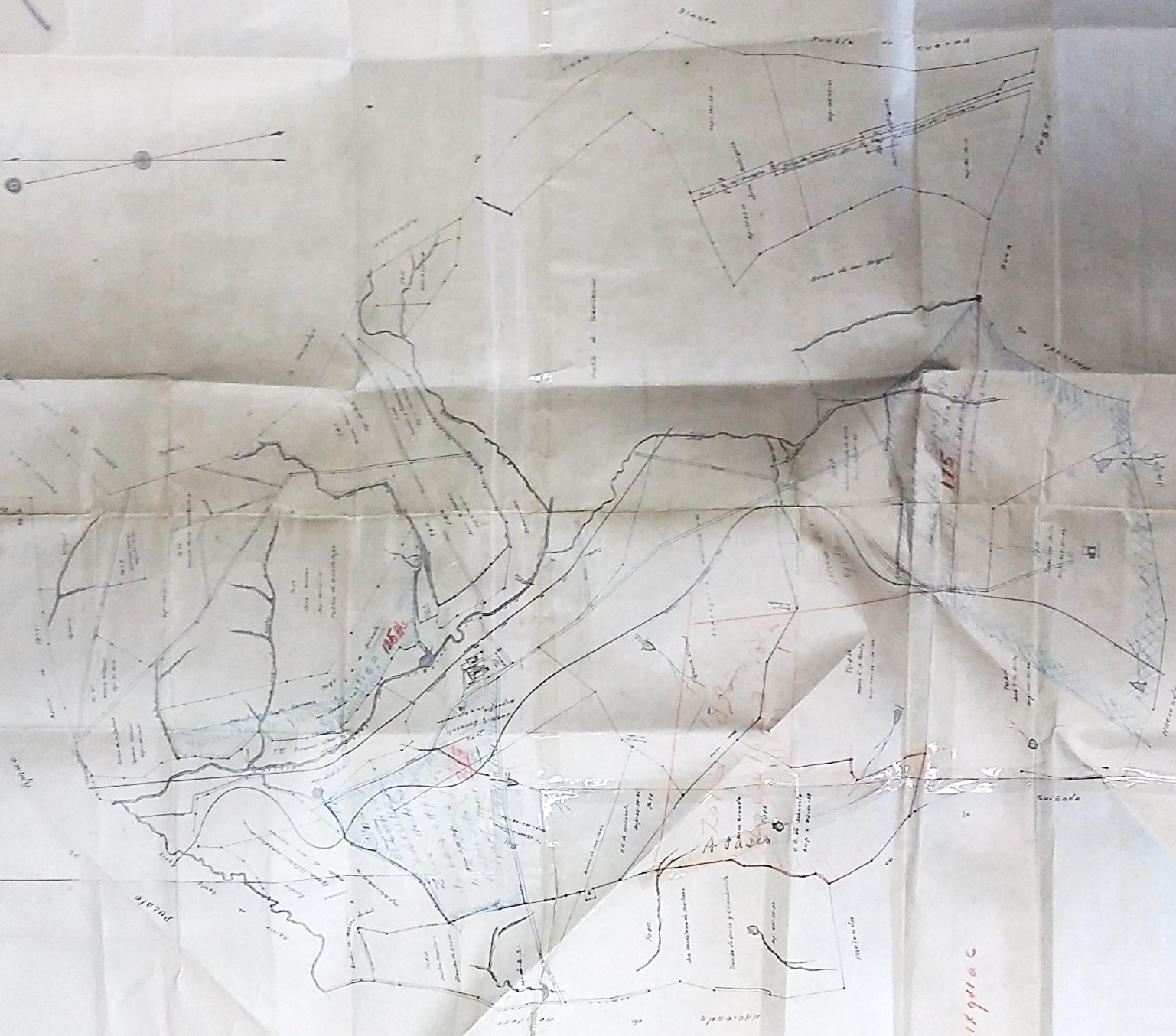
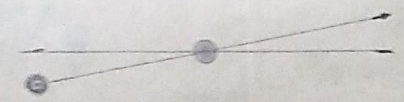
POB. _____ APAXCO Y SUS BARRIOS _____

MPIO. _____ APAXCO _____

EDO. _____ MEXICO _____

PLANO GENERAL SAN SEBASTIÁN

Escala: 1:50,000
P.C.S.
77



Topografía

- PLANO -
DEL PUEBLO DE
- APASCO -
DISTRITO DE ZUMPANGO
ESTADO DE MEXICO
PROYECTO DOT. PROVISIONAL
ESCALA 1:20000

ESTADO DE HIDALGO

HACIENDA DE

DE
SAN JOSE
TEÑA

PUEBLO
DE

HACIENDA EL
AGUILA ^{CASO} O EL
RINCON

APASCO

EJIDO DE ATOTONILCO
TULA HIDALGO

SEBASTIAN

HACIENDA DE
MONTEBO O
ATOTONILCO

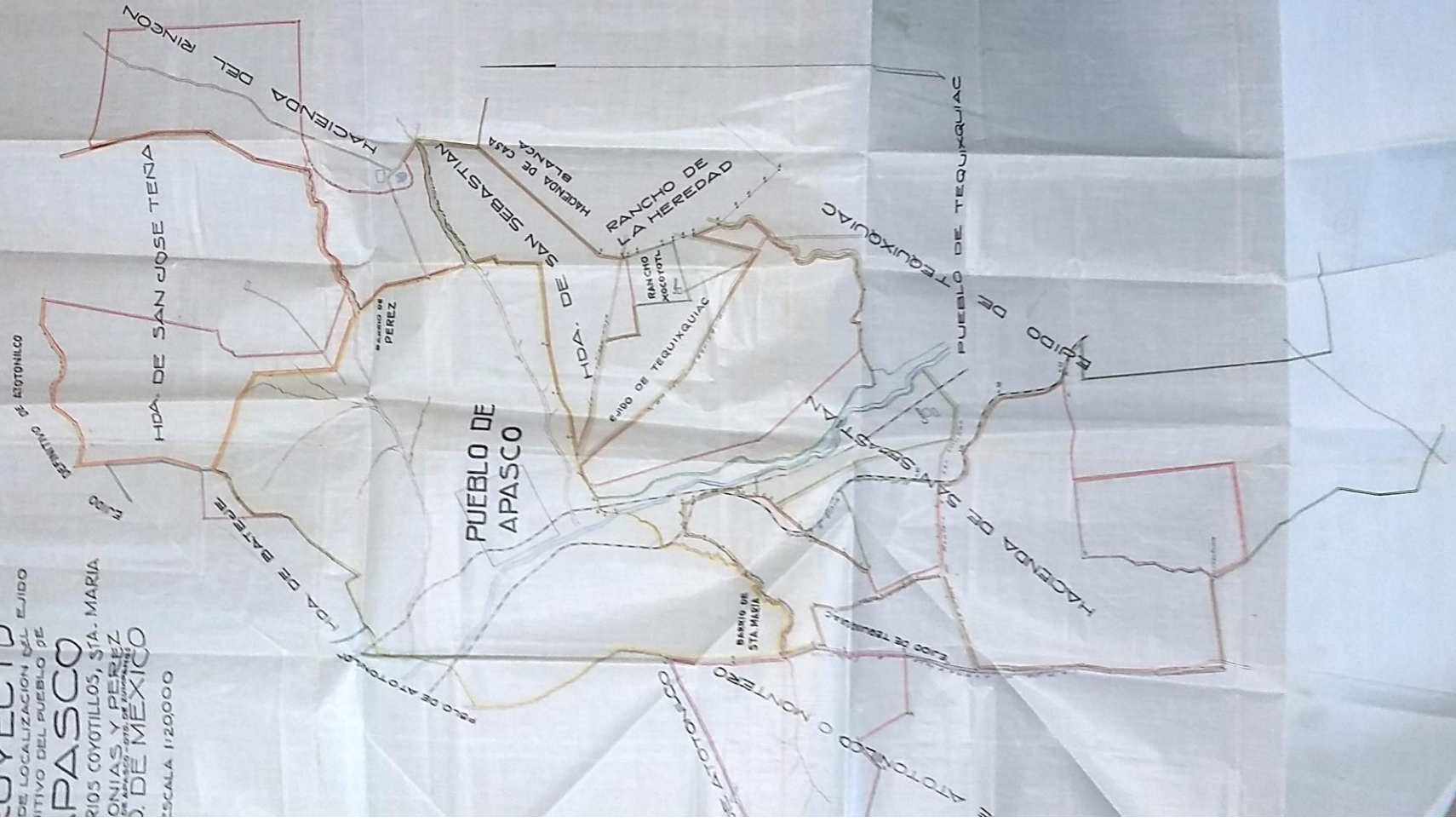
SAN

DE

HACIENDA

Levantó y Caluló
el Ing. de la C. N. A.
J. Santa María
Rubio

PROYECTO
DE LOCALIZACION DEL EJIDO
ATIVO DEL PUEBLO DE
PASCO
RIOS COYOTILLOS, STA. MARIA
ONIAS Y PEREZ
DE ATOYACACAN, ESTADO DE GUERRERO,
MEXICO
ESCALA 1:250000



PROYECTO
DE LOCALIZACION DEL EJIDO
ATIVO DEL PUEBLO DE
PASCO
RIOS COYOTILLOS, STA. MARIA
ONIAS Y PEREZ
DE ATOYACACAN, ESTADO DE GUERRERO,
MEXICO
ESCALA 1:250000

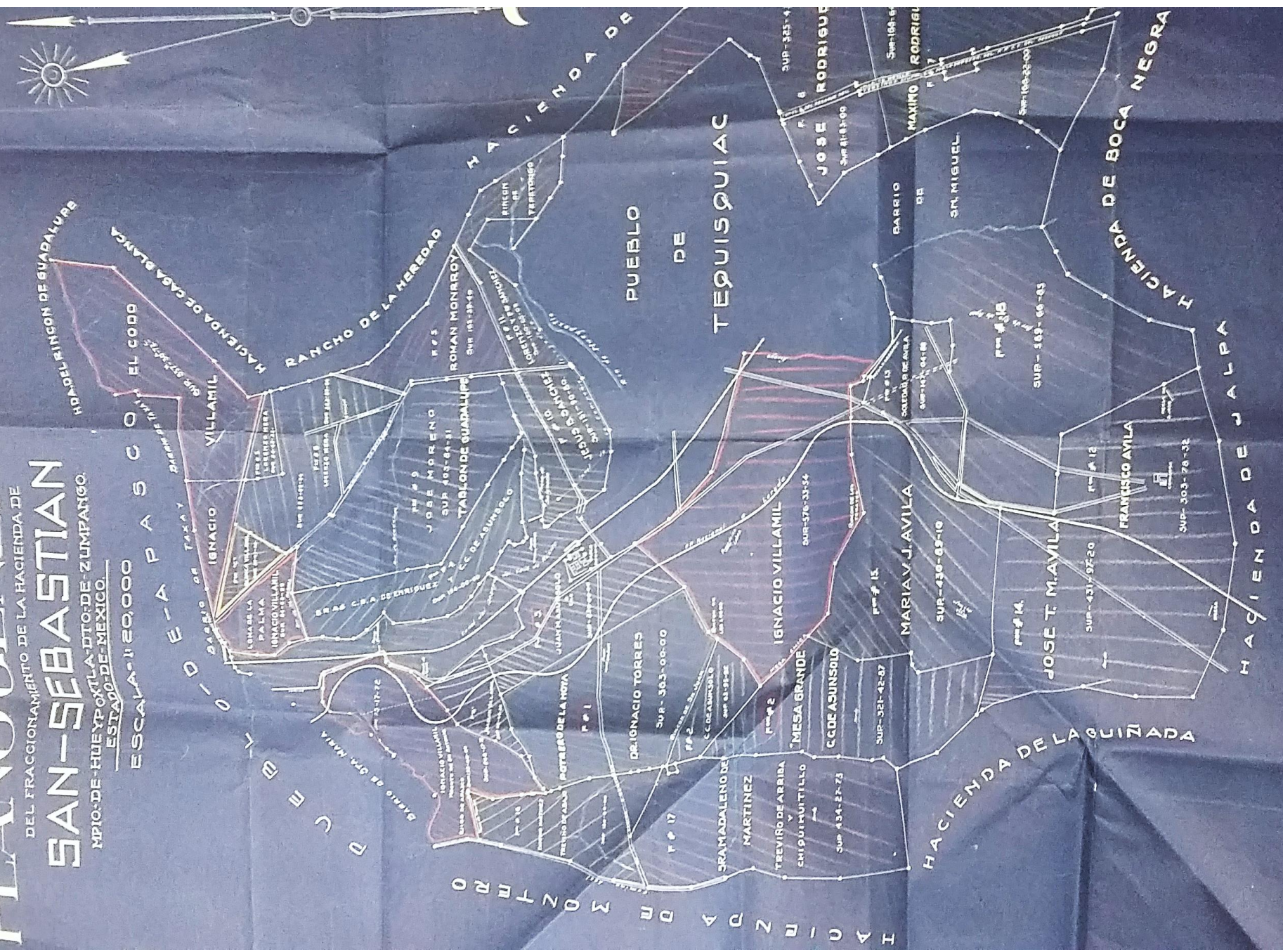
REDUCCION DE UNA HELIOGRAFIA DEL PLANO GENERAL

DEL FRACCIONAMIENTO DE LA HACIENDA DE

SAN-SEBASTIAN

MPIO-DE-HUEYPOXTLA-DTO-DE-ZUMPANGO,
ESTADO-DE-MEXICO.

ESCALA-1:20,000



HIDALGO DEL RINCON DE SUADALURE
HACIENDA DE GABA BLANCA
EL CODDO
VILLAMIL
IGNACIO

RANCHO DE LA HEREDAD
ROKAN MONROY
TABLON DE GUADALUPE
JOSE MORENO
C. DE SURSOSO

PUEBLO DE TEQUISQUIAC

BARRIO DE SAN MIGUEL

HACIENDA DE BOCA NEGRA

HACIENDA DE JALPA

HACIENDA DE LA GUIZADA

IGNACIO VILLAMIL
CASA DE LA PALMA
IGNACIO VILLAMIL
CASA DE C.A. RODRIGUEZ

JOSE MORENO
TABLON DE GUADALUPE
C. DE SURSOSO

DE IGNACIO TORRES
MESA GRANDE
C. DE ASUNSULO

IGNACIO VILLAMIL
MARIAN J. AVILA
JOSE T. M. AVILA
FRANCISCO AVILA

RAMADALENO DE MARTINEZ
TREVINO DE ARRIBA
CHIVITILLO

JOSE RODRIGUEZ
MAXIMO RODRIGUEZ

FRANCISCO AVILA

FRANCISCO AVILA

FRANCISCO AVILA

IGNACIO VILLAMIL
CASA DE LA PALMA
IGNACIO VILLAMIL
CASA DE C.A. RODRIGUEZ

JOSE MORENO
TABLON DE GUADALUPE
C. DE SURSOSO

DE IGNACIO TORRES
MESA GRANDE
C. DE ASUNSULO

IGNACIO VILLAMIL
MARIAN J. AVILA
JOSE T. M. AVILA
FRANCISCO AVILA

RAMADALENO DE MARTINEZ
TREVINO DE ARRIBA
CHIVITILLO

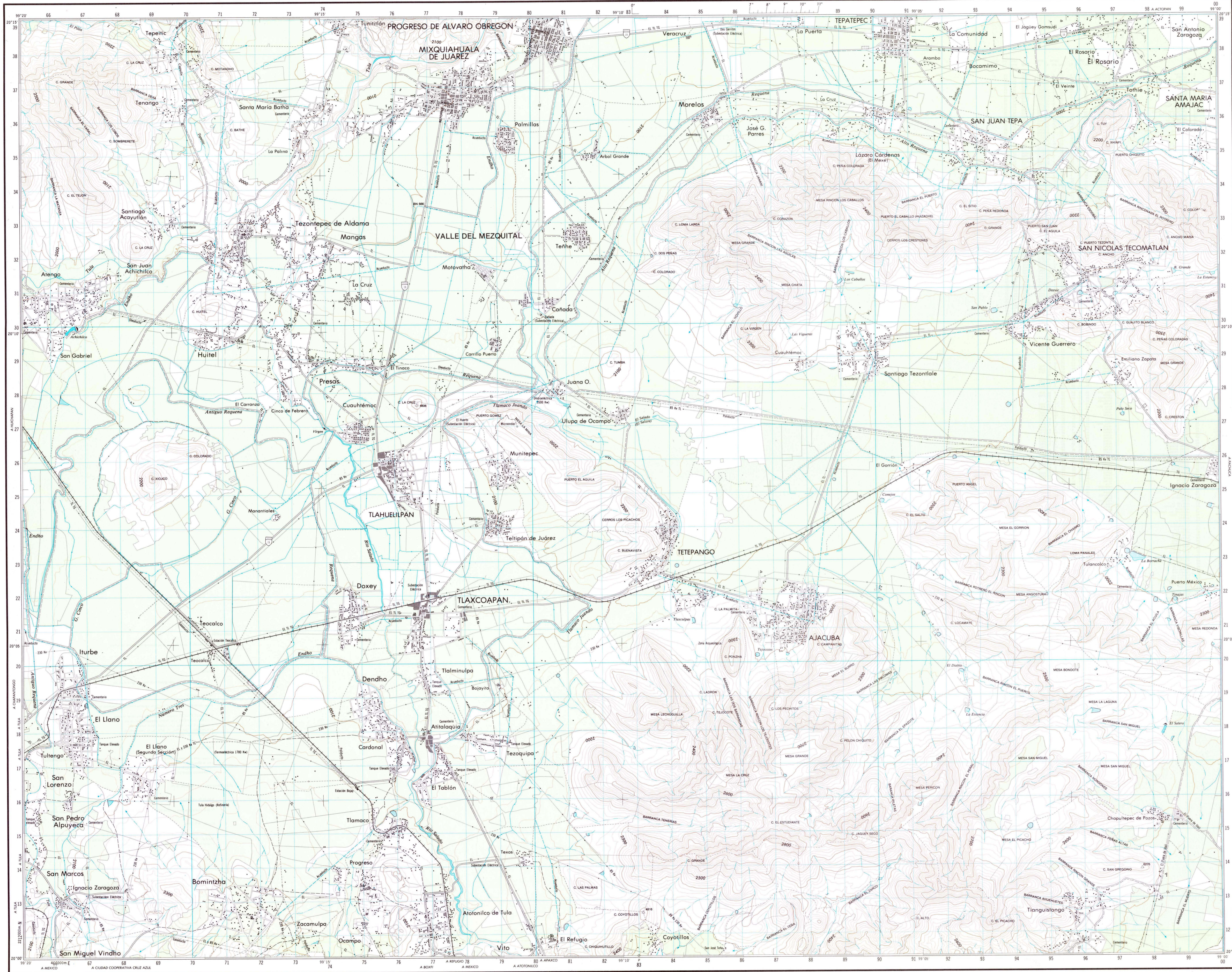
JOSE RODRIGUEZ
MAXIMO RODRIGUEZ

FRANCISCO AVILA

FRANCISCO AVILA

FRANCISCO AVILA

MIXQUIAHUALA



SIGNOS CONVENCIONALES

- POBLACIONES**
 - CON MAS DE 40,000 HABITANTES
 - DE 15,001 A 40,000 HABITANTES
 - DE 5,001 A 15,000 HABITANTES
 - DE 2,501 A 5,000 HABITANTES
 - DE 501 A 2,500 HABITANTES
 - CON MENOS DE 500 HABITANTES
- VIAS TERRESTRES**
 - CARRERA DE MAS DE DOS CARRILES, CASITA DE PAGO
 - CARRERA PAVIMENTADA
 - NUMERACION DE RUTA: FEDERAL, ESTATAL
 - TERRACERA
 - BRECHA
 - VEREDA
 - FERROCARRIL DE SERVICIO PUBLICO, ESTACION DE FF.CC.
 - OTRAS VIAS FERREAS
- AEROPUERTOS**
 - INTERNACIONAL, LOCAL, AEROPISTA
 - PISTA PAVIMENTADA, PISTA DE TIERRA
- LINEAS DE CONDUCCION**
 - TELEFONICA, TELEGRAFICA
 - ELECTRICA DE 33 KV O MAS, DE MENOS 33 KV
 - CONDUCTO SUPERFICIAL, CONDUCTO SUBTERRANEO
- OTROS RASGOS CULTURALES**
 - ESCUELA, TEMPLO, ASISTENCIA MEDICA
 - MINA, POZO PETROLERO, BANCO DE MATERIAL
 - ZONA URBANA, CASA AISLADA, RUINA, CEMENTERIO
 - CERCA, BARRA O DIVISION
 - DEPOSITO DE AGUA, OTROS DEPOSITOS (ROTULADO)
 - CANAL, PRESA, BORDO
 - PUNTE, TUNEL, PASO A NIVEL
 - EMBARCADERO, MUELLE, MALECON
 - FARO (2 DESTELLOS BLANCOS 15 MILLAS NAUTICAS), ROMPEOLAS
- LIMITES**
 - ESTATAL
 - INTERNACIONAL
- PUNTOS GEODESICOS**
 - VERTICE DE PRIMER ORDEN, DE SEGUNDO O TERCER ORDEN
 - BANCO DE NIVEL DE PRIMER ORDEN, DE SEGUNDO O TERCER ORDEN
 - PUNTO DE NIVELACION ACOTADO (METROS)
- REPRESENTACION DEL RELIEVE**
 - CURVA DE NIVEL ACOTADA EN METROS
 - CURVA DE NIVEL ORDINARIA
 - CURVA DE NIVEL AUXILIARIA
 - CURVA DE NIVEL APROXIMADA
 - DEPRESIONES, COTA FOTOGRAFICA (METROS)
- RASGOS HIDROGRAFICOS**
 - CORRIENTE PERENNE, CORRIENTE INTERMITENTE
 - MANANTIAL, CORRIENTE QUE DESAPARECE
 - RAPIDS, SALTO DE AGUA
- AREAS SIMBOLIZADAS**
 - BOSQUE O SELVA DENSOS, AGRICULTURA
 - LAGUNA PERENNE, LAGUNA INTERMITENTE
 - PANTANO, TERREND SUJETO A INUNDACION
 - AREAL MARIPALIS
 - DIUNAS

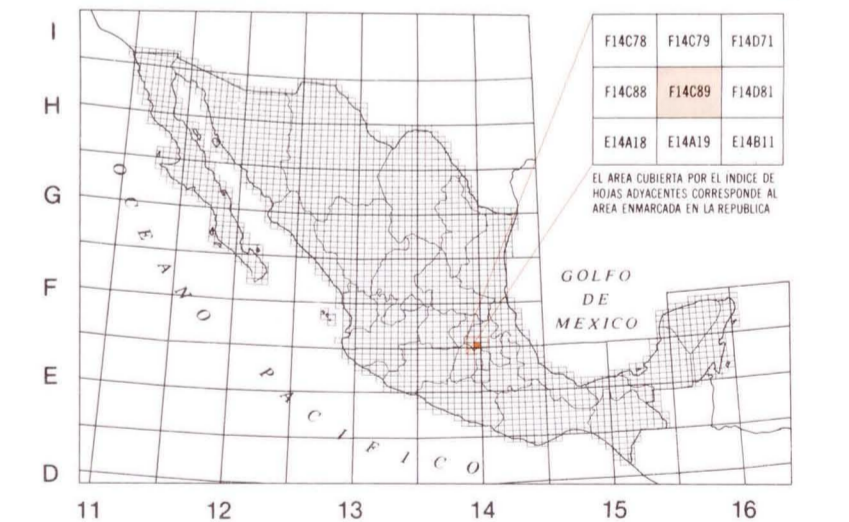
ESCALA 1:50,000



EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL: 20 METROS

CONVERGENCIA DE CUADRICULA	LINEAS	CUBRIMIENTO FOTOGRAFICO	LINEAS
PARA EL CENTRO DE LA HOJA 32 (28-32)	32 (28-32)	+	25 (03-09)
ANGULO NAUTICO PARA 1970 89 30'	28 (05-01)	+	24 (02-09)
VARIACION MAGNETICA ANUAL 4'	29 (28-33)	+	27 (04-14)
PARA SEÑALAR EL MERIDIANO MAGNETICO DE LA HOJA, USAR EL PUNTO PIVOTE CON EL VALOR DE ANGULO NAUTICO EN LA ESCALA DE TRANSPORTADOR UBICADA EN EL MARGEN SUPERIOR	30 (05-01)	+	28 (22-16)
	31 (32-38)	+	29 (05-12)

1971 ZONA 13 1:50,000 APPROX.
1976 ZONA 11 1:50,000 APPROX.

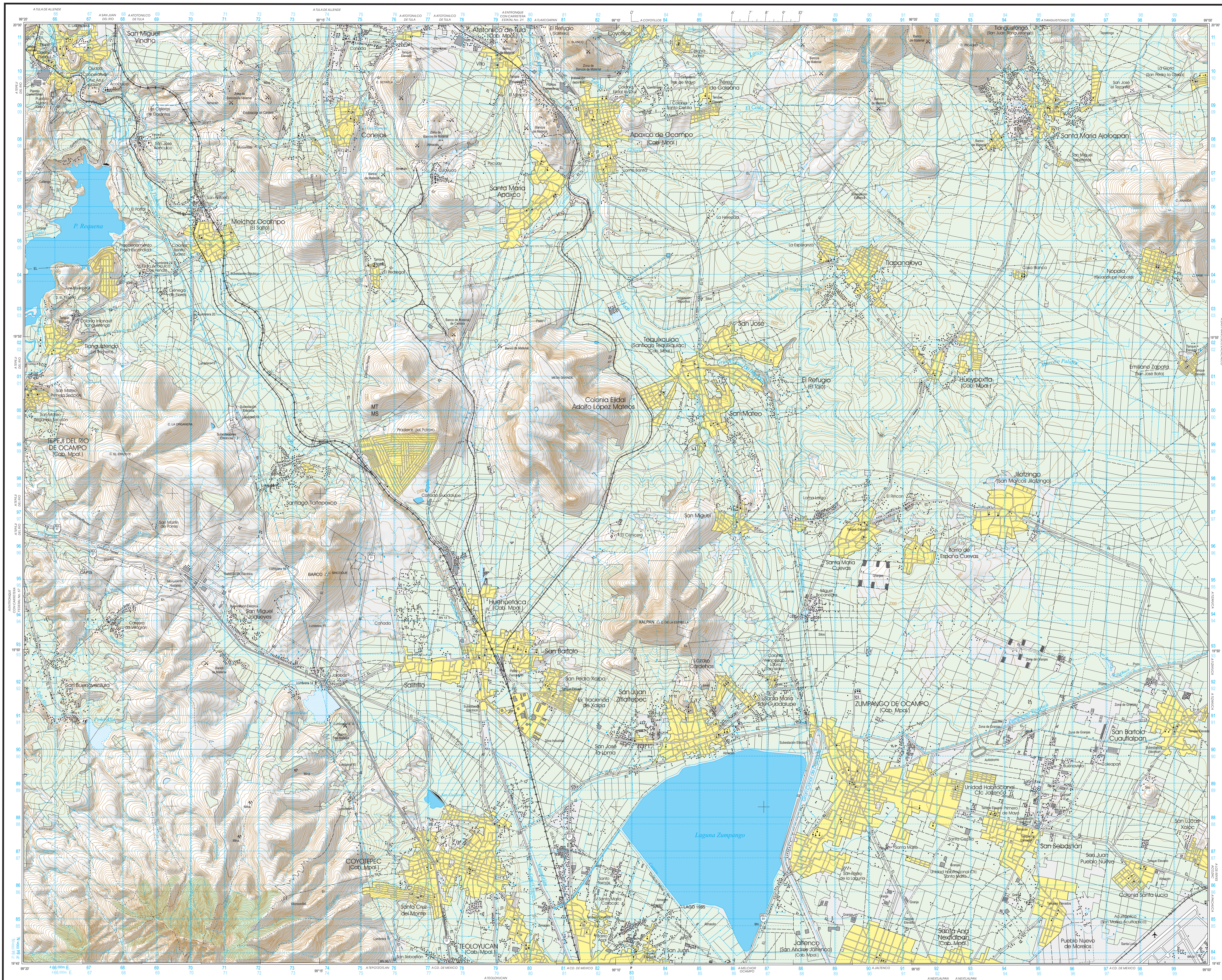


ESTRUCION	CLASIF. 1984
PROYECCION	TRANSVERSA DE MERCATOR
CUADRICULA	UTM A CADA 1,000 M.
DATUM	HORIZONTAL
REFERENCIA DE COTAS	NIVEL MEDIO DEL MAR
PROCEDIMIENTO DE COMPILACION	FOTOGRAFICO
PRIMERA EDICION	1982
AUTORIDAD	DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA
CUARTA IMPRESION	1985

INSTRUCCIONES PARA LOCALIZAR UN PUNTO CON UNA APROXIMACION DE 100M.	
1. Marque un punto en la cuadrícula universal.	PUNTO UTILIZADO COMO EJEMPLO
2. Marque el número de la cuadrícula universal.	C. EL ESTUDIANTE
3. Marque el número de la cuadrícula universal.	
4. Marque el número de la cuadrícula universal.	
5. Marque el número de la cuadrícula universal.	
6. Marque el número de la cuadrícula universal.	
7. Marque el número de la cuadrícula universal.	
8. Marque el número de la cuadrícula universal.	
9. Marque el número de la cuadrícula universal.	
10. Marque el número de la cuadrícula universal.	
11. Marque el número de la cuadrícula universal.	
12. Marque el número de la cuadrícula universal.	
13. Marque el número de la cuadrícula universal.	
14. Marque el número de la cuadrícula universal.	
15. Marque el número de la cuadrícula universal.	
16. Marque el número de la cuadrícula universal.	
17. Marque el número de la cuadrícula universal.	
18. Marque el número de la cuadrícula universal.	
19. Marque el número de la cuadrícula universal.	
20. Marque el número de la cuadrícula universal.	
21. Marque el número de la cuadrícula universal.	
22. Marque el número de la cuadrícula universal.	
23. Marque el número de la cuadrícula universal.	
24. Marque el número de la cuadrícula universal.	
25. Marque el número de la cuadrícula universal.	
26. Marque el número de la cuadrícula universal.	
27. Marque el número de la cuadrícula universal.	
28. Marque el número de la cuadrícula universal.	
29. Marque el número de la cuadrícula universal.	
30. Marque el número de la cuadrícula universal.	
31. Marque el número de la cuadrícula universal.	
32. Marque el número de la cuadrícula universal.	

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFICA E INFORMATICA

CARTA TOPOGRAFICA
1:50,000



SIGNOS CONVENCIONALES

POBLACIONES

CONMAS DE 500 000 HABITANTES	PUEBLA
DE 100 000 A 500 000 HABITANTES	CUERNAVACA
DE 50 000 A 100 000 HABITANTES	ALVARADA
DE 20 000 A 50 000 HABITANTES	Alleende
DE 1 000 A 20 000 HABITANTES	Bachiviva
CON MENOS DE 1 000 HABITANTES	Los Sauces
TEMPORAL O NOMBRE DE LUGAR	Santa Rosa

VIAS TERRESTRES

- CARRETERA DE MAJ DE DOS CARRELES DE CUOTA LIBRE
- CARRETERA DE DOS CARRELES DE CUOTA LIBRE
- CARRETERA DE PEAJE
- NUMERO DE CARRETERA FEDERAL, ESTATAL
- TERMINACION
- BRECHA
- VEREDA
- VIA SEMIALLANUE FERROCARRIL, ESTACION DE FERROCARRIL
- VIA SOBRE DE FERROCARRIL
- PUENTE VIAL, PEAJERIA
- TUNEL DE CARRETERA, TUNEL DE FERROCARRIL
- VADO, RUTA DE EMBARCACION

AEROPUERTOS

- INTERNACIONAL, NACIONAL, LOCAL
- PISTA PAVIMENTADA, PISTA DE TIERRA

LINEAS DE CONDUCCION

- TELEFONICA, TELEGRAFICA
- ELECTRICA, SUBESTACION ELECTRICA
- CONDUCTO SUPERFICIAL, CONDUCTO SUBTERRANEO
- ACCESORIO SUPERFICIAL, ACCESORIO SUBTERRANEO

LIMITES

- INTERNACIONAL, MODERNA

PUNTOS GEODESICOS

- VERTICE DE POSICIONAMIENTO HORIZONTAL
- BANCO DE NIVEL
- ESTACION GRAVIMETRICA

OTROS RASGOS CULTURALES

- ESCUELA, TEMPLO, ASISTENCIA MEDICA
- EDIFICACION, CASA AJOLADA
- AREA URBANA, CERCA, BARRERA O DIVISION
- SITIO DE INTERES, CEMENTERIO
- MURO DE CONTENCION
- ESTRUCTURA ELEVADA, INSTALACIONES DE COMUNICACION
- ESTANQUE DE AGUA, TANQUE DE AGUA, OTROS DEPÓSITOS

REPRESENTACION DEL RELIEVE

- CURVA DE NIVEL ACOMODADA EN METROS
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA
- CURVA DE NIVEL AJUSTAR
- CURVA DE NIVEL ANOMALIA
- DEPRESION (ANOMALIA, ORDINARIA)
- PLANO FOTOGRAFOMETRICO ACOMODADO (METROS), ENTRADA A GRUTA

RASGOS HIDROGRAFICOS

- CORRIENTE O CUERPO DE AGUA, PERENE, INTERMITENTE
- MANANTIAL, CORRIENTE QUE DESAPARECE
- SALTO DE AGUA
- CANAL
- PRESA, BORDO
- MUELLE O EMBARCADERO, MALECON
- ROMPECIEN, FARO

AREAS SIMBOLIZADAS

- VEGETACION DENSA, CULTIVO O AREA VERDE URBANA
- ANILINDO, TERRENO SUJETO A INUNDACION
- ZONA ARENOSA, MAREJAS
- DUNAS, SALINA

CUBRIMIENTO FOTOGRAFICO

- ZONA DE VUELO
- ESCALA
- LINEA DE VUELO
- FECHA DE VUELO

LOCALIZACION

PROYECCION: CLARE 1986
 UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM HORIZONTAL: UTMS 14A UTM 18N
 REFERENCIA DE COTAS: NIVEL MEDIO DEL MAR
 PROCEDIMIENTO DE COMPILACION: FOTOGRAFOMETRICO
 CONVERGENCIA DE CUADRICULA PARA EL CENTRO DE LA HOJA: 0' 07" N
 DESVIACION MAGNETICA (MAYO 1999): 4'
 VARIACION MAGNETICA ANUAL: 4'
 PARA RESALAR EL NORTE MAGNETICO DE LA HOJA, UNIR EL PUNTO PIVOTE CON EL VALOR DEL ANGULO
 10° 14' EN LA ESCALA DEL TRANSPORTADOR UBICADA EN EL MARGEN SUPERIOR DE LA CARTA.
 TERCERA EDICION: 1995
 PRIMERA IMPRESION: 1997
 AUTORIDAD: INEGI / DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA

CUADRO PARA LA LOCALIZACION DE PUNTOS

PARA DAR UNA REFERENCIA PARA ESTE HOJA CON UNA APROXIMACION DE 100 M

ZONA DE CUADRICULA	100	PUNTO UTILIZADO COMO EJEMPLO	CASA ELIZABETH
UTM	18T	50	44
MT	MS	5	03
IDENTIFICACION DEL CUADRO DE 100,000 M DE LADO	REFERENCIAL DEL PUNTO UTILIZADO COMO EJEMPLO	MTMS	5 03 9

Se han tomado los datos de la hoja 18TMS 50 44 como ejemplo de un punto en un cuadro de 100,000 m de lado.

LA ACTUALIZACION DE ESTA CARTA SE REALIZO CON PROCESOS DIGITALES DE ACUERDO A LA NORMATIVIDAD DEL SISTEMA NACIONAL DE INFORMACION GEOGRAFICA (SINIG).



CARTA TOPOGRAFICA
1:50 000

ZUMPANGO DE OCAMPO E14A19
MEXICO E HIDALGO

ADVERTENCIA
ESTE PRODUCTO FUE ELABORADO POR EL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA, POR LO QUE NO PODRA REPRODUCIRSE, TOTAL O PARCIALMENTE SIN SU AUTORIZACION PREVIA Y POR ESCRITO.

LOS NUMEROS DE LA CUADRICULA UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR ESTAN REPRESENTADOS POR DOS DIGITOS. EL NUMERO COMPLETO APARECE EN LAS PRIMERAS COORDENADAS DEL ANGULO INFERIOR IZQUIERDO DEL MAPA. LA CUADRICULA CON UNA RESOLUCION REPRESENTA EL GRADUADO (EPOCA 1988) Y CON LA LINEA CONTINUA EL DATUM NAZI.

PARA TRANSFORMAR COORDENADAS DE DATUM NAZI A UTM: COORDENADAS GEOGRAFICAS: SUMAR 23° EN LATITUD; SUMAR 910° EN LONGITUD. COORDENADAS UTM: RESTAR 38 M. EN E; SUMAR 201 M. EN N.

ESCALA 1:50,000

EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVEL: 20 METROS

REPLICAR AL USUARIO NOTIFICAR LAS POSIBLES VARIACIONES EN LA INFORMACION QUE SE ENCUENTRA EN LA CARTA. A NIVEL DE DIRECCION GENERAL DE GEOGRAFIA DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA. AV. CALZADA DE LA PAZ 141, PUNTO DE PARTIDA C.P. 20720 AGUASCALIENTES, AGS. TEL. 910 54-11 inegi@inegi.gob.mx

LOS TONOS DE GRIS CORRESPONDEN AL MODELO DIGITAL DE ELEVACION EMPLEADO PARA LA REPRESENTACION SOMBRADA DEL RELIEVE.