



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN ARQUITECTURA

RECUPERACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA DEL SIGLO XIX “HACIENDA PULQUERA SAN DIEGO XOCHUCA EN EL ESTADO DE TLAXCALA”

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRÍA EN ARQUITECTURA

PRESENTA:
ARQ. MONTSERRAT PINEDA ESPEJEL

TUTOR
DR. EN ARQ. CARLOS DARÍO CEJUDO CRESPO
Facultad de Arquitectura UNAM

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., SEPTIEMBRE 2018



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.

SÍNODO:



Director de tesis: Dr. en Arq. Carlos Darío Cejudo Crespo

Asesor 1: Dr. en Arq. Ricardo Prado Núñez

Asesor 2: Dr. en Arq. Agustín Hernández Hernández

Asesor 3: Dr. en Arq. José Gerardo Guízar Bermúdez

Asesor 4: Dr. en Arq. Tarsicio Pastrana Salcedo

Lugar donde se realizó la tesis:
Universidad Nacional Autónoma de México



INSTITUTO
DE INVESTIGACIONES
HISTÓRICAS

DEDICATORIAS

La presente tesis se la quiero dedicar con mucho cariño a mis padres:

José Luis Pineda y Guillermina Espejel

A mis hermanas Marina Itzel y Sarai.

A toda mi familia y en especial a Saúl.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres José Luis y Guille.

Gracias por apoyarme siempre que los necesito. Gracias por enseñarme todo lo que se, que si no fuera por ustedes no hubiera logrado todo lo que soy ahora.

A Itzel y Sarai.

Las quiero mucho. Muchas gracias por ayudarme, por ser las hermanas incondicionales.

A mi mami Ernestina y mi mami Rosa.

Gracias por darme su sabiduría, amor y cariño. Las admiro porque son un ejemplo de mujeres trabajadoras.

A Saúl.

Gracias por todo el apoyo incondicional que me diste. Eres mi inspiración, te doy gracias por todo lo que me has enseñado. Tú fuiste quien me alentó a seguir adelante. T.A.

A toda mi familia, Pineda y Espejel.

Es una gran familia, gracias por el apoyo tíos, tías, primos y primas.

Al Dr. Carlos Darío Cejudo

Gracias por su guía y apoyo.

Al C. Guillermo Ramírez

Gracias por brindarme su apoyo y las facilidades otorgadas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios de posgrado.

Resumen

La presente investigación es el resultado del análisis de la arquitectura de tierra, enfocada en las construcciones de adobe en un contexto de Haciendas Pulqueras de la zona central-norte del Estado de Tlaxcala. Se tomó como objeto de estudio la hacienda San Diego Xochuca, ubicada en el municipio de Tlaxco. Este estudio se realizó tomando en cuenta las características físicas y geográficas del asentamiento de las haciendas pulqueras de la zona de estudio, identificando las técnicas empleadas en la construcción del edificio y analizando las propiedades mecánicas y constructivas de los materiales que se encuentran en estas estructuras. Se proporciona un proceso de restauración y una reflexión acerca de la importancia del valor cultural y arquitectónico de las construcciones de adobe. Se realizó además una propuesta para la recuperación estructural del adobe en la zona destinada al Almacén de Carbón manteniendo su composición original de la hacienda. Se concluyó que el proceso de restauración utilizado para el proyecto fue funcional, ya que con él es posible recuperar la totalidad de la estructura.

Abstract

The present research is the result of the analysis of the soil-based architecture, focusing on the buildings made of *adobe* in a context of the *haciendas pulqueras* of the central-north region of the Tlaxcala State. The object of study is the Hacienda San Diego Xochuca, located in the municipality of Taxco. This study was conducted by taking into account the physical and geographical properties of several *haciendas pulqueras* found in the region of consideration, identifying the techniques used for the construction of the building, and analysing the mechanical properties of the materials found in this type of structures. A restoration process is provided along with a discussion about the importance of the cultural and architectural value of the *adobe* buildings. In addition, a proposal for the structural recovery of the adobe-based building to be used as the Carbon Storehouse is presented where the original composition of the *hacienda* is maintained. It is concluded that the restoration process is functional as it allows to fully recover the whole structure.

Índice de Contenido

Capítulo 1	1
I. Introducción.....	2
Capítulo 2	5
I. Antecedentes históricos de haciendas en el Siglo XIX.....	6
II. Localización de la hacienda San Diego Xochuca.....	9
III. Características físicas y geográficas favorables para el asentamiento de la hacienda.....	13
IV. Descripción de haciendas pulqueras y su programa de necesidades.....	20
Capítulo 3	29
I. Antecedentes históricos de la arquitectura de tierra.....	30
II. Características de la arquitectura de tierra.....	34
III. Técnicas de construcción con tierra.....	44
Capítulo 4	49
I. Valor cultural y social del inmueble.....	50
II. Identificación del inmueble.....	55
III. Identificación del sistema constructivo del inmueble.....	77
IV. Identificación de daños.....	89
V. Propuesta de adecuación.....	96
VI. Acciones de conservación y restauración en los espacios del inmueble intervenidos.....	100

VII. Propuesta de adaptación de los espacios.....	104
Capítulo 5	111
I. Etapas del proyecto de recuperación estructural para construcciones patrimoniales.....	112
II. Aplicación del proceso.....	119
III. Planteamiento de intervención y diagnóstico.....	144
IV. Propuesta de solución y proceso de restauración.....	145
Capítulo 6	163
I. Importancia del valor cultural y arquitectónico.....	164
II. Proceso de restauración.....	164
III. Recuperación estructural del Almacén de Carbón.....	165
IV. Comentarios finales.....	166
Fuentes	167
I. Fuentes bibliográficas.....	168
Anexo 1	175
I. Proceso de elaboración del pulque de la Hacienda San Diego Xochuca.....	176
Anexo 2	191
I. Cálculos realizados.....	192

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN



*"Franco... tuya es la hacienda...
la casa, el caballo y la pistola...
Mía es la voz antigua de la tierra."*

- León Felipe

I. Introducción

La arquitectura de tierra o también conocida como construcción tradicional de alguna región es una forma de construir con materiales y técnicas del lugar. Esta arquitectura y el valor de estos sistemas constructivos tanto en el patrimonio cultural y el patrimonio arquitectónico se han ido perdiendo. Este tipo de arquitectura se encuentra comúnmente en haciendas. En haciendas del estado de Tlaxcala se encuentran algunas de estas técnicas constructivas como lo son aquellas a base de tapia y bloques de adobe. Dentro del campo de estudio y práctica de la restauración, existen diversas técnicas para restaurar ciertos materiales. Sin embargo, en el caso de la arquitectura de tierra, dichas técnicas son complicadas ya que los elementos empleados son a base de un material flexible.

Dentro de dicho contexto de arquitectura de tierra, se encuentran las haciendas dedicadas a la producción del pulque. La elaboración de pulque estuvo tradicionalmente a cargo de las personas nativas de una región donde el principal cultivo era el maguey. Su producción estaba caracterizada en ser de pequeña escala, ya que el pulque solo se consumía localmente. A partir del siglo XVIII los españoles dueños de algunas haciendas comenzaron a producir esta bebida tomando en cuenta que su consumo era popular creando una demanda constante de este producto.

Con la demanda del pulque se tuvieron que contemplar y adaptar algunos espacios en las haciendas para realizar el proceso de su elaboración, debido a que era ahí donde se consumía comúnmente y con mayor frecuencia. Dentro del conjunto de las haciendas se contempló un espacio destinado para dicho proceso llamado Tinacal, donde en su interior se almacenaban tinas empleadas para la fermentación del agua miel.

Los edificios de las haciendas pulqueras se componen de la vivienda para el hacendado, los cuartos para trabajadores “de confianza”, la administración, la capilla, chozas para trabajadores comunes (llamadas calpanerías) y el tinacal. Actualmente las edificaciones se están perdiendo, al ser parte de un proceso de transformación debido a que el uso, costumbres o actividades que se realizaban en ellas han perdido vigencia. Estos

espacios tienen un importante papel cultural y social con un valor arquitectónico único que a lo largo del tiempo se han ganado su lugar en la historia.

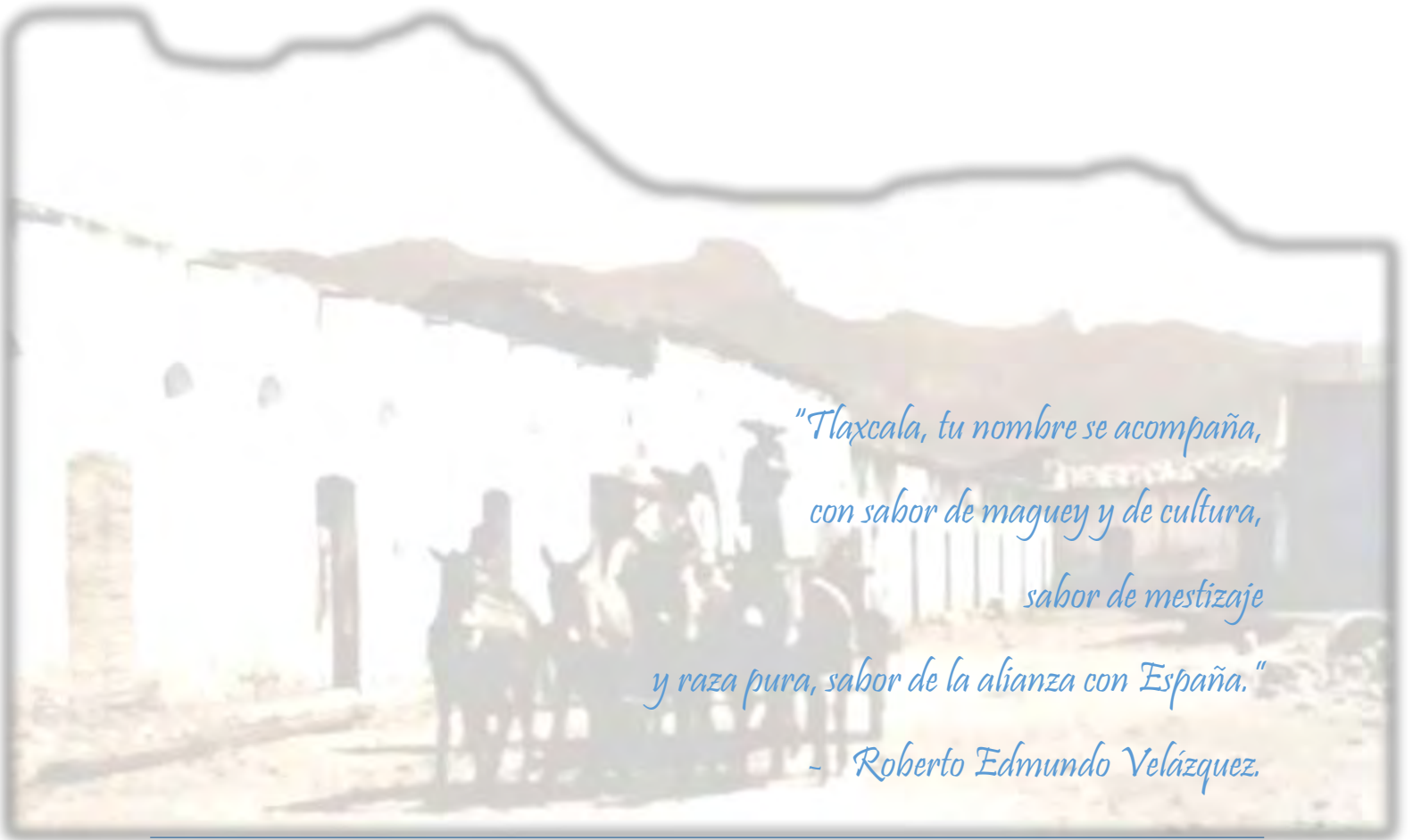
El planteamiento de esta investigación consta del análisis de la arquitectura de tierra enfocada en las construcciones de adobe en un contexto de haciendas pulqueras de la zona central-norte del Estado de Tlaxcala. Se tomó como objeto de estudio la hacienda San Diego Xochuca, ubicada en el municipio de Tlaxco en el estado de Tlaxcala.

La finalidad es proporcionar un proceso de restauración, así como determinar la importancia del valor cultural y arquitectónico de las construcciones de adobe. Lo anterior se logra tomando en cuenta las características físicas y geográficas del asentamiento de las haciendas pulqueras de la zona de estudio, identificando que técnicas se emplearon en la construcción del edificio y analizando las propiedades mecánicas y constructivas de los materiales que se encuentran en estas estructuras. Finalmente se propone un nuevo uso, identificando los problemas que causan el daño en el inmueble y su posible solución.

Se realizó una propuesta para la recuperación estructural de los espacios en abandono manteniendo su composición original de la hacienda, en específico para la zona destinada al almacén de carbón. Esta propuesta se desarrolla en tres etapas: etapa de identificación (recolección de la información), etapa analítica (análisis de materiales y revisión de causas de daños) y etapa de diagnóstico y solución (diagnóstico, recomendaciones para su tratamiento y solución en sus diferentes componentes). La solución que se trabajó es con materiales flexibles, reforzando desde la cimentación, muros, y cubierta.

CAPÍTULO 2

LA ARQUITECTURA DE HACIENDAS PULQUERAS EN EL ESTADO DE TLAXCALA



*"Tlaxcala, tu nombre se acompaña,
con sabor de maguey y de cultura,
sabor de mestizaje
y raza pura, sabor de la alianza con España."
- Roberto Edmundo Velázquez.*

I. Antecedentes históricos de haciendas en el Siglo XIX

Después de la Conquista en la primera mitad del siglo XVI, los hispanos fueron obteniendo mercedes de tierra en la Nueva España, principalmente para labores agrícolas o estancias ganaderas. En un principio la corona dispuso que las comunidades indígenas poseyeran tierras y agua, mismas a las que no tendrían acceso los españoles, todo ello con el objeto de salvaguardar a dichos grupos nativos y con ello obtener su tributo generoso (Terán Bonilla, 1996).

Para la segunda mitad del siglo XVI, la mayor parte del territorio tlaxcalteca ya había pasado a propiedad de españoles debido a diversas causas. La primera causa fundamental fue que algunos españoles habían contraído nupcias con nobles tlaxcaltecas, contribuyendo a que tanto ellos como sus hijos mestizos adquirieran derecho de propiedad sobre la tierra indígena de su cónyuge y la segunda, a que los propios indígenas, al no poder explotar sus tierras por falta de manos que las trabajaran. Lo anterior debido a que la población había disminuido considerablemente por las epidemias y el hambre o los pobladores habían vendido sus propias tierras (González Sánchez & Meade de Angulo, 1982).

Las haciendas tuvieron un papel muy importante en la economía del virreinato de la Nueva España, al ser las células de abastecimientos de diversos productos a las ciudades y centros mineros de sus alrededores. En general, para mediados del siglo XVIII, la hacienda había logrado satisfacer la demanda regional de los mercados; algunas eran manejadas directamente por sus propietarios, mientras que otras estaban bajo la supervisión de un administrador o de un mayordomo. Sin embargo, también existían haciendas arrendadas, lográndose así que estas existieran desde la época colonial hasta la primera década del siglo XX.

Durante la Colonia, Tlaxcala contó principalmente con haciendas agrícolas, ganaderas y de producción mixtas. Para fines del siglo XVIII, las haciendas de Tlaxcala ya se encontraban consolidadas (González Sánchez, 1969). Durante este siglo algunas haciendas, incrementaron la explotación de los magueyes al aumentar la demanda de

pulque, producto que se había venido elaborando en pequeñas cantidades para el autoconsumo en las haciendas.

Este hecho originó la adaptación de espacios para tinacales en las haciendas, ya que se requería de una producción a escala mayor, con el objeto de poder satisfacer la demanda, repercutiendo en mayores ganancias para el propietario.

Para el periodo del Porfiriato, las haciendas particulares se incrementaron, debido a que aquellas que eran propiedad de las iglesias pasaron a ser parte del estado por la Ley de Desamortización de los Bienes Eclesiásticos del 12 de julio de 1856 y estas a su vez pasaron a poder de los hacendados (Gutiérrez Casillas, 1974). Es en esta época que se introduce el ferrocarril, el cual proporcionó a las haciendas beneficios tales como: mayor capacidad de venta de sus productos (sobre todo de granos y pulque) al ser más rápido su traslado a los centros de consumo (Puebla y México principalmente) y un menor costo de los fletes.

El empleo del ferrocarril provocó, en algunos casos, que los dueños de haciendas pulqueras se convirtieran en propietario de pulquerías en las ciudades de Puebla y México, con el propósito de monopolizar la producción, distribución y consumo de dicha bebida, logrando con ello grandes capitales. Tal es el caso de la Compañía Expendedora de Pulque, Sociedad Cooperativa Limitada, formada en la ciudad de México en 1909 (Meade de Angulo, 1984).

Dentro del anterior escenario histórico es donde encontramos ubicada la hacienda de San Diego Xochuca, hacienda pulquera del municipio de Tlaxco.

En el mapa de la Figura 1 mapa se puede observar que en 1910 se encontraban ubicados y delimitados 6 distritos dentro del estado de Tlaxcala. Ubicando haciendas y ranchos que existían en ese año, incluyendo la hacienda San diego Xochuca, que se encuentra dentro del distrito de Morelos.



Figura 1 Distritos del Estado de Tlaxcala en 1910 (ILCE, 2013).

Las haciendas estaban formadas por un conjunto de edificios entre los que se encontraban aquellos que servían de habitación a los trabajadores. Al grupo de estas construcciones se le denominó calpan o calpanería, término compuesto por calli, “casa” y pan, desinencia toponímica, es decir, “lugar de casa” o también por la terminación hispana eria, que significa “lugar o sitio” (Loreto López, 2001).

En la época colonial los trabajadores vivieron en construcciones integradas indistintamente a cuáles quiera de los edificios del complejo arquitectónico de la hacienda (casco), en los archivos de la época, estas construcciones se designan con el nombre de “portales” y “galeras”.

Para principios del siglo XIX, al aumentar el número de peones permanentes, los requerimientos de vivienda dentro de la propiedad fueron distintos; las construcciones donde hasta entonces habían vivido en las fincas coloniales se habían modificado. El cambio no fue tan solo en dimensiones sino en la concepción de la arquitectura de las viviendas de los trabajadores.

II. Localización de la hacienda San Diego Xochuca

La hacienda “San Diego Xochuca” se encuentra localizada en la Carretera Federal 150 Apan Hidalgo Km.9, en el municipio de Tlaxco, estado de Tlaxcala. Su construcción fue aproximadamente en el año 1847 y su producción es principalmente el cultivo y la explotación del maguey. Desde el siglo XIII, los habitantes del altiplano mexicano ya usaban el maguey como alimento, medicina, artesanía y como una bebida obtenida con la fermentación de este (pulque). Anteriormente el pulque era una bebida que solo tomaban los nobles, sacerdotes y reyes. Sin embargo, con la llegada de los españoles se hizo de uso común.

En la Figura 3 se aprecia la actual división política del estado de Tlaxcala, el nombre de cada municipio se puede observar en la Tabla 1.



Figura 2 Ubicación del estado de Tlaxcala en la República Mexicana (Travelbymexico, 2017).

Tlaxcala

División municipal



Figura 3 División municipal del Estado de Tlaxcala al 2010 (INEGI, 2010).

El Estado de Tlaxcala se localiza en la zona centro de la República Mexicana y es una de sus entidades mas pequeñas, es decir, se encuentra entre las que poseen menor territorio, ya que cuenta con una extensión territorial de 3997 km², lo que equivale al 0.2% del territorio mexicano (INEGI, 2010). Colinda al norte con los estados de Hidalgo y Puebla; al este y sur con el estado de Puebla y al oeste con los estados de Puebla, Mexico e Hidalgo.

La hacienda se encuentra localizada en el municipio de Tlaxco con el numero marcado 034 en la Tabla 1.

Tabla 1 División municipal del estado de Tlaxcala (INEGI, 2010).

<i>Lista de Municipios en el Estado de Tlaxcala</i>	
001 Amaxac de Guerrero	031 Tetla de la Solidaridad
002 Apetatitlan de Antonio Carvajal	032 Tetlatlahuca
003 Atlangatepec	033 Tlaxcala
004 Alzayanca	034 Tlaxco
005 Apizaco	035 Tocatlán
006 Calpulalpan	036 Totolac
007 El Carmen Tequexquitla	037 Zitlaltepec de Trinidad Sánchez Santos
008 Cuapiaxtla	038 Tzompantepec
009 Cuaxomulco	039 Xaloztoc
010 Chiautempan	042 Xicohtzinco
011 Muñoz de Domingo Arenas	043 Yauhquemecan
012 Españaita	044 Zacatelco
013 Huamantla	045 Benito Juárez
014 Hueyotlipan	046 Emiliano Zapata
015 Ixtacuixtla de Mariano	047 Lázaro Cárdenas
016 Ixteco	048 Magdalena Tlaltelulco
017 Mazatecochco de José Maria Morelos	049 san Damian Texoloc
018 Contla de Juan Cuamatzi	050 San Francisco Tetlanohcan
019 Tepetitla de Lardizábal	051 San Jerónimo Zacualpan
020 Sanctórum de Lázaro Cárdenas	052 San José Teacalco
021 Nanacamilpa de Mariano Arista	053 San Juan Huactzinco
022 Acuamala de Miguel Hidalgo	054 San Lorenzo Axocomanitla
023 Natívitás	055 San Lucas Tecopilco
024 Panotla	040 Xaltocan
025 San Pablo del Monte	041 Papalotla de Xicohténcatl
026 Santa Cruz Tlaxcala	056 Santa Ana Nopalucan
027 Tenancingo	057 Santa Apolonia Teacalco
028 Teolocholco	058 Santa Catarina Ayometla
029 Tepeyanco	059 Santa Cruz Quilehtla
030 Terrenate	060 Santa Isabel Xiloxotla



Figura 4 Ubicación de la Hacienda San Diego Xochuca en el Estado de Tlaxcala y haciendas vecinas (De la Torre Villalpando, 1988).

En la actualidad, muchas haciendas pulqueras han preferido dedicarse a sembrar otro tipo de cultivos más redituables, dejando en el olvido el maguey y ocasionando que la población de este se vea drásticamente reducida.

La comercialización del pulque se ha complicado en años recientes, debido a que tan solo en la Ciudad de México han desaparecido un 70% de las pulquerías, incrementándose el número de bares que sirven bebidas extranjeras. Lo anterior provoca que el pulque vaya quedando en el olvido.

En la Figura 5 se muestra la fundación de la hacienda, se localizó en el plano junto con otras haciendas y se puede ver la fecha aproximada de la construcción a finales del siglo XIX.

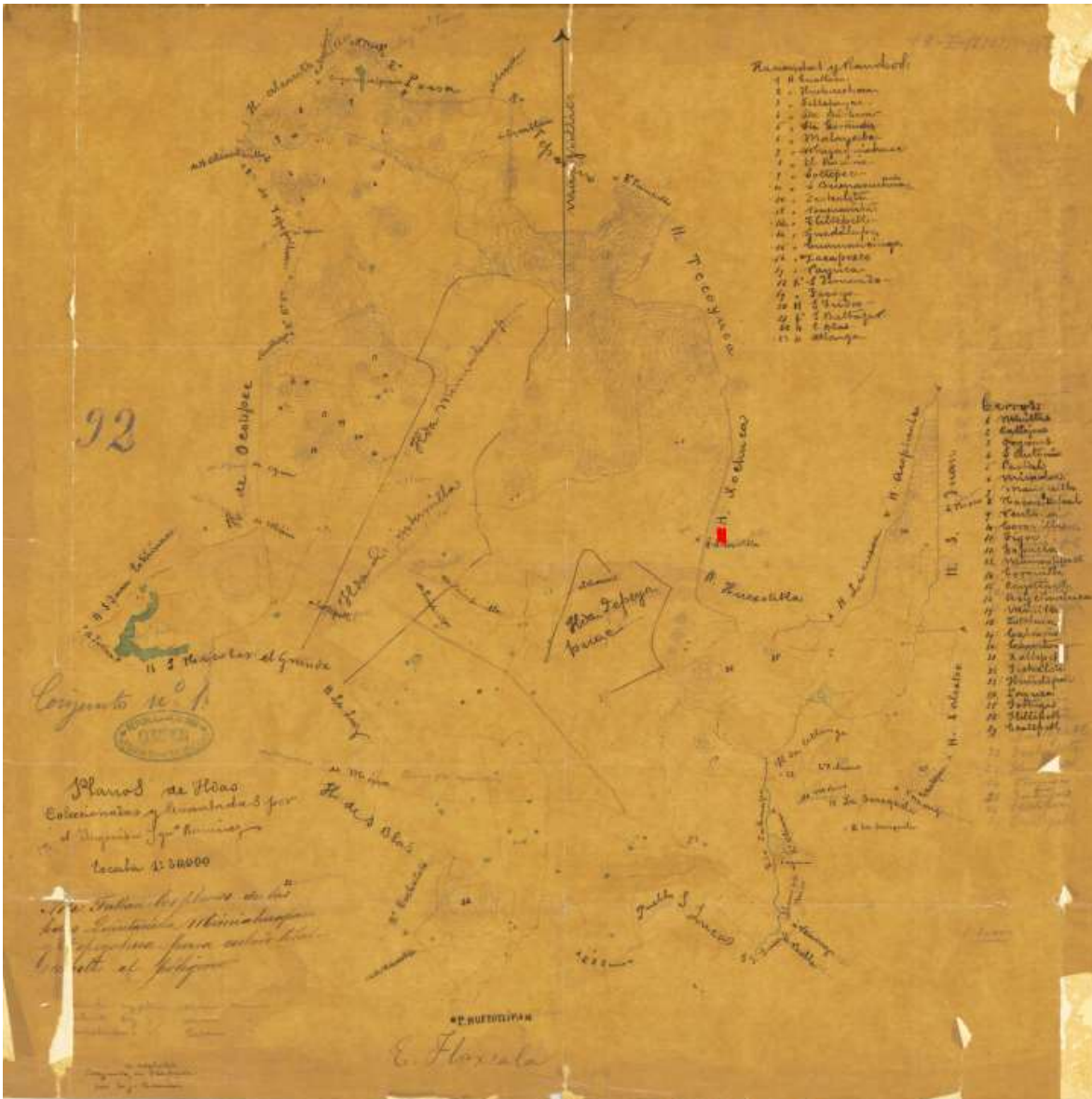


Figura 5 Plano de haciendas y ranchos en Tlaxcala, conjunto no.1 (SIAP, 2018).

III. Características físicas y geográficas favorables para el asentamiento de la hacienda.

Para el establecimiento de las haciendas se consideraban varios factores, como la existencia o cercanía de recursos naturales propicios para generar actividades productivas. Algunas de las primeras haciendas se erigieron ante la presencia de minerales, ya que los españoles buscaban primordialmente extraer metales preciosos,

pues con la encomienda se habían saqueado varias minas. De acuerdo con la normatividad, los españoles poseían derecho de asentarse en villas y los nativos no tenían posibilidades de acceso, no obstante, el mestizaje originó que se dejaran de ocupar esos espacios únicamente por los ibéricos, ya que sus descendientes también comenzaron a tener derechos en esos espacios. Asimismo, la necesidad de mano de obra permitió que se asentaran los indígenas, algunos de ellos en las cercanías y otros trasladándose de sus poblados cercanos. Muchos indígenas, al trasladarse a los centros de población, evitaban las posibles epidemias o enfermedades que se daban en los medios rurales, así como la falta de oportunidades o de atenciones médicas. Sin embargo, muchos de ellos se mantuvieron en sus terrenos, por temor a perder sus tierras y por el sentimiento de estar cerca de sus antepasados (Von Wobeser, 2010).

Las haciendas concentraban todas las instalaciones necesarias en su extensión territorial, ya que contenían lo indispensable para que los peones no tuvieran que salir. El pago a los trabajadores era a través de la tienda de raya, algunos vivían en las calpanerías y para ejercer la religión usaban las capillas emplazadas en el mismo sitio.

En general, para mediados del siglo XVIII, la hacienda había logrado satisfacer la demanda regional de los mercados. Algunas eran manejadas directamente por sus propietarios, otras estaban bajo la supervisión de un administrador o de un mayordomo. Sin embargo, también existían haciendas arrendadas, lográndose así que estas existieran desde la época colonial hasta la primera década del siglo XX.

Asentamiento

Durante el siglo XVIII algunas haciendas productoras de maguey se encontraban consolidadas e incrementaron la explotación de los magueyes al aumentar la demanda de pulque, producto que se había venido elaborando en pequeñas cantidades para el autoconsumo en las haciendas.

Este hecho originó la adaptación de espacios en las haciendas destinados específicamente para la ubicación de las tinajas donde se elaboraba y fermentaba el pulque. Al requerirse de una producción a escala mayor con el objeto de poder satisfacer la demanda, estos espacios denominados Tinacales se convirtieron en un espacio

distintivo de una hacienda pulquera. Fue así que dicha expansión y producción repercutió en mayores ganancias para el propietario.



Figura 6 Hacienda San Diego Xochuca, al fondo el peñón del rosario 1980 (Sosa Herrerías, 1980).

En el estado de Tlaxcala se asentaron haciendas agrícolas y algunas con actividades ganaderas. Durante el siglo XIX se impulsó la introducción del pulque, complementándose la producción hacendaria de esa región, por lo que aparte de poseer un área de cultivo contaban además con construcciones destinadas a la producción, es decir, aparte de la extensión de sembradíos de maguey existían las áreas de trabajo para la obtención de pulque. La falta de un clima húmedo propicio que se generara un terreno agreste, al cual se le supo sacar provecho cultivando esa planta para la extracción de bebidas pulqueras que resultaron ser una importante industria durante el siglo XIX (Rodríguez Licea, 2014).

Clima

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2018), el 99.2% de la superficie del estado presenta clima templado subhúmedo, el 0.6% presenta clima seco

y semi seco, localizado hacia la región este, el restante 0.2% presenta clima frío, localizado en la cumbre de La Malinche. La temperatura media anual es de 14°C, la temperatura máxima promedio es alrededor de 25°C y se presenta en los meses de abril y mayo, la temperatura mínima promedio es de 1.5°C en el mes de enero. La precipitación media estatal es de 720 mm anuales, las lluvias se presentan en verano en los meses de junio a septiembre.

En el municipio de Tlaxco, el clima es semi-frío con lluvias regulares en los meses de julio a octubre, los meses con elevadas temperaturas son mayo a julio llegando a los 28°C y en los meses de noviembre a febrero tiene una mínima de temperatura llegando a descender algunos días por debajo de -1°C.



Figura 7 Clima del Estado de Tlaxcala (INEGI, 2018).

Regiones Hidrológicas del Estado de Tlaxcala (INEGI, Tlaxcala, Hidrología, 2018)

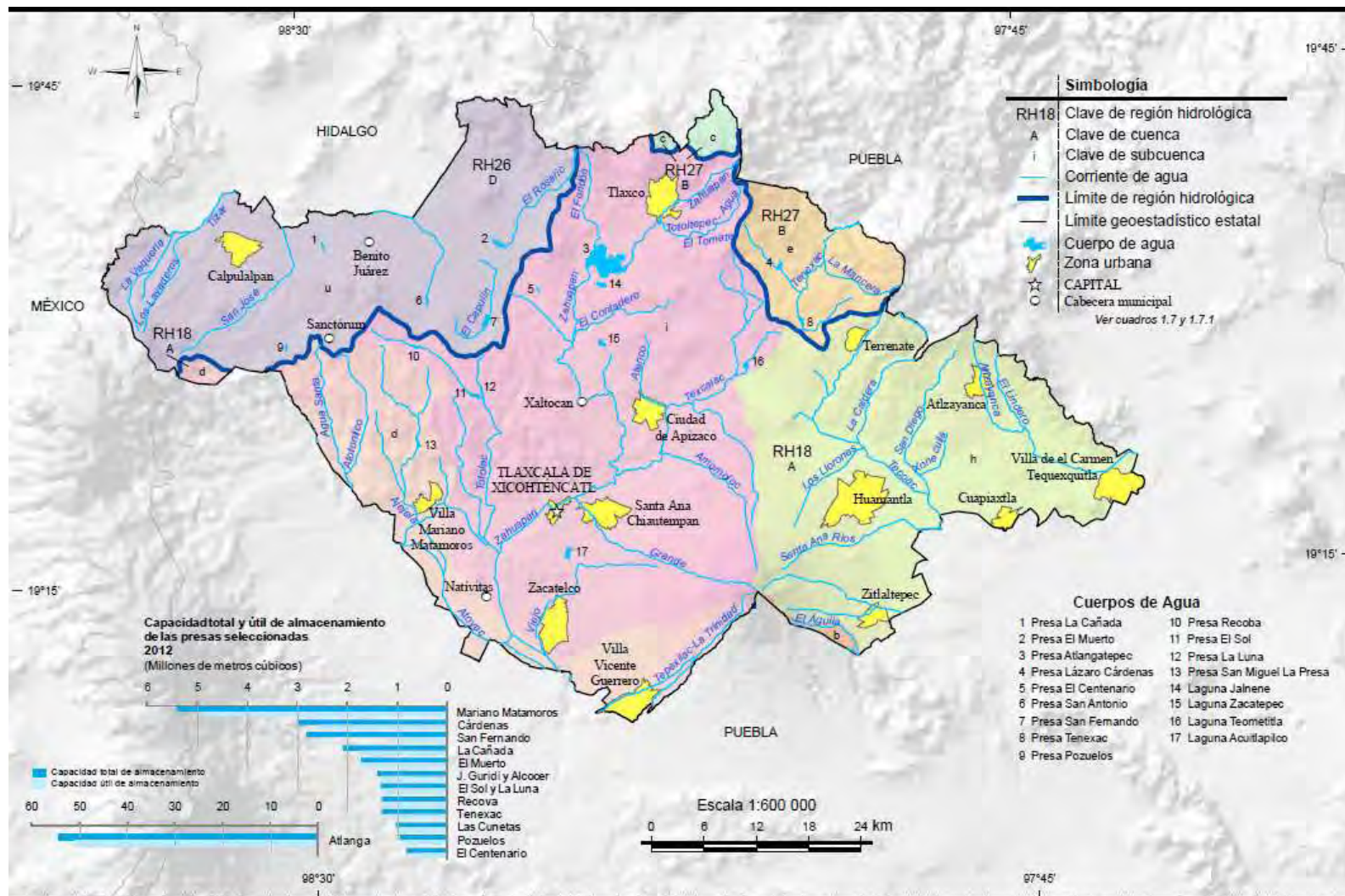
Las aguas superficiales del Estado de Tlaxcala están distribuidas en tres regiones hidrológicas: RH18 Balsas, RH26 Pánuco y RH27 Tuxpan-Nautla.

La región hidrológica RH18 Balsas. Con su cuenca Río Atoyac cubre el 74.46% de la superficie estatal, drenando las aguas del centro y sur de la entidad hacia el río Atoyac que se convierte en el río Balsas y finalmente vierte sus aguas al océano Pacífico. Dentro del territorio tlaxcalteca está conformada por cuatro subcuencas hidrográficas de las cuales una, la subcuenca de la Laguna Totolcingo, es de tipo endorreica; es decir que las aguas no tienen salida al océano. El río Atoyac nace en la Sierra Nevada en el estado de Puebla, ingresa al estado de Tlaxcala recorriendo un pequeño tramo al sur de la entidad y luego vuelve a entrar a Puebla; atraviesa Puebla de norte a sur y luego ingresa al estado de Guerrero donde toma el nombre de río Mezcala y posteriormente el nombre de río Balsas. Con el nombre de río Balsas discurre por los estados de Guerrero y Michoacán para desembocar en el Océano Pacífico. Tiene una longitud de 770 km lo que lo hace uno de los más largos de México; tiene una cuenca de 117.406 km² y tiene un escurrimiento natural medio anual superficial de 16.279 millones de metros cúbicos.

La región hidrológica RH26 Pánuco con la subcuenca Lago Tochac y Tocomulco. Cubre el 19.86% de la superficie estatal, drenando las aguas del noroeste de la entidad hacia estos lagos de modo que su drenaje resulta también de naturaleza endorréica.

La región hidrológica RH27 Tuxpan-Nautla. Cubre el 5.68% del territorio estatal, drenando las aguas de una porción del norte de la entidad hacia el río Tecolutla para verter sus aguas finalmente al Golfo de México. Las subcuencas de esta región hidrológica y la porción del territorio estatal que cobijan son: Río Laxaxalpan (0.79%) y Río Apulco (4.89%). El río Tecolutla tiene sus nacientes en el estado de Puebla, atraviesa Veracruz y desemboca en el Golfo de México. Tiene una longitud de 375 km, una cuenca de 7903 km² y un escurrimiento natural medio anual superficial de 6.098 millones de metros cúbicos. Los principales cuerpos de Agua presentes en el estado son: Laguna Acuitlapilco, Laguna Zacatepec, Laguna Jalnene, Laguna Teometitla, Presa Atlangatepec, Presa San Fernando, Presa La Luna, Presa El Sol, Presa Recoba, Presa San Miguel La Presa, Presa El Muerto, Presa San Antonio, Presa Lázaro Cárdenas, Presa Tenexac, Presa Pozuelos, Presa La Cañada y Presa El Centenario

En referencia a las aguas subterráneas la CONAGUA tiene delimitados 4 acuíferos en la entidad, de los cuales ninguno está sobreexplotado.



Fuente: INEGI-CONAGUA, 2007. Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México escala 1:250 000.
INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de la Carta Hidrológica de Aguas Superficiales Escala 1:250 000, serie I.
INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000, serie II.
Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal. Distrito de Riego 056 "Atoyac-Zahuapan".

Figura 8 Mapa de Hidrografía del Estado de Tlaxcala (INEGI, Tlaxcala, Hidrología, 2018).

Vías de comunicación

En la época del Porfiriato se introduce el ferrocarril, el cual proporcionó a las haciendas beneficios tales como: mayor capacidad de venta de sus productos, sobre todo de granos y pulque, al ser más rápido su traslado a los centros de consumo (Puebla y México principalmente) y un menor costo de los fletes.



Figura 9 Líneas de ferrocarril introducidas durante el Porfiriato (Modernismo en el Porfiriato, 2010).

En los inicios del gobierno de Próspero Cahuantzi (etapa de 1885 a 1911 conocida como el Prosperato), Tlaxcala ya gozaba de una importante red de comunicación ferroviaria interestatal. La línea del Ferrocarril Mexicano que unía a la Ciudad de México con Veracruz pasaba por Apan, Apizaco, Santa Ana, Tlaxcala y Puebla, mientras la ruta del Ferrocarril Inter oceánico corría por la zona norte del estado y tenía una estación en Calpulalpan. Desde la década de 1880 algunos terratenientes comenzaron a construir una serie de vías con trenes de tracción animal, con el propósito de enlazar sus propiedades entre sí y con las estaciones de ferrocarril más cercanas. Hacia fines del Prosperato había ya 40 de esas líneas locales, que ocupaban una extensión total de

267km; de ellas, solo dos estaban abiertas al uso público y el resto servían para transportar los productos de sus dueños. Especialmente las haciendas fueron las más favorecidas con la red ferroviaria, ya que pudieron llevar sus mercancías a distancias más lejanas, en mayores volúmenes, con más rapidez y a menores costos que antes, con lo cual lograron incrementar sus ganancias y hacer más rentables sus propiedades (Rendón Garcini, 2016).

El paso de este moderno medio de transporte también generó un considerable aumento en el valor de la tierra, con alcances generalizados a todas las propiedades rurales que había en el estado, lo que propició la especulación y el incremento de los impuestos por derechos de tenencia (Rendón Garcini, Tlaxcala. Historia breve, 2016).

IV. Descripción de haciendas pulqueras y su programa de necesidades

Es importante mencionar cual es el concepto de hacienda para poder determinar la jerarquía de los usos y su valor. El concepto de hacienda puede definirse desde diferentes perspectivas. Puede considerarse como institución social y económica, unidad económica de producción, propiedad agrícola o como unidad productiva del campo.

Concepto de Hacienda desde diversas perspectivas

Herbert. J. Nickel (1988) toma el concepto de hacienda, como institución social y económica cuya actividad productora se desarrolla en el sector agrario, la cual está definida por las siguientes características (constitutivas) primarias:

- a. Dominio de los recursos naturales (la tierra, el agua).
- b. Dominio de la fuerza de trabajo (los recursos humanos).
- c. Dominio de los mercados regionales – locales.
- d. Exigencia de una utilización colonialista (constituyendo a la vez la legitimación de los puntos 1 a 3).

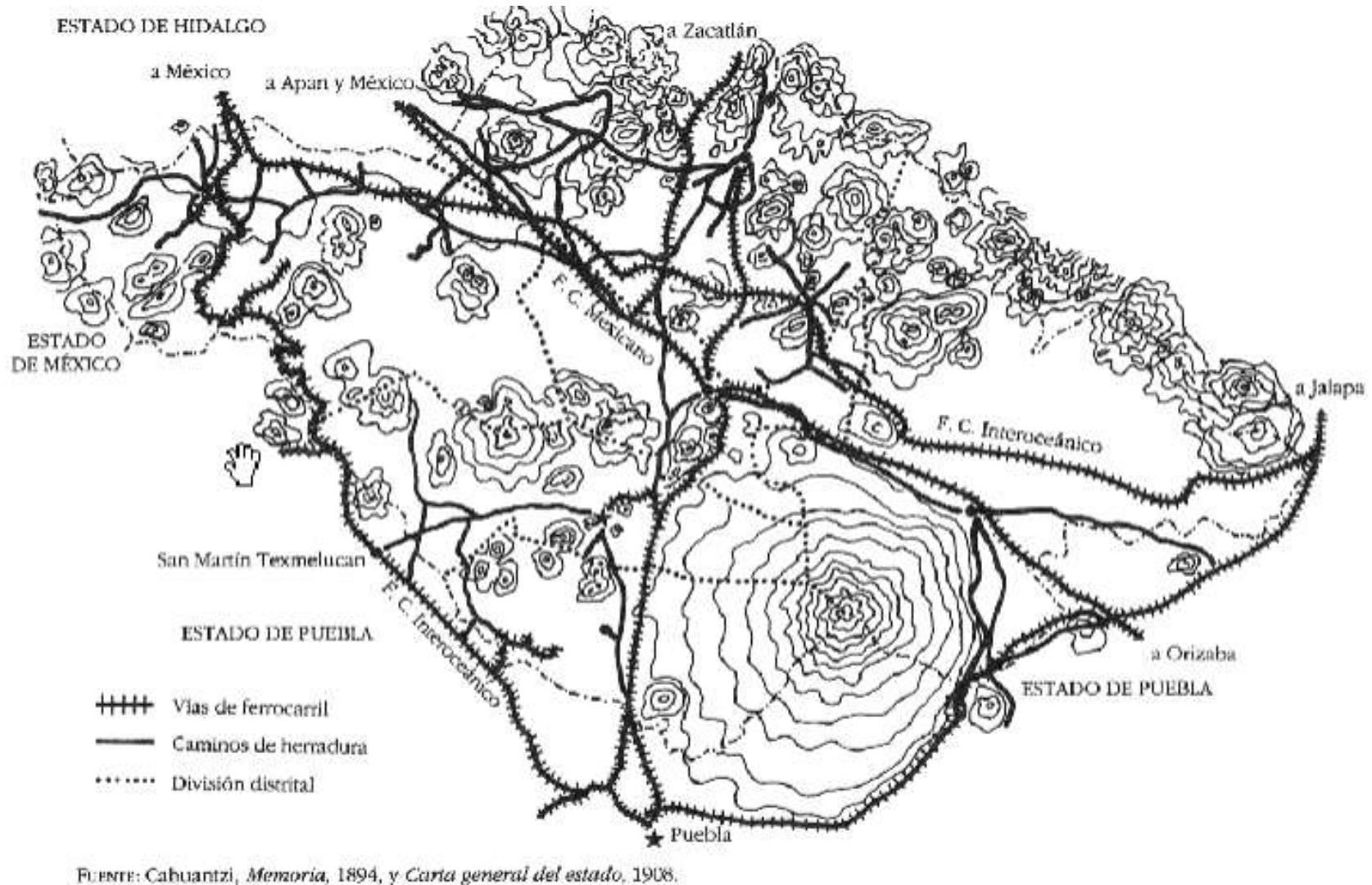


Figura 10 Mapa de Orografía y vías de comunicación a principios del siglo XX (Cahuantzi, 1894).

Herbert también menciona que, como variables de los tipos regionales y temporales de la hacienda, se consideran las características estructurales secundarias; a ellas pertenece, por ejemplo, las siguientes:

1. La extensión (por encima de su valor límite)
2. La elección de su producto
3. El volumen de la producción
4. La procedencia del capital
5. El arrendamiento
6. El absentismo de los propietarios
7. El grado de autarquía económica (es decir un sistema de autosuficiencia económica).
8. El volumen de la producción auto-consumida
9. El grado de la división del trabajo
10. El equipamiento de la explotación
11. Las técnicas de trabajo

Según el equipamiento que posean las haciendas en relación con las variables secundarias resultan tipos distintos de las mismas con ubicaciones determinadas, como las plantaciones de café, de algodón, de henequén, o las explotaciones dedicadas a la cría de ganado o a la producción de pulque.

Margarita García Luna (1981) toma el concepto de hacienda, como una unidad económica representativa de la producción agrícola en México que surge durante el siglo XVII y mantiene ese carácter hasta su desaparición con el movimiento revolucionario de 1910. Es preciso aclarar que en el país se localizan haciendas durante el siglo XVI al XX, éstas se consideran como casos aislados, a diferencia de que en el periodo antes

establecido representan la mayor parte de la producción agrícola del consumo interno nacional.

Eric Wolf y Sydney W. Mintz (1975) toman el concepto de hacienda como una propiedad agrícola operada por un terrateniente que dirige y subordina una fuerza de trabajo, organizada para aprovisionar un mercado de pequeña escala con capital pequeño. Se define además una hacienda como una unidad donde los factores de la producción se emplean no solo para la acumulación del capital sino también para sustentar las aspiraciones del estatus del propietario.

Juan Felipe Leal y Mario Huacuja (1976) mencionan que entre 1570 y 1940, la hacienda es la unidad productiva que predomina en el campo, y entorno a ella gira toda la problemática agraria. La permanencia de la hacienda a lo largo de casi cuatro siglos obedece, entre otras razones, a su estructura interna, relativamente flexible, que le permite adaptarse a los cambios y satisfacer las exigencias de la sociedad mexicana en diversas fases de su desarrollo histórico. La hacienda porta una matriz básica, constante y característica que puede describirse de la siguiente manera: se trata de una propiedad rustica, que cumple con un conjunto específico de actividades económicas agrícolas, ganaderas, mineras, manufactureras; que contiene una serie de instalaciones y edificios permanentes; que cuenta con una administración y una contabilidad relativamente complejas; y que muestra un cierto grado de independencia frente al poder público, y que se funda en el peonaje por deudas para el desempeño de sus funciones.

Dos autores los cuales se enfocaron en la investigación de las haciendas pulqueras desde una perspectiva primordialmente arquitectónica son: José Antonio Terán Bonilla con *“La Construcción de las haciendas en Tlaxcala”* (1996) y Lorenzo Monterrubio con *“Las haciendas Pulqueras de México”* (2007).

Haciendas pulqueras y cultivo del maguey

Las haciendas que se dedican a la producción de pulque han tenido un importante papel en la historia y el arte arquitectónico rural de México. Su materialización se convirtió en símbolo de opresión, inequidad y desigualdad social, en el marco de la leyenda negra

fabricada desde los inicios de la Revolución Mexicana, sin embargo, su valor histórico se suma a las cualidades estéticas de este género de edificios (Lorenzo Monterrubio, 2007).

Una zona apta para el cultivo de maguey se localiza en las tierras templadas del altiplano central; más concretamente en donde convergen los estados de Hidalgo; México, Puebla y Tlaxcala. Esta región es conocida con el nombre de los llanos de Apan. Su clima, el tipo de tierra, la tradición histórica, su ubicación geográfica y los medios de comunicación, la convierten en una de las más importantes productoras de pulque de la república.

Por lo que respecta a la planta del maguey como tal, existen más de 250 especies del género agave, localizadas entre el sur de Estados Unidos y Centroamérica; si bien su mayor difusión se encuentra en la altiplanicie de México. Ahora bien, por el producto que se puede extraer de ellos, se suele dividir en tres grandes grupos: textileros, mezcaleros y pulqueros. Dentro de los últimos destacan el maguey manso, el cenizo y el ayoteco, por ser los que producen mayor cantidad de aguamiel (entre dos y ocho litros por raspa o “alzada”); el cimarrón, que es una especie silvestre, y el tempranillo que produce un aguamiel de baja calidad y escasa cantidad.

En la época prehispánica era múltiple el uso que se hacía del maguey y a la fecha muchas de sus aplicaciones aún siguen vigentes. De sus grandes hojas o pencas se obtenían un tipo de papel, las mismas servían como material de construcción, como en seres de cocina, para producir combustible o para cocer la barbacoa y el mixiote. De sus fibras se sacaba hilo para tejer burdas telas y resistentes cuerdas como el ixtle; con las puntas o espinas de las pencas se hacían agujas, que además de su uso común servían para realizar los sacrificios religiosos. Las partes más tiernas del tronco y raíz se asaban y comían, aunque posteriormente se dieron como forraje para el ganado. Adicionalmente y para aprovechar al máximo sus recursos, las plagas de gusanos de maguey se han empleado para su consumo en ciertos alimentos (Rendón Garcini, 1990).

Programa de necesidades de haciendas pulqueras según Lorenzo Monterrubio (2007)

Existen estudios previos sobre la arquitectura de las haciendas pulqueras. Retomo a dos autores los cuales describen las necesidades que se requieren en las haciendas pulqueras. Dependiendo de su composición, características en cuanto dimensiones, jerarquías, etc.

Lorenzo Monterrubio describe los espacios más importantes del programa de necesidades de una hacienda pulquera: la casa del hacendado, la capilla, y el tinacal, los espacios que representan al poder político administrativo, a la primacía religiosa y al centro productivo por excelencia, respectivamente. También eran indispensables las calpanerías o cuarterías, trojes, establos y macheros, tiendas de raya, áreas de servicios y habitaciones necesarias para el adecuado funcionamiento del conjunto.

La complejidad de la hacienda pulquera es evidente, se enumeran a continuación las zonas que de acuerdo con Lorenzo Monterrubio contendría una hacienda pulquera ideal e integra. Se hace notar que solo en el caso de algunas haciendas de primer orden pueden registrarse todas estas:

1. Vías de comunicación: caminos, tendido de vías de ferrocarril, estaciones anexas.
2. Delimitación del conjunto: bardas, torreones.
3. Elementos Hidráulicos: acueducto, jagüey, aljibe, presa, abrevaderos, pilas, cisternas, pozo, caja de agua, fuentes.
4. Espacios de producción: tinacal, patios de trabajo, macheros, establos, zahúrdas, corrales, potreros, caballerizas, bodegas, trojes, pajar, rodeo, lienzo, era, talleres, hornos, palomares, carbonería.
5. Habitacional o Casa principal: pasillos, jardín, recibidores, mirador, salas de estar, baños, recamaras, comedor, cocinas, panadería, tortillería, quesería, alacenas, despensas, bodegas, salones de recreo, billar, boliche, cocheras, peluquería, casa del administrador, calpanerías.

6. Servicios médicos.
7. Instrucción: capilla, atrio, cementerios, escuelas.
8. Administración y vigilancia: zaguán, despacho, tienda de raya, tlapixquera (calabozo), arsenal.

Programa de necesidades según Terán Bonilla (1996)

Menciona algunas de la característica de los espacios de una hacienda pulquera dependiendo de su uso los cuales se describen a continuación.

1. La casa grande. Servía como zona donde habitaba el hacendado y su familia. Suele tener materiales, ornamentos y sistemas constructivos más elaborados que el resto del conjunto, su carácter denota autoridad. Es debido a que se desarrolla en un espacio central donde el patio se convierte en el espacio ordenador que servía para distribución, iluminación e inclusive para la realización de ciertas actividades.
2. La capilla. Las capillas domesticas se resuelven en una sola nave, con bautisterio, y sacristía.
3. Las trojes. Las haciendas al tener como función principal la producción requerían de espacios para almacenar sus cultivos, tales sitios se denominaron trojes. Un elemento que caracteriza estos espacios es el empleo de contra fuertes debido a que el almacenamiento de los granos se situaba junto a los muros, razón por la cual los mismos debían tener dicho refuerzo estructural. Por lo general se encontraban cerca de la casa grande para tener control de la mercancía entrante y saliente. Solían tener ventilación en la parte superior pero no permitían la entrada de luz y vegetación.
4. Las calpanerías. Vivienda de los trabajadores que suelen estar adosadas al muro perimetral, en línea, de pobre manufactura que corresponde a la arquitectura de tierra. Por lo regular sus plantas son rectangulares o cuadradas, cuando eran a dos aguas contaban de una o habitaciones de uso múltiple (en casos

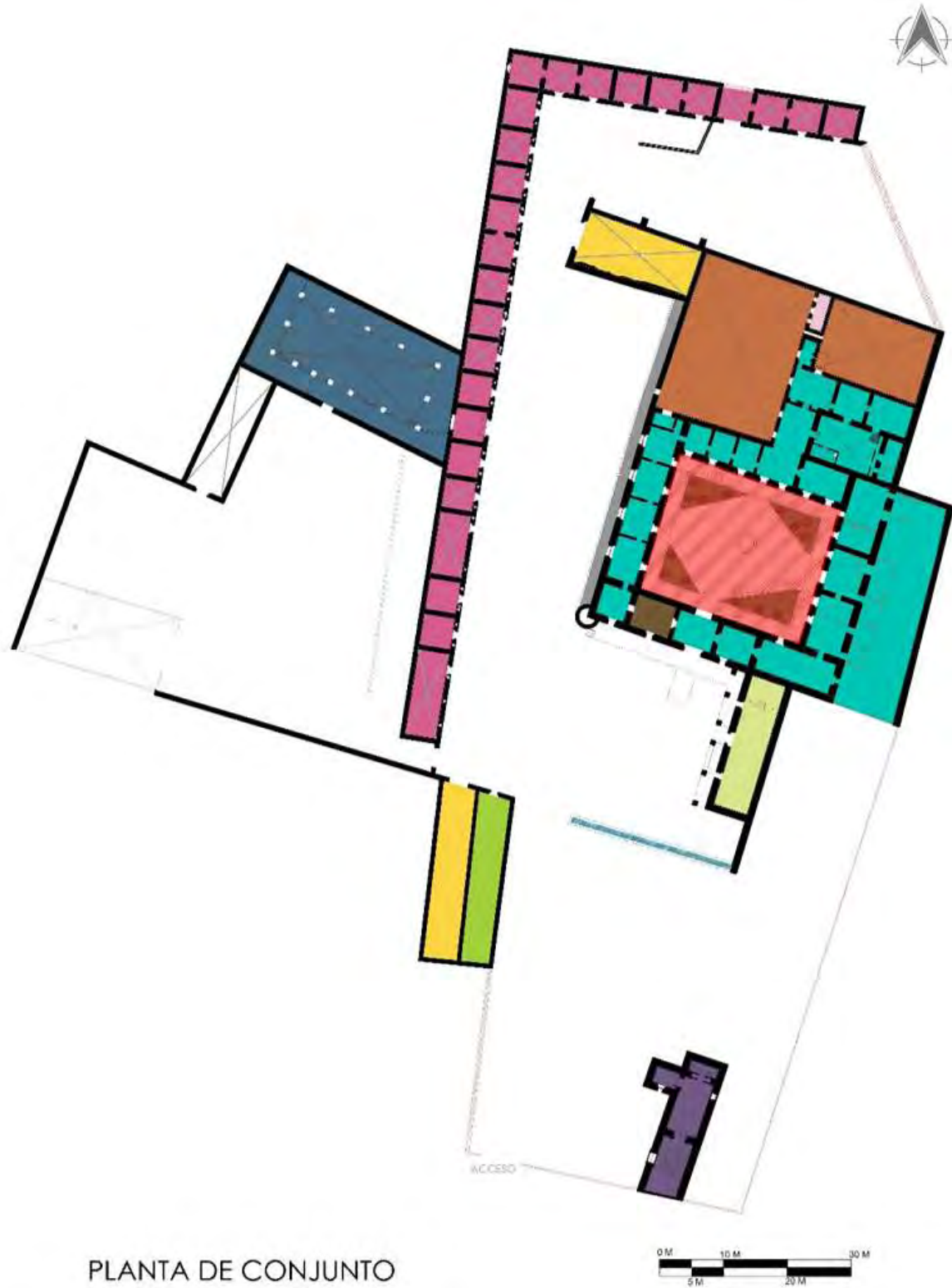
extraordinarios hasta con 3), dormitorios y cocina, pudiendo estar aisladas o corridas.

5. Tinacal. Es el lugar más importante de una hacienda pulquera, significado del castellano “tina”, el náhuatl “calli” es decir la “casa de las tinas”. Puede ser un cuarto o un edificio. Las dimensiones de los tinacales eran variables y dependían de la cantidad de pulque producido por la hacienda. En la mayoría de los casos se situaba en las proximidades de la casa grande o incluso en algún área de la misma pero siempre teniendo fácil acceso para permitir la entrada de mercancía con los animales de carga y en algunos casos hasta de un carro que comunicase con la vía férrea, distribuyendo así de manera directa el producto de la hacienda a los diversos expendios. Las características obligadas a cumplir el espacio destinado al tinacal son: control de luz, control de ventilación, muros de espesor considerable, una sola puerta, ventanas en la parte alta y un espacio para almacenar las tinas y las barricas con el producto finalizado.

La interpretación que se hace de la Hacienda Pulquera San Diego Xochuca se debe a que principalmente algunos espacios siguen teniendo su uso original ya que difícilmente han cambiado sus necesidades con el paso del tiempo. En la Figura 11 se muestra la zonificación original de los espacios de la hacienda.

Simbología:

	Tinacal		Casa del Hacendado
	Gallinero		Calpanerías
	Troje y almacén de carbón		Tienda de raya
	Establo		Capilla
	Corrales		Jardines y fuentes
	Patios de trabajo		Abrevaderos

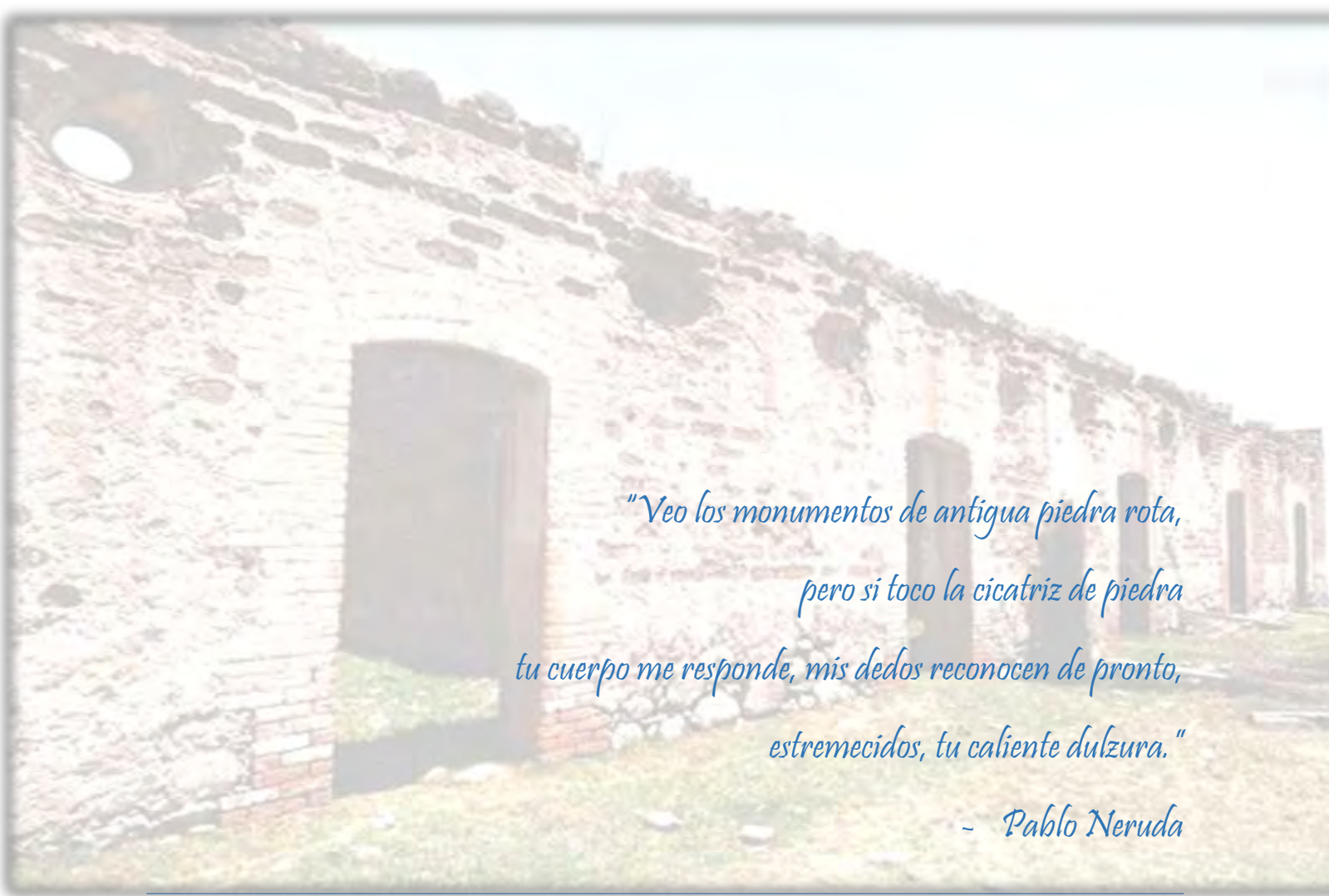


PLANTA DE CONJUNTO

Figura 11 Interpretación de la zonificación original.

CAPÍTULO 3

ARQUITECTURA DE TIERRA. CARACTERÍSTICAS Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN



*"Veo los monumentos de antigua piedra rota,
pero si toco la cicatriz de piedra
tu cuerpo me responde, mis dedos reconocen de pronto,
estremecidos, tu caliente dulzura."*

- Pablo Neruda

I. Antecedentes históricos de la arquitectura de tierra

El pasado y la historia de la arquitectura de tierra ha tenido ya varios estudios, es prudente decir que la tierra es uno de los materiales más utilizados a lo largo del tiempo. La construcción a base de este material es una de las primeras y más antiguas desde que existió el ser humano. Las civilizaciones persas, asirias, egipcias y babilónicas, lo han utilizado en diferentes obras monumentales como el arco de Ctesiphon en Irak, las pirámides y mastabas de Saggara en Egipto. Otro ejemplo de esta arquitectura son las ruinas de Chan-Chan en Perú, la ciudad precolombina más grande de América del sur (Mingarro Martín, 1996).



Figura 12 Ctesiphon Arc, el arco sin soporte más grande del mundo (Newman, 2012).

En México, la tierra fue un material que se utilizó como materia prima en la construcción de espacios prehispánicos y virreinales. Se usó principalmente en las regiones donde había abundante cantidad de material arcilloso; como en las zonas norte y centro del país.



Figura 13 Ciudadela de Chan-Chan, Perú (Historia Peruana, 2018).

Un ejemplo que se puede apreciar en México es la zona arqueológica de la Cultura de Paquimé en el Estado de Chihuahua. Es una estructura que puede reflejar su construcción de gran magnitud y que implemento la tierra para generar infraestructura en sistemas hidráulicos.

Las construcciones de tierra se desarrollaron principalmente para uso habitacional, espacios de reunión como los templos religiosos e incluso para infraestructura según se fuera requiriendo. Al surgir la necesidad de tener un espacio para resguardarse, se desarrollan diversas técnicas para utilizar la tierra como material de construcción. Los recursos naturales del sitio, así como la habilidad y el conocimiento que tuvieron los pobladores del territorio mexicano, incluyendo también su cultura y tradiciones (o la misma identificación del lugar) fueron los factores que intervinieron para que surgieran dichas técnicas (Rodríguez Licea, 2014).

El emplazamiento de las poblaciones en un lugar específico se debía a que en ellos se podía contar con los recursos naturales necesarios, uno de los principales fue el uso del agua la cual es vital para el ser humano. Es cierto que la arquitectura de tierra se practicó más en los climas secos por la abundancia de tierra, pero también se empleó en climas más templados o subhúmedos.



Figura 14 Zona arqueológica de la Cultura de Paquimé, Chihuahua (INAH, 2011).

La edificación con tierra se ha desarrollado básicamente a partir de la transmisión de conocimientos de origen popular. Esto es, mediante la difusión de todos los procesos tradicionales que se incluyen en la manifestación de las necesidades locales, así como sus restricciones y recursos que ofrece el medio natural en el lugar donde se requiere construir.

Se trata de una cultura constructiva que ha logrado avances muy factibles y extraordinarios gracias a los éxitos y fracasos que por muchos años se fueron desarrollando en la sociedad, en donde las experiencias exitosas trascendían y perduraban mientras que los errores terminaban corrigiéndose. La elección de materias primas, procesos de transformación, transporte y almacenamiento, las dimensiones de los elementos constructivos, sus formas de preparación, unión o ensamble, distribución,

entre muchos otros factores, obedecen a una lógica en la que se han logrado optimizar los recursos disponibles, estableciendo límites de acción precisos que son conocidos y heredados entre los miembros de la comunidad que comparte la sabiduría regional.



Figura 15 Viviendas construidas con tierra en México (B. Waite, A village street in Mexico, 2000).



Figura 16 Casa de peones en México (B. Waite, Homes of the Mexican Peones, 2000).

No obstante, los conocimientos tradicionales presentan el inconveniente de que, por haber sido transferidos oralmente y mediante experiencias que se vivían de una generación a otra, rara vez se cuenta con documentos que permitan su caracterización y difusión. Además, como sucede con otras costumbres populares, es común que con el paso del tiempo tengan alteraciones, recibiendo cualquier influencia que en ocasiones acaban por perder sus bases originales (Guerrero Baca, 2007).

La forma de construir con tierra sin cocer no es una mala costumbre constructiva, solo es una técnica de un lejano pasado. Esta técnica se empleó en cantidad de edificios patrimoniales donde es posible observar los espectaculares, particulares y precisos modos de construcción empleados por el ser humano. Es esta la manera en que se puede hacer una reflexión para valorar la arquitectura de tierra y contrastarla con las nuevas generaciones de técnicas y materiales constructivos. Después de la valoración se tiene que cuidar su preservación y restauración, que indiscutiblemente puede y está en riesgo de perderse, sin dejar traza, indicio o una huella (Chiappero & Supisiche, 2003).

II. Características de la arquitectura de tierra

En algunos lugares no siempre se disponía de materiales o recursos naturales como la madera, o de piedra de fácil labrado para la construcción seca. Fue entonces que se propuso alguna otra solución, teniendo la necesidad de utilizar un aglomerante que fuera capaz de unir piedras uniformes y de diversos tamaños, o de tener una mayor solidez y resistencia a las construcciones vegetales. Todas las culturas antiguas utilizaron la tierra no solo en la construcción de viviendas, sino empezaron a construir fortalezas, obras religiosas, monumentos, edificios agrícolas, puentes, infraestructura, sistemas hidráulicos, etcétera (Gatti, 2012).

Una de las características de la construcción en tierra es la gran variedad de procesos vertidos y consolidaciones de morteros, pero existen dos técnicas principales que sobresalieron: el adobe y el tapial. Existen además técnicas las cuales intervienen materiales mixtos combinando la tierra con otros materiales como las fibras vegetales o la madera.

El construir con un material natural tiene algunas ventajas: rapidez de construcción, bajo costo, economía de madera, aislamiento térmico, transformación en abono de la demolición, resistencia al fuego y solidez y durabilidad si se da el mantenimiento adecuado (Mingarro Martín, 1996).

Adicionalmente es ecológico construir con este material ya que no genera residuos al final de su vida útil. Debido a que no necesita ninguna transformación, no se necesita ser transportada ni extraída de algún otro lugar que no sea el sitio donde se construye, no genera ninguna contaminación en el medio ambiente y se encuentra en cantidades abundantes.

Las arcillas son sedimentos geológicos, resultantes de la disgregación de las rocas por la acción atmosférica; se caracterizan por el tamaño de sus partículas (generalmente entre 2 y 5 micras). Dichas partículas están formadas por sílice, alúmina y agua, conteniendo, en ocasiones, arena, óxido de hierro, magnesio y carbonatos de calcio que, en diferentes proporciones, le dan diversas características.

Las arcillas tienen la propiedad de formar una pasta dúctil cuando están húmedas, y adquieren consistencia pétrea cuando están secas o se les somete a cocción, en cuyo caso, pierden la propiedad de ablandarse al humedecerse. Se usan en la elaboración de adobe, tejas, ladrillos y como componente de mezclas (González Avellaneda, Hueytletl Torres, Pérez Méndez, Ramos Molina, & Salazar Muños, 1988).

Una de las técnicas más trabajadas es la de tapial que es un procedimiento para construir muros macizos en tierra, extrayendo tierra directamente del suelo y apisonando capas del material para adquirir una dureza y cohesión. Para este sistema se requiere utilizar tierra que contenga granos con grava, arena, limo, y arcilla. Los colores de la tierra de preferencia tienen que ser roja, no orgánica, no demasiado húmeda. La construcción de estos muros tiene que hacerse en la época del año donde es menos probable tener lluvias o cualquier humedad y en la cual hay facilidad para trabajar, como en la primavera.

La técnica consiste en seleccionar las tierras adecuadas extrayéndolas al menos dos meses antes de su utilización. Se adicionan posteriormente materiales diversos que dependen del tipo de tapial que se vaya a trabajar.

Tabla 2 Tipos de Tapial.

<i>Tipo de Tapial</i>	<i>Material de Adición</i>
Tapial de barro	Fibras vegetales
Tapial de tierra consolidada	Cuidada composición granulométrica
Tapial de tierra estabilizada	Aglomerantes, generalmente cal, betún y cemento Refuerzo con lechada de cal
Tapial calicastroado	sobre cada unidad nueva de tapial.

Después del material de adición se coloca todo en un encofrado con madera con medidas de 90 cm de altura y 260 cm de ancho. Estas medidas facilitan el manejo para montar y desmontar fácilmente como un molde. Los cierres frontales del encofrado o cabeza del molde se utilizan cuando las juntas entre tongadas se realizan verticalmente. Cuando las juntas son oblicuas (normalmente a 45°), se aprietan con unas cuñas. Los costales que son elementos verticales se emplean para unir los tableros del encofrado. Sirven para corregir la verticalidad de los encofrados y se unen mediante agujas o bien con cuerdas. Las agujas sirven de apoyo a los encofrados y llevan unas muescas para introducir los costales. Con las cuñas se aprietan los costales y los tableros sobre la unidad del muro ya hecho.

Para crear los muros se requiere que los tableros estén secos y debidamente tratados con un desencofrante para evitar la adherencia de tierras. Es importante verter un mortero de cal sobre las superficies de junta. Después se van colocando las capas de tierra de 10 a 15 cm de espesor y se van apisonando con un pisón de 8 a 12 kg de peso. Hay diferentes formas de un pisón como la cuña truncada, cuadrados, triangulares, etc. Después de terminar la sección del muro se desmonta y se repite el proceso (Mingarro Martín, 1996).

Se denomina adobe al ladrillo sin cocer, hecho a base de tierra o barro, arcilla arenosa y arena, mezclado hasta llegar a un estado plástico, con un contenido en arena elevado

para evitar retracciones y agrietamientos durante el secado. Para tener mayor dureza y elasticidad se mezcla en húmedo, añadiendo plantas como el junquillo, paja, fragmentos de cuerda. Otros añadidos pueden ser el esparto, pelo animal, o cualquier otro tipo de planta o fibra dura con forma de hilo que se encontrara en el lugar dejándolo siempre que se seque al sol.

El suelo debe mantenerse arcilloso, saturado de agua durante algunos días para facilitar el desarrollo completo de la absorción. La cantidad de agua óptima es aquella que no sea tan baja que no permita el moldeado, ni tan alta que la pasta se convierta en un fluido viscoso. Es fundamental realizar un intenso amasado del suelo antes de proceder al moldeado del bloque.

Para realizar los bloques se utilizan unos moldes de madera que sirven para unificar todos los bloques y tener una medida más o menos exacta. La medida de los bloques varía dependiendo de la dimensión que se le quiera dar a el muro.

La posición en la que se coloca el adobe puede ser de diferentes formas para armar el muro, ya sea de aparejo, a soga o a tizón, entre otros, pero los más comunes son los antes mencionados. También existen formas para reforzar las esquinas ya sea con el mismo adobe o con algún otro material (por ejemplo, piedra o ladrillo).

Estos refuerzos sobre el muro se colocan para establecer una rigidez y un traslape entre muros que se encuentran paralelos. Su función es conectar y entrelazar ambos muros ya sean divisorios o perimetrales.

Las principales consideraciones a tener en cuenta para la construcción de muros son: la longitud máxima de esquina a esquina no debe pasar de 6 m, debiéndose reforzar los muros mayores de 5 m con armaduras o contrafuertes. Las aberturas no deben exceder de 1/3 de la superficie total del muro. La altura de huecos debe limitarse a 1,20 m y no se debe colocar a menos de 1 m de una esquina (para no debilitar el muro). En general, un muro comprendido entredós 2 esquinas debe tener las siguientes proporciones: espesor de 1 m, altura de 8 m y largo de 12 m.

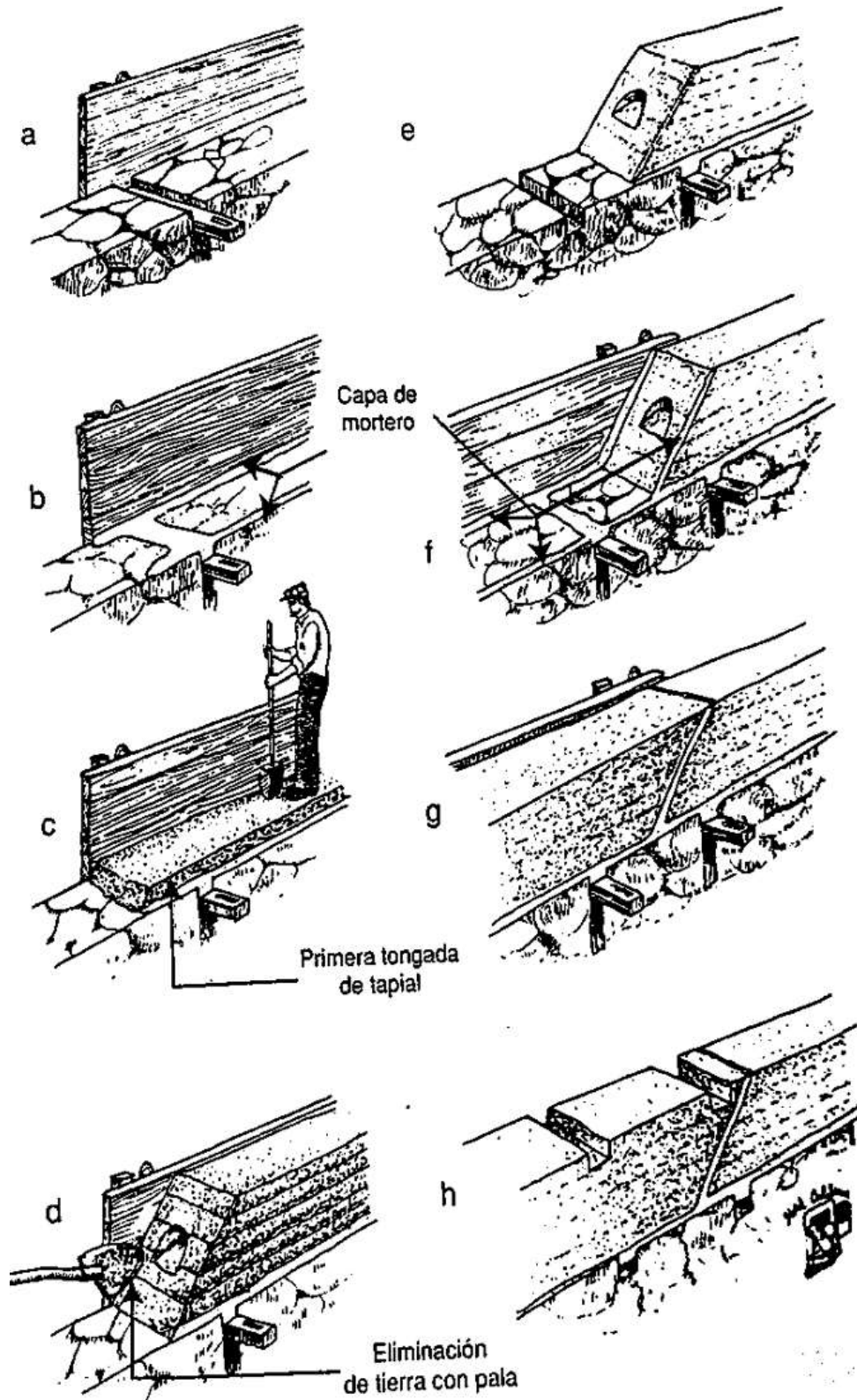


Figura 17 Proceso de realización de un tapial (Doat, 1985).

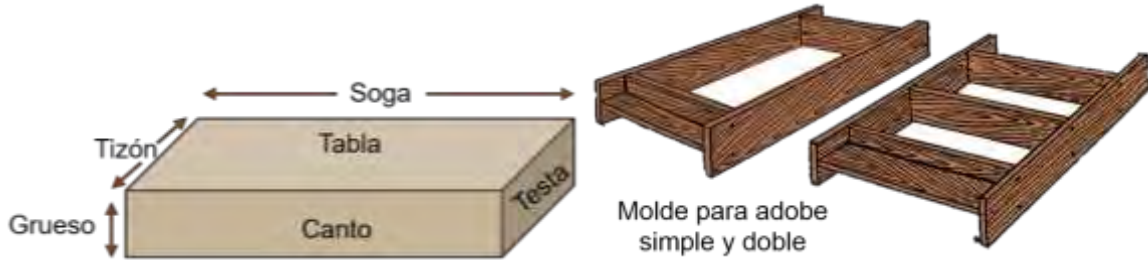


Figura 18 Bloque de adobe y molde de madera.

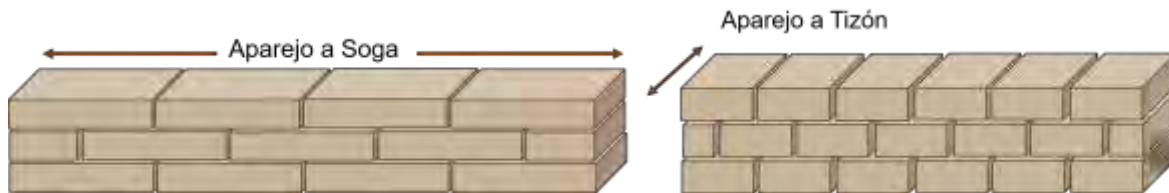


Figura 19 Aparejos de adobe.

Para las juntas entre adobes se utiliza un mortero de la misma composición o ligeramente más resistente que los adobes. No ha de llevar grava (tamiz > 3 mm), ni paja. Los morteros normalmente utilizados son:

- Mortero de cal y arena
- Mortero de tierra y betún.
- Mortero de tierra, cemento y betún.
- Mortero de arena, cemento y betún.

El espesor de la junta varía entre 1,5 y 2,5 cm. Si tiene mucho espesor se producirá un debilitamiento del muro. Los muros no estabilizados suelen estar a menudo revestidos; en este caso las juntas están rehundidas para facilitar el agarre del revestimiento. Los adobes estabilizados no tienen necesidad de protección exterior y sus juntas suelen estar rehundidas por motivos decorativos (Mingarro Martín, 1996).

Para evitar el contacto de la humedad del suelo se cuenta con un rodapié a base de piedra, separando el adobe y el terreno por una distancia que varía entre 80 a 120 cm de altura. Como protección superficial se aplican morteros de barro, de arcilla o de arcilla calcárea. En ocasiones puede añadirse una superficie de ladrillos cocidos o de terracota.

El color dominante de los muros de adobe es el amarillo, ocre, rojizo o blanco, en función del color de las materias primas (Mingarro Martín, 1996).



Figura 20 Refuerzo de muro en esquinas de ladrillo y piedra, Hacienda San Diego Xochuca.

Para estas construcciones es necesario reforzar los vanos de ventanas con dinteles o cerramientos, ya sea con materiales como la madera, el ladrillo, piedra e incluso con el mismo bloque de adobe.

Los dinteles (que también se denominan arcos a regla o adintelados) contruidos de ladrillo, tienen aplicación no solo en ventanas, sino también en puertas, estando terminados en su parte inferior por una línea recta. Ya que muro transmite las cargas sobre estos para distribuir su carga completa, las juntas en los dinteles están inclinadas, de modo que las caras se dirigen a una línea normal a los frentes, la cual se proyecta en el plano de ellos en un punto que es el centro, a donde se hacen concurrir dichas juntas. Los ladrillos se presentan de canto en el frente del arco, y los planos o caras de estos se representan en dicho frente por una línea recta. Suelen construirse dinteles con hiladas de ladrillos como los anteriores pero alternados con mampostería (conocida como mampostería verdugada). Para cimbras de los dinteles basta un tablón con postes que le sostengan (Espinoza P. C., 1859).

Los siguientes ejemplos de dinteles son los que existen en la hacienda San Diego Xochuca en ventanas y puertas. También se pueden observar los rodapiés que a una altura adecuada funcionan para la base de la ventana.

Los rodapiés están contruidos a base de mampostería de piedra, se forman con piedras irregulares sin labrar, tales como el tezontle y la piedra dura. En las paredes de mampostería la solidez depende de la buena disposición y colocación de las piedras y de la buena calidad del mortero con la que se juntan. Debe procurarse que entre las piedras haya los menos huecos posibles y que las piezas grandes se unan unas con otras. Se puede decir que estos rodapiés tienden a ser parte de la cimentación, debe irse levantando la construcción de estos en todas partes a la misma altura, con el objeto de que la base sea igual y no variada, porque la desigualdad en las alturas produce necesariamente irregularidad en la carga, y como consecuencia, irregularidad en el asiento (Torres Torija, 1895).

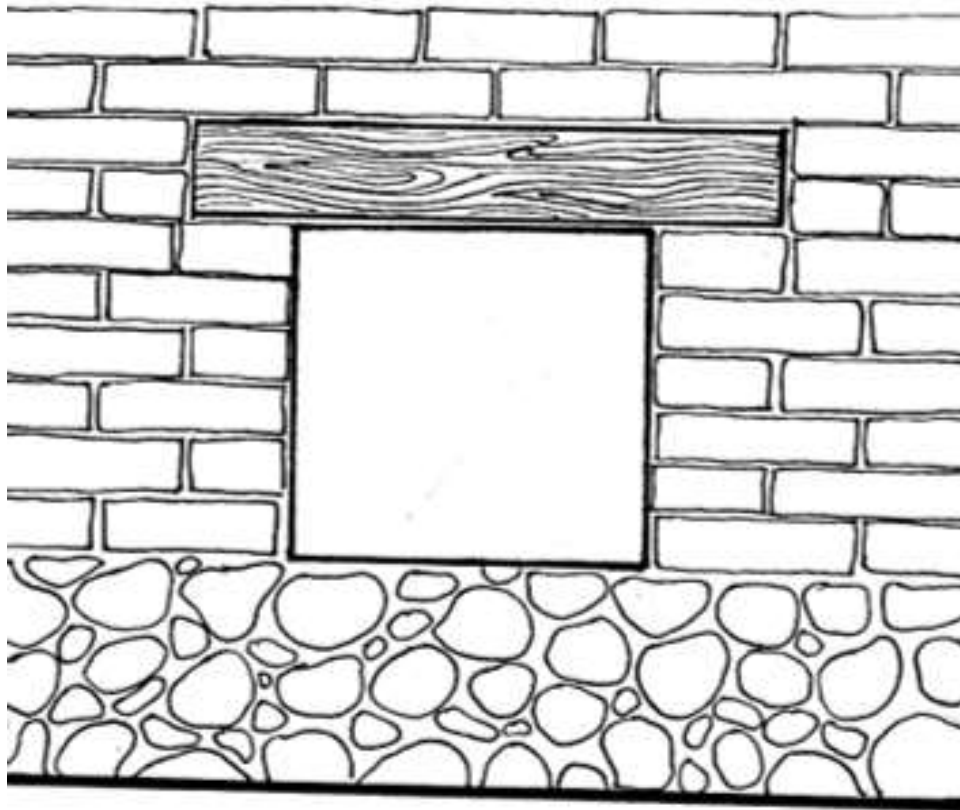


Figura 21 Dintel de madera en ventana apoyado directamente en el muro.

El dintel de madera se apoya directamente en el muro de adobe, abarcando todo el grosor del muro, teniendo aproximadamente 45 cm de apoyo en cada lado. En ocasiones después del dintel suelen colocarse soleras de barro recocido, después se continúa el muro con adobe.

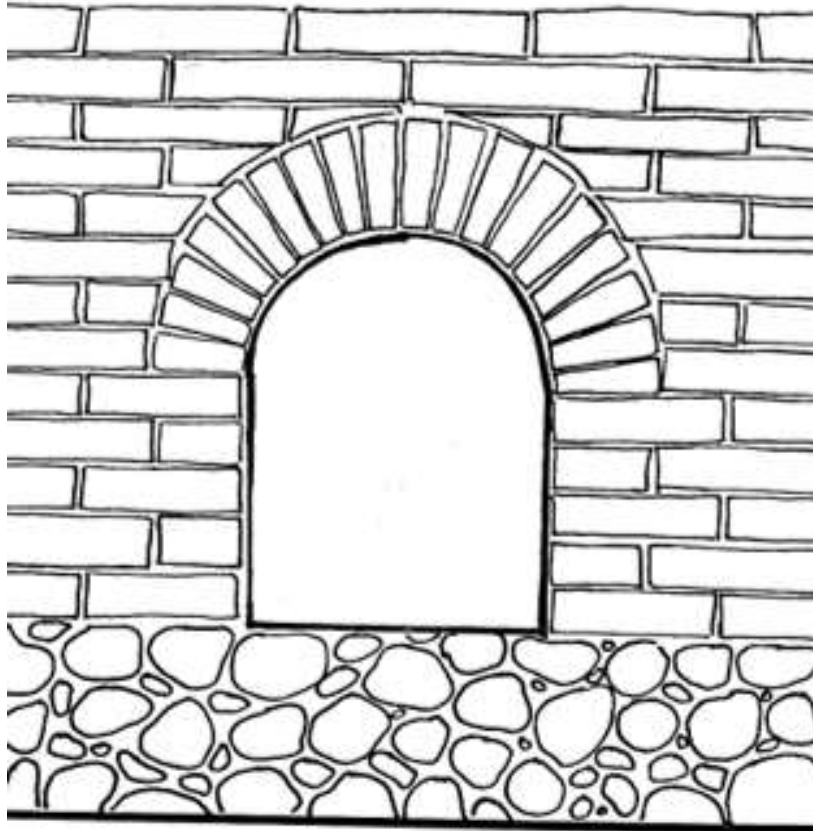


Figura 22 Dintel de adobe en forma de arco de medio punto en ventana.

El dintel de adobe tiene la forma de un arco de medio punto, funciona para recibir la carga del muro. Las jambas son totalmente de adobe de donde se desplanta el arco. Las ventanas comúnmente son hechas de madera y se conectan al muro con la misma madera del bastidor de la ventana.

Los dinteles de las puertas son similares a los de las ventanas, solo que en este caso la diferencia es que las dimensiones son más grandes y los apoyos laterales son de diversos materiales.

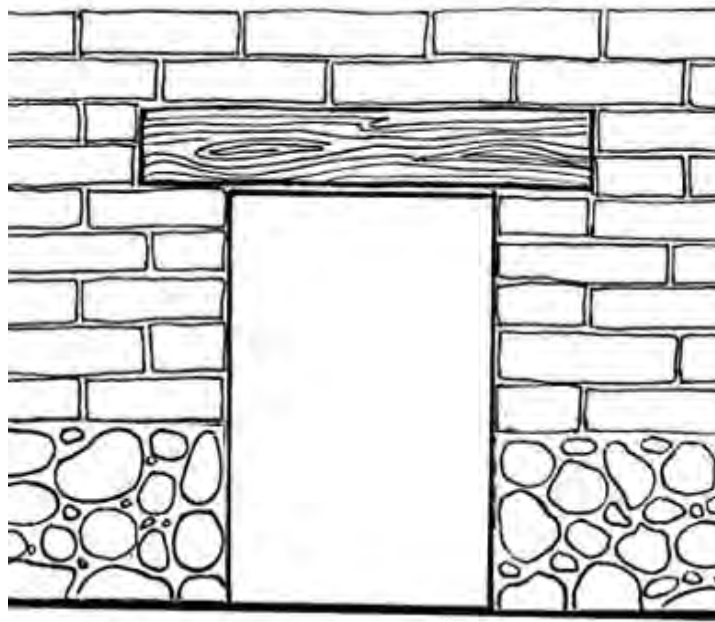


Figura 23 Dintel de madera en puerta.

En la Figura 23 el apoyo es sobre el mismo muro de adobe, en la Figura 24 las jambas son de ladrillo y en la Figura 25 el dintel es de ladrillo en forma de arco rebajado con tres hiladas y jambas de ladrillo.

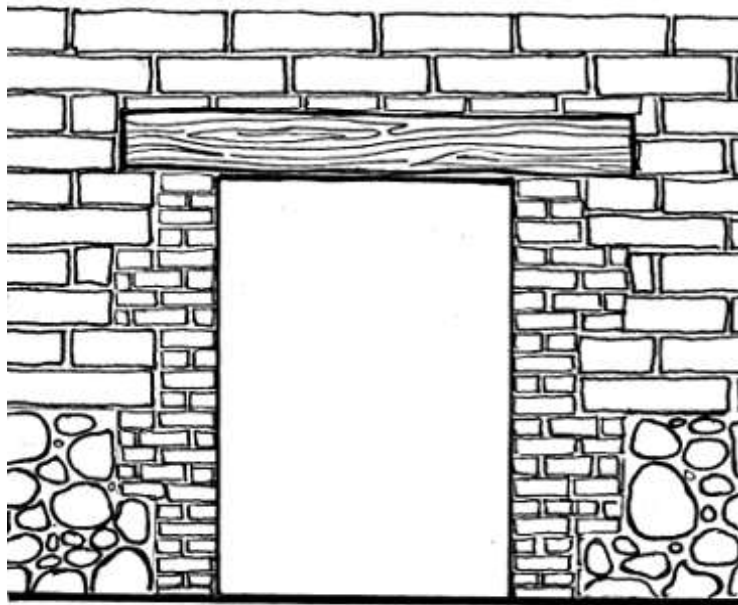


Figura 24 Dintel de madera en puerta y jambas de ladrillos.

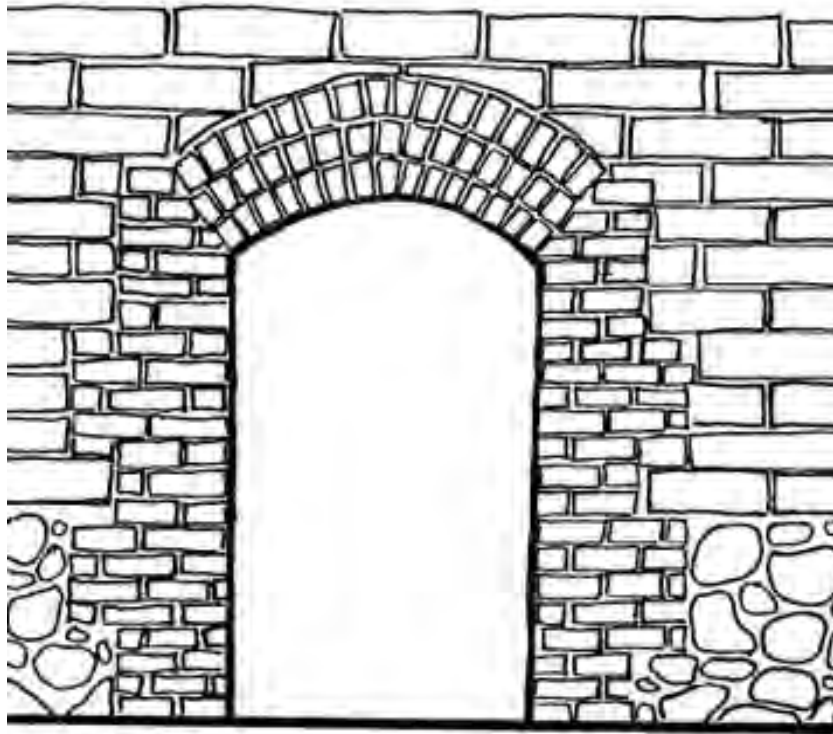


Figura 25 Dintel en forma de arco rebajado de ladrillos en puerta.

Al término de los muros para cerrar el adobe se emplean cerramientos de madera o ladrillo, para reforzar y consolidar las estructuras.

Las cubiertas que se utilizan pueden ser de varios sistemas constructivos, aunque por lo general el material empleado es la madera (como las cubiertas con tejamanil, vigas, par y nudillo, etc.).

III. Técnicas de construcción con tierra

Las técnicas de construcción son importantes, existen una gran variedad de estas a base de tierra, adaptadas dependiendo del lugar o zona de aplicación. Han sido clasificadas y ordenadas en un esquema gráfico conocido como “rueda de las técnicas”. Las técnicas de construcción en tierra son muy variadas, existen doce métodos de construcción los cuales pueden observarse en la Figura 26. Estas son en función de la plasticidad de la tierra respecto a su aplicación en obra: seco, húmedo, plástico, viscoso o incluso líquido (Gatti, 2012).

Excavar

Se prepara la excavación de una o más habitaciones dentro de una colina, montículo de tierra o debajo del suelo aprovechando el propio suelo consolidado del sitio seleccionado. Para la construcción el terreno debe cumplir con la siguiente composición de arcilla, arenisca, margas, calizas, conglomerados o roca sedimentaria.

Cubrir

La tierra cubre una estructura construida con otro material. El suelo ha sido utilizado tradicionalmente para cubrir techos en diferentes partes del mundo. En los climas áridos, muy caliente o muy frío, una cubierta verde regula siempre la temperatura en el interior, debido a su inercia térmica.

Llenar

Se llena de tierra un encofrado perdido. La tierra rellena materiales huecos empleados como envoltura.

Cortar

Consiste en construir con bloques de tierra que son directamente recortados de la masa terrestre. La técnica se diferencia según el tipo de tierra cortado. Normalmente en áreas tropicales donde hay suelos lateríticos existen cavas de bloques de tierra cortada. Mientras en las zonas donde el suelo no es lo suficientemente coherente, la gente ha utilizado tierra vegetal y césped (terrones).

Compactar

La tierra fina y pulverizada, en estado húmedo, es comprimida dentro de prensas manuales o mecánicas. Tapia: esta técnica consiste en rellenar un encofrado con capas de tierra de 10 a 15 cm, compactando cada una de ellas con un pisón. El encofrado está compuesto por dos tablonés paralelos separados, unidos por un travesaño.

Moldear

La tierra plástica es modelada con la mano para levantar muros por lo general delgados.

Amontonar

Se trata de una variante pobre del adobe. Los muros se construyen con ayuda de bolas o de panes de tierra, moldeados a mano, que se colocan o amontonan en patrones de masonería, pero sin mortero.

Modular

Se fabrica el adobe empleando diferentes tipos de moldes. La producción puede venir manual o mecánicamente.

Extrudir

La tierra es extruida por medio de una maquina extrusora. El equipo consiste en una sección de alimentación con dos cilindros que giran a la inversa mezclando y pasando el material a otra sección que contiene cuchillas rotatorias para mover y empujar hacia adelante el material. El material pasa por un tornillo que ejerce suficiente presión para forzar el material hacia afuera por la boquilla del extrusor.

Dar forma

Esta técnica consiste en “dar forma” a la masa de tierra. En las viviendas de entramado tradicional en Europa, así como en las técnicas americanas, africanas o asiáticas de quincha, el barro se lanza en una estera de ramas, gajos, caña de bambú y ahí se le da forma.

Verter

La tierra vertida es como un concreto de cemento y se trata de una tierra en estado líquido que se pone dentro de un molde y se deja secar.

Aplicar

La tierra es aplicada en pequeñas capas para proteger, rellenar un soporte y permitir un acabado decorativo y ornamental. Un revoque es una capa de mortero compuesto de una mezcla de tierra fina, arena y otros aditivos, aplicados en estado viscoso sobre la superficie de un muro, tabiquería o techo. La gama de colores y texturas es variada, dependiendo de los áridos y los pigmentos empleados (Gatti, 2012).

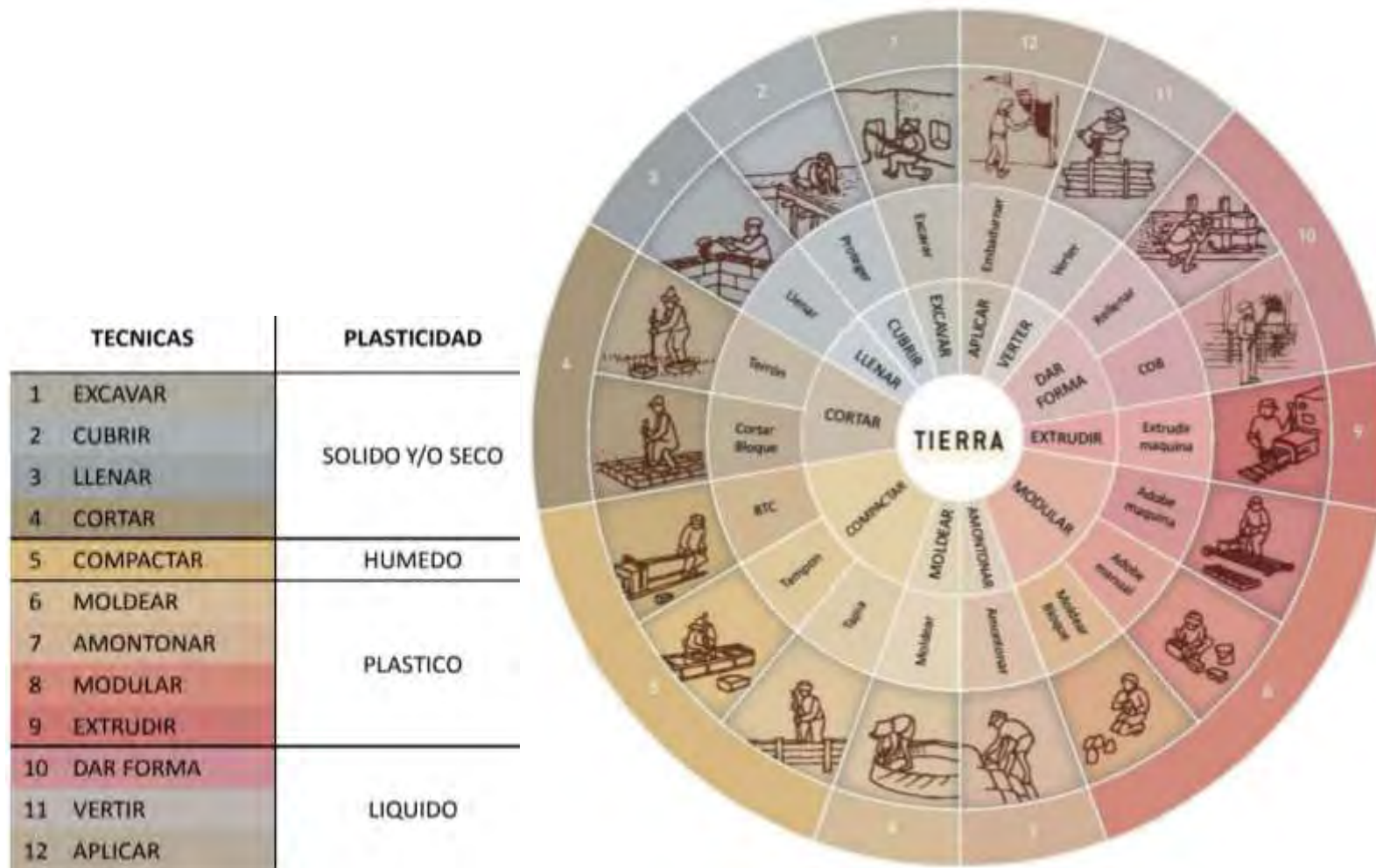


Figura 26 “Rueda de las Técnicas” Clasificación de las técnicas de construcción con Tierra de acuerdo con el estado del material y la manera en que se aplica (Gatti, 2012).

CAPÍTULO 4

VALORACIÓN Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN



*"La mejor forma
de preservar un edificio
es encontrar un uso para él."
Viollet-Le-duck*

I. Valor cultural y social del inmueble

La hacienda “San Diego Xochuca” se dedica principalmente a la producción y cultivo del maguey, también llamado “Árbol de las Maravillas”. Se sabe que antes de la conquista de los españoles los habitantes del altiplano mexicano ya utilizaban el maguey como alimento, medicina y artesanía. Lo más destacado de esto es la bebida obtenida con la fermentación del aguamiel llamada pulque. Anteriormente, el pulque solo lo tomaban los nobles, sacerdotes y reyes, por lo que se le denominó el néctar de los Dioses. Sin embargo, con la llegada de los españoles se hizo de uso común. Después su consumo entro en crisis debido a que se comenzó a producir y vender la cerveza. La cerveza llego a México como remplazo del pulque que era la bebida típica y tradicional. Conforme el paso del tiempo fue un impacto que provoco que las ventas de pulque disminuyeran en la alta sociedad. Debido a esta pérdida, muchas haciendas se vieron obligadas a cambiar su producción, en algunos casos se transformaron y se mezclaron con otros géneros. Algunas de las haciendas se enfocaron en otras actividades más redituables como: los criaderos de ganado, el cultivo del maíz, trigo o algún otro producto natural. Como consecuencia, el maguey fue quedando en el olvido, ocasionando la perdida de la especie vegetal.

La comercialización del pulque se ha complicado, debido a que tan solo en la Ciudad de México han desaparecido un 70% de las pulquerías, incrementando el número de bares que sirven bebidas extranjeras.

Existen varios factores por los cuales se considera que el valor del inmueble en estudio debe ser considerado como patrimonio cultural. Uno es porque el inmueble cuenta con las características hacendarias propias de una hacienda dedicada a la producción del pulque. Otro es por la conformación de su construcción, al conservar su composición original de elementos o espacios arquitectónicos. Adicionalmente por los materiales y sistemas empleados en su construcción, siendo este apartado uno de los puntos de mayor relevancia en el presente estudio.

Como lo dice Heritage “La conservación de la arquitectura de tierra debe perseguir la permanencia de los vestigios históricos, la preservación del patrimonio intangible de su

cultura constructiva y la generación de condiciones que permitan elevar su calidad de vida de sus herederos” (Guerrero Baca, 2006/2007).

La sociedad ha influido mucho en la pérdida del patrimonio arquitectónico. La principal causa es debido a que la sociedad ignora su existencia. La difusión de la historia, actividades recreativas y productos consumibles de tales lugares es muy escasa, ocasionando que muy pocas personas sepan de la existencia de dichos lugares.

En la Ciudad de México como ya antes se mencionó, aún existen algunas pulquerías. En la Figura 30 se encuentran ubicadas las pulquerías tradicionales en cada una de las delegaciones de la Ciudad de México. Estos lugares son espacios destinados principalmente a la venta de pulque y cuenta con elementos precisos tales como: el altar a la virgen de Guadalupe, departamento para mujeres, canaleta, rocola, molcajete y botana. En algunos lugares se acostumbra a dar de comer algún tipo de platillo. En estos espacios las personas acostumbraban a tener un rato de descanso, convivencia, diversión o distracción. Son espacios donde el hombre mayormente se divertía y tomaba pulque. Ya que las mujeres no eran aceptadas en estos lugares, existían apartados o espacios en donde solo se les podía vender pulque. En la actualidad estos espacios han ido desapareciendo en busca de una mayor igualdad de género.

Las pulquerías forman parte de un patrimonio cultural por su tradición y por su trascendencia en el tiempo. En caso de que llegaran a desaparecer las haciendas pulqueras, se observaría un impacto muy severo en la pérdida del paisaje natural en la zona donde se produce, así como en las pulquerías antes mencionadas.

Es común que las personas que frecuentan las pulquerías no sepan realmente de donde llega o donde se produce el pulque que consumen. El pulque que se produce en la Hacienda de San Diego Xochuca es enviado a la Ciudad de México, para su venta y distribución, en específico a dos pulquerías: la Paloma Azul y la Pirata. Es muy importante mencionar la conexión de esta hacienda con las dos pulquerías para su difusión.

La Paloma Azul está localizada en la Avenida Popocatepetl 154, esquina con Eje Central, en la colonia Portales, siendo esta su ubicación desde 1942.



Figura 27 Acceso de la Pulquería La Paloma Azul (Paloma Azul, 2018).



Figura 28 Interior de la Pulquería La Paloma Azul (Itinerario, 2014).

La pulquería la Pirata se localiza en la calle 12 de diciembre esquina con 13 de septiembre en la colonia Escandón. Se estableció aproximadamente en el año de 1940.



Figura 29 Fachada de la Pulquería La Pirata (Naye & Lalo, 2010).

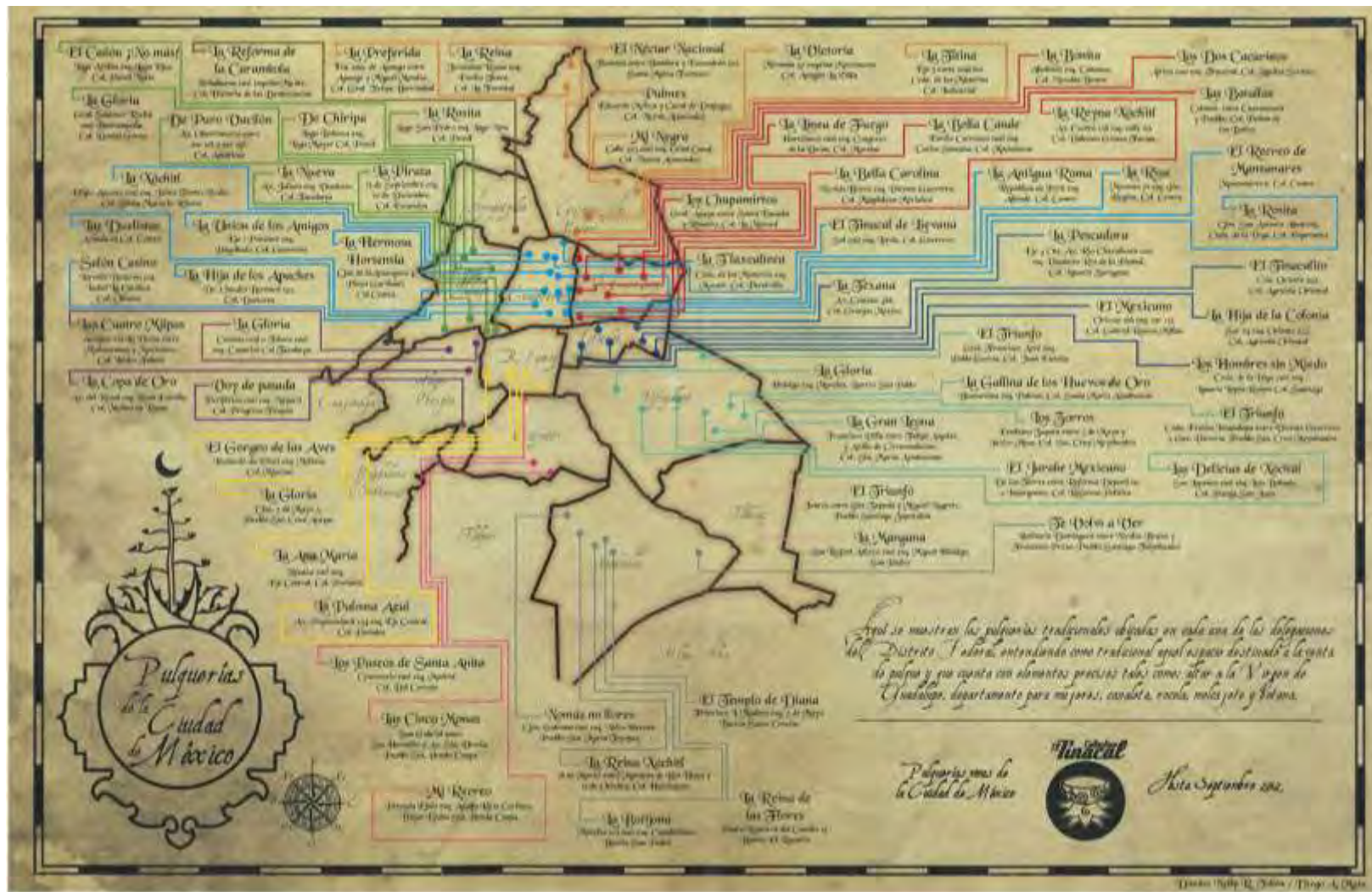


Figura 30 Ubicación de Pulquerías de la Ciudad de México 2012 (R. Jobón & A. Mata, 2018).

II. Identificación del inmueble

Para poder abordar un proyecto de restauración es importante primeramente investigar los datos generales del inmueble. Tomando en cuenta lo que se mencionó en el Capítulo 2 y 3 de esta investigación, se identificaron algunos de los elementos y espacios que actualmente se encuentran en la hacienda en estudio.

Datos generales

Genero del inmueble: Hacienda Pulquera.

Fecha: de construcción 1847(aproximadamente).

Uso actual: cultivo del maguey, producción de pulque y al criadero de ganado. Por otro lado, actualmente se han incluido una serie de recorridos guiados, que incluyen una pequeña explicación de la elaboración y degustación del pulque, caminatas por los cultivos del maguey, demostración del capado de maguey y degustación de platillos típicos y relacionados con el maguey. Esto con fines turísticos dando un poco a conocer la cultura y tradición de México. Así mismo involucra visitas de lugares cercanos dentro del estado de Tlaxcala.

Dimensiones: el terreno del inmueble tiene un área aproximada de 10,000.00 m². Actualmente solo hay algunos espacios que se encuentran en uso:

Contexto

Se encuentra localizada en la Carretera Federal 150 Apan Hidalgo Km.9, en el municipio de Tlaxco, en el estado de Tlaxcala, a 10 km del centro de Tlaxco.

Tabla 3 Áreas de cada zona y cantidad de espacios.

<i>Áreas de cada zona y cantidad de espacios</i>			
<i>Zonas de producción</i>		<i>Zonas de Habitación</i>	
<i>Espacio</i>	<i>Área (m²)</i>	<i>Espacio</i>	<i>Área (m²)</i>
Tinacal	118.15	Casa del hacendado	1928.33
Gallinero	12.30	Calpanerías	785.06
Troje	140.27	<i>Zonas de Culto Religioso</i>	
Almacén de carbón	128.83	<i>Espacio</i>	<i>Área (m²)</i>
Establo	530.53	Capilla y sacristía	74.68
Corrales	122.85	Atrio y cementerio	46.16
Patios de trabajo	664.35	<i>Zonas de Recreación</i>	
<i>Zona de Comercio</i>		<i>Espacio</i>	<i>Cantidad</i>
<i>Espacio</i>	<i>Área (m²)</i>	Jardines	3
Tienda de raya	30.86	Fuentes	1
		<i>Zonas de Infraestructura</i>	
		<i>Espacio</i>	<i>Cantidad</i>
		Abrevadero	2
		Cisternas	2



Figura 31 Localización de la Ciudad de Tlaxco y la conexión con la Hacienda San Diego Xochuca (Maps, 2018).

La Ciudad de Tlaxco es declarada Zona de Monumentos Históricos el 9 de abril de 1986 por el asentamiento indígena que preexistía a la conquista española. Su nombre viene del náhuatl y significa “Lugar de Pelota”. Su historia data desde 1585 donde la población fue atendida en el aspecto religioso por el convento de Attamgatepec. En 1800, pasaba por la población la ruta comercial de San Pablo Apetatitlan. Las fuerzas insurgentes en 1812 atacaron la población para desalojar al Brigadier español Manuel de la Concha. Cuando se restableció la constitución de Cádiz en 1820, quedó la provincia de Tlaxcala dividida en siete partidos entre los que se encontraba la población de Tlaxco. El 20 de marzo de 1849 se envió una carta protestando ante el Congreso, contra la agresión de su territorio al estado de Puebla. El Congreso del estado de Tlaxcala se instaló en Tlaxco, nombrándola capital en 1858 y gobernador interino al Lic. José Manuel Saldaña. El 31 de mayo de 1858 el general Antonio Carbajal atacó Tlaxco para desalojar a las tropas conservadoras comandadas por los generales Islas, Fonchi y Astiri. En 1865, Tlaxco fue uno de los 4 distritos que conformaron al estado de Tlaxcala. Durante la intervención francesa y el Imperio de Maximiliano en 1866 se formaron en Tlaxco milicias para combatir el enemigo a las órdenes del general Rodríguez Bocardo. En 1876 partieron de Tlaxco las tropas del general Porfirio Díaz para librar la batalla de Tecocac, por lo cual se

le dio el nombre de Villa de la Regeneración. El 28 de enero de 1894, el general Porfirio Díaz inauguró el Palacio Municipal de Tlaxco, en esa época llamado Villa Regeneración. La ruta del ferrocarril agrícola Apizaco-Tlaxco se inauguró el 2 de julio de 1902 por el gobernador Próspero Cahuantzi. En 1906 la población pasó a ser Distrito Político. En esta población nació el general Adolfo Bonilla, el cual peleó bajo las órdenes de Emiliano Zapata y Francisco Villa, además fue gobernador constitucional del Estado de Tlaxcala de 1933 a 1937. El 22 de agosto de 1939 se le concedió el título de ciudad con el nombre de Tlaxco de Morelos (De la Madrid Hurtado, 1986).

El decreto comprende un área de 0.57 kilómetros cuadrados denominado perímetro “A” en el cual se encuentran 109 edificios con valor histórico y arquitectónico construidos entre los siglos XVI al XIX. De estos edificios algunos fueron destinados al culto religioso, fines educativos, servicios asistenciales e inmuebles civiles de uso particular.



Figura 32 Plano y acercamiento del centro del municipio de Tlaxco (Maps, 2018), (INEGI, 2018).

Los monumentos que se encuentran en la parte central dentro del perímetro “A”, por mencionar algunos son: el mercado de artesanías, los portales, el Palacio de Gobierno,

la Iglesia de San Agustín, la Capilla del Calvario, el Monumento a la patria, el kiosco y el centro cultural.



Figura 33 Ubicación de monumentos históricos en el municipio de Tlaxco.

El patrimonio que se encuentra en la Ciudad de Tlaxco tiene relación con la hacienda. El turismo que se encuentra en este lugar va acompañado con la propuesta de algunos recorridos guiados que llevan a las personas a conocer la hacienda. El acceso a la hacienda no es fácilmente identificable ya que se debe transitar pues es un camino de terracería. Es por esto por lo que desde la carretera no se alcanza a visualizar el conjunto del inmueble. En la Figura 34 se puede observar el acceso principal ubicado en la

carretera de Apan-Hidalgo, de ahí, el camino de terracería tiene una longitud de 1.7 km hasta la entrada de la hacienda. En el transcurso de este se pueden observar los cultivos de maguey.



Figura 34 Acceso de la Hacienda San Diego Xochuca.

Descripción del inmueble

Previo a la propuesta de intervención, se recorrió el inmueble, se hizo una exploración de los espacios, elaboró un levantamiento arquitectónico y se identificaron las

características que sobresalen del inmueble. Para poder reconocer o identificar los espacios se realizó un estudio previo de las características que componen a una hacienda específicamente del género pulquero.

El conjunto está conformado por una barda perimetral, la Casa del Hacendado, el Tinacal, las Calpanerías, el Establo, el Almacén de Carbón, los Corrales, el Gallinero, una Troje, el Abrevadero y una Capilla.



Figura 35 Fotografía del conjunto de la Casa del Hacendado y el Tinacal, 2016.

Casa del Hacendado

La Casa del Hacendado está conformada por un pequeño vestíbulo que conecta un patio central donde se encuentra una fuente circular en conjunto con cuatro jardineras que rematan en las esquinas del patio. Desde el patio se hace conexión con las demás zonas de la casa. Cuenta con una cocina principal, una cocina de humo (donde se encuentra un horno para pan) y un comedor. Habitaciones donde se conserva aún el piso de duela. Las puertas y ventanas son de madera con oscuros. Algunos de sus pisos son de pasta tradicionales con diferentes diseños. Los baños son amplios conservando en su mayoría el mobiliario. En uno de los espacios conectados con el baño se encuentra un temascal actualmente en desuso. En este mismo conjunto se encuentra la tienda de raya y la administración. Anteriormente la tienda de raya solo formaba parte de un mostrador en

donde se podía hacer la venta y el manejo del producto, así como el pago para los trabajadores que vivían en el conjunto de la hacienda.



Figura 36 Fotografía del patio principal y vestíbulo de la Casa del Hacendado, 2016.



Figura 37 Fotografía comedor y cocina principal de la Casa del Hacendado, 2016.

Tinacal

El Tinacal está emplazado a un costado de la Casa del Hacendado. Tiene su propia entrada debido a que el olor del pulque es fuerte y se trató de evitar el flujo de este al

interior de la casa. Adicionalmente, el tener un acceso independiente facilita el acceso permitiendo la entrada de la materia prima (aguamiel) al Tinacal, la cual es transportada con animales de carga. La salida del producto finalizado y listo para su exportación en barricas de madera es realizada apoyándose en una rampa que se encuentra a un costado de la puerta.



Figura 38 Fotografía del acceso e interior del Tinacal, 2016.

El Tinacal tiene solo dos ventanas superiores que controlan el ingreso de la luz solar teniendo unos oscuros de madera. La función principal de esta ventana es el de tener una ventilación adecuada para mantener fresco el espacio y por lo mismo, solo están ubicadas en la parte superior; su forma es rematada con arco ojival. El control de la iluminación es una característica importante y necesaria en un Tinacal ya que la luz afecta en el proceso de la fermentación del aguamiel. El grosor de los muros es también importante ya que mientras más gruesos sean estos, ayudan a mantener una temperatura constante en su interior. El espesor de los muros del tinacal es de 1 m. La altura del tinacal ayuda a que el calor se concentre en la parte superior, manteniendo fresca la parte inferior que es donde se ubican las tinas y donde se lleva a cabo la fermentación.



Figura 39 Fotografía del altar, peso de aguamiel dentro del Tinacal, 2016.

El Tinacal está dividido en cuatro zonas. En una zona, se encuentra un altar con culto religioso, en donde los trabajadores antes de iniciar su jornada de trabajo se encomiendan. Otra zona la más importante es en donde se encuentran las tinas para realizar el proceso de fermentación. Hay dos tipos de tinas: las hechas de cuero de res y las de madera de encino. Así mismo esta zona cuenta un sistema de drenes en el piso cuya función es mantener limpia la zona por si existe el derrame del producto. La última zona es la del control de la producción en donde antes de comenzar el proceso se mide el aguamiel recolectada y al final se registra la cantidad de pulque que se obtuvo.



Figura 40 Fotografía de las tinas de encino y de cuero de res para el proceso del pulque, 2016.

Almacén de carbón

Está ubicado cerca de la Casa del Hacendado, este espacio también funciono como Troje, es donde se almacenaba el carbón o algún otro producto (alimento de los animales, por ejemplo). Actualmente se encuentra en desuso y ha sufrido muchos daños

a través del tiempo, se encuentra sin cubierta y ha perdido gran parte de su estabilidad. Es un espacio que tiene una gran altura ya que las necesidades que se tenían eran de almacenar y conservar en buen estado los granos o productos.



Figura 41 Fotografía vista frontal del Almacén de Carbón y vista lateral del frontón de ladrillo, 2016.

A un costado de la estructura cuenta con tres contrafuertes y al otro hay un frontón de ladrillo el cual posiblemente se utilizaba para el entretenimiento de los trabajadores que vivían dentro de la hacienda. Esta estructura solo cuenta con un acceso el cual tiene un arco ojival de ladrillo con jambas de piedra. Está construido con mampostería de piedra, adobe, ladrillo y cal. Entre todo el conjunto existe una Troje que actualmente sigue funcionando la cual cuenta con ventanales superiores que solo permiten la ventilación del espacio.

Calpanerías

Las Calpanerías están ubicadas a un costado del Almacén de Carbón, son aproximadamente diecisiete espacios en forma de “L” que rodean el conjunto. Las dimensiones de cada espacio son de 5 x 5 m, algunos están divididos en dos habitaciones, esto es porque en estos casos las familias de los empleados vivían con

ellos. Estos espacios estaban destinados para uso de descanso, por lo cual todas las actividades se llevaban a cabo fuera de ellos.



Figura 42 Fotografía vista lateral del Almacén de Carbón, 2016.



Figura 43 Fotografía del interior y puertas de las Calpanerías, 2016.

El material con el que están construidas las Calpanerías es adobe. Antiguamente la construcción con este material era lo más conveniente por su mano de obra y por su bajo costo al realizarse con materiales del mismo lugar o región. El espesor de los muros es de 60 cm, en los elementos importantes como las puertas se utiliza el ladrillo y madera.



Figura 44 Fotografía de la fachada de las Calpanerías, 2016.

Las áreas comunes las compartían con los demás trabajadores y estas se encontraban en los patios de trabajo frente de los cuartos antes mencionados. Las ventilaciones de las habitaciones están reflejadas en unos pequeños óculos (conocidos como ojos de buey), estos son vanos en forma de óvalos o círculos aproximadamente de 36 x 26 cm que permiten la iluminación y ventilación natural.

Sus cubiertas eran de tejamanil a dos aguas sin embargo debido al descuido y al abandono de estos espacios, existe una pérdida de estas estructuras. En la Figura 45 se puede observar como dichas cubiertas lucían cuando aún estaban presentes en las Calpanerías.



Figura 45 Fotografía antigua de las Calpanerías (De la Torre Villalpando, 1988).

Capilla

La Capilla está ubicada cerca del acceso principal del conjunto, cuenta con una sacristía, un altar, nave central y el atrio. Es de dimensiones pequeñas pues en ella solo se llevaban a cabo bautizos, cualquier ceremonia religiosa y fiestas patronales que los trabajadores realizaban. En la sacristía se conserva el mobiliario que se utiliza para la realización de las misas. La Capilla está construida en dos cuerpos: uno es la sacristía y el otro cuerpo forma parte del altar dividiendo por un arco de medio punto la zona de la nave central donde se encuentran las bancas para las personas que asisten a misa. Por sus dimensiones, la cubierta está construida con un sistema de viguerías y bóvedas catalanas. En el interior solo se encuentra una ventana en forma de óculo y su posición es en la parte superior de los muros.



Figura 46 Fotografía del interior y fachada de la Capilla, 2016.

El acceso está enfatizado por una portada compuesta por dos pilastras, un arco de medio punto, una cornisa y rematando la puerta se encuentra un nicho. En el remate del ápice de la fachada encontramos una espadaña con un solo ventanal donde se encuentra la campana.

El cementerio se encuentra en esta zona, como las haciendas están alejadas de poblados o comunidades por su conformación, el lugar más conveniente para dar sepultura es la capilla. En el atrio se encuentran lapidas además de un control de acceso al recinto. Este control servía para resguardar a los santos, mobiliario y utensilios. Ya que anteriormente la barda que rodea todo el conjunto no existía, era necesario que la capilla tuviera este control.

Establo

Está ubicado en la parte trasera de las Calpanerías. En él se encuentra en resguardo el ganado, tiene una cubierta para la protección del ganado así mismo dos accesos, cuatro paredes, un abrevadero y un patio en el centro.



Figura 47 Fotografía del patio del Establo, 2016.

Uno de los accesos se usa en caso de emergencia. El acceso principal se encuentra alineado con las Calpanerías, en el patio central se encuentra el abrevadero donde el agua tiene corriente, que sirve para abrevar a los animales y para hacer limpieza a los animales y así mismo del lugar en general. La cubierta tiene pendiente al centro, el patio se encuentra porticado con medios muros para el control de los animales y de la ventilación del lugar.



Figura 48 Fotografía del acceso principal del Establo, 2016.

Levantamiento arquitectónico del inmueble

En este apartado se realizó el siguiente levantamiento arquitectónico, obtenido de las visitas de campo a la hacienda, que se realizaron durante el periodo de la investigación.

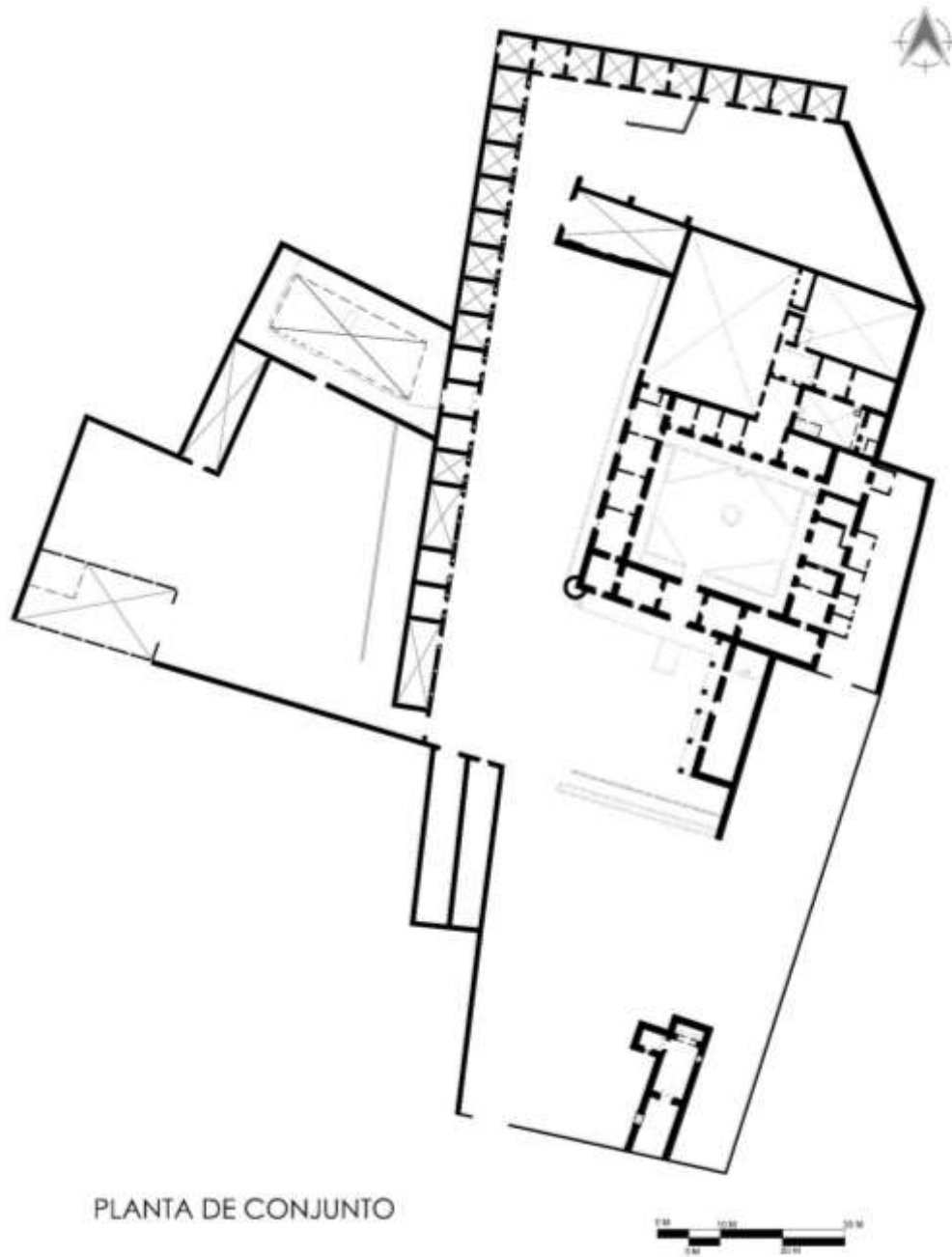


Figura 49 Plano de conjunto de la Hacienda San Diego Xochuca, 2016.



Figura 50 Vista aérea del conjunto y ubicación de los espacios de la hacienda, 2018.

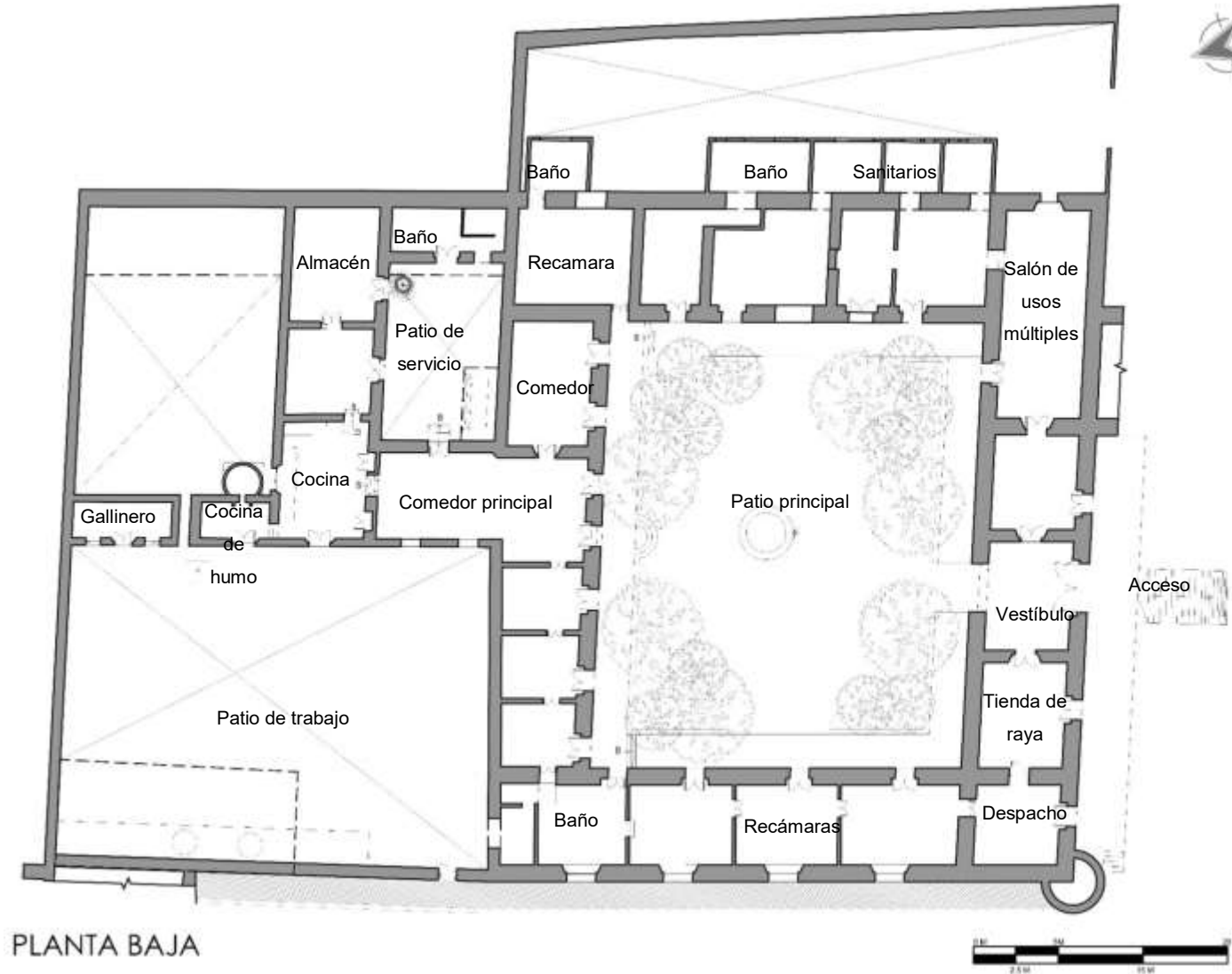


Figura 51 Plano de la Planta Baja de la Casa del Hacendado.

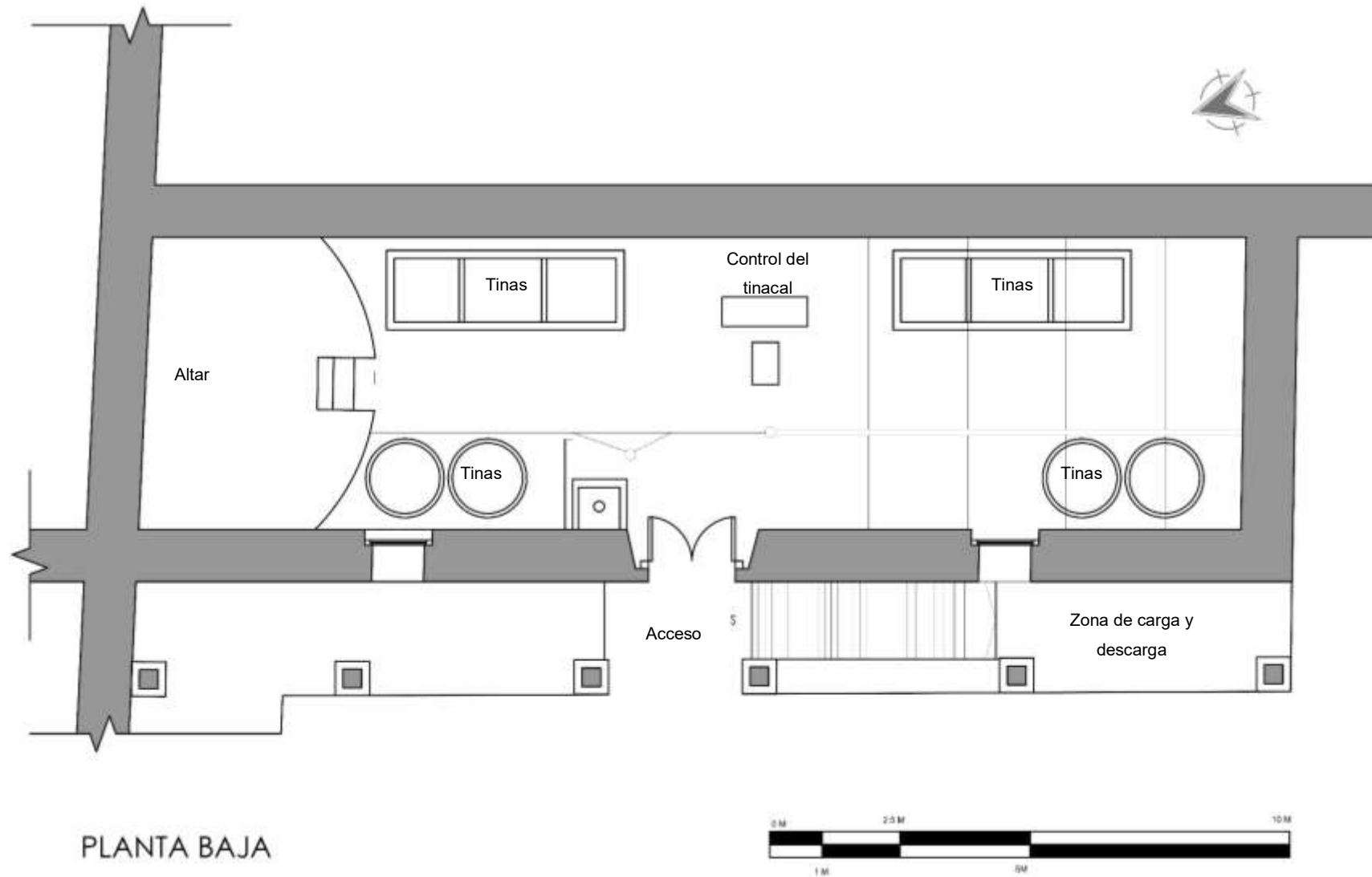


Figura 52 Plano de la Planta del Tinacal.

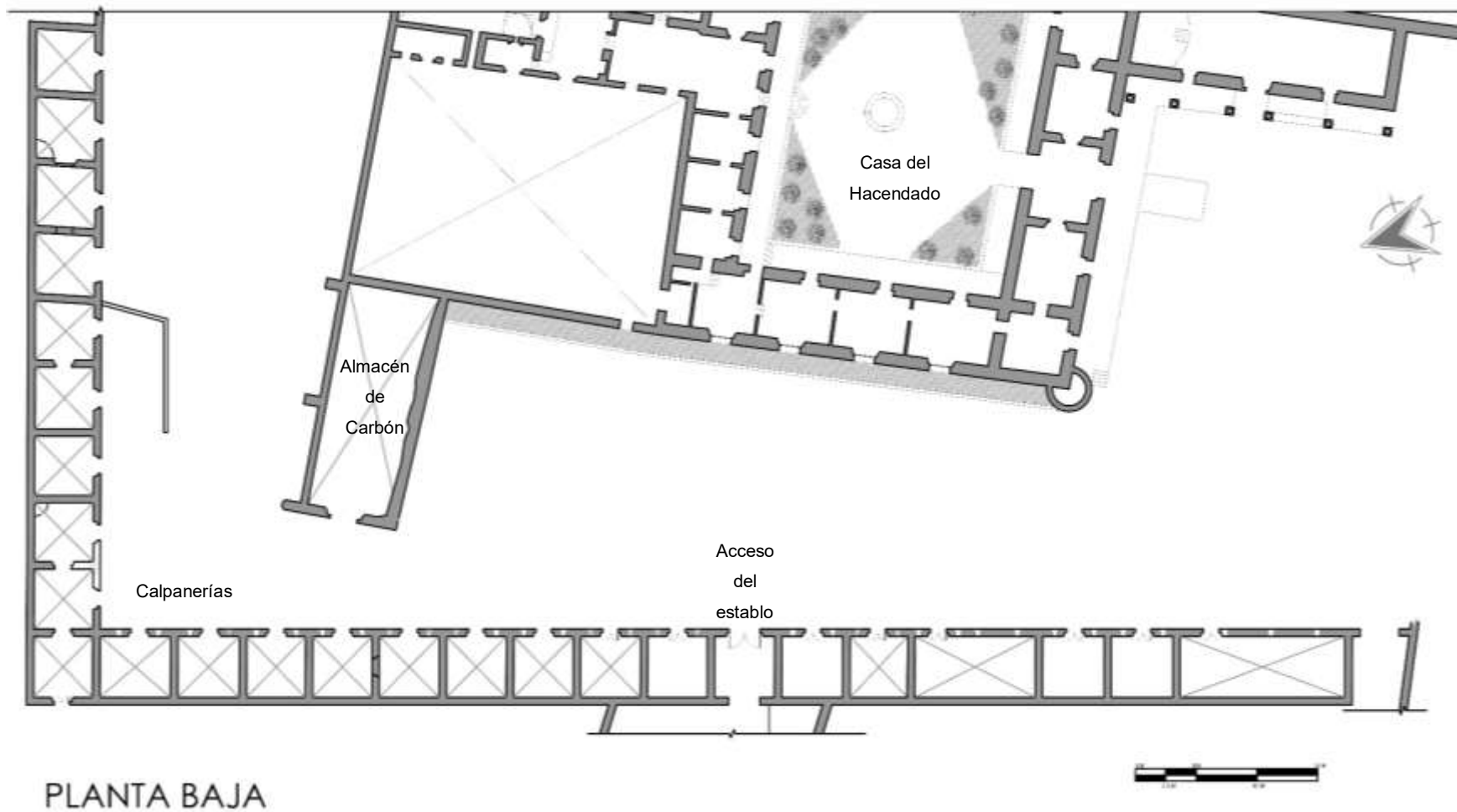


Figura 53 Plano de la Planta de las Calpanerías y Almacén de Carbón.

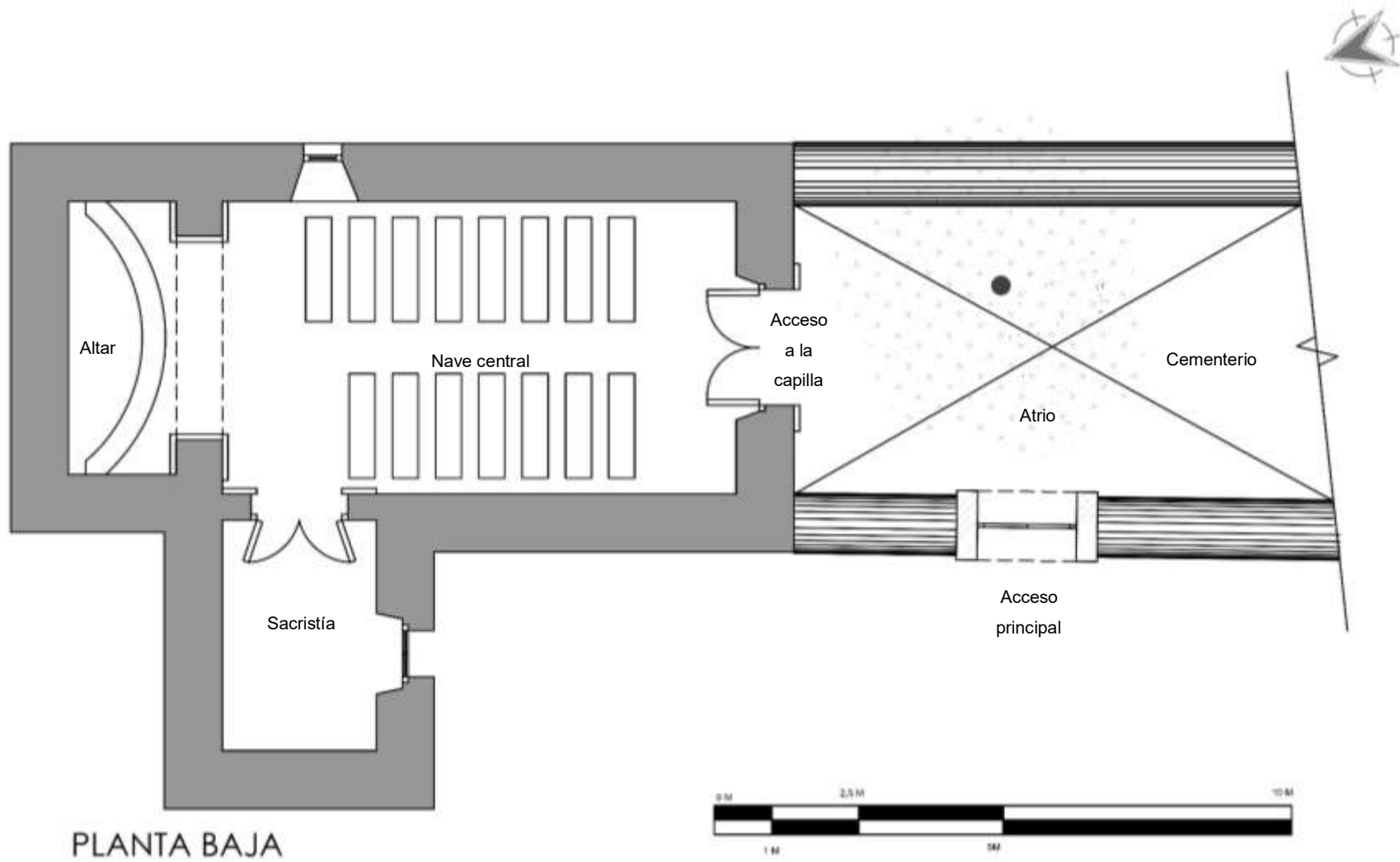


Figura 54 Plano de la Planta de la Capilla.

III. Identificación del sistema constructivo del inmueble

En general, se puede expresar que cada tipo de fábrica se conforma por tres tipos básicos de elementos:

- a. Acabados base: es el elemento de la obra arquitectónica sobre el cual se colocarán los acabados subsecuentes. En este tipo de acabados suelen encontrarse los elementos estructurales y los materiales en estado de obra negra.
- b. Acabados intermedios: estos son los elementos que al colocarse sobre los acabados base dan forma y geometría final a los espacios arquitectónicos. Se pueden mencionar por ejemplo mosaicos de pasta, aplanados de mortero, firmes y enladrillados.
- c. Acabados finales: son los empleados para dar la apariencia final de cada elemento. Con estos acabados se busca lograr la imagen proyectada desde un inicio y obedecen a la finalidad y funcionalidad necesaria de cada espacio.

Fábricas Tipo a

Se identificaron las siguientes:

I. Pisos

a. Acabados Base

- 1a. Tierra Natural
- 2a. Entortado cal-arena
- 3a. Entortado de concreto

b. Acabados Intermedios

- 1a. Ladrillo de barro de 56 x 26 x 4 cm

c. Acabados Finales

- 1a. Barniz

II. Muros

a. Acabados Base

- 1a. Muro de adobe 60 x 45 x 14 cm
- 2a. Muro de ladrillo 13 x 25 x 5 cm
- 3a. Muro de piedra de 90 cm de alto
- 4a. Enmarcamiento de vano con ladrillo 5 x 12 x 25 cm
- 5a. Muro de block 50 x 40 x 20 cm

b. Acabados Intermedios

- 1a. Aplanado de cal-arena de 2,5 cm de espesor
- 2a. Aplanado de cal-arcilla de 2,5 cm de espesor

- 3a. Enladrillado aparente
- c. Acabados Finales
 - 1a. Pintura blanca vinílica

III. Cubiertas

- a. Acabados Base
 - 1a. Vigas de madera de 23 x 12 cm
- b. Acabados Intermedios
 - 1a. Tejamanil
- c. Acabados Finales
 - 1a. Entortado y aplanado cal-arena

Fábricas Tipo b

Se identificaron las siguientes:

I. Pisos

- a. Acabados Base
 - 1b. Tierra Natural
 - 2b. Entortado cal-arena
 - 3b. Entortado de concreto
 - 4b. Vigas de arrastre
- b. Acabados Intermedios
 - 1b. Ladrillo de barro reticulado de 56 x 26 x 4 cm
 - 2b. Mosaico de barro reticulado 56 x 26 x 4 cm tipo 1
 - 3b. Mosaico de barro reticulado 56 x 26 x 4 cm tipo 2
 - 4b. Polines de madera (bastidor)
 - 5b. Firme de concreto pulido
 - 6b. Loseta de cerámica 30 x 30 cm
- c. Acabados Finales
 - 1b. Barniz
 - 2b. Duela Machimbrada
 - 3b. Pintura vegetal para concreto pulido

II. Muros

- a. Acabados Base
 - 1b. Muro de mampostería de piedra con cedacería de ladrillo, ancho de muro 100 y 75 cm
 - 2b. Muro de ladrillo 13 x 26 x 6 cm
 - 3b. Muro de piedra de 90 cm de alto
 - 4b. Enmarcamiento de vano con ladrillo 6 x 12 x 25 cm
 - 5b. Muro de block 50 x 40 x 20 cm
- b. Acabados Intermedios

-
- 1b. Aplanado de cal-arcilla de 2,5 cm de espesor
 - 2b. Enladrillado aparente
 - c. Acabados Finales
 - 1b. Pintura vinílica
 - 2b. Pintura de aceite en 1,5 metros (guarda polvo)
 - 3b. Lambrin azulejo 20 x 20 cm
- III. Cubiertas
- a. Acabados Base
 - 1b. Vigas de madera de 23 x 12 cm
 - 2b. Pintura vinílica
 - b. Acabados Intermedios
 - 1b. Tejamanil
 - 2b. Enladrillado doble en forma de petatillo 13 x 26 x 6 cm
 - 3b. Enladrillado doble reticulado 26 x 26 x 4 cm
 - 4b. Lamina de acero inoxidable acanalada de 2 mm
 - c. Acabados Finales
 - 1b. Entortado, aplanado cal-arena e impermeabilizante
 - 2b. Concreto armado e impermeabilizante

Tabla 4. Fábricas por zonas.

Zona	Pisos			Muros			Cubiertas		
	Base	Intermedio	Final	Base	Intermedio	Final	Base	Intermedio	Final
Almacén de carbón	1a	-	-	1a, 2a, 3a y 5a	2a y 3a	-	-	-	-
Establo	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Tapia Perimetral	-	-	-	3b y 5b	-	1b	-	-	-
Calpanerías	1a y 2a	1a	1a	1a y 3a	2a	1a y 2a	1a	1a	1a
Casa Señorial	1b, 2b, 3b, y 4b	1b, 2b, 3b, 4b, 5b y 6b	2b y 3b	1b y 2b	1b	1b, 2b y 3b	1b y 2b	2b, 3b, y 4b	1b y 2b
Tinacal	3b	5b	-	1b	1b	2b	1b	2b	1b
Capilla	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Notas: * Área no explorada. La nomenclatura es la definida en las secciones “Fábricas tipo a” y “Fábricas Tipo b”.

Sistema constructivo ilustrado.

El sistema constructivo identificado anteriormente como “Tipo a” se encuentra en la zona de las Calpanerías, en el Almacén de Carbón, en la Troje y en otros espacios del conjunto.

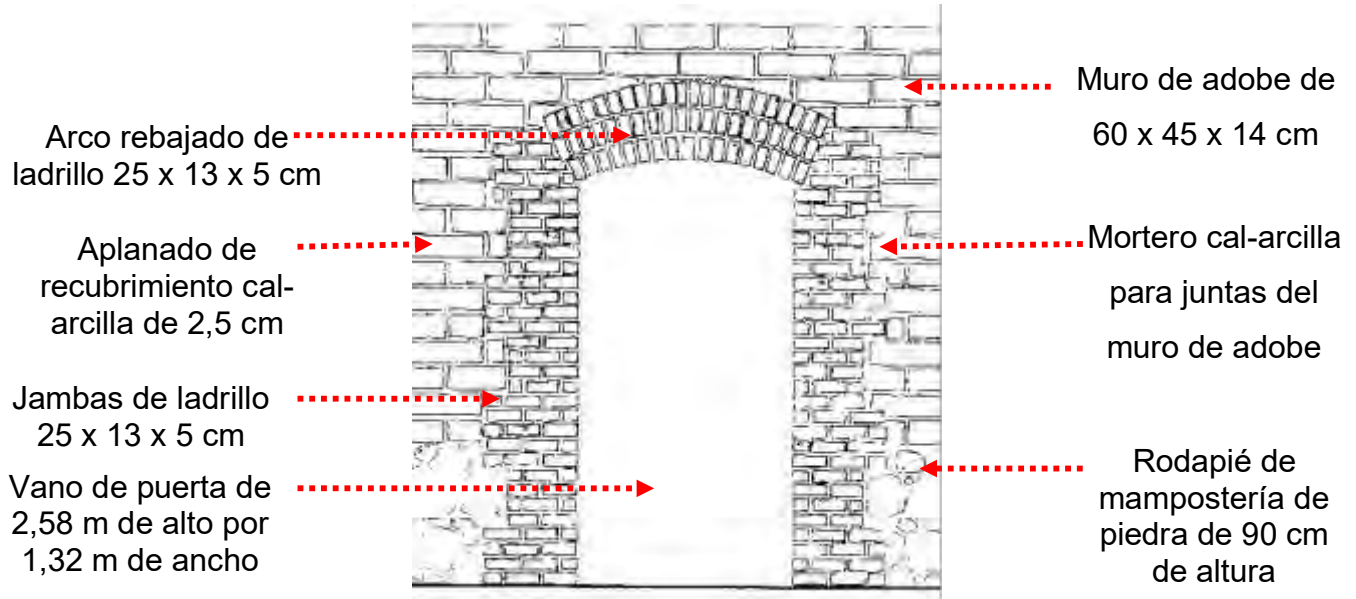


Figura 55 Croquis de vano de puerta exterior.

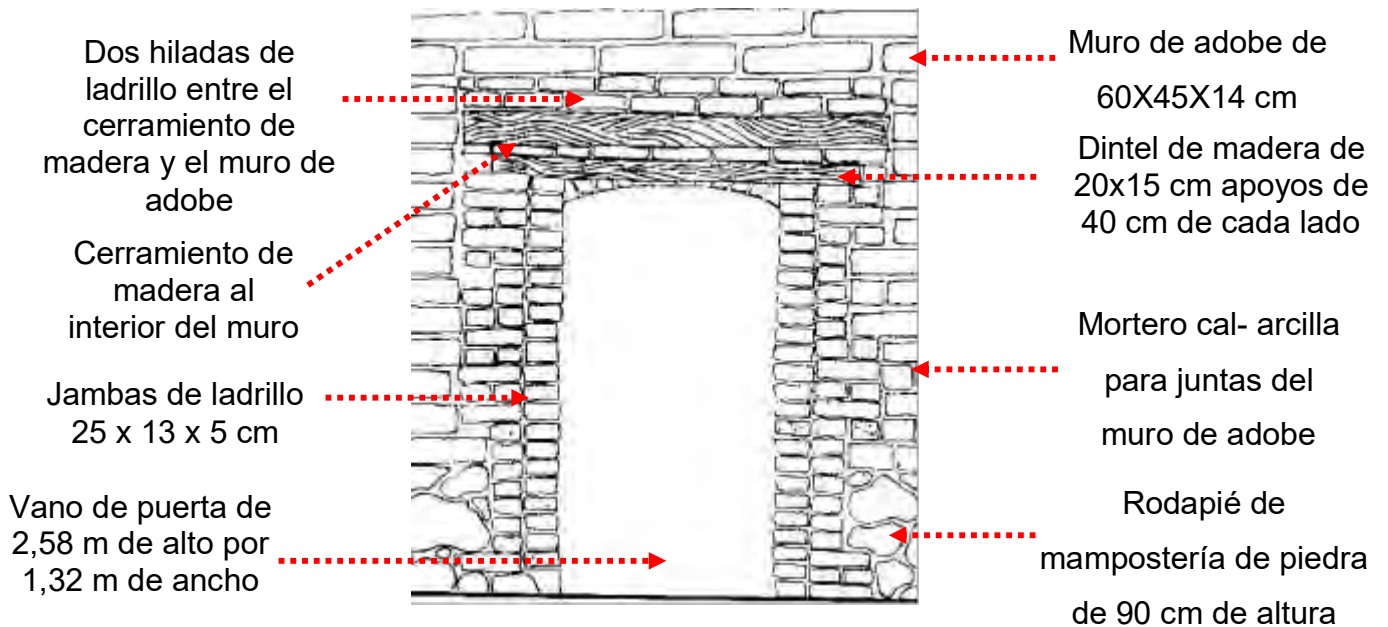


Figura 56 Croquis del vano de puerta interior.

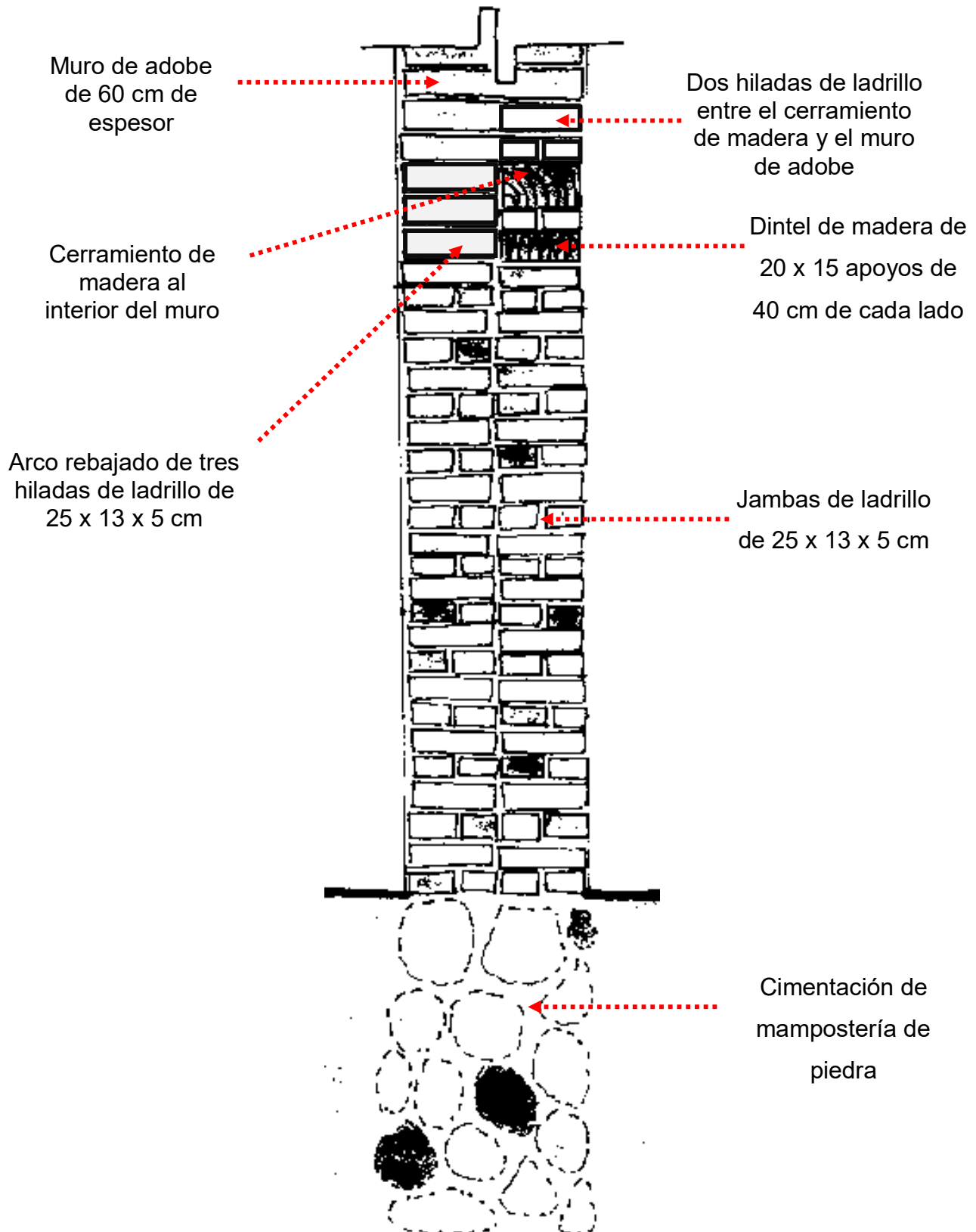


Figura 57 Croquis del corte del vano de puerta.

La mayoría de las puertas de las Calpanerías son iguales y se muestran en la Figura 55. No obstante, algunos vanos de puertas han sido tapiados puesto que no son necesarios o se obstaculizaran para crear un nuevo flujo entre espacios.

El vano mostrado en la Figura 58 es diferente por su cerramiento en forma de arco ojival. El arco ojival también se encuentra en vanos de ventanas, los cuales cambian en cuanto a dimensiones dependiendo de su ubicación como en el Tinacal y en la Troje.

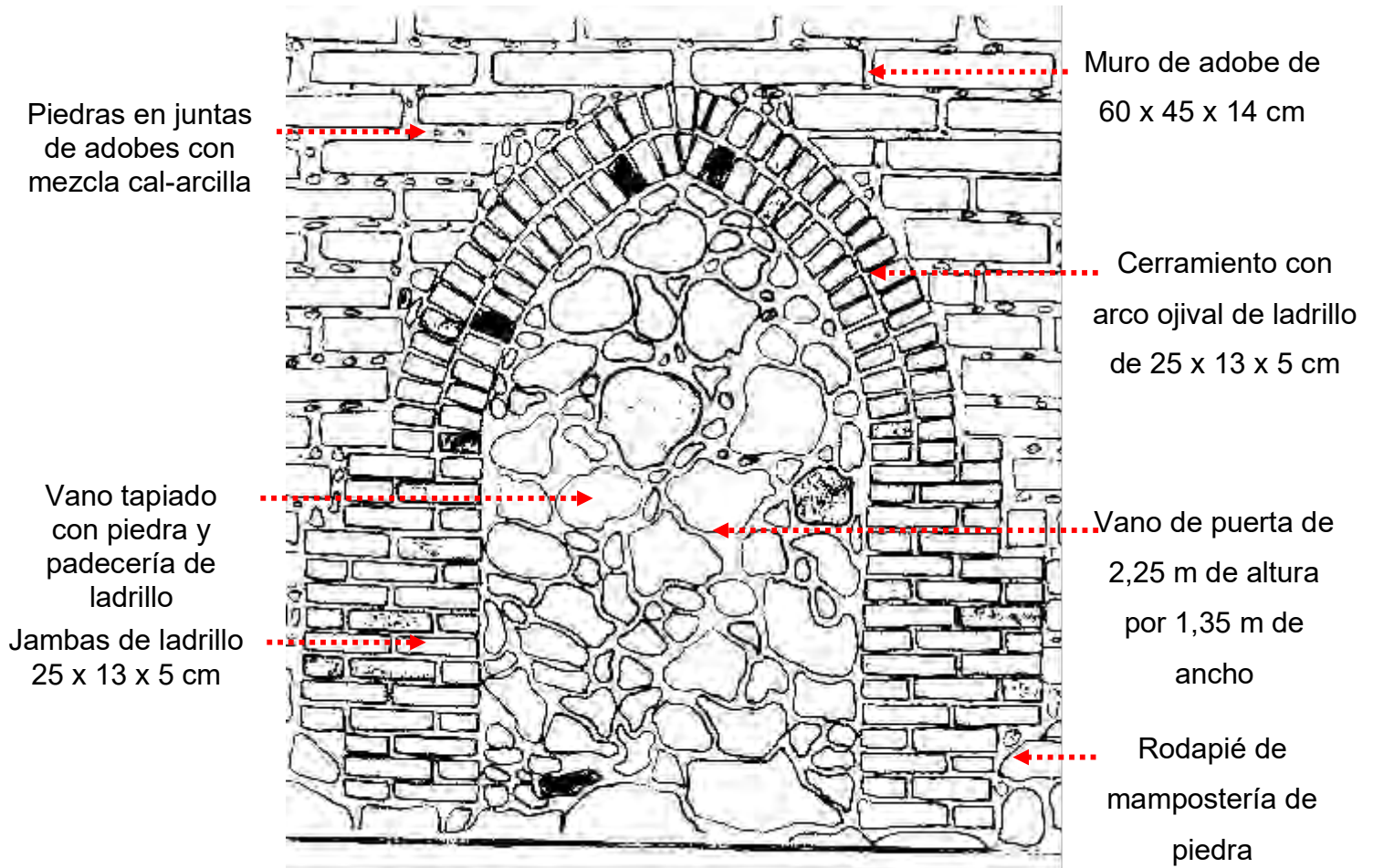


Figura 58 Croquis de vano de puerta con arco ojival tapiado.

Este tipo de cerramientos con arco ojival también se puede observar en el vano de la puerta del Almacén de Carbón. La diferencia radica en sus dimensiones y sus jambas las cuales son de piedra labrada.

Los vanos de las ventanas son de dos tipos con diferentes características: uno es el óculo (también conocido como ojo de buey) y el otro es con arco de medio punto.



Figura 59 Fotografía exterior del vano con forma de arco de medio punto.

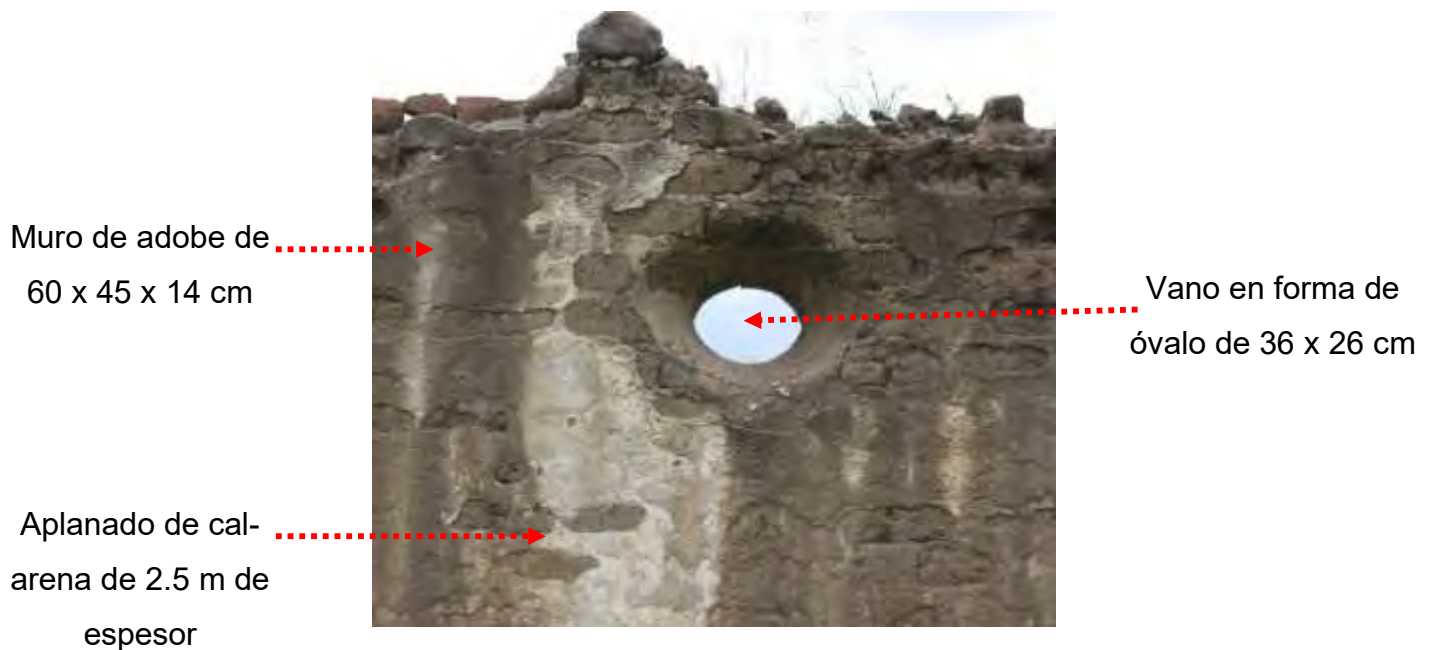


Figura 60 Fotografía exterior del vano en forma de óculo.

El sistema constructivo “Tipo b” se muestra en el siguiente corte de la fachada de la Casa del Hacendado.

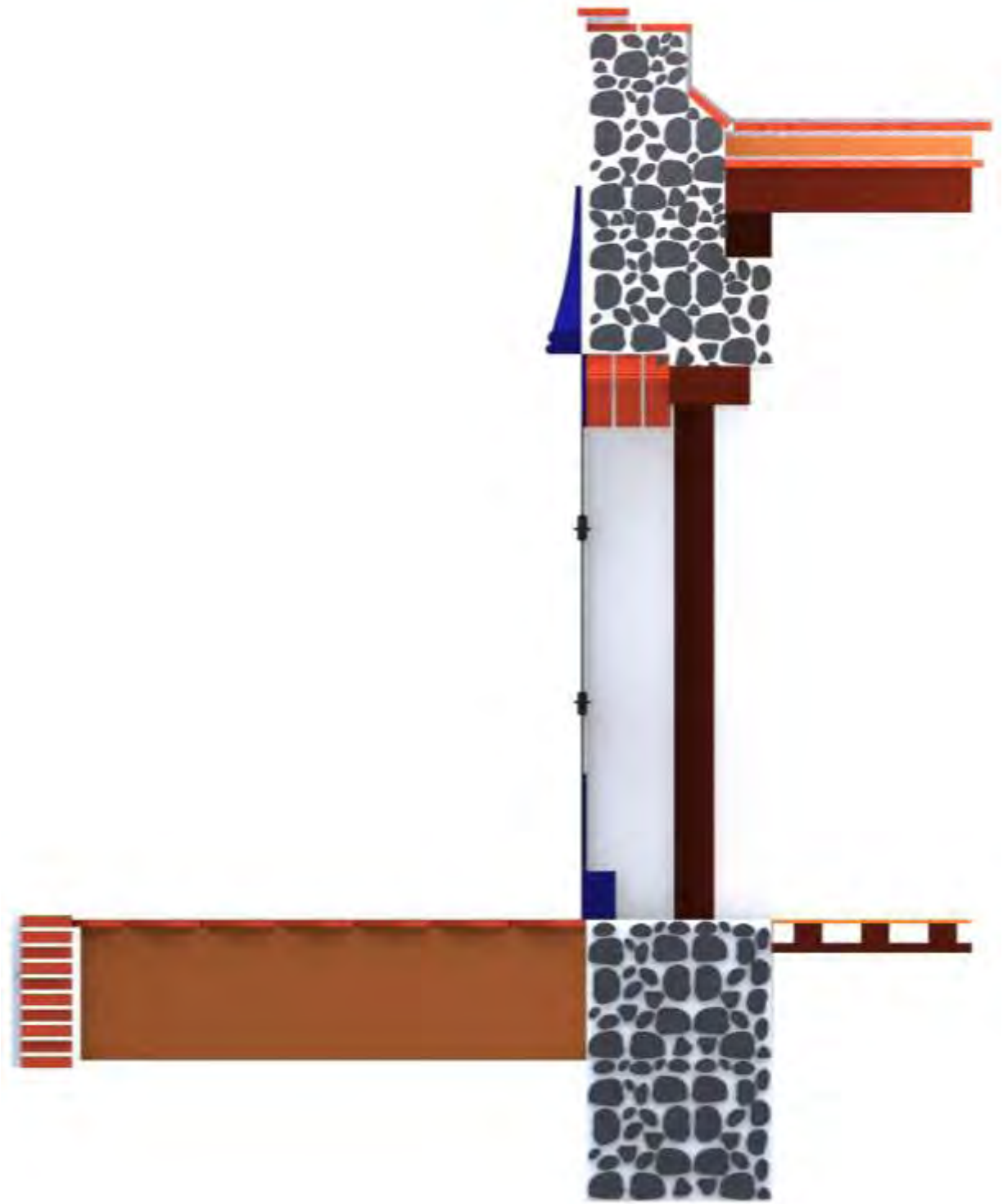


Figura 61 Corte de la fachada principal de la Casa del Hacendado.

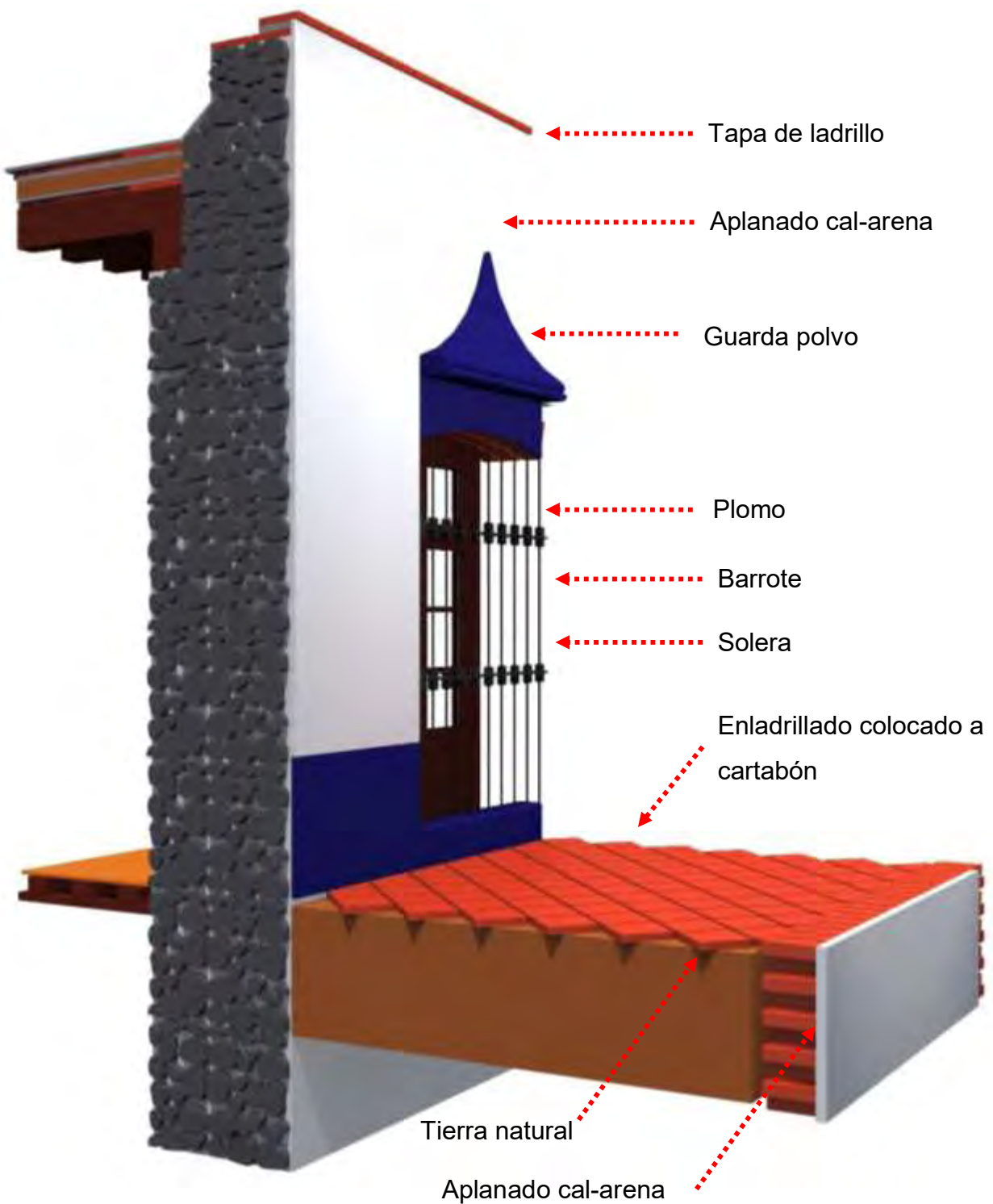


Figura 62 Detalle exterior del sistema constructivo de la Casa del Hacendado.

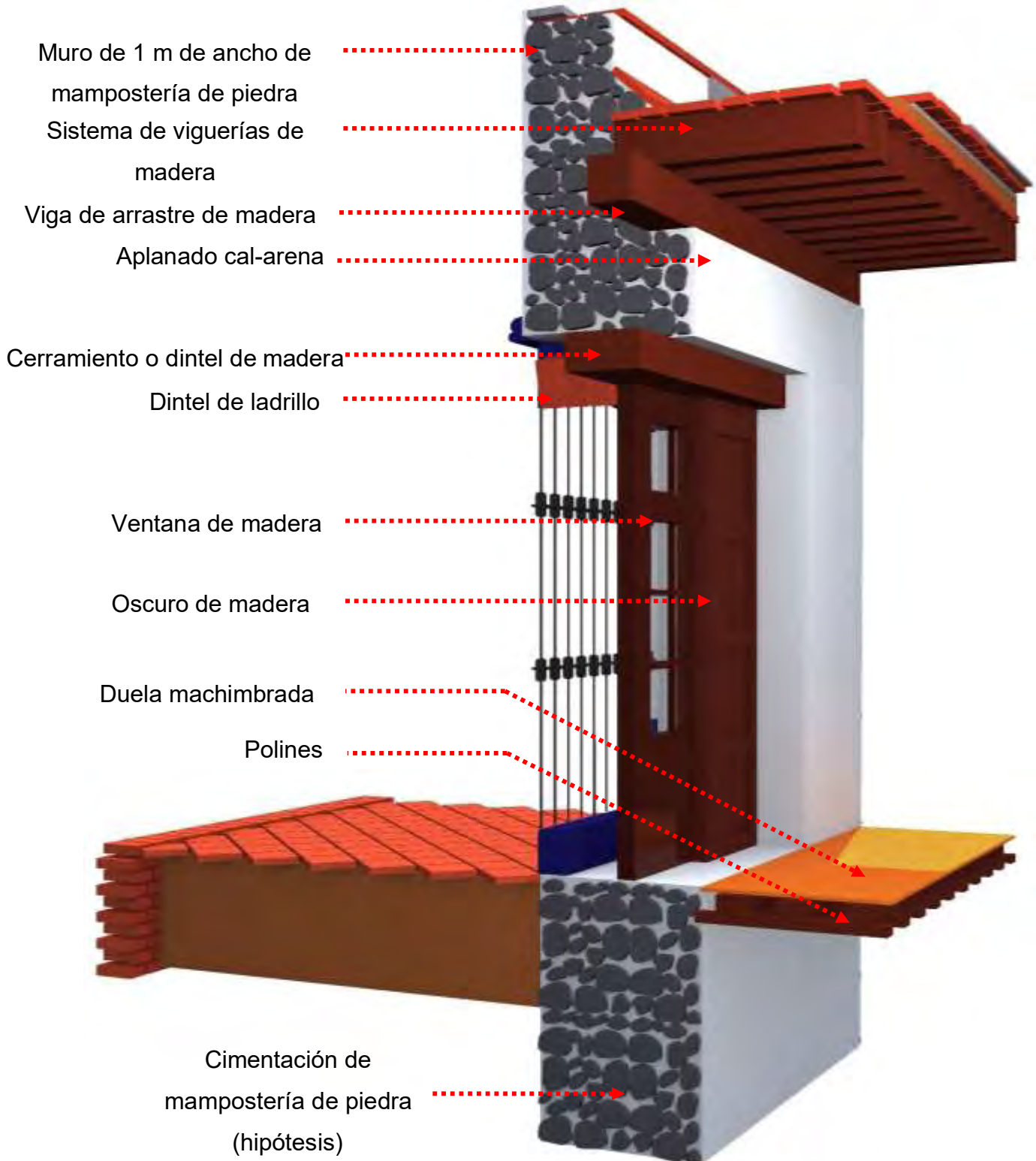


Figura 63 Detalle interior del sistema constructivo de la Casa del Hacendado.

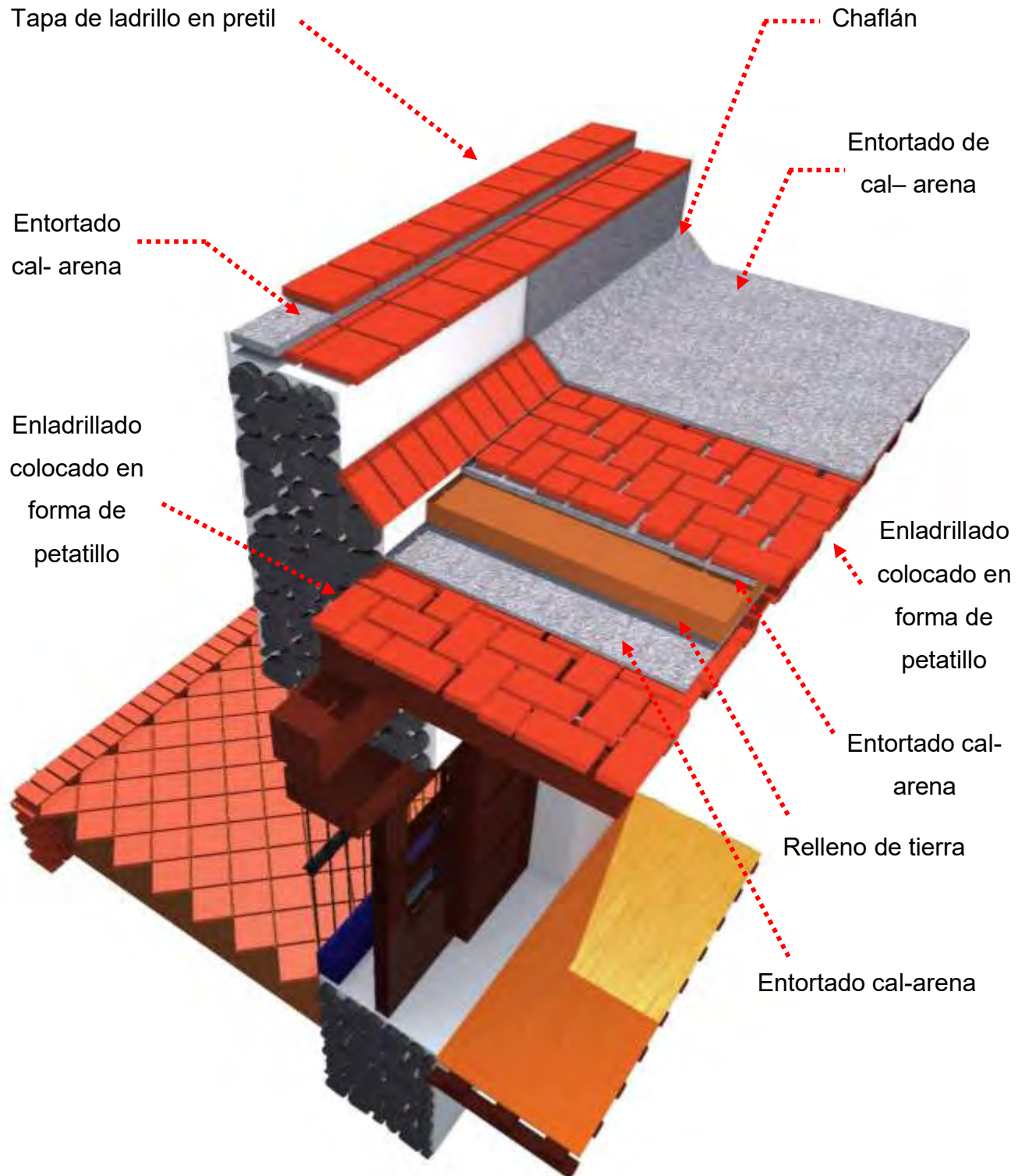


Figura 64 Detalle del sistema constructivo de la cubierta de la Casa del Hacendado.

IV. Identificación de daños

Un daño se puede entender como la acción y efecto de causar algún tipo de dolor, maltratar, estropear, causar perjuicio o reducir la integridad de algún objeto en general (edificio, persona, utensilios, etc.). Igualmente, el deteriorar puede definirse como el efecto de hacer inferior una cosa (objeto), menoscabar o estropearla gradualmente. Por tanto, el concepto de “*Daños*” y “*Deterioros*” visto desde un punto de vista arquitectónico puede expresarse como los efectos adversos producidos en una obra arquitectónica por un agente externo, donde los efectos se reflejan en dicha obra a manera de un maltrato y/o reducción gradual o completa de su integridad modificando por consiguiente su expresión original.

Los posibles daños y deterioros varían dependiendo del material sujeto al agente adverso, pudiendo mencionar entre otros a los siguientes:

- a) Piedras. Dependen del origen de las piedras, así como de su composición. Se puede mencionar por ejemplo el efecto de la disolución de sus componentes cementantes bajo la presencia de agua o alguna reacción química cuando se someten a la acción de lluvia acida.
- b) Tierra. De comportamiento frágil donde su correcto desempeño depende del sistema constructivo en el cual se haya empleado. Los daños más comunes son la erosión, derrumbes y disgregación.
- c) Madera. Al ser un elemento biológico se encuentra fuertemente expuesta a deterioros causados por agentes igualmente biológicos (microorganismos, insectos, plantas, etc.).
- d) Cerámicas. Los daños varían en relación con la calidad de la materia prima empleada durante el proceso de fabricación y a la calidad del proceso en sí. Al estar en contacto con la humedad se pueden provocar exfoliaciones o disgregaciones.

- e) Metales. El proceso de deterioro más común es la oxidación, resultado de la reacción química entre el agua, oxígeno y los elementos que conforman cada tipo de metal.
- f) Morteros y Cementantes. Los daños pueden ser debidos a tres causas principales:
 - i. Ataque de elementos químicos tales como cloruros, sulfatos y carbonatación.
 - ii. Fenómenos físicos como retracción y cambios volumétricos debidos variaciones de temperatura.
 - iii. Mal diseño de dosificaciones para la elaboración de los morteros o deficiente diseño estructural.

Los factores que causan daños y deterioros en elementos arquitectónicos pueden agruparse en dos campos principales: factores del medio ambiente y factores sociales.

Factores del medio ambiente

Son los originados por causas naturales propias del lugar en donde se localiza el elemento arquitectónico, pueden ser:

- a) Condiciones naturales como la humedad, cambios de temperatura, presencia de aguas freáticas, agentes nocivos del suelo (sales).
- b) Procesos naturales como el deterioro de los materiales, corrosión, invasión de insectos, cambios en lechos fluviales y movimiento de dunas.
- c) Riesgos naturales como sismos, incendios, tormentas e inundaciones.

Factores sociales

Se pueden mencionar entre otros:

- a) Descomposiciones sociales tales como migraciones a gran escala, crimen organizado, vandalismo y guerras.

- b) Problemas sociales generales como cambios demográficos, consumismo, estructura de la propiedad y alternativas políticas.

Efectos

Los efectos derivados que se pueden observar pueden ser los siguientes: fisuras y grietas, exfoliaciones, desplomes, vanos tapiados, derrumbes, ruptura, manchas por humo, humedad o cemento, faltantes, humedad, madera deteriorada, desprendimientos, oxidación, pudrición, alteraciones de niveles, erosiones, suciedad, disgregaciones y crecimiento de vegetación.

A continuación, se presentan los daños identificados en el caso de estudio Hacienda Pulquera San Diego Xochuca principalmente en el Almacén de Carbón, Calpanerías, Tapia perimetral, Establo.

Se detectaron daños en diferentes zonas:

- a) Pisos: Cambio de niveles en pisos debido a asentamientos o hundimientos en diferentes puntos y crecimiento de vegetación. Erosión del suelo debido a lluvias.
- b) Muros: La cimentación se ve afectada debido a asentamientos del suelo provocando fisuras que abarcan todo el espesor del muro; desplome apreciable a simple vista; derrumbe de tabiques y cementantes en zonas de fisuras mayores; desprendimiento de piedras en base del muro; pérdida de aplanados en grandes áreas; manchas de humedad; crecimiento de vegetación dentro del muro; disgregaciones y desprendimiento de tabiques de arcilla y de adobe; erosión de muros; aparición de hongos, manchas de humedad, pérdida de color, pérdida de rigidez en juntas constructivas, fracturas y pandeo en elementos de madera (jambas y dinteles).
- c) Cubiertas: Pérdida total de la cubierta, debido al desplome de muros ocasionando a su vez separación de apoyos para el techo. Acumulación de tierra humedad, propiciando a su vez crecimiento de vegetación y poblaciones de insectos; pudrición de elementos de madera a causa de alta y constante exposición; fractura de vigas debido a acumulación de cargas adicionales en techos; aparición de

agujeros en zonas pegadas a muros y en puntos interiores; presencia de manchas por humedad y por humo.

- d) Puertas y ventanas: Los elementos de madera presentan distintas tonalidades desde colores oscuros hasta tonos pálidos; manchas oscuras de humedad; en zonas expuestas al sol durante lapsos largos del día la madera tiende a presentar un color pálido como reflejo de pérdida de su humedad natural provocando la aparición de fisuras y grietas; los elementos de acero (chapas, seguros, clavijas, manijas, etcétera) presentan signos de oxidación y esparcimiento de un tono rojo oscuro; presencia de hongos y musgo en partes húmedas; pérdida de rigidez y pandeo marcos de puertas y ventanas; hinchamiento debido a la absorción de humedad.
- e) Agregados: Se define como agregados a todas aquellas alteraciones y modificaciones que se le realizan a una obra arquitectónica cambiando su concepción original. Los agregados usualmente suelen ser fáciles de identificar debido a las diferencias entre las fabricas empleadas (acabados base, intermedios y finales) para realizar las modificaciones y las fabricas originales. Mientras las fabricas originales muestran daños y deterioros severos debidos a los factores mencionados en el apartado anterior, los nuevos elementos denotan menores daños.



Figura 65 Muro con pérdida de aplanado e invasión de vegetación y cubierta con colapso en las Calpanerías, 2016.



Figura 66 Puerta intemperada, 2016.

Causas que motivan a los agregados

Los agregados se presentan debido a diversos factores los cuales motivan la realización de alteraciones a las edificaciones, entre otros, se pueden mencionar los siguientes:

- a) Cambios de Uso: en ocasiones ciertos espacios de las edificaciones (a la totalidad de ellas) cambian el uso para el cual fueron destinados originalmente, de manera que, al estar sujetas a las nuevas necesidades algunas alteraciones son necesarias con la finalidad de que los espacios funcionen correctamente.
- b) Ampliaciones: este tipo de agregados se deben a la necesidad de crear nuevos espacios no proyectados originalmente.
- c) Modernización: se deben a la modernización de los espacios originales en ocasiones por el cambio de algún tipo de fábricas o la instalación de nuevos servicios.

En el caso de los agregados, al ejecutarse esta modificación es posible que se desarrolle de tres maneras diferentes:

- a) Respetando las fabricas originales.

- b) Buscando crear una apariencia similar a la original, pero con fábricas diferentes.
- c) Cambiando por completo las fábricas y su expresión arquitectónica.

Si bien podría parecer lógico pensar que lo óptimo es conservar la idea arquitectónica original y emplear las mismas fábricas, puede no ser posible lo anterior por limitantes tales como la disponibilidad de los materiales originales, cambio por disposición del dueño ya que la concepción del espacio original no es funcional en relación con las necesidades proyectadas de los agregados.

A continuación, se muestran ejemplos de los agregados identificados:

Algunos vanos de puertas han sido tapiados, debido a que el vano existente no es necesario o se bloqueó para crear un nuevo flujo de circulación, control de espacios o para crear un nuevo espacio.



Figura 67 Vanos tapiados en puertas Calpanerías y tapia perimetral, 2016.

En el perímetro de la hacienda o también conocido como tapia perimetral se construyó un muro de block el cual fue adaptado años después de haberse construido la hacienda. Se puede apreciar el cambio de fábricas empleadas y hasta el cambio de sistema constructivo, así como el acabado o terminación de la parte superior del muro. El agregado de este muro fue por causas de seguridad y para tener el control del acceso al conjunto.



Figura 68 Tapia perimetral, 2016.

Otro agregado que se encuentra dentro de la casa del hacendado es la adaptación de núcleos sanitarios los cuales se encuentran en la parte trasera de la casa. El daño que ocasiona este tipo de adaptaciones es en primer lugar el integrar el espacio abriendo accesos, circulaciones, instalaciones, etc.



Figura 69. Vista interior y exterior de los núcleos de sanitarios en la Casa del Hacendado, 2016.

Con el objetivo de crear nuevos espacios y debido a sus requerimientos se llega a romper con su estructura y conformación original. En este caso se han utilizado materiales diferentes a los originales lo que causa que su aspecto sea diferente.

Se observa la creación de nuevos vanos en los muros originales existentes con la finalidad de tener iluminación y ventilación requerida. El cambio de uso de los espacios es uno de los motivos principales de este agregado.

V. Propuesta de adecuación

A partir del análisis previo del edificio se observa que se puede tomar en cuenta las actividades que se realizan actualmente. Para hacer el planteamiento de la propuesta de nuevo uso, y de las acciones que se tienen que realizar para la restauración del edificio.

Las actividades que se realizan actualmente en la hacienda:

- a) Recorridos guiados por la hacienda
- b) Explicación de la elaboración del pulque
- c) Caminatas por las magueyeras
- d) Comidas con platillos típicos y relacionados con el maguey
- e) Producción y distribución de pulque
- f) Producción y venta de miel de maguey
- g) Cultivo de maguey

Con base a las actividades mencionadas y la importancia que se le quiere dar a la producción del pulque, la propuesta que se plantea es hacer un Centro Recreativo Cultural del Maguey. Es importante precisar que el proyecto que se desarrolla es una manera de asegurar que la hacienda pueda tener recursos para conservar su arquitectura, su historia, y su patrimonio cultural.

Los espacios que anteriormente se utilizaban para un uso en específico se les asignaran uno nuevo para cumplir con el siguiente planteamiento. El proyecto está enfocado para el público en general con un ambiente totalmente familiar donde se puede apreciar el cultivo del maguey, la producción y degustación de pulque. Así mismo se ofrece la degustación de comida típica de la región, la venta de artesanías y productos que se elaboran en la misma hacienda o los lugares cercanos de la región. También se ofrece un área donde se pueden hacer eventos recreativos ya sean conferencias, actividades al aire libre, eventos sociales y culturales. Complementando con las actividades se plantea también ofrecer el servicio de hospedaje.

La zonificación se divide en cuatro: zonas de producción, zonas de habitación, zonas de servicio y zonas comunes.

- a) Zonas de producción: ubicada en el Tinacal, donde la hacienda seguirá produciendo pulque. También ahí se produce la miel de maguey, es por ello que se destinara un área exclusivamente para la producción, el almacenaje y embalaje del producto.
- b) Zonas de habitación: se propone tener un área donde se dividen las habitaciones de los empleados, habitaciones dobles y habitaciones para cuatro personas.
- c) Zonas de servicio: administración, la recepción, la cocina, área de venta de productos, lavandería de blancos, taller de mantenimiento, los sanitarios de todas las zonas, bodegas y almacenes, patio de servicio y depósito de desechos.
- d) Zonas comunes: el patio principal, patio de usos múltiples, salón de usos múltiples, sala de descanso, comedor, restaurante, zona de café, degustación y consumo de pulque, área de espera, área de recreación.

En el siguiente diagrama se desarrolla la propuesta de interconexión de los espacios que se proponen para el nuevo uso. El proyecto está planteado para realizarse en dos etapas la primera es la que se muestra en la Figura 71. La segunda es un planteamiento del diseño del acceso al conjunto desde la carretera principal, y así mismo sobre el estacionamiento que quedara para un proyecto futuro.

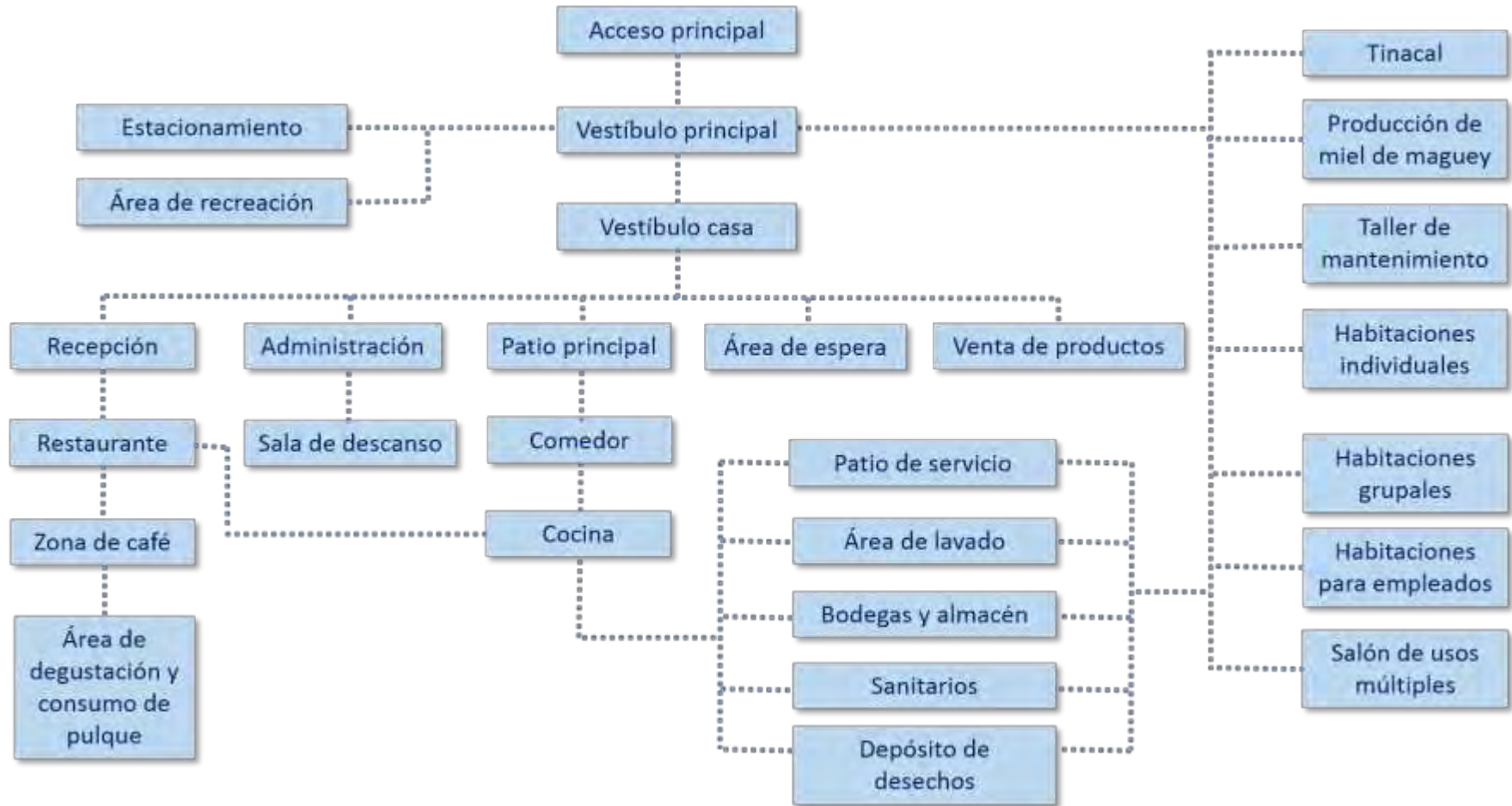


Figura 70 Diagrama de funcionamiento e interconexión de los espacios.

Para el desarrollo de la primera etapa es fundamental realizar un proyecto de restauración. Para la realización de este proyecto ya se realizó una previa etapa de investigación histórica, investigación en sitio, investigación del medio ambiente que rodea el edificio, investigación de contexto, investigación de sistema constructivo. Se desarrolló la etapa de diagnóstico donde se realizó un levantamiento arquitectónico y se identificaron los daños.



Figura 71. Zonificación de conjunto propuesta de nuevo uso.

Para la siguiente etapa se realizó el proyecto de restauración dando soluciones y dictaminando la mejor propuesta para restaurar y no dañar el aspecto original del inmueble y preservar su apariencia histórica. Las acciones de restauración que se proponen en el proyecto son: liberaciones, consolidaciones, reintegraciones e integraciones.

- a) Liberaciones: son aquellas acciones que eliminan elementos constructivos de acabados o pensados para otros propósitos.
- b) Consolidaciones: son aquellas acciones que devuelven el trabajo mecánico a elementos arquitectónicos, constructivos u ornamentales existentes, sin cambiar su apariencia en cuanto a forma, textura y acabados.
- c) Reintegraciones: son aquellas acciones cuyo objetivo es poner elementos arquitectónicos, constructivos, u ornamentales que por diversas causas han perdido, mutilado, o se encuentran tan degradados que es imposible su consolidación.
- d) Integraciones: son aquellas acciones que introducen elementos nuevos o ajenos a la concepción original pero que son necesarios para el funcionamiento del nuevo uso que se está dando arquitectónicamente, constructivamente u ornamentalmente.

VI. Acciones de conservación y restauración en los espacios del inmueble intervenidos

Para este proyecto solo se contemplará realizar la intervención de la Casa del Hacendado, el Tinacal, el Almacén de Carbón y las Calpanerías. Ya que se encuentran dentro de la primera etapa del proyecto de adecuación.

Casa del hacendado

Se realizará la liberación de organismos vegetales y animales, liberación de firmes de concreto, de tubos de acero en gárgolas interiores y exteriores, de pisos de loseta, duela machimbrada en mal estado, de azulejo donde anteriormente no se encontraba o se

encuentra en mal estado, de aplanados exteriores y se reubicaran árboles que dañan el edificio a causa de sus raíces

Limpieza en pisos de pasta decorados, machas provocadas por humo, pisos de barro, marcos de ladrillo en puertas, de coladeras y drenajes, de óxido y pintura en herrerías de puertas y ventanas, de puertas y ventanas de madera que están expuestas al exterior, de pintura vinílica en aplanados superiores de los muros o de vigas de madera. Eliminación de puertas de madera que ya no sirven, de lámina de acero de los tejados donde se encuentran los hornos de piso.

Se demolerán muros en donde se requiera, las cubiertas de concreto que remplazaron a las cubiertas antiguas, las cubiertas con el sistema de vigas de madera y ladrillos de barro recocido que se encuentran en mal estado, se demolerán pretilas en muros colindantes al patio principal para proponer un nuevo sistema de cubierta exterior.

Se realizarán consolidaciones de muros de mampostería de piedra, duela machimbrado, se estabilizará el terreno llegando a su nivelación homogénea en los patios de trabajo y en donde se requiera.

Reintegraciones de aplanados de cal-arena, puertas de madera, ventanas de madera, cubre polvo interior, herrería en puertas y ventanas, pintura exterior e interior, cubiertas con sistema de vigas de madera y ladrillo de barro. Se reintegrarán los desagües de barro en todas las bajadas de agua.

Integraciones de puertas y ventanas de madera, cubre polvo exterior, muros divisorios de ladrillo, en zona de baños se integrarán pisos de loseta antiderrapante, lambrim de azulejos a una altura de 1,20 m, instalaciones sanitarias y eléctricas. En el exterior se integrarán pisos de ladrillo colocado a cartabón de 30 x 30 cm. En las cubiertas se integrará un impermeabilizante a base de alumbre y jabón, en el patio principal se integrará una cubierta de vigas de madera y tejas planas protegiendo las tejas con un hidrofugante.

Tinacal

Liberación de organismos vegetales y animales en muros, cubierta y pisos, liberación de capa de concreto en pisos, polines de madera que sostienen vigas de madera, pintura acrílica en vigas de madera, puertas y ventanas. Limpieza de humedades en muros, coladeras, drenajes, tejas de barro recocido de 41 x 19 x 12 cm, limpieza de óxido y pintura en herrerías de puertas y ventanas. Eliminación de instalación eléctrica, lamina de acero inferior en puertas de madera. Consolidación de vigas de madera, tejas de barro recocido en cubierta.

Reintegración de piso de concreto, canales para el drenaje de los escurrimientos de las tinas, pintura en el interior y exterior, coladeras, drenaje, cubre polvo, herrería en puertas y ventanas, vigas de madera en cubierta, polines de madera, tejas de barro recocido.

Integración de pisos de barro rectangulares de 15 x 30 cm, piso de ladrillo colocado a cartabón en el exterior, impermeabilizante a base de alumbre y jabón, instalación eléctrica.

Almacén de carbón

Se realizará la liberación de organismos vegetales y animales y se demolerán muros para crear vanos de ventanas en la parte posterior. Se consolidarán los muros de adobe, de ladrillo, rodapiés de piedra, así también las juntas constructivas, se rellenarán grietas y fisuras, se estabilizará el terreno dentro de la estructura para homogeneizar el terreno y se preparará para su nivelación realizando un apisonamiento.

Reintegraciones de aplanados de cal-arena interiores y exteriores, puertas de madera de pino, ventanas de madera de pino, pintura a base de cal en los exteriores de los muros, cubre polvo de los muros, pisos de barro recosido.

Integraciones de puertas y ventanas de madera, pisos de ladrillo colocado a cartabón de 30 x 30 cm para exteriores, loseta de 60 x 60 cm para el área de los baños, lambrim de azulejo en interiores de baños, instalaciones sanitarias y eléctricas, muros divisorios de ladrillo, muros de adobe, jardineras con maguey en los accesos a las habitaciones. Nota: En el caso del Almacén de Carbón se mencionará más a detalle en el Capítulo 4.

Calpanerías

Liberación de organismos vegetales en pisos, muros inferiores y superiores, liberación de tubos metálicos utilizados para el desagüe, vanos tapiados en ventanas, aplanado de cal-arena que ya no cumplen con su función o se encuentran muy deteriorados. Limpieza de pisos de barro existentes en el interior, humedades superiores e inferiores en muros, marcos de ladrillo en puertas. Demolición de muros donde se requiera y cubiertas que ya no cumplen con su función. Eliminación de las puertas de madera que ya no es posible su recuperación.

Consolidación de los muros de adobe, muros de mampostería de piedra, juntas constructivas, rellenaran las fisuras y grietas que se encuentren en toda la estructura. Se estabilizará el terreno dentro de la estructura para homogeneizar el terreno y se preparará para su nivelación realizando un apisonamiento.

Reintegraciones de aplanados de cal-arena interiores y exteriores, puertas de madera de pino, ventanas de madera de pino, pintura a base de cal en los exteriores de los muros, cubre polvo de los muros, pisos de barro recosido, paramento pétreo.

Integraciones de puertas y ventanas de madera, pisos de ladrillo colocado a cartabón de 30 x 30 cm para exteriores, cubre polvo interior a una altura de 1,20 m, loseta de 60 x 60 cm para el área de los baños, lambrim de azulejo en interiores de baños, instalaciones sanitarias y eléctricas, muros divisorios de ladrillo, muros de adobe, jardineras con maguey en los accesos a las habitaciones. Se integrarán cubiertas planas de barro recosido a una sola pendiente como se puede observar en la Figura 80, acabado final y protección se integrará un impermeabilizante a base de alumbre y jabón.

VII. Propuesta de adaptación de los espacios

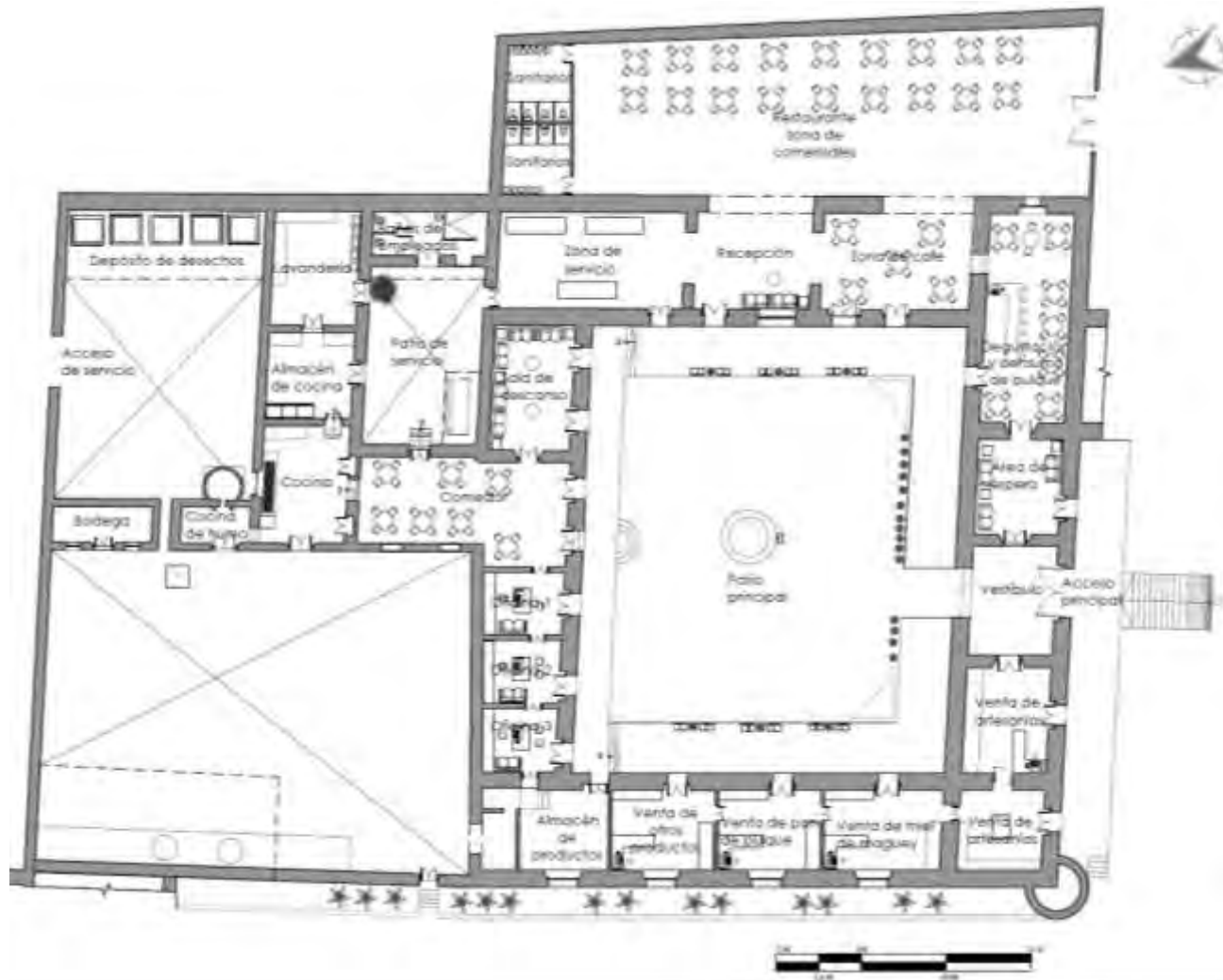


Figura 72. Planta del nuevo uso de la Casa del Hacendado.

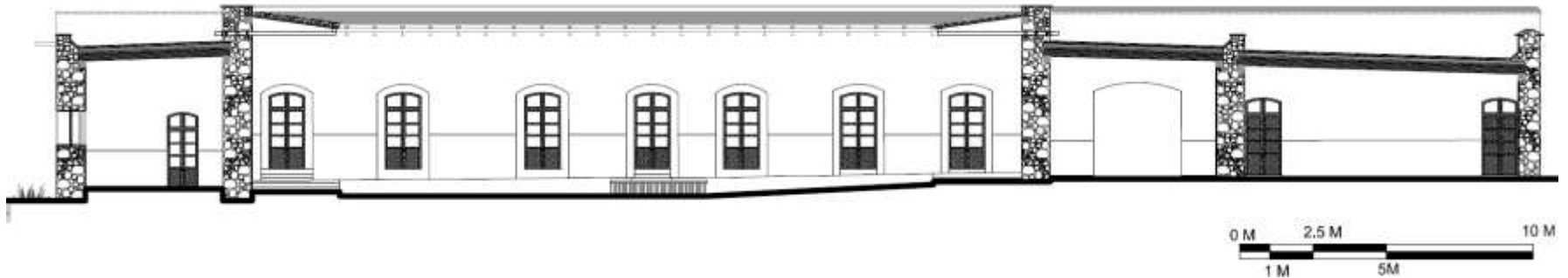


Figura 73 Corte longitudinal del nuevo uso de la Casa del Hacendado.

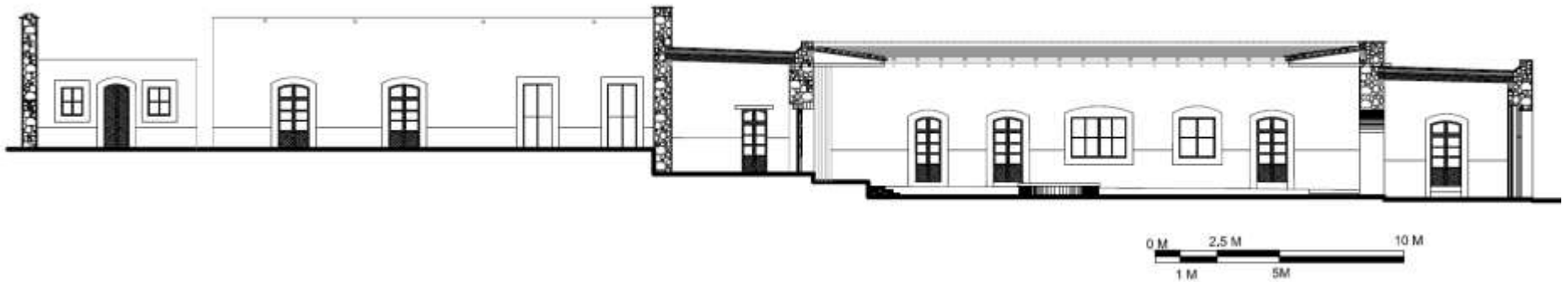


Figura 74 Corte transversal del nuevo uso de la Casa del Hacendado.

Nota: En los cortes longitudinal y transversal de la casa se muestra la propuesta de la cubierta para los pasillos del patio principal teniendo caída hacia el centro. Este patio tendrá un uso múltiple dependiendo de las actividades que se requieran para los eventos. Por esto mismo los árboles que se encontraban en este patio se reubicaran en otra zona más conveniente.

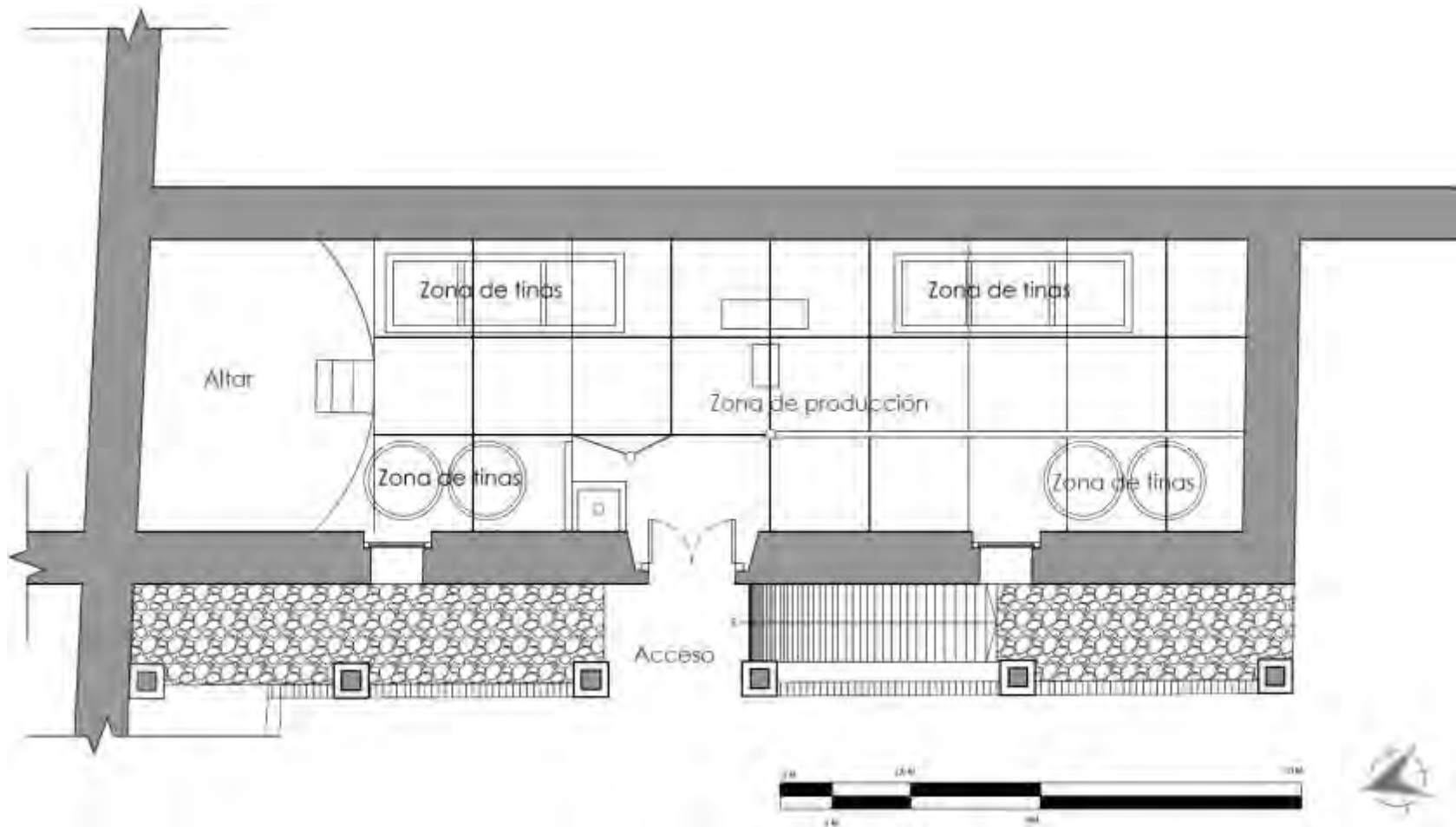


Figura 75 Corte transversal del nuevo uso de la Casa del Hacendado.

Nota: El tinacal es parte fundamental del proyecto, está integrado en el conjunto y este uso permanecerá desde su origen en la ubicación actual.

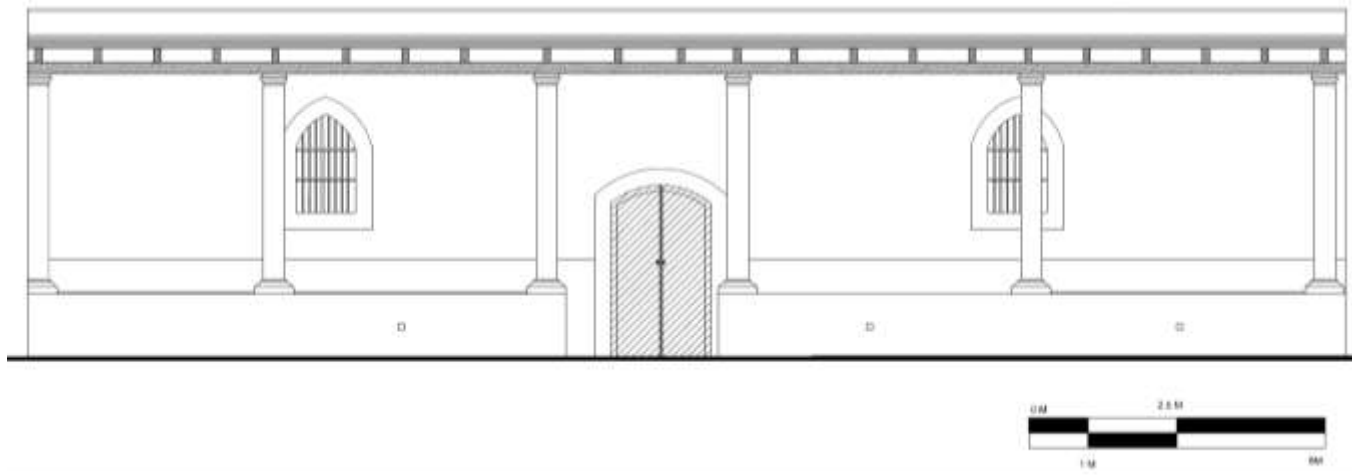


Figura 76 Fachada del Tinacal.

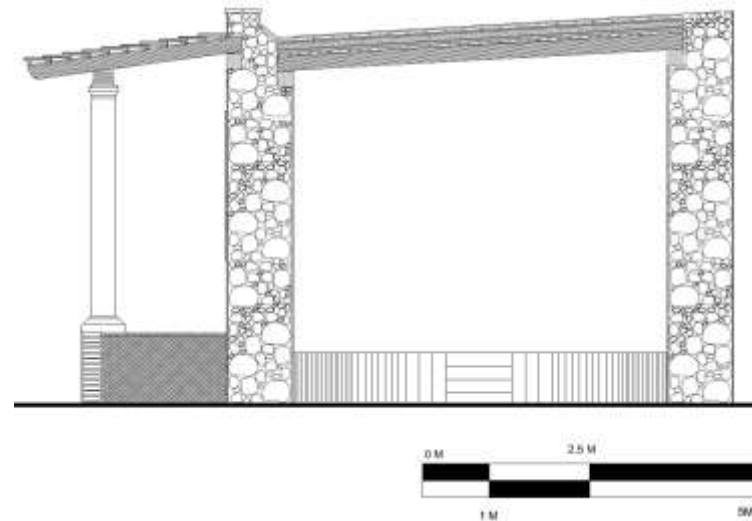


Figura 77 Corte transversal del Tinacal.

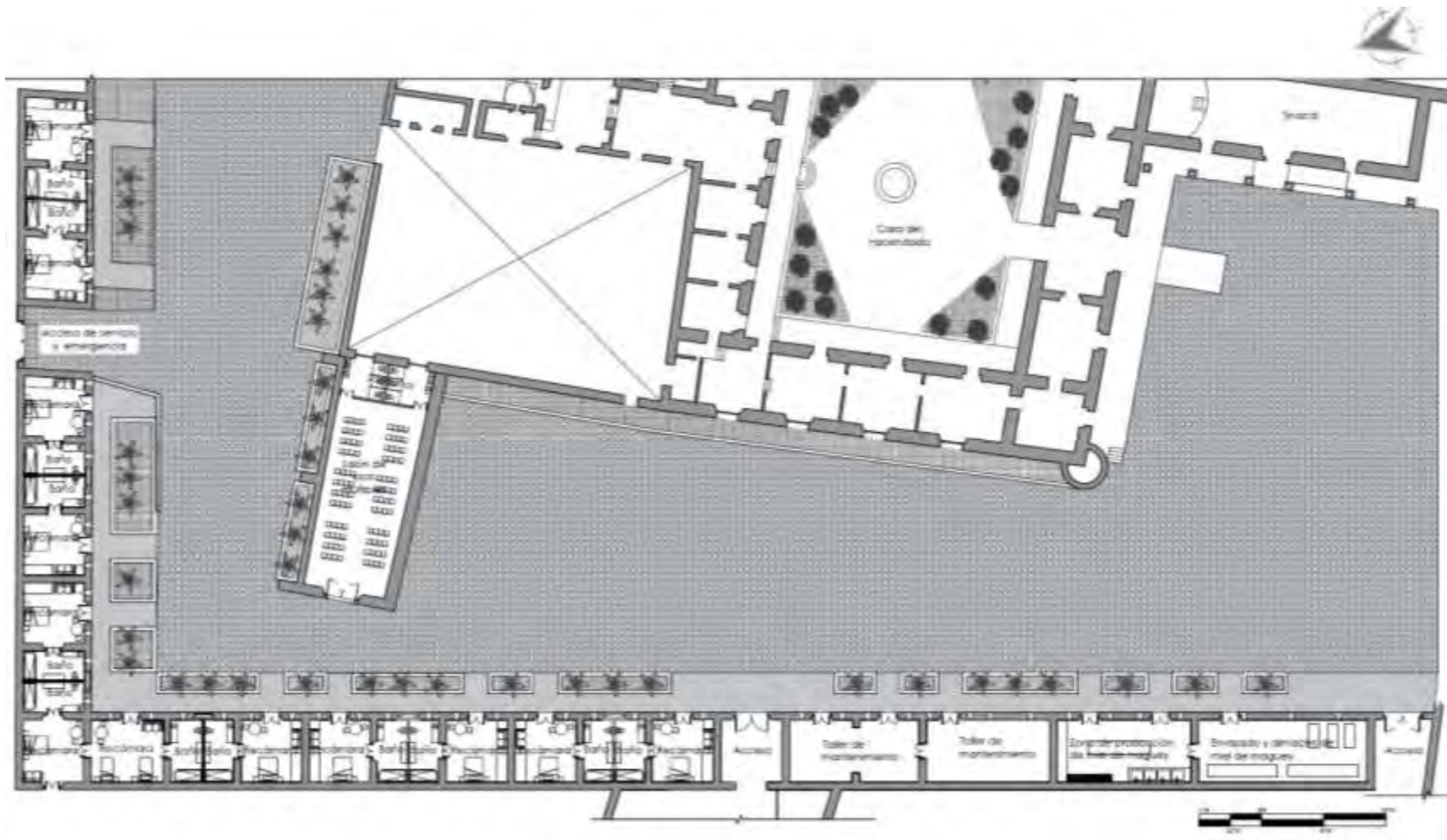


Figura 78 Planta de nuevo uso Calpanerías y Almacén de Carbón.

Nota: en esta planta se encuentran los espacios destinados a la zona de habitación que están en las calpanerías, y el salón de usos múltiples que se encuentra en el Almacén de carbón.

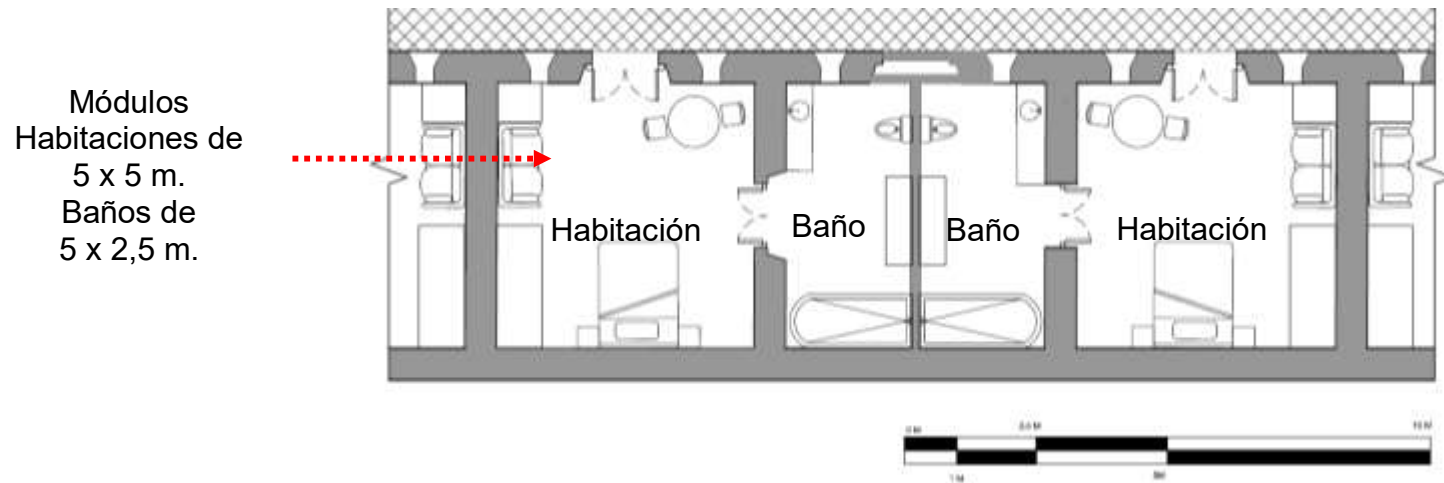


Figura 79 Módulo para la zona de habitaciones con baño.

Muro de ladrillo 60 cm, pretil

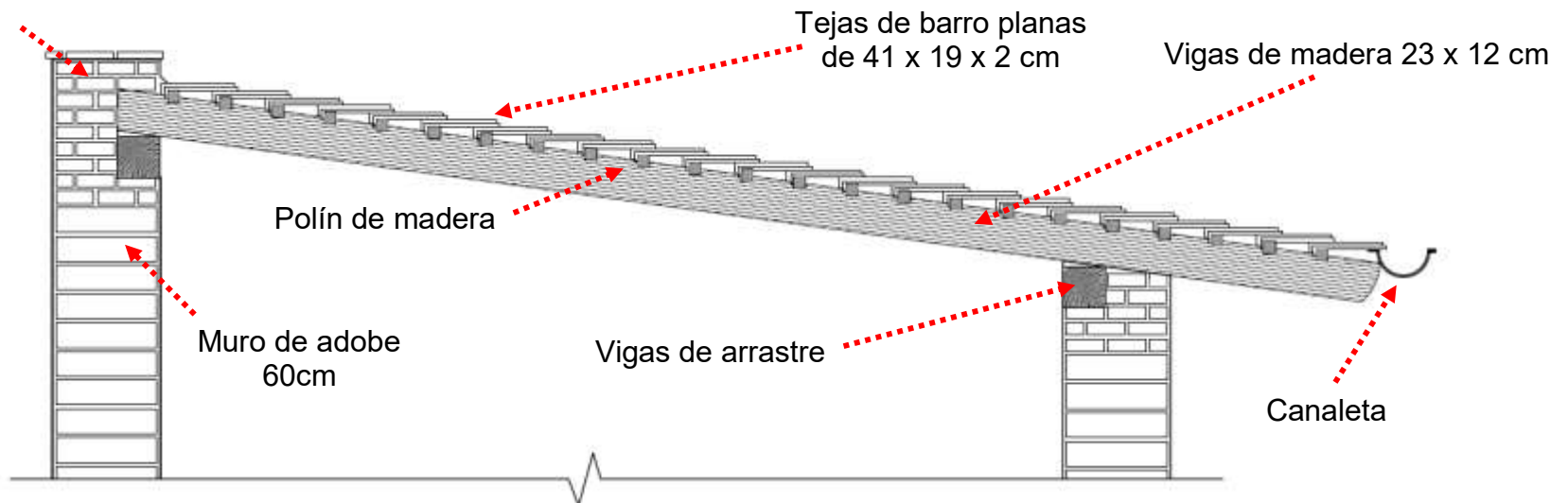


Figura 80 Propuesta de cubierta para zona de habitaciones.

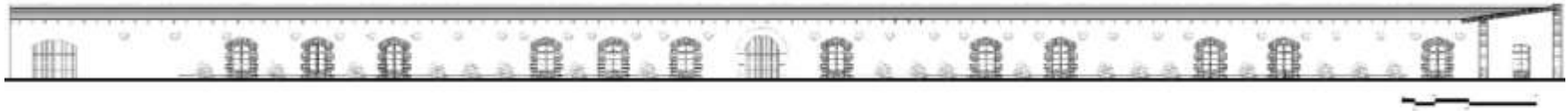


Figura 81 Propuesta de fachada de las Calpanerías.

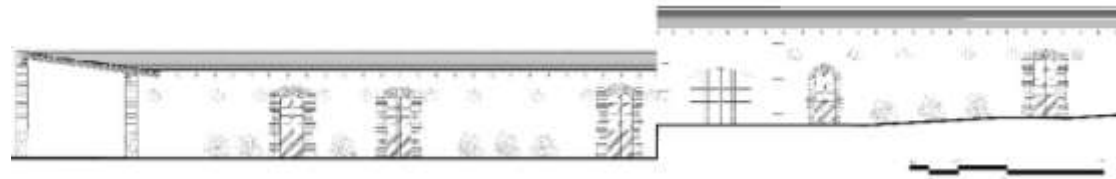


Figura 82 Propuesta de fachada de las Calpanerías.

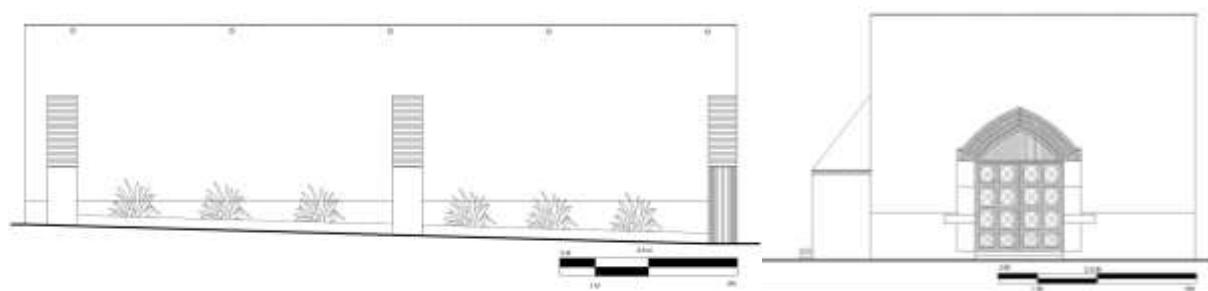
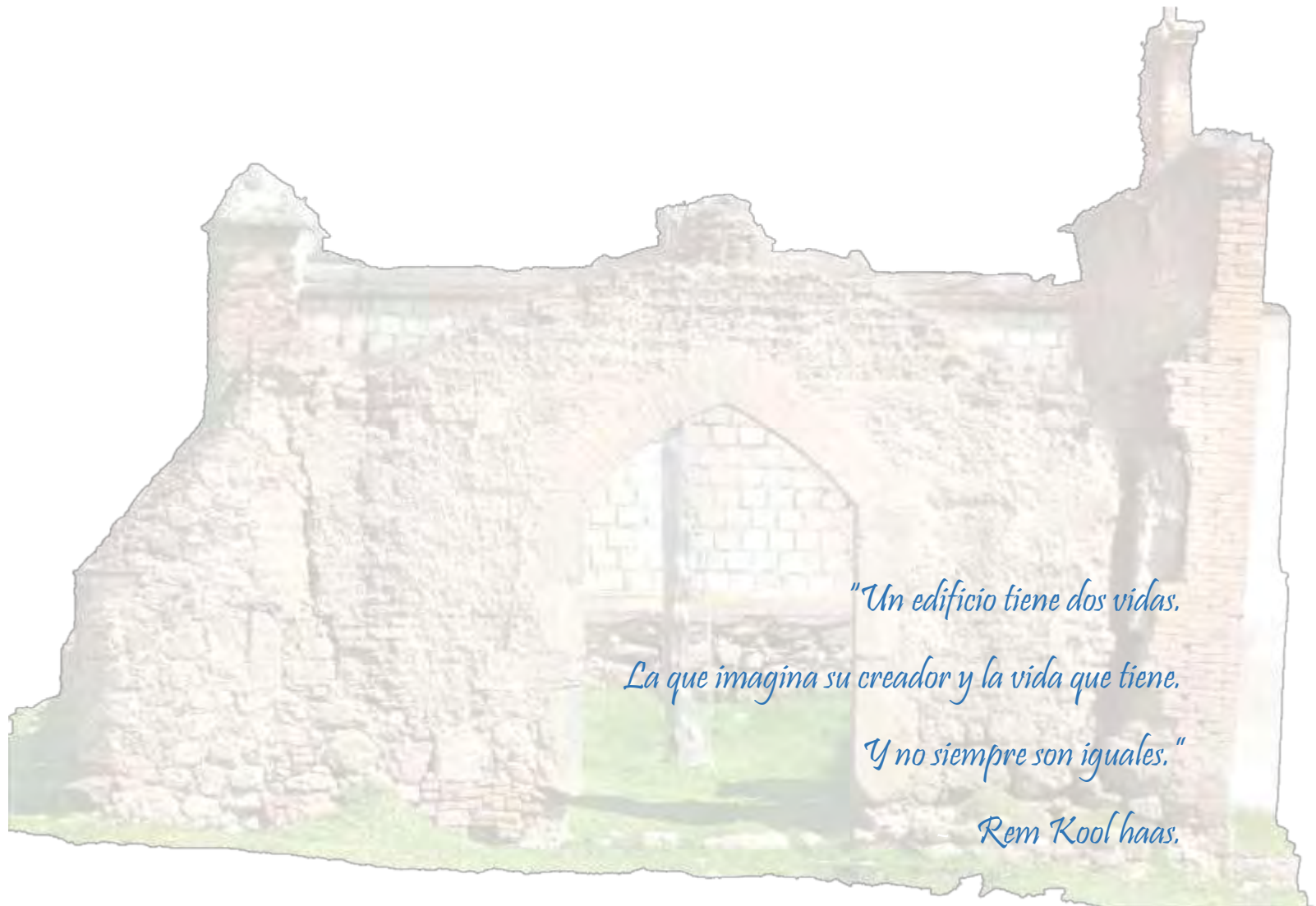


Figura 83 Propuesta de fachadas del Almacén de Carbón.

CAPÍTULO 5

PROCESO DE RESTAURACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DE LA ARQUITECTURA DE TIERRA



*"Un edificio tiene dos vidas.
La que imagina su creador y la vida que tiene.
Y no siempre son iguales."*

Rem Kool haas.

I. Etapas del proyecto de recuperación estructural para construcciones patrimoniales

Para los proyectos de restauración es importante tener un plan o proceso que desarrolle las acciones que se deben realizar. Contemplando que son monumentos históricos que pertenecen a nuestro patrimonio, se deben de cumplir ciertos requisitos para poder hacer una intervención adecuada. Es por ello por lo que se plantea el siguiente proceso, donde la principal finalidad es la recuperación de estructuras o inmuebles severamente dañados. Manteniendo su originalidad, materiales de construcción, composición arquitectónica y funcionalidad.

Todo proceso puede dirigirse en tres etapas que se describen a continuación:

Etapa de identificación

Se enfoca en la recolección de información basada en la identificación del inmueble que se quiere recuperar, dentro de dicha información se encuentran los datos generales, el valor arquitectónico y antecedentes históricos. Deberán realizarse los levantamientos que sean requeridos, se investigara la descripción constructiva, el estado actual y los daños que se encuentren en el inmueble.

Etapa analítica

Consiste en identificar los materiales de construcción que se utilizaron en el inmueble, sus propiedades físicas y mecánicas, la información puede ser obtenida ya sea por pruebas de laboratorio de forma experimental y o analítica. Ya que a veces el costo de las pruebas puede ser muy elevado o por falta de tiempo no se pueden realizar, puede ser válido el obtener los datos de otras investigaciones que se hayan realizado siempre y cuando tengan características similares.

Es importante investigar y conocer los reglamentos o normas de construcción del lugar en donde se encuentre el inmueble. Es fundamental también conocer los criterios para intervenir un monumento. Por medio de todo el conocimiento obtenido se deben

realizar análisis que determinen las causas de los daños identificados en la primera etapa ya sea con cálculos o estudios previos relacionados con el sitio.

Etapa de diagnóstico y solución

Con las dos etapas anteriores realizadas, se da seguimiento al proyecto realizando un diagnóstico del inmueble y definiendo las recomendaciones para realizar la propuesta de solución. La propuesta para recuperar los espacios se enfoca en dar seguridad estructural, consolidar, reforzar, proteger y dar un acabado final. También deben hacerse recomendaciones para el mantenimiento constante para que siga funcionando el tratamiento que se realizó.

En los siguientes diagramas se pueden observar cada etapa del proceso de la elaboración del proyecto de recuperación estructural de construcciones patrimoniales, desarrollados de manera consecutiva y específica en cada sección.

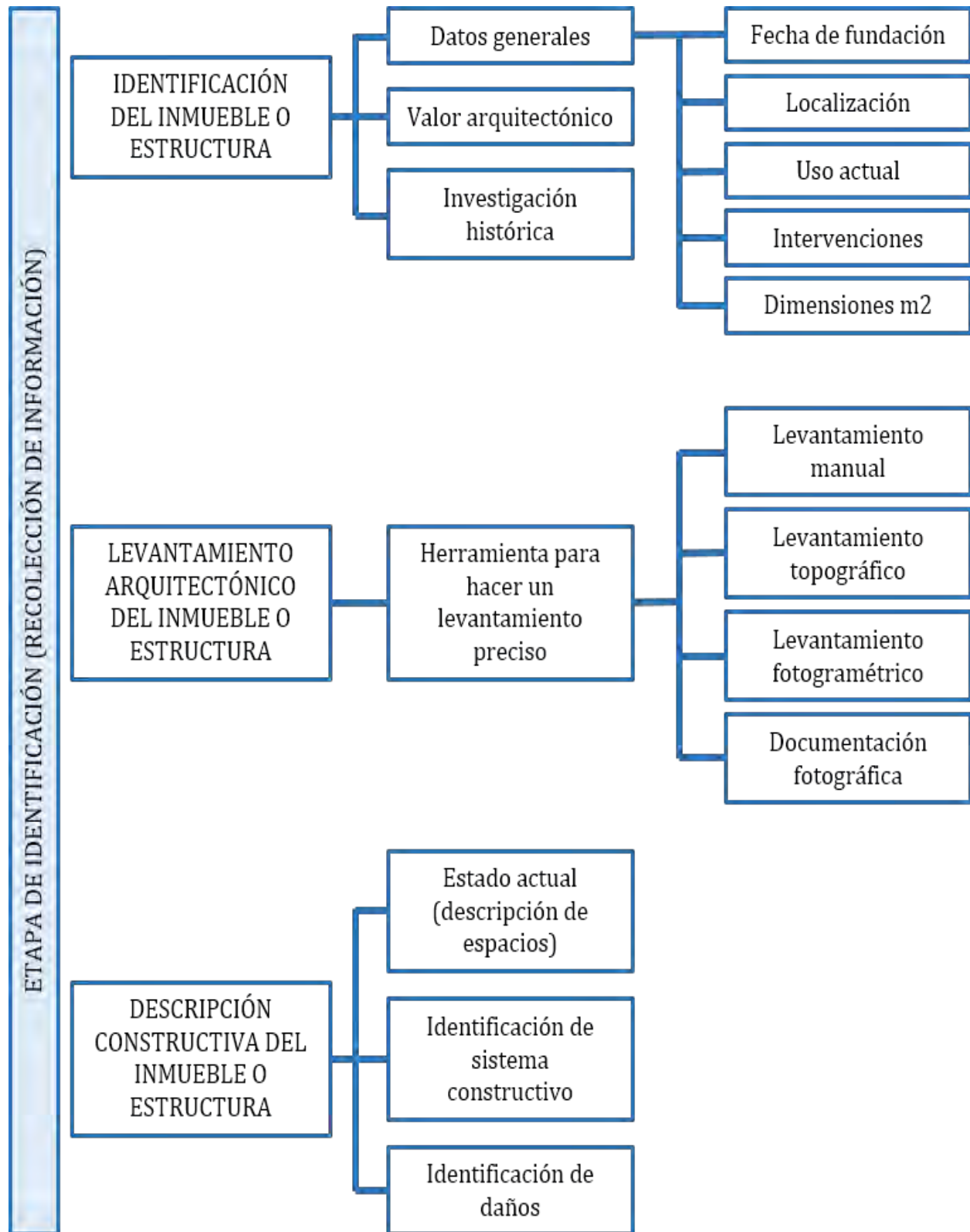


Figura 84 Diagrama de Etapa de Identificación de información.

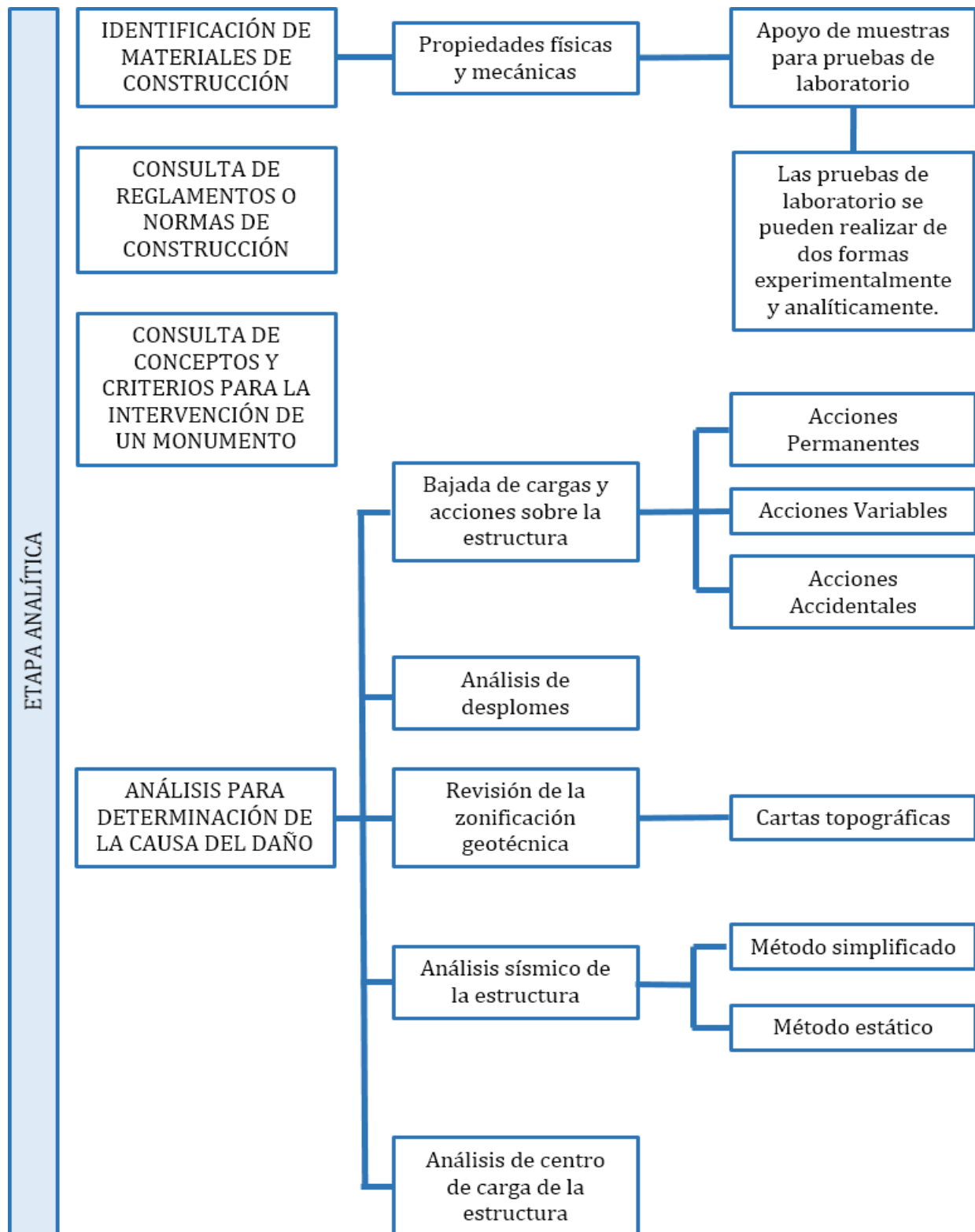


Figura 85 Diagrama de Etapa Analítica.

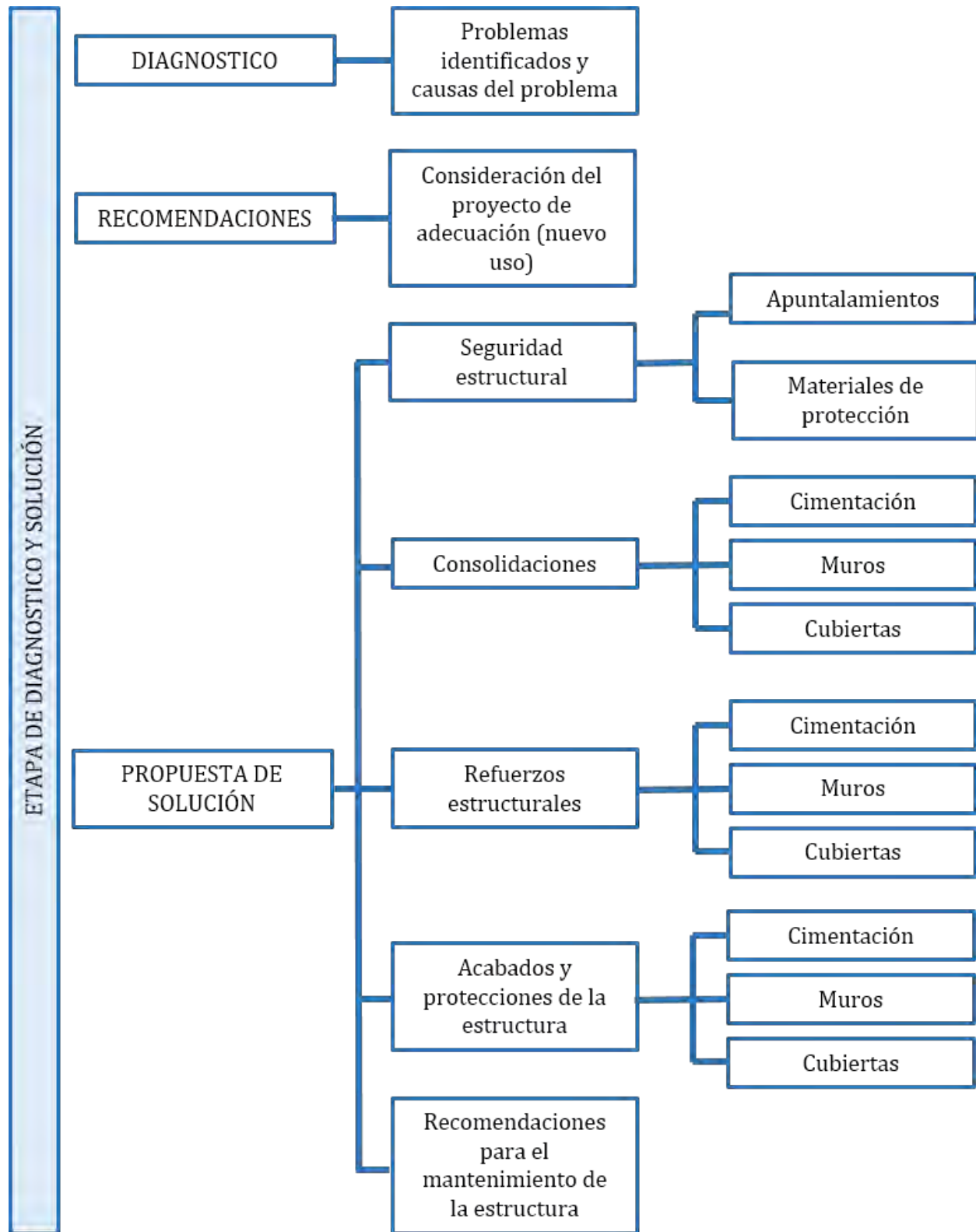


Figura 86 Diagrama de Etapa de Diagnóstico y Solución.

Recomendaciones según el CYTED

El programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (Cyted), elaboró un documento con recomendaciones y una serie de normas generales para la ejecución de un proyecto de restauración. Uno de sus capítulos se enfoca en específico al estudio de los monumentos históricos construidos con arquitectura de tierra. Los aspectos más importantes se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla 5 Normas de Cyted, Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe tapial ladrillos y bloques de suelo –cemento (Habiterra, 1993).

<i>Restricciones y Características</i>	
Generalidades	<p>En zonas sísmicas:</p> <p>Evitar techos pesados $h < \text{un piso}$: 3m</p> <p>Baja sismicidad: $h < 5,50\text{m}$.</p>
Refuerzos	<p>Asegurar el amarre de los muros en las esquinas y encuentros.</p>
Cimentación	<p>Alta sismicidad: No construir sobre suelos blandos, cimentación tipo zapata corrida de mampostería de ladrillo cocido o de piedra unida con mortero tipo 1. Profundidad min. 0,40m. Sobrecimiento altura min. 0,20m sobre el nivel del suelo.</p>
Mortero	<p>Tipo 1: cemento y arena</p> <p>Tipo 2: suelos arcillosos</p>
Muros	<p>El espesor del muro será en función de su altura libre (h) y el largo efectivo del muro (l). y tendrá como valor mínimo 40 cm., para la zona 3 y 30 cm para las zonas 1 y 2. Las relaciones serán las siguientes:</p> <p>$t_m = \text{espesor del muro}$</p> <p>$h = \text{altura libre}$</p> <p>$L_1 = \text{distancia entre refuerzos}$</p> <p>$L_2 = \text{longitud de refuerzos verticales}$</p> <p>Fórmulas:</p> <p>$t_m \geq h/8 \quad t_m \geq L_1/12 \quad t_m \geq L_2/12$</p>

	a) $h \leq 8\text{m}$ b) $l \leq 10\text{m}$ para zonas 3 y $l \leq 12\text{m}$ para zonas 1 y 2. c) $l \leq 2h$
Techos	Deberán ser sistemas de techos livianos, su carga será distribuida en la mayor cantidad posible de los muros y se apoyará en los muros a través de la viga de arrastre.
Vigas de arrastre o amarre	En madera podría estar compuesta por 2 vigas paralelas con una sección mínima = $10 \times 10\text{cm}$. En concreto su sección mínima = $15 \times 15\text{cm}$ refuerzo mínimo de acero = $4\#3$
Pañetes	Suelo estabilizado o morteros de cal o cemento.
Ensayos de laboratorios	Se realizarán pruebas en adobes y pilas de adobe.
Esfuerzos admisibles	El esfuerzo admisible a compresión de los muros de adobe F_c será: $F_c = 0,4 \cdot f_p \cdot F_r$ Dónde: f_p = resistencia a compresión F_r = factor de reducción por excentricidad de cargas y esbeltez del muro.
Compresión de los muros (F_c)	Cuando no haya información, el esfuerzo admisible a compresión en mampostería de adobe con morteros tipo I o II, será: $F_c = 0,2 \text{ Mpa} = 2\text{kg/cm}^2$ $V_m = 0,04 v F_e$ Donde: $F_e = V \cdot l / M$ ($0,3 \leq F_e \leq 1$) v = esfuerzo cortante de ensayo F_e = Factor de reducción por esbeltez de muro o de la zona del muro (mochetas) V y M (Fuerza cortante y momento flector actuantes) l = Longitud del muro o mocheta.
Corte	Para muros de un solo nivel, el factor F_e , puede calcularse como el cociente l/h (siendo h , la altura del muro) $V \cdot l = V_{\text{total}}$ $V \cdot h = M$
Módulo de ruptura	Cuando no se disponga de información, se adoptarán para morteros tipo I y II: $V_m = 0,03 \cdot F_e \text{ Mpa}$ ($0,3 F_e \text{ kg/cm}^2$)

Módulo de elasticidad (E)	Morteros Tipo 1: 5.000kgf/cm ² 500MPa Morteros Tipo 2: 2.000kgf/cm ² 200 MPa
Módulo de rigidez (G)	Si no se determina mediante ensayo: G= 0.4E
Peso volumétrico	Si no se conoce, puede utilizarse 1.700kg/cm ³

h=altura de piso
t=espesor de muro
L=longitud libre muro
Fc=actor de reducción por excentricidad cargas
fp=resistencia calculada
V=cortante calculado

II. Aplicación del proceso

El proceso antes mencionado se siguió para la realización de un proyecto de restauración al Almacén de Carbón de la Hacienda San Diego Xochuca ya que este actualmente ha sufrido un daño estructural.

Identificación de la estructura

Tabla 6 Identificación de la Estructura (Almacén de Carbón).

<i>Almacén de Carbón</i>	
Localización	Carretera Federal 150 Apan Hidalgo Km.9, municipio de Taxco, Estado de Tlaxcala. Dentro del conjunto de la hacienda San Diego Xochuca.
Uso actual	Desuso
Dimensiones	Área 171.68 m ²
Fecha de construcción	1847
Intervenciones	Ninguna intervención desde que se construyó

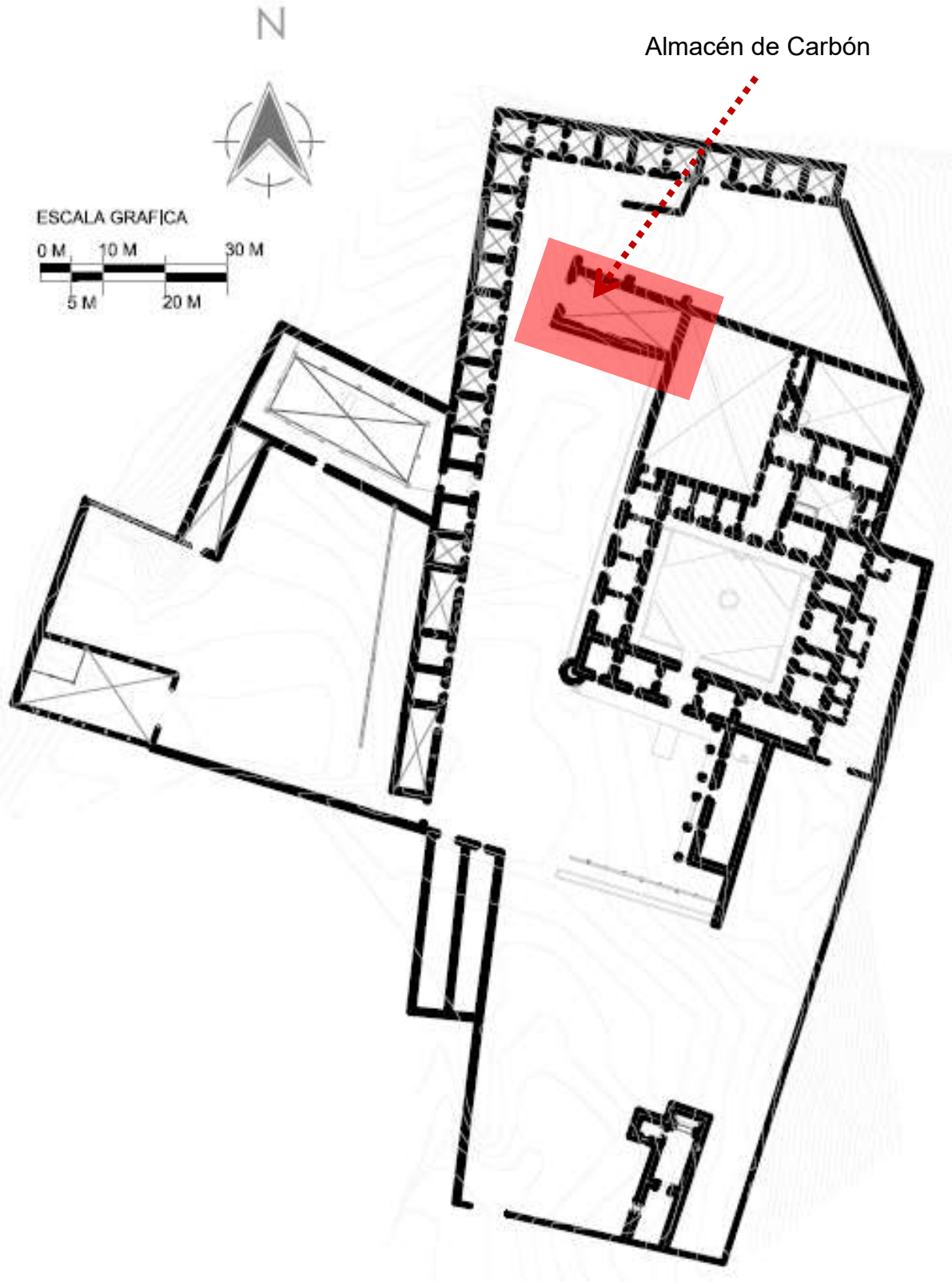


Figura 87 Planta de conjunto de la hacienda y ubicación del Almacén de Carbón.

Levantamiento Arquitectónico

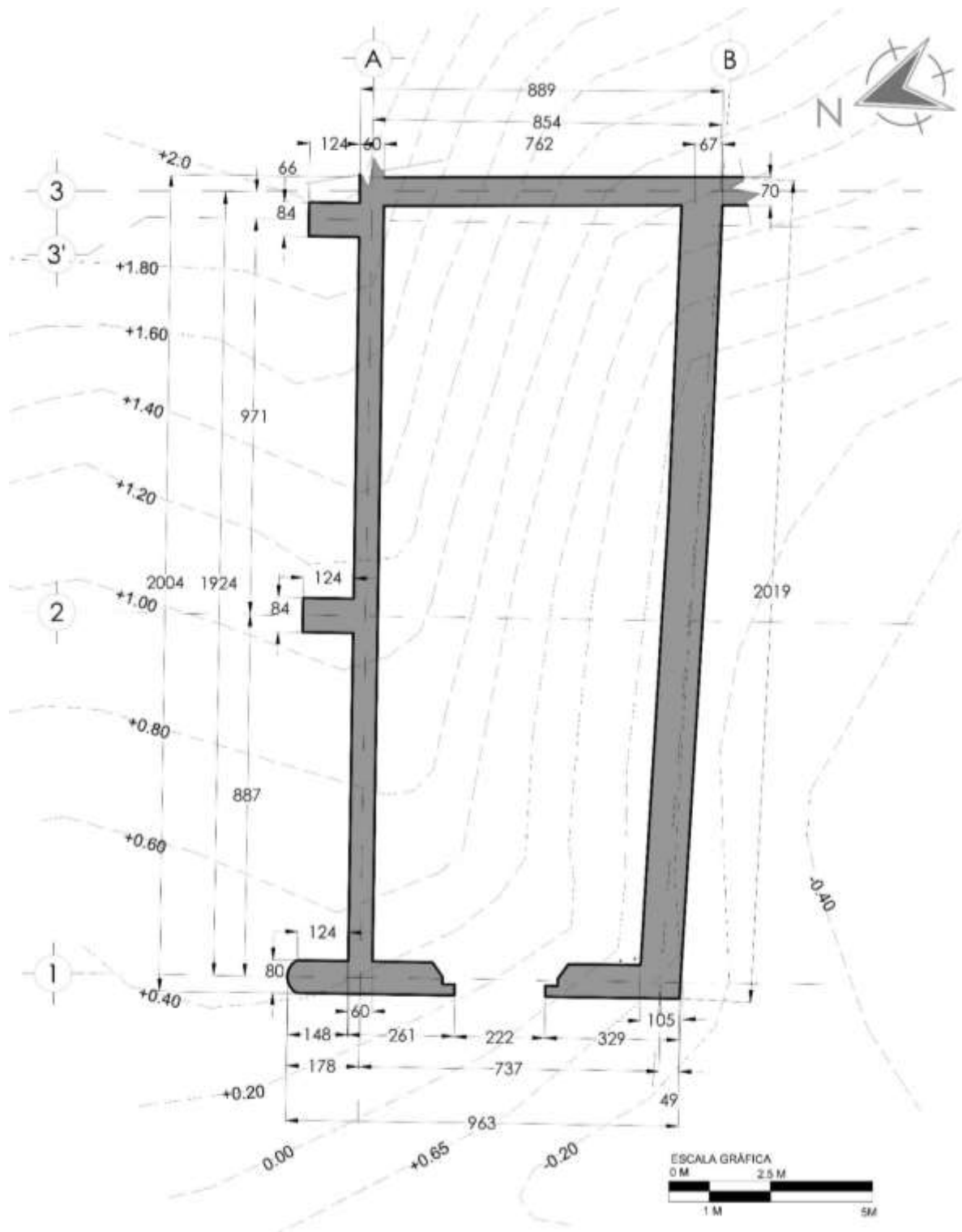


Figura 88 Planta Baja.

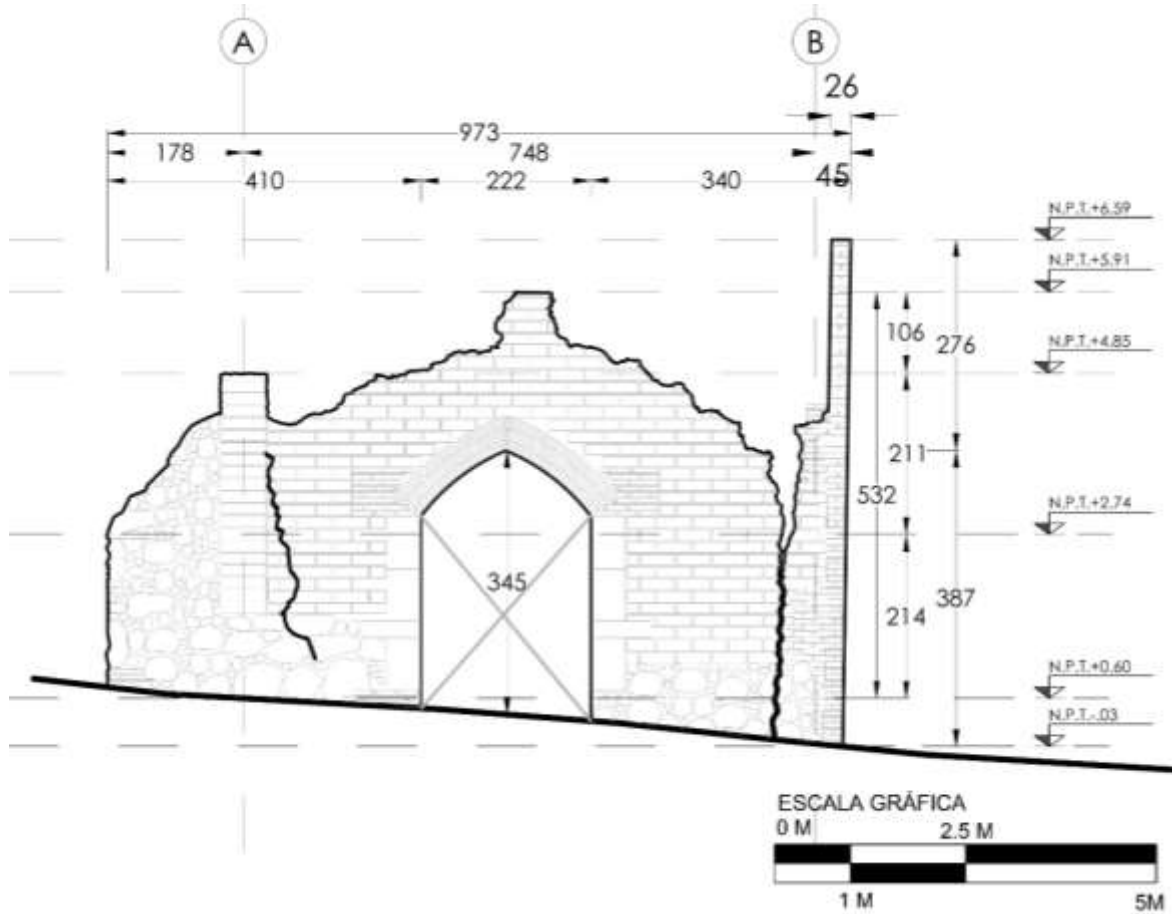


Figura 89 Fachada A-A'.

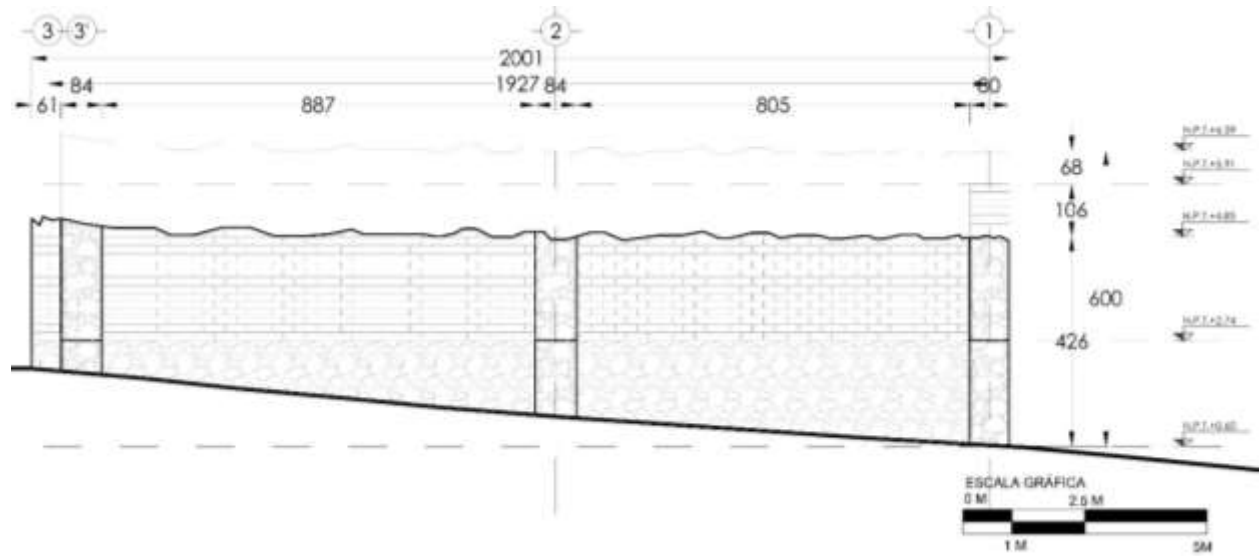


Figura 90 Fachada B-B'.

En la Figura 91 y Figura 92 se puede apreciar un modelo obtenido mediante un levantamiento de fotogrametría, en el cual a su vez se aprecia las características que componen el Almacén de Carbón.



Figura 91 Modelo volumétrico. Vista 1.



Figura 92 Modelo volumétrico. Vista 2.

Descripción constructiva del Almacén de Carbón.

Es uno de los espacios de la hacienda que servía para almacenar carbón, su composición constructiva es de la siguiente manera:

Pisos

- I. Acabados Base
 - a. Tierra Natural
 - b. Entortado cal-arena
- II. Acabados Intermedios
 - a. Ladrillo de barro de 13 x 26 x 4 cm
- III. Acabados Finales
 - a. Barniz



Piso de ladrillo

Muros

- I. Acabados Base
 - a. Muro de adobe 60 x 45 x 14 cm
 - b. Muro de ladrillo 13 x 26 x 6 cm
 - c. Muro de piedra de 90 cm de alto
 - d. Enmarcamiento de vano con ladrillo 6 x 12 x 25 cm
- II. Acabados Intermedios
 - a. 1a. Aplanado de cal-arena de 2.5 cm de espesor
 - b. 2a. Aplanado de cal-arcilla de 2.5 cm de espesor
 - c. 3a. Enladrillado aparente
- III. Acabados Finales
 - a. 1a. Pintura blanca vinílica



Muro de ladrillo



Muro de adobe

Nota: en el caso de la cubierta, no se cuenta con información de cómo fue anteriormente y no hay rastros para hacer una hipótesis de cómo estuvo construida.



Muro de piedra

Elementos identificados con daños



Figura 93 Daños del Almacén de Carbón.

A continuación, se mencionan los deterioros observados:

- a) Pisos: Cambio de niveles en piso debidos a asentamientos o hundimientos en diferentes puntos y crecimiento de vegetación.
- b) Muros: La cimentación se ve afectada debido a asentamientos del suelo provocando fisuras que abarcan todo el espesor del muro; desplome apreciable a simple vista; derrumbe de tabiques y cementantes en zonas de fisuras mayores; desprendimiento de piedras en la base del muro; pérdida de aplanados en grandes áreas; manchas de humedad; crecimiento de vegetación dentro del muro; disgregaciones y desprendimiento de tabiques de arcilla y de adobe.
- c) Techos: Pérdida total de techo debido al desplome de muros ocasionando a su vez separación de apoyos para el techo.

Identificación de los materiales de construcción y sus propiedades mecánicas.

Las propiedades mecánicas consideradas para los diversos materiales se definieron de acuerdo con la información disponible. Para el caso de mampostería de barro recocido y de elementos de madera, se adoptaron los valores mínimos de resistencia establecidos en las Normas Técnicas Complementarias (D. F., 2004). Para los materiales restantes se buscaron valores mínimos de resistencia.

Tabla 7 Propiedades Mecánicas de los Materiales.

<i>Material</i>	<i>Y</i>	<i>f</i>	<i>E</i>	<i>C</i>
Mamp. Ladrillo	1600	15	9000	3.09
Mamp. Piedra	2650	15	100000	3.09
Madera	800	40	80000	
Adobe	1600	16.31	2100	3.23

Donde:

E = Modulo de Elasticidad (kg/cm²)

f = Esfuerzo resistente del material a compresión (kg/cm²)

Y = Peso específico (kg/ m³)

C=Esfuerzo a cortante (kg/ m³)

Reglamentos y normas de construcción.

A continuación, se enlistan los reglamentos y normas de los cuales se tomó información:

- Reglamento de Construcciones del Distrito Federal 2004 (D. F., 2004)
- Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal (D. F., 2004)
- Normas Técnicas Complementarias-Mampostería en la sección 3.1.7 El esfuerzo a cortante resistente de diseño se toma igual a la resistencia a compresión diagonal, V_m^* . Según la tabla 2.9 de resistencia a compresión diagonal V_m^* es igual a $(0.8\sqrt{f_m^*}, \text{kg/cm}^2)$.

Consulta de criterios para la intervención de un monumento

Para este caso hago mención de algunas definiciones, criterios, que pueden ser útil en este proyecto basándose en la carta internacional sobre la conservación y la restauración de monumentos y sitios. Conocida como Carta de Venecia de 1964 (ICOMOS, 1965).

Artículo 1. La noción de monumento histórico comprende la creación arquitectónica aislada, así como el conjunto urbano o rural que da testimonio de una civilización particular, de una evolución significativa, o de un acontecimiento histórico. Se refiere no sólo a las grandes creaciones sino también a las obras modestas que han adquirido con el tiempo una significación cultural.

Artículo 2. La conservación y restauración de monumentos constituye una disciplina que abarca todas las ciencias y todas las técnicas que puedan contribuir al estudio y la salvaguarda del patrimonio monumental.

Artículo 5. La conservación de monumentos siempre resulta favorecida por su dedicación a una función útil a la sociedad; tal dedicación es por supuesto deseable pero no puede alterar la ordenación o decoración de los edificios. Dentro de estos

límites es donde se debe concebir y autorizar los acondicionamientos exigidos por la evolución de los usos y costumbres.

Artículo 10. Cuando las técnicas tradicionales se muestran inadecuadas, la consolidación de un monumento puede ser asegurada valiéndose de todas las técnicas modernas de conservación y de construcción cuya eficacia haya sido demostrada con bases científicas y garantizada por la experiencia.

Artículo 11. Las valiosas aportaciones de todas las épocas en la edificación de un monumento deben ser respetadas, puesto que la unidad de estilo no es un fin a conseguir en una obra de restauración. Cuando un edificio presenta varios estilos superpuestos, la desaparición de un estadio subyacente no se justifica más que excepcionalmente y bajo la condición de que los elementos eliminados no tengan apenas interés, que el conjunto puesto al descubierto constituya un testimonio de alto valor histórico, arqueológico o estético, y que su estado de conservación se juzgue suficiente. El juicio sobre el valor de los elementos en cuestión y la decisión de las eliminaciones a efectuar no pueden depender únicamente del autor del proyecto.

Artículo 12. Los elementos destinados a reemplazar las partes inexistentes deben integrarse armoniosamente en el conjunto, distinguiéndose claramente de las originales, a fin de que la restauración no falsifique el documento artístico o histórico.

Artículo 16. Los trabajos de conservación, de restauración y de excavación irán siempre acompañados de la elaboración de una documentación precisa, en forma de informes analíticos y críticos, ilustrados con dibujos y fotografías. Todas las fases del trabajo de desmontaje, consolidación, recomposición e integración, así como los elementos técnicos y formales identificados a lo largo de los trabajos, serán allí consignados. Esta documentación será depositada en los archivos de un organismo público y puesta a la disposición de los investigadores; se recomienda su publicación.

Análisis para determinar la causa del daño

Se mencionan las cargas o acciones que se tomaran en cuenta para realizar el análisis estructural.

- **Acciones Permanentes**

Según las RCDF-NTC-2004 (D. F., 2004), las acciones permanentes son las que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo. Las principales acciones que pertenecen a esta categoría son: la carga muerta; el empuje estático de suelos y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a presfuerzo o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos.

- **Acciones Variables**

Según las RCDF-NTC-2004 (D. F., 2004), las acciones variables son las que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativamente con el tiempo. Las principales acciones que entran en esta categoría son: la carga viva; los efectos de temperatura; las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenado.

- **Acciones Accidentales**

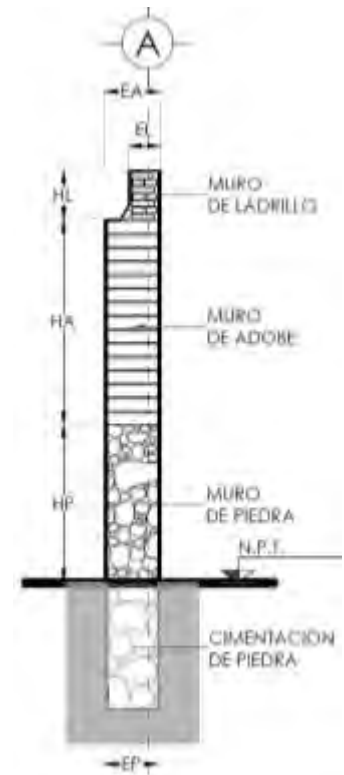
Según las RCDF-NTC-2004 (D. F., 2004), Las acciones accidentales son las que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves. Pertenecen a esta categoría: las acciones sísmicas; los efectos del viento; las cargas de granizo; los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios. Será necesario tomar precauciones en las estructuras, en su cimentación y en los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico de la estructura para el caso de que ocurran estas acciones.

Análisis de Cargas

Se muestran a continuación la magnitud de las acciones permanentes y variables consideradas.

Tabla 8 Análisis de Cargas en Muros (1).

		<i>Piedra</i>				
		<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>	
		<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>	
Muro Eje A		0.6	2.74	2650	4356.6	
			<i>Adobe</i>			
			<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>
			<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>
			0.6	3.17	1600	3043.2
			<i>Ladrillo (Pretil)</i>			
			<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>
			<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>
			0.4	1.0	1600	640
		<i>Carga Total = 8039.8 kg/ml</i>				



		<i>Piedra</i>				
		<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>	
		<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>	
Muro Eje B		1.0	2.74	2650	7261	
			<i>Adobe</i>			
			<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>
			<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>
			0.6	3.17	1600	3043.2
			<i>Ladrillo (Pretil)</i>			
			<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>
			<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>
			0.4	7.63	1600	4883.2
		<i>Carga Total = 15187.4 kg/ml</i>				

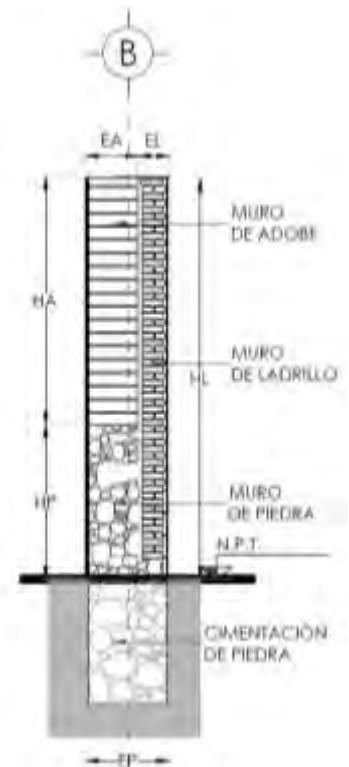
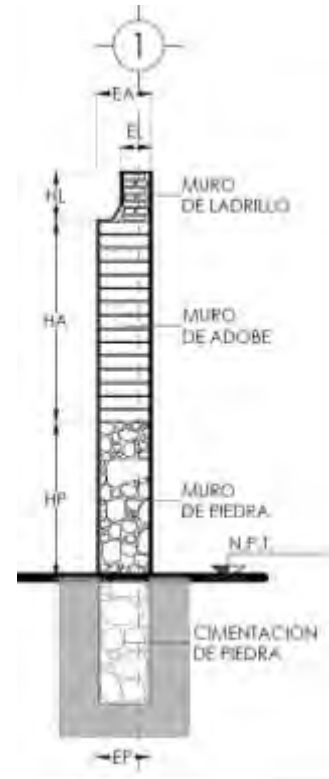
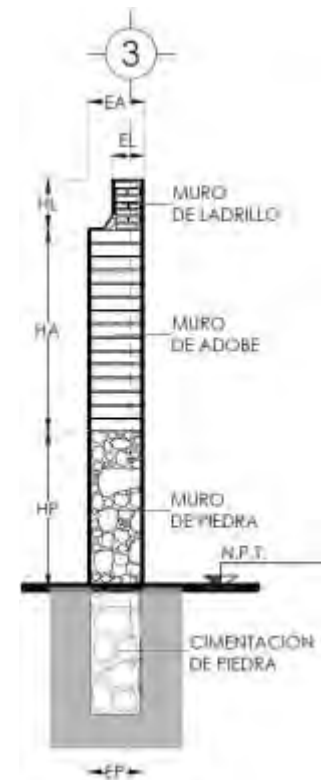


Tabla 9 Análisis de Cargas en Muros (2).

Muro Eje 1	<i>Piedra</i>			
	<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>
	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>
	0.8	2.74	2650	5808.8
	<i>Adobe</i>			
<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>	
<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>	
0.8	3.17	1600	4057.6	
<i>Ladrillo (Pretil)</i>				
<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>	
<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>	
0.4	1.0	1600	640	
<i>Carga Total = 10506.4 kg/ml</i>				



Muro Eje 3	<i>Piedra</i>			
	<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>
	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>
	0.7	2.74	2650	5082.7
	<i>Adobe</i>			
<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>	
<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>	
0.7	3.17	1600	3550.4	
<i>Ladrillo (Pretil)</i>				
<i>Espesor</i>	<i>Altura</i>	<i>Peso Vol.</i>	<i>Carga</i>	
<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(kg/m³)</i>	<i>(kg/ml)</i>	
0.4	1.0	1600	640	
<i>Carga Total = 10506.4 kg/ml</i>				



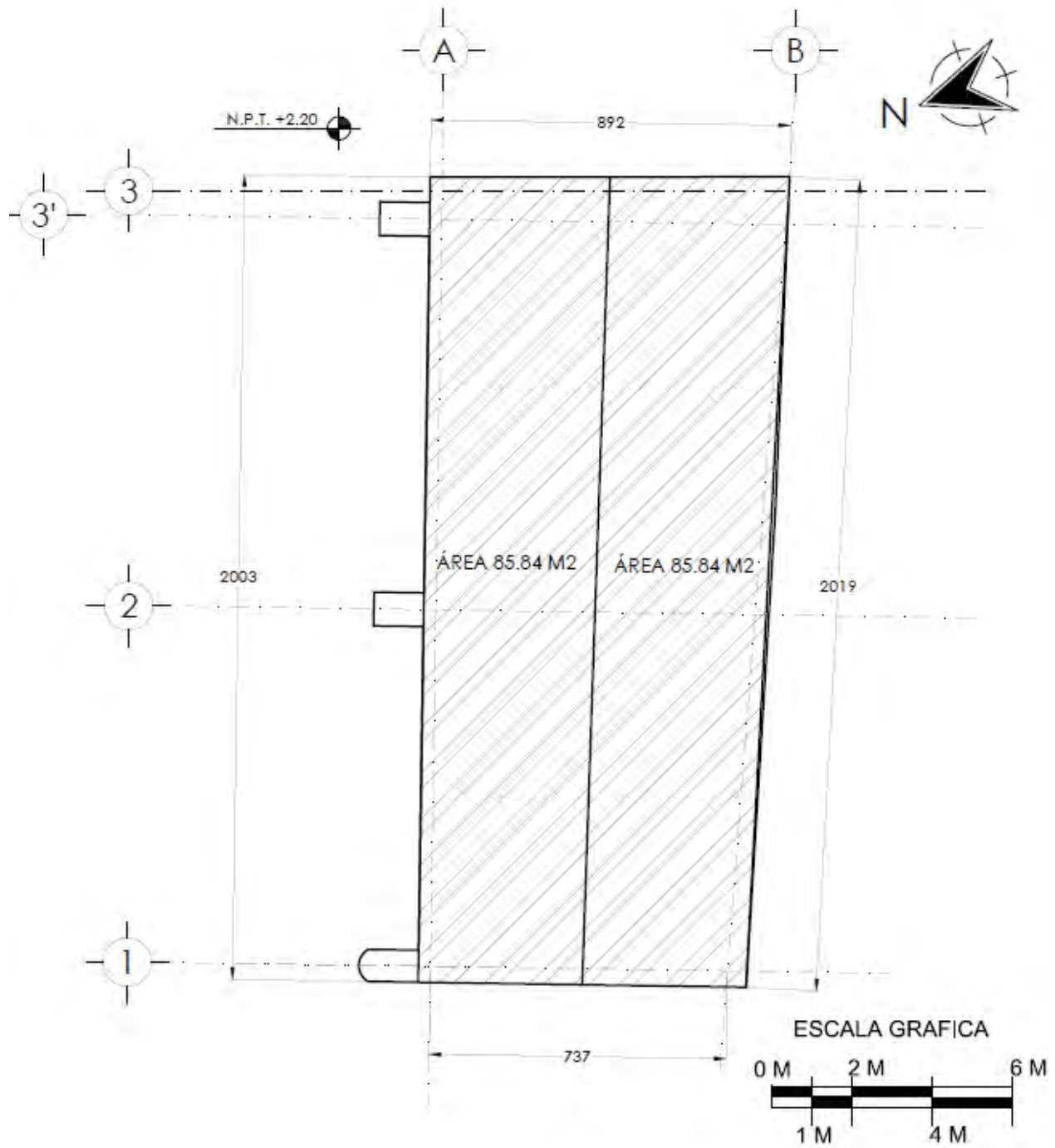
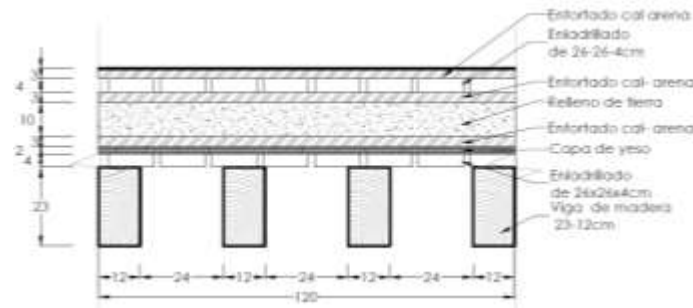


Figura 94 Áreas tributarias y longitudes para cada muro.

Tabla 10 Análisis de Cargas en Cubierta.

CARGAS EN CUBIERTA		
<i>Cargas en Cubierta</i>		
Entortado cal-arena, (espesor total = 9 cm)		119 kg/m ²
Entortado cal-arena (espesor total de 9 cm)		119 Kg/m ²
Enladrillado 26-26-4 cm (x2)		128 kg/m ²
Enladrillado 26-26-4 cm (x2)		128 Kg/m ²
Relleno de tierra, espesor 10 cm		180 kg/m ²
Relleno de tierra, espesor 10 cm		180 Kg/m ²
Capa de yeso, espesor 2 cm		25 kg/m ²
Capa de yeso (espesor de 2 cm)		25 Kg/m ²
Vigas de madera		62 kg/m ²
Vigas de madera		62 Kg/m ²
Instalaciones		15 kg/m ²
Instalaciones		15 Kg/m ²
Adicional RCDF	Adicional RCDF	20 kg/m ²
Adicional RCDF	Adicional RCDF	20 Kg/m ²
Sobrecarga muerta total	SCM =	549 kg/m ²
Sobrecarga muerta total	SCM =	549 Kg/m ²
Carga Viva Máxima	CVm =	100 kg/m ²
Carga Viva Máxima	CVm =	100 Kg/m ²
Carga Viva Instantánea	CVa =	70 kg/m ²
Carga Viva Instantánea	CVa =	70 Kg/m ²
Carga Viva Media	CV ≡	15 kg/m ²
Carga Viva Media	CV ≡	15 Kg/m ²



Cimentación

Debido a que en no se cuenta con la información suficiente para calcular el peso de la cimentación, esta se supuso igual al 10 % del peso de la estructura. El peso de los contrafuertes se consideró independiente por cada elemento y no se sumó al peso por metro lineal de las descargas en los muros.

Tabla 11 Peso de Contrafuertes.

<i>Peso de Contrafuertes</i>		
Altura Mayor =	4.25	m
Altura Menor =	2.14	m
Ancho =	1.24	m
Largo =	0.84	m
Peso Volumétrico =	2650	Kg/m ³
Peso =	8819	kg

El peso total de la estructura en cada muro se muestra en la siguiente tabla. Se consideró las áreas tributarias y longitudes de cada muro.

Tabla 12 Cargas totales en muros.

<i>Bajada de Cargas Totales</i>						
	Eje A	Eje B	Eje 1	Eje 3	Total	
Cargas Muros =	8040	15187	10506	9273	43007	Kg/ml
Cargas Cubiertas:						
Longitud =	20.04	20.19	5.9	8.92	55	m
Área Tributaria =	85.84	85.84	0.0	0.0	172	m ²
(1) SCM + CV =	2416	2398	0.0	0.0	4814	Kg/ml
(2) SCM + CVa =	2651	2632	0.0	0.0	5283	Kg/ml
(3) SCM + CVm =	2780	2759	0.0	0.0	5539	Kg/ml

Carga Total (Cimentación + Carga Muros + Carga Cubierta) para los Casos 1, 2 y 3:

	Eje A	Eje B	Eje 1	Eje 3	Total	
(1) =	11501	19344	11557	10200	52603	Kg/ml
(2) =	11760	19601	11557	10200	53119	Kg/ml
(3) =	11902	19741	11557	10200	53401	Kg/ml

La combinación de cargas del Caso 3 es la que se usará para revisar los esfuerzos en los análisis sísmicos. La revisión se hará sin cargas de cimentación.

Carga Total (Carga Muros + Carga Cubierta) usando el Caso 3:

	Eje A	Eje B	Eje 1	Eje 3	
(3) =	10820	17947	10506	9273	Kg/ml
(3) =	216828	362344	61988	82716	kg
(3) =	216.83	362.34	61.99	82.72	ton

Total = 723.88 ton Peso total del edificio considerando muros y cubierta

Carga Total (Cimentación + Carga Muros):

	Eje A	Eje B	Eje 1	Eje 3	
	8844	16706	11557	10200	Kg/ml
	177229	337297	68187	90988	kg
	177.23	337.30	68.19	90.99	ton

Total = 673.70 ton Peso total del edificio considerando cimentación y muros solamente

Combinaciones de Carga

Según las Normas Técnicas Complementarias (D. F., 2004), las acciones variables (cargas vivas) se determinan de acuerdo con la revisión que se realizara:

1. La intensidad máxima (CVm) se determinará como el valor máximo probable durante la vida esperada de la edificación. Se empleará para combinación con los efectos de acciones permanentes;
2. La intensidad instantánea (CVa) se determinará como el valor máximo probable en el lapso en que pueda presentarse una acción accidental, como el sismo, y se empleará para combinaciones que incluyan acciones accidentales o más de una acción variable;
3. La intensidad media (CV) se estimará como el valor medio que puede tomar la acción en un lapso de varios años y se empleará para estimar efectos a largo plazo; y
4. La intensidad mínima se empleará cuando el efecto de la acción sea favorable a la estabilidad de la estructura y se tomará, en general, igual a cero.

De manera que, en el caso de buscar obtener los efectos del peso de la estructura en las asentamientos y desplomes presentes, las combinaciones de carga necesarias serian:

1. $1.0(PP+SCM+CV)$
2. $1.0(PP+SCM+CVa)$
3. $1.4(PP+SCM+CVm)$

Donde:

PP = Peso Propio

SCM = Sobrecarga Muerta

CV = Carga Viva Media

CVa = Carga Viva Instantánea

CVm = Carga Viva Máxima

Memoria técnica

Para poder realizar esta propuesta se realizaron más análisis para comprobar o saber cuáles son las causas por las cuales el muro del eje B se está desplomando generando una fisura que separa el muro del eje 1.

Zonificación geotécnica del estado de Tlaxcala.

La siguiente información se tomó de las Normas técnicas de la ley de la construcción del estado de Tlaxcala (SECODUVI, 2001).

Artículo 81.-Clasificación de las construcciones según su uso.

Para efectos de este Título las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

- I. Grupo A.- Construcciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas, o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como construcciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como hospitales y escuelas, estadios, templos, salas de espectáculos y hoteles que tengan salas de reunión que puedan alojar más de 200 personas; gasolineras, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, subestaciones eléctricas, centrales telefónicas y de telecomunicaciones, archivos y registros públicos de particular importancia a juicio de las autoridades, museos, monumentos y locales que alojan equipo particularmente costoso.
- II. Grupo B.- Todas las construcciones comunes destinadas a la vivienda, oficinas, locales comerciales e industrias no incluidas en el Grupo A.

Artículo 97.-Tipo de suelo en el Estado de Tlaxcala

Salvo en las inmediaciones de montañas y cerros donde se puede considerar como suelo del tipo I, en general se considerará el tipo de suelo del estado de Tlaxcala del

tipo II. Cuando en el suelo estudiado se tenga un estrato arcilloso blando muy comprensible con espesor mayor o igual a 10 m., se considerará como suelo tipo III.

Artículo 98.-Coeficiente sísmico

El coeficiente sísmico “c” es el coeficiente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse, que actúa en la base de la construcción por efecto del sismo, entre el peso de ésta sobre dicho nivel. Con este fin se tomará como base de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que corresponden a los Artículos 90 y 92 respectivamente. El coeficiente sísmico para las construcciones clasificadas como el grupo B en el Artículo 92 se tomará igual a 0.16 en los suelos del tipo I, 0.24 en los suelos del tipo II y 0.40 en los suelos del tipo III. Para las estructuras del grupo A se incrementará el coeficiente sísmico en 50%.

Artículo 99.- Método para el análisis de una estructura

Toda estructura podrá analizarse utilizando un método dinámico, pero para estructuras que cumplan con las condiciones que se indican más adelante podrá utilizarse el método estático de análisis o el método simplificado.

Artículo 100.- El análisis estático

Para calcular las fuerzas cortantes a diferentes niveles de una estructura, se supondrá un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada uno de los puntos donde se supongan concentradas las masas. Cada una de estas fuerzas se tomará igual al peso de la masa que corresponde multiplicado por un coeficiente proporcional a z, siendo z la altura de la masa en cuestión sobre la base de la estructura. El cociente se tomará de tal manera que la relación V_0/W_0 sea igual a C/Q , siendo V_0 la fuerza cortante en la base, W_0 el peso de la construcción, calculado tal como se especifica en el Artículo 99, Q el factor de comportamiento sísmico que se fija en el Artículo 104. El método estático será aplicable a estructuras con alturas no mayores de 40 m.

Artículo 101.-Aplicación del método simplificado

La aplicación del método simplificado solo será aplicable cuando

- I. Al menos el 75% de las cargas son soportadas por muros ligados mediante losas monolíticas, dichos muros tendrán una distribución sensiblemente simétrica;
- II. La relación largo-ancho no excederá de 2.5
- III. La relación altura a ancho mínimo no excederá de 2 m. y la altura del edificio no excederá de 10 m.

Artículo 102.- Método simplificado

En el método simplificado se hará caso omiso de los desplazamientos horizontales, torsiones y momentos de volteo, se verificará únicamente que en cada piso la suma de las resistencias al corte de los muros de carga, proyectados en la dirección en la que se considera la aceleración, sea cuando menos igual a la fuerza cortante total que obre en dicho piso, calculada según el método estático del Artículo 100.

El factor de comportamiento sísmico Q, tendrá los siguientes valores:

- I. El valor de Q será igual a 3.0 para sistemas estructurales en que las fuerzas laterales son resistidas por marcos rígidos de concreto reforzados o de acero, o por una combinación de éstos con contravientos y/o muros de concreto. Los marcos por si solos deben ser capaces de proporcionar el 50% de la resistencia total. La resistencia de ningún piso debe diferir en más del 50% de la del inmediato inferior;
- II. El valor de Q será igual 2.0 para sistemas estructurales en los que más del 50% de las fuerzas laterales son tomadas por contravientos o muros de concreto o de mampostería de piezas macizas confinadas con dalas, castillos, trabes o columnas. También se aplicará el valor de Q a sistemas estructurales de losas planas con columnas de concreto o acero; y

- III. El valor de Q será igual a 1.5 para sistemas estructurales en donde la resistencia es suministrada por muros de mampostería de piezas huecas confinadas o con refuerzo interior, o por combinaciones de dichos muros con alguna o algunos de los elementos descritos en los incisos anteriores.

Cartas topográficas

Podemos observar en la Figura 95 y Figura 96 dos cartas topográficas de la zona en donde se encuentra ubicada la hacienda. Se puede observar que si hay movimiento en las curvas de nivel, se puede apreciar mejor en las Figura 97 y Figura 98

Es posible apreciar una diferencia de las curvas presentes en cada carta, lo cual significa que el terreno ha sufrido cambios.



Figura 95 Carta topográfica 1982,1:50000 E14B23 Tlaxcala, Puebla e Hidalgo (INEGI, 2018).

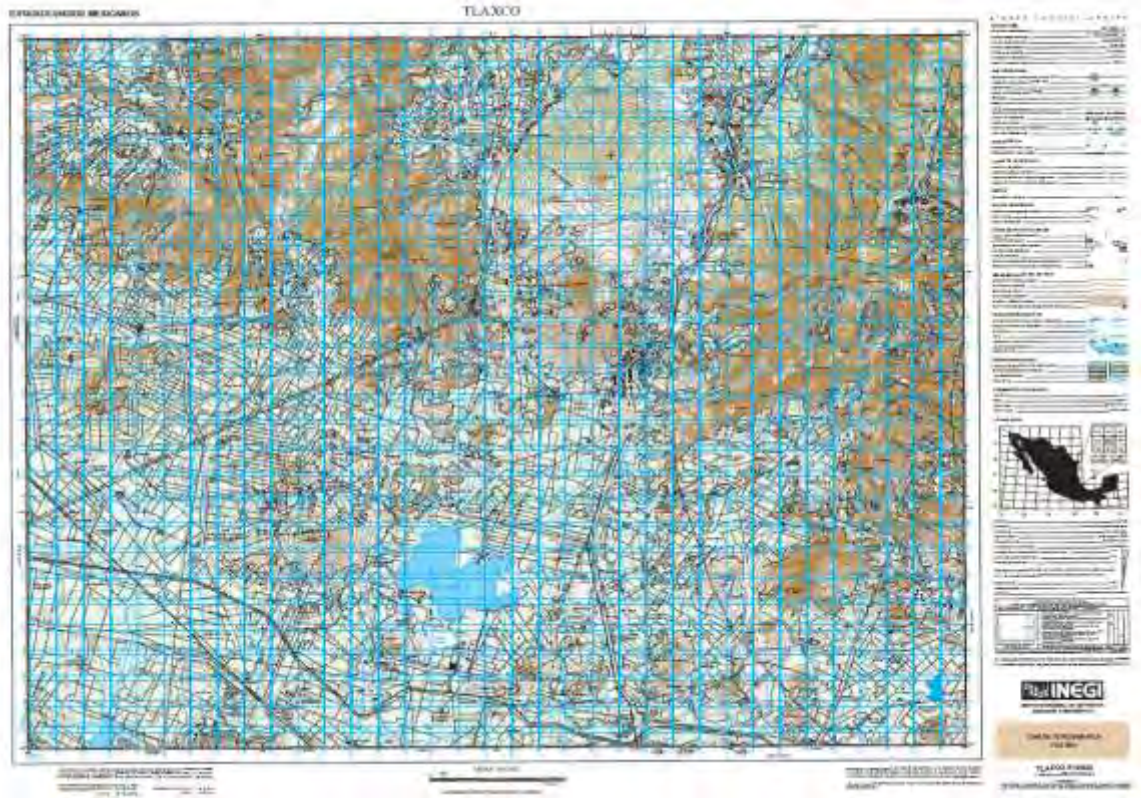


Figura 96 Carta topográfica 1994,1:50000 E14B23 Tlaxcala, Puebla e Hidalgo (INEGI, 2018).

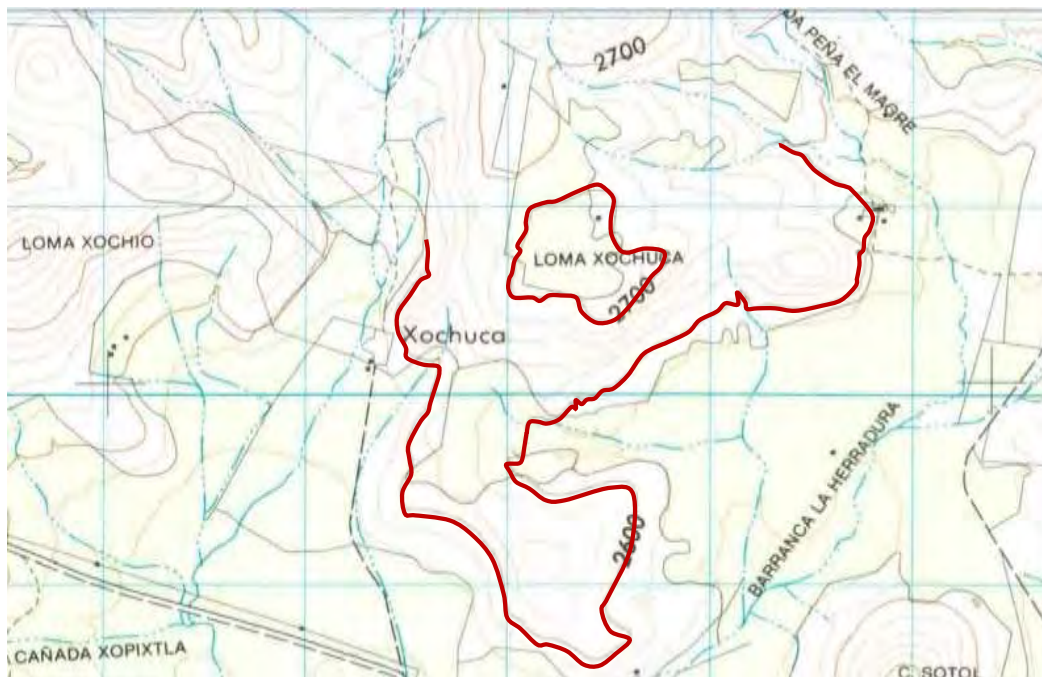


Figura 97 Acercamiento de Carta topográfica 1982 (INEGI, 2018).

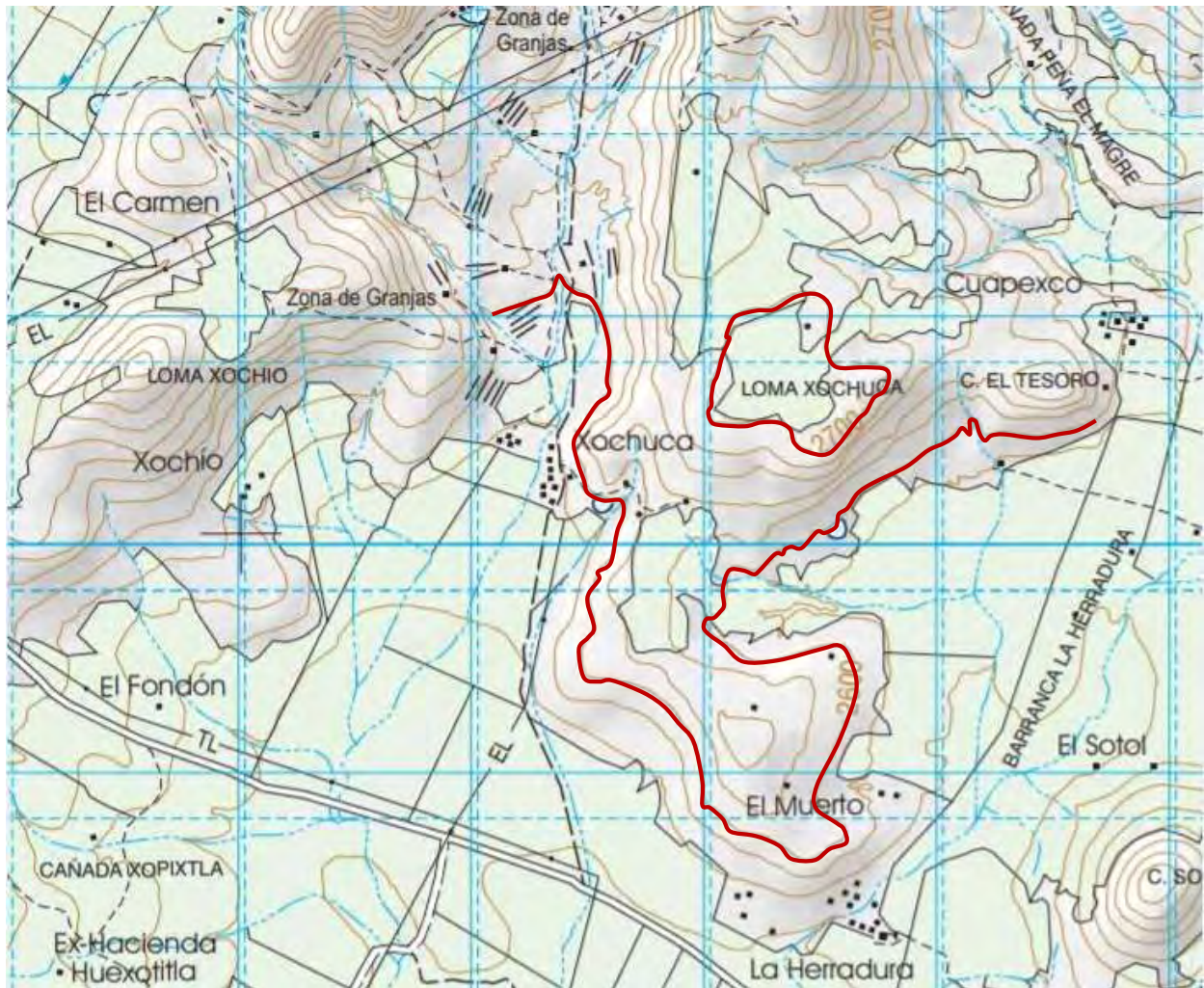


Figura 98 Acercamiento de Carta topográfica 1994 (INEGI, 2018).

Se realizaron varios análisis de la estructura para descartar la posibilidad de que esta no tenga la resistencia necesaria según las normas de reglamento por sismicidad. Los cuales se encuentran en el Anexo 2. El resultado de los siguientes métodos analizados son los siguientes:

Análisis de Desplomes

Las deformaciones rebasan el 3.0% considerando como permisible, debido a que la distorsión calculada final es de 5.5%, se considera que la estructura es inestable y es peligroso su uso en su estado actual. Para más detalles ver Anexo 2.

Análisis Sísmico por el Método Simplificado

De acuerdo con los datos que se consideraron para realizar este análisis, se aclara que solo se toma en cuenta el peso de muros y la cubierta que se desarrolló en el análisis de cargas de la estructura. El resultado que se obtuvo de los esfuerzos cortantes actuantes es: en dirección $X= 0.539 \text{ kg/cm}^2$ y en dirección $Y=1.965 \text{ kg/cm}^2$. De acuerdo con las normas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de mampostería del distrito federal, se obtuvo el esfuerzo a cortante resistente a compresión diagonal de la mampostería de adobe, el resultado es de $V_m=3.231 \text{ kg/cm}^2$. Entonces se concluye que, ya que los esfuerzos actuantes son menores al resistente por lo tanto no se necesita un refuerzo adicional. Para más detalles ver Anexo 2.

Análisis Sísmico por el Método Estático

Este método es más detallado que el anterior, el peso de la estructura incluye el peso de muros, cubierta y la cimentación (que es el valor del 10% del peso total de la estructura). Para este proceso se obtuvo la fuerza de inercia que resultó ser de $F= 124.732$ toneladas. Y los resultados de los esfuerzos cortantes actuantes son: en dirección $X= 0.387 \text{ kg/cm}^2$ y en dirección $Y=1.138 \text{ kg/cm}^2$. Se concluyó nuevamente que no es necesario incluir un refuerzo adicional. Para más detalles ver Anexo 2.

Análisis de Centro de Cargas

Se realizó este análisis para identificar el centro de carga de la estructura. Tomando como referencia la esquina noroeste del Almacén de Carbón, se encontró que el centro de carga se ubica a 4.9 m hacia el este y 9.9 m hacia el sur. Para más detalles ver Anexo 2.

Análisis de la Propuesta de Bóveda

La cubierta propuesta fue una bóveda de ladrillo con espesor de 17 cm ya contemplando la capa de compresión. La flecha propuesta es de 1.8 m, para un claro de 7.46 m, la longitud que cubrirá es de 20.19 m.

El cálculo que se realizó fue un análisis para conocer las fuerzas verticales y horizontales que se aplican al apoyarse en el muro de adobe, que es el resultado de las cargas de la bóveda. El resultado que se obtuvo (se contempló 1 metro de ancho de bóveda) es: reacción horizontal de 1554 kg/m, reacción vertical de 1711 kg/m y la fuerza resultante de estas dos fuerzas es de 2312 kg/m. Esto quiere decir que la fuerza horizontal es mayor a la fuerza vertical. Se requiere de vigas de arrastre con mayor capacidad de resistencia para que se desplante la bóveda y pueda recibir esas fuerzas horizontales. En este mismo análisis se comprobó que el espesor que se propuso para la bóveda es correcto ya que al revisar el mínimo necesario de la bóveda (que es la máxima excentricidad calculada) fue de 5.5 cm. Revisando lo anterior se verificó que la excentricidad final resultó ser menor al espesor propuesto.

Análisis de las fuerzas sobre la viga de arrastre.

Para el diseño de las vigas de arrastre se realizó un cálculo donde se tomó en cuenta la fuerza horizontal del análisis de la propuesta de la bóveda. También se contempló una longitud, que es la distancia más grande de apoyo de contrafuerte a contrafuerte que fue de 10.4 m. Se obtuvo un momento flexionante máximo actuante de 21014.8 kg/m y un cortante máximo actuante 8082.6 kg.

Para determinar que viga proponer para el apoyo de la cubierta de la bóveda, se hizo un análisis con dos diferentes tipos de materiales: una de madera y la otra de concreto. Con la viga de madera se propuso una viga con medidas de 12" pulgadas de ancho por 20" pulgadas de altura, se identificó que al comparar el momento flexionante máximo actuante con el resistente, el último resultó ser menor por lo cual no puede resistir la carga horizontal de la cubierta.

Para la viga de concreto, esta se propuso de 45 cm de altura por 25 cm de ancho, con un armado de 8 varillas de 3/4" y estribos de 3/8" a cada 30 cm. Se identificó que la resistencia a momento flexionante, al comparar el actuante que es de 20280 kg/m con el resistente que es de 26460 kg/m, el último resultó ser mayor. La resistencia a la fuerza cortante de 12643kg es mayor a la fuerza actuante que es de 8083 kg. Por lo que la propuesta de esta viga si es factible.

III. Planteamiento de intervención y diagnóstico

La intervención consiste en la recuperación de la estructura, dar solución a los problemas identificados de estabilidad. Se plantea desde la cimentación, consolidación de muros, propuesta de nueva cubierta y los acabados que se requieran al final de cada proceso.

Problemas identificados

Con base a los análisis realizados y la revisión de las cartas topográficas se identificaron los siguientes problemas:

- Existe un ligero movimiento en las curvas de nivel del terreno del área de trabajo.
- El espesor necesario para la cimentación es mayor al espesor de los muros, lo cual significa que el suelo no tiene la capacidad de soportar las cargas calculadas.
- En el Análisis Sísmico Estático los esfuerzos actuantes son menores a los resistentes, lo cual significa que no se necesita un refuerzo adicional.
- Se obtuvo el centro de carga de la estructura y podemos decir que esta equilibrada ya que su centro de carga se encuentra muy cerca del centro geométrico.
- Se cree que la cimentación actual no está ligada con toda la estructura, especialmente donde se encuentra la puerta de acceso.
- La unión de materiales (adobe y ladrillo) no tiene un despiece suficiente para el amarre.
- No cuenta con refuerzos en los encuentros de los muros.

Recomendaciones

Las recomendaciones generales son observar bien cuáles son los riesgos que se pueden tener durante la ejecución del proyecto o la obra, ante todo la seguridad y medidas de precaución. Se menciona lo siguiente:

- Apuntalar el muro que esta desplomado
- Completar cimentación en puertas
- Proponer un refuerzo para rigidizar la cimentación
- Rellenar grietas
- Consolidar muros
- Construir cerramientos en el perímetro de toda la estructura
- Proponer cubierta
- Propuesta de pavimentos exteriores para evitar los deslizamientos en el terreno.

IV. Propuesta de solución y proceso de restauración

Apuntalamiento

Se apuntalará con troqueles, entibamientos o separadores. En todos los casos, en el extremo en contacto con el muro se colocará una viga de arrastre para repartir uniformemente la carga, empacándose con piezas de madera y un material terso y suave que proteja la superficie del muro, para evitar que los elementos de apuntalamiento se recarguen en el muro.

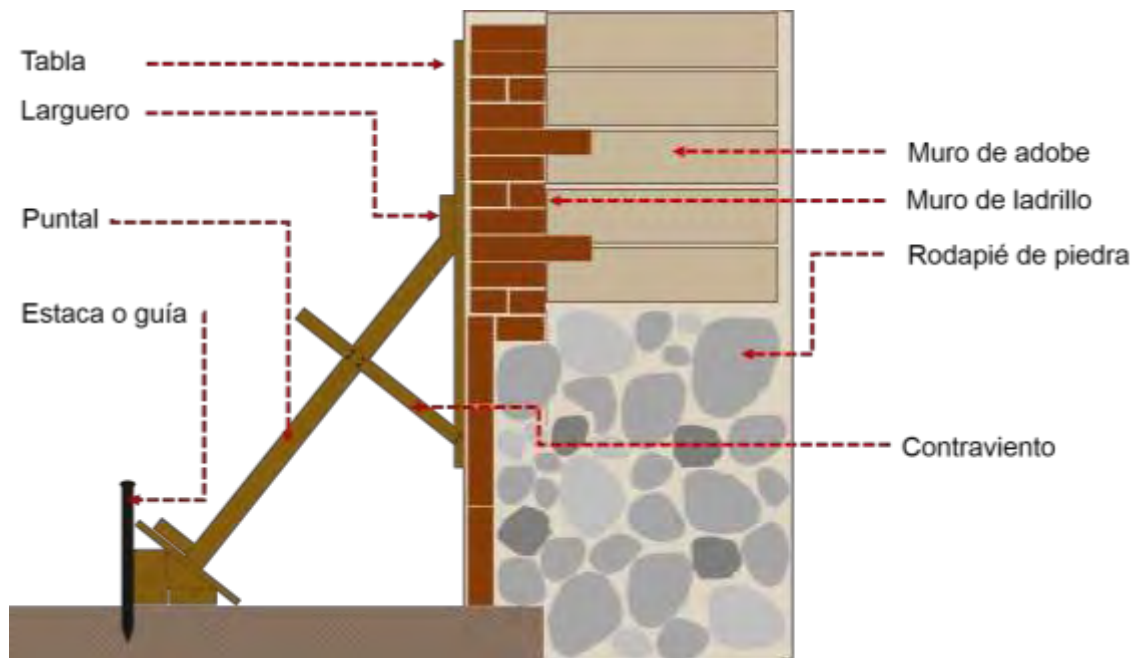


Figura 99 Apuntalamiento en muro.

Cimentación

Se realizará la excavación en la zona del hueco de la puerta para completar la cimentación en el eje 1.

Se rigidizará la cimentación colocando dalas de 20 x 40 cm en los extremos superiores de la cimentación existente. Igualmente se construirán muros de concreto de 10 cm de espesor para proveer de un confinamiento a la cimentación.

Para ligar las dalas con los muros de concreto y con la cimentación existente, se colocarán varillas diagonales a lo largo de la cimentación. Para permitir el paso de las varillas a través de la cimentación, esta deberá barrenarse. En su extremo superior, dichas varillas se anclarán en las dalas, mientras que en el extremo inferior se anclarán en los muros de concreto.

En la Figura 100 se puede apreciar la ubicación de las dalas, los muros de concreto y las varillas con respecto a la posición de la cimentación existente. En la Figura 101 se puede apreciar además la distribución y separación de las varillas a lo largo de la cimentación existente.

Para evitar el movimiento relativo entre la cimentación (y por consiguiente el movimiento de los muros) de los ejes A y B, se colocarán tensores en la dirección del lado corto del Almacén de Carbón.

Se colocarán 3 tensores distribuidos equitativamente perpendiculares a los muros largos. Estos tensores se anclarán al paño exterior de las dalas de concreto mediante placas de acero.

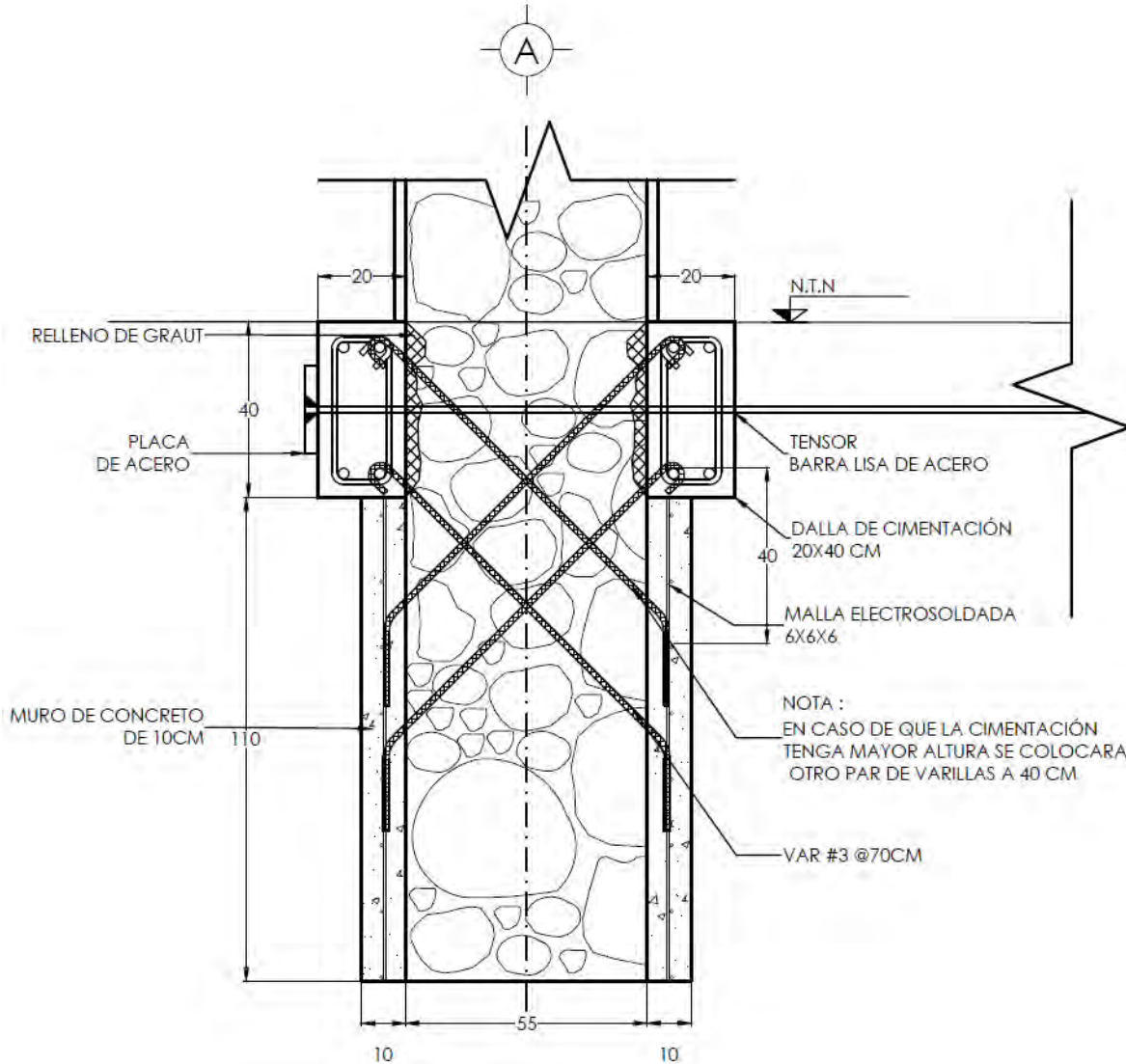


Figura 100 Detalle de cimentación.

La distribución y ubicación en planta de los tensores se puede apreciar en la Figura 101. A su vez, el detalle de anclaje con la placa de acero en las dalas puede observarse en la Figura 100.

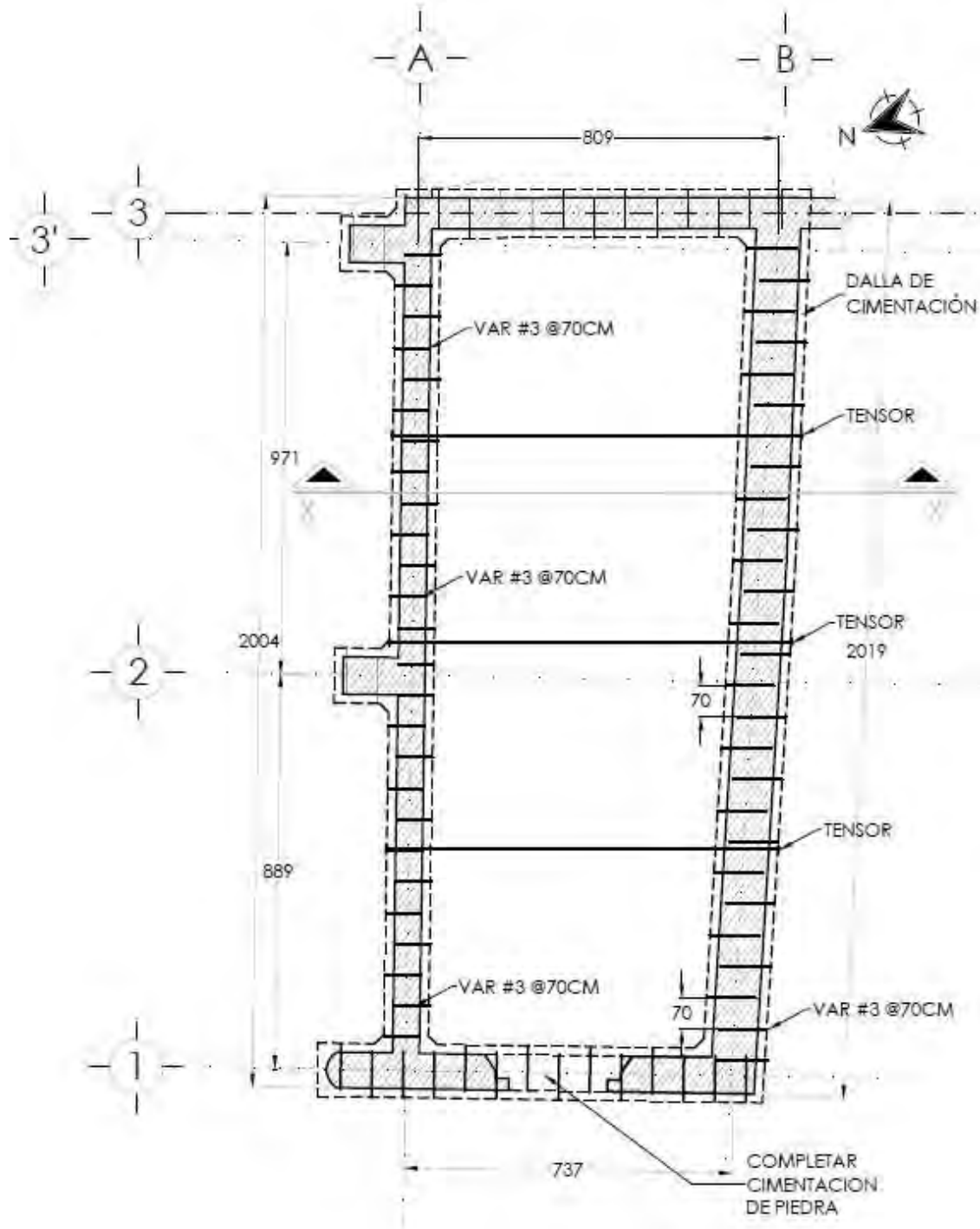


Figura 101 Planta de cimentación.

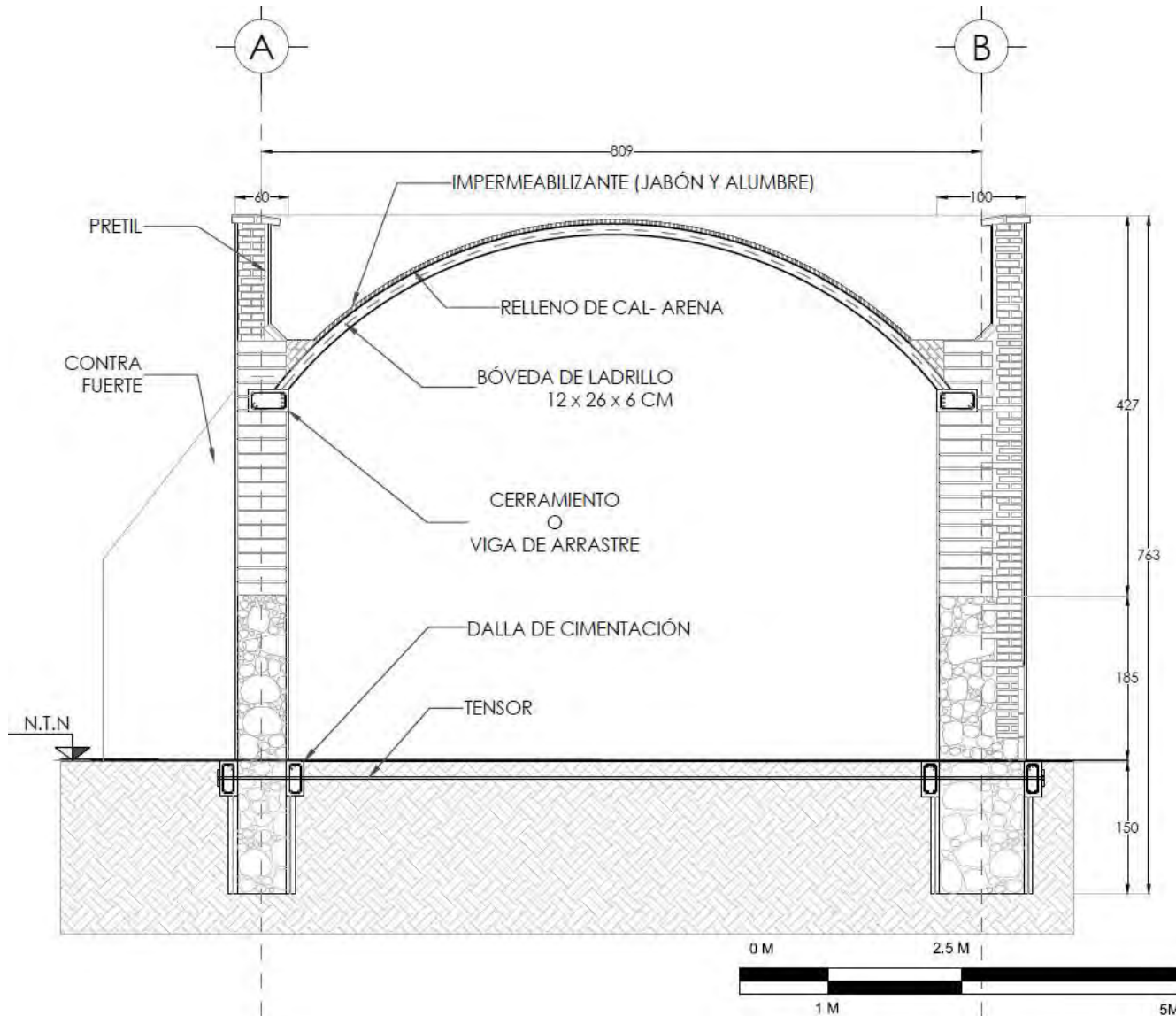


Figura 102 Corte estructural x-x' primera propuesta.

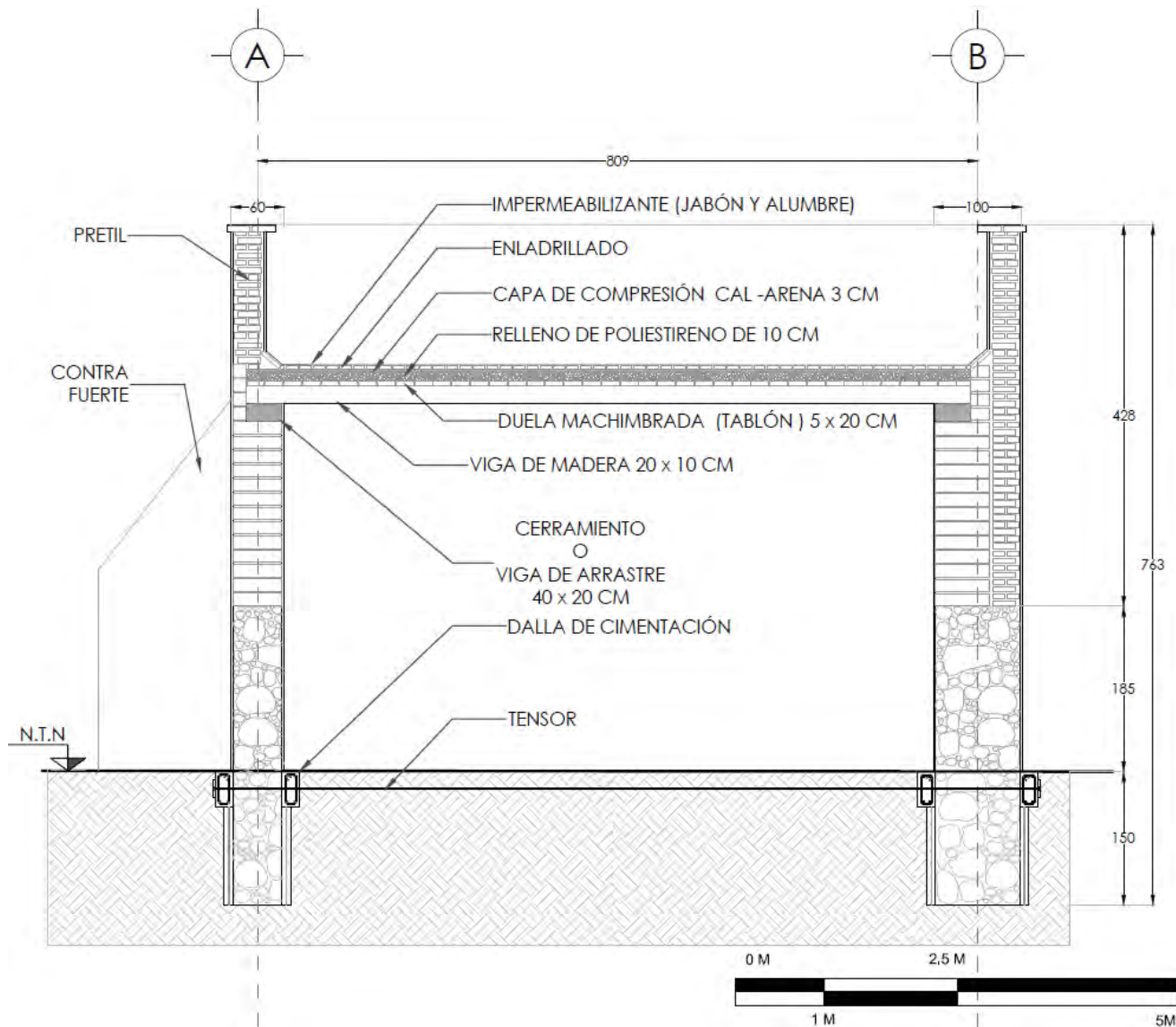


Figura 103 Corte estructural x-x' segunda propuesta.

Consolidación de muros

En primera instancia ya que el muro presenta un rodapié de piedra se limpiarán perfectamente las juntas con gancho fino para extraer toda piedrecilla, material suelto y sustancias extrañas. En segundo lugar, se sopeteará con aire y se lavara con agua limpia solamente la zona del rodapié de piedra; después se procederá de inmediato a rellenar las juntas abiertas con el mortero de cal-arena en porción 1:5, entallándolas con rayador ligeramente hasta que apriete el elemento base. En las juntas que al limpiarse se presenten con aberturas de más de 4 cm se procederá a introducir pequeños pedazos del mismo material para evitar el asentamiento.

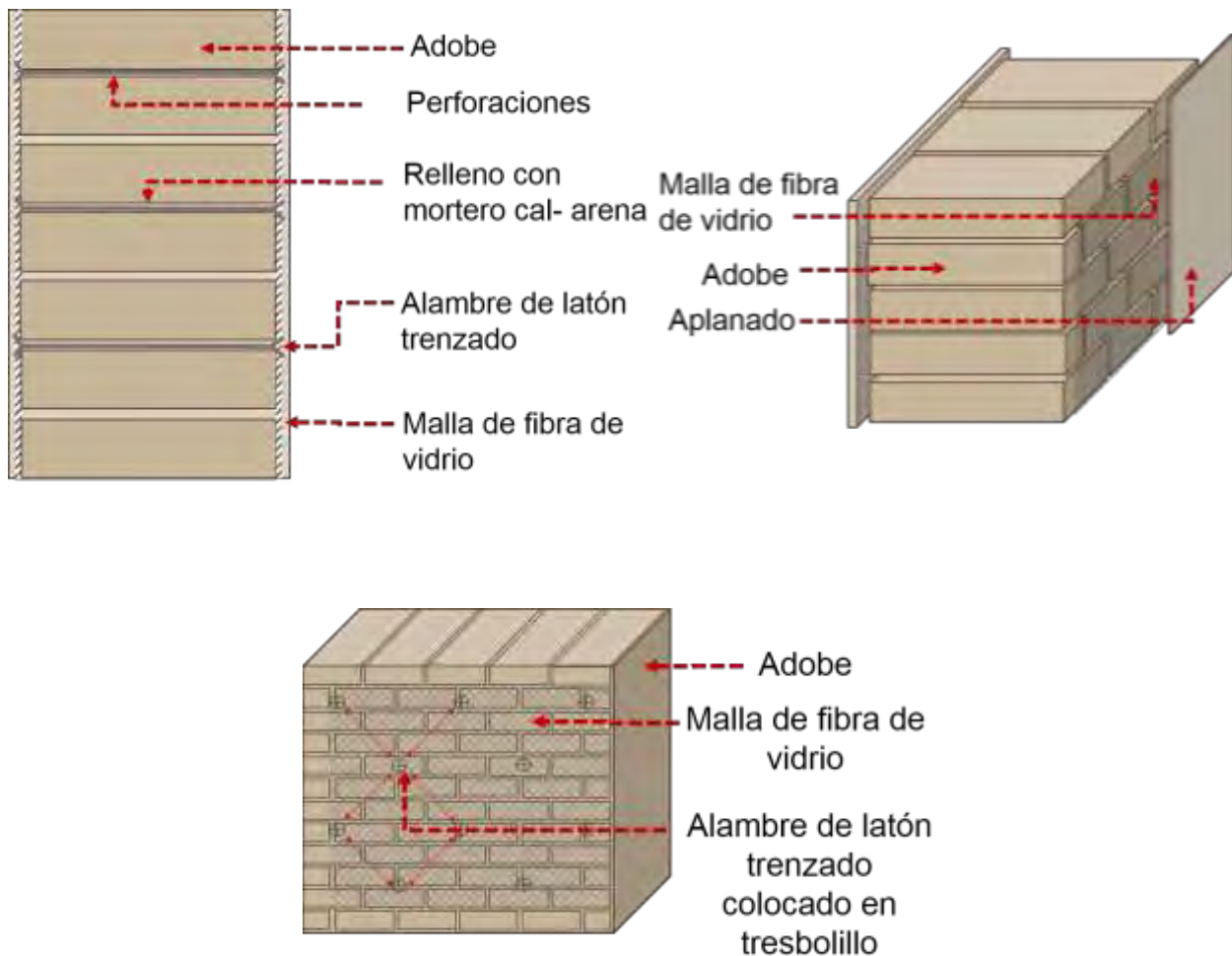


Figura 104 Consolidación de muro.

En el caso del muro de adobe se consolidará con mallas cuadrangulares de fibra de vidrio en zonas críticas donde se encuentren los muros de adobe más erosionados. Estas se colocarán en ambas caras internas y externas del muro de forma simultánea interconectándose con alambres de latón trenzado calibre 18 (1.2 mm) colocados en orificios previamente perforados los cuales se rellenarán con mortero de cal y arena. El amarre del alambre de latón trenzado y la malla se realizará con un espacio de 20 cm colocado en tresbolillo en las dos caras del muro. Finalmente se aplanará el muro previamente humedecido con mortero de cal y arena. El mortero tiene proporciones 1 de cal- 5 de arena, agregándole un aditivo Sikalutex® para mayor adherencia, también se le agregarán fibras de polipropileno para rigidizar y evitar el agrietamiento y el traspaso de humedad al muro.

Los muros han perdido altura, es por ello que se terminarán de construir a modo de que los cuatro muros del almacén de carbón queden en la misma altura para poder hacer el desplante de la cubierta. Se construirán con el mismo material con el que están hechos cada uno de los muros manteniendo el grosor actual.

Inyección de grietas

En el caso que se presente un daño muy severo en el muro como pérdida de volumen muy grande se plantea hacer una reconstrucción del volumen con rajueleo de adobe o de ladrillo. Después de este proceso pueden quedar algunas grietas visibles las cuales habrá que repararse.

Para las inyecciones de la grieta se realizará una limpieza y retiro del material suelto con aire por medio de una compresora. Después de asegurarse la limpieza se le realizará el sellado de la grieta del lado donde el daño no sea muy grande. Para el caso de la grieta que se presenta en la fachada del almacén de carbón, se pondrá una cimbra para evitar que el mortero se filtre del lado contrario al muro. Se colocarán poliductos a 45° en tramos de 60 cm ascendentes en toda la longitud de la grieta, para ayudar a que el mortero llegue hasta el centro del muro. En el caso donde se vaya a recuperar el volumen estos poliductos se pondrán antes de rellenar el muro con el rajueleo, dejándolos ahogados dentro del muro para después rellenar cualquier espacio

que no esté con mortero. El mortero que se vierta en la grieta por las boquillas de los poliductos tendrá una preparación a base de cal y arena en proporción 1 a 5, agregándole un aditivo Sikalatex© para mayor adherencia, fibras de polipropileno y se utilizara un expansor o estabilizador de volumen. Se procederá a la inyección por gravedad con un recipiente de mezclado manual. En caso de que las grietas sean de menor tamaño se inyectaran directamente sin utilizar los poliductos y se aplicara un mortero o resinas más fluidas utilizando jeringas automáticas de uso veterinarias (Prado Nuñez, 2000).

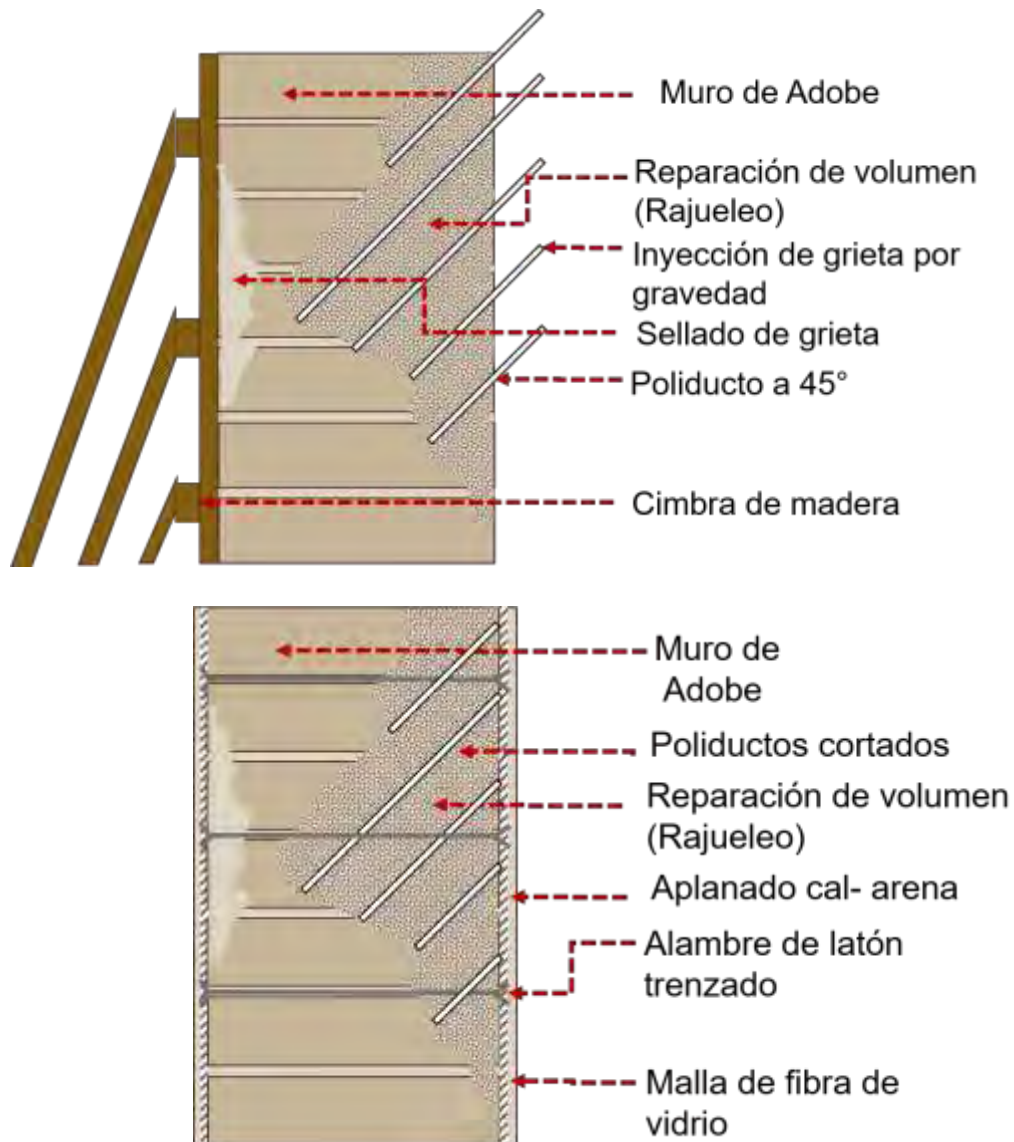


Figura 105 Inyección de grieta.

Cerramientos

En este caso específico, los cerramientos que se proponen para la cubierta de bóveda se deben a que, al revisar el tipo de cubierta, el peso que genera y la longitud que se requiere, hace que el cerramiento (en este caso la viga de arrastre) requiera tener una alta resistencia. La primera propuesta fue una viga de madera, pero por los requerimientos en el análisis de la cubierta se propuso finalmente de concreto. El análisis detallado se puede consultar en el Anexo 2.

Las vigas de arrastre se colocarán sobre una capa de compresión de cal-arena con un espesor de 3 cm, siendo una corona para el muro, así la distribución de la carga de la viga se repartirá en todo su espesor. La posición de la viga es en el extremo superior del muro de adobe, sus dimensiones son de 45 cm de altura por 25 cm de base. Estas vigas servirán para el desplante directo de la bóveda con la finalidad de transmitir las cargas verticales y horizontales de manera uniforme. A su vez los contrafuertes ayudarán al apoyo de las vigas de arrastre para mantener fija la posición de estas. En el corte estructural X-X' primer propuesta (Figura 102) se puede ver con más detalle.

El armado propuesto es de 10 varillas de 3/4" en total con estribos de 3/8" a cada 30 cm. Con un recubrimiento de 3 cm. En la Figura 107 se puede ver la ubicación de las vigas en planta, y sus longitudes. Para cerrar y unir las vigas se proponen unas cadenas de cerramiento para unir las vigas de los ejes A y B.

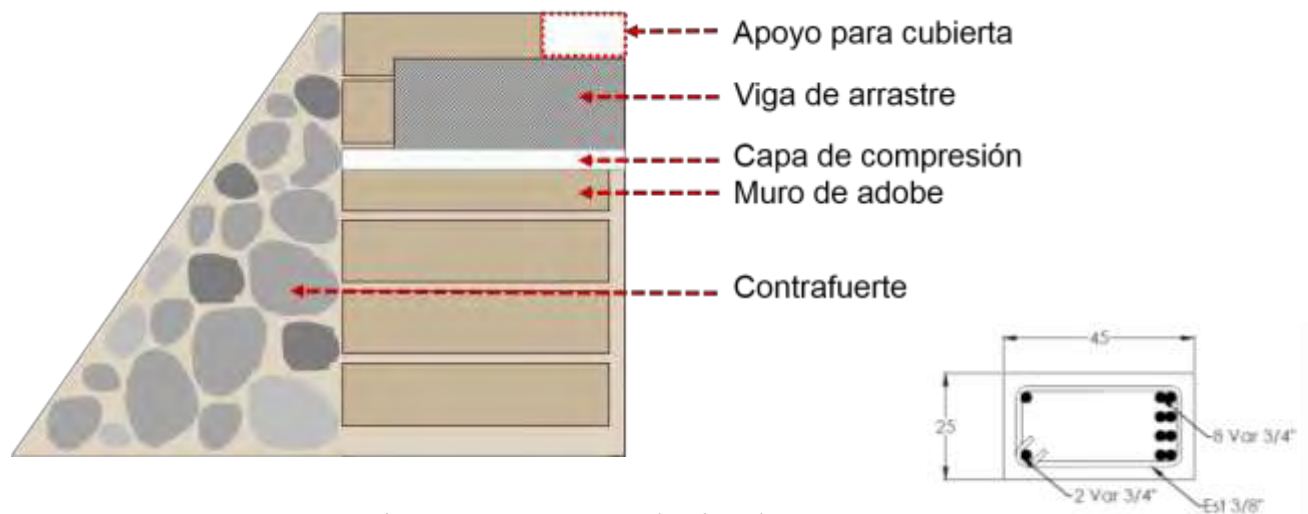


Figura 106 Propuesta de viga de concreto.

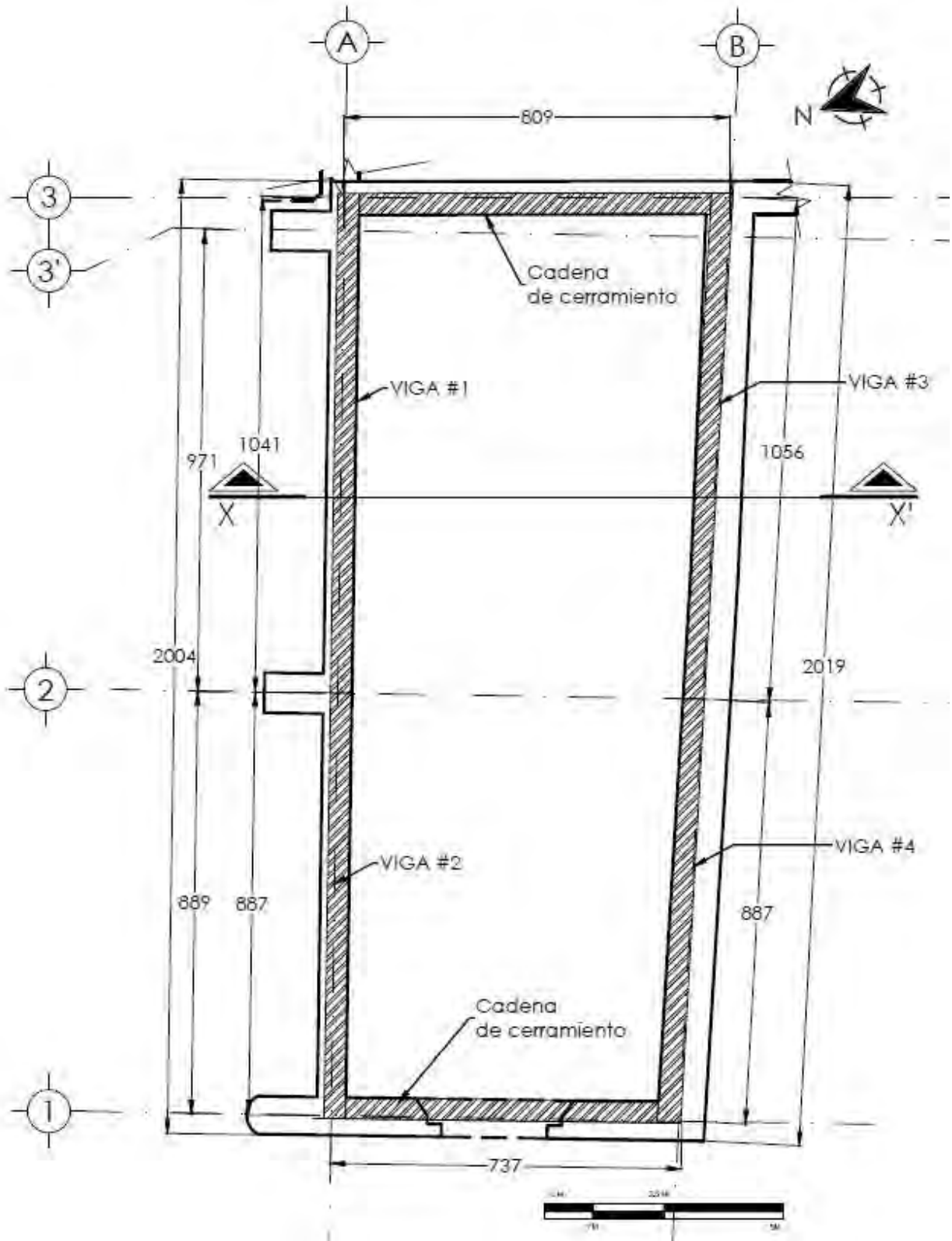


Figura 107 Ubicación de viga de concreto.

Tabla 13 Longitudes de vigas de concreto.

Viga	Longitud	Cortante	Momento
#1	10.41 m	8052.135 kg/m	20955.68 kg/m
#2	8.87 m	6860.945 kg/m	15214.14 kg/m
#3	10.56 m	8168.16 kg/m	21563.94 kg/m
#4	8.87 m	6860.945 kg/m	15214.14 kg/m

En este apartado se plantea una segunda opción para la propuesta de una cubierta plana. Los cerramientos (vigas de arrastre) se colocarán sobre una capa de compresión de cal-arena con un espesor de 3 cm, siendo una corona para el muro, así la distribución de la carga de la viga se repartirá en todo su espesor. Las vigas serán de madera de pino con dimensiones de 40 cm de altura por 20 cm de ancho, las longitudes son las mismas que las longitudes que utilizamos en las vigas de concreto. La ubicación al igual que en la primera opción serán en los ejes A y B. para más detallé se puede ver el corte estructural X-X' segunda propuesta (Figura 103).

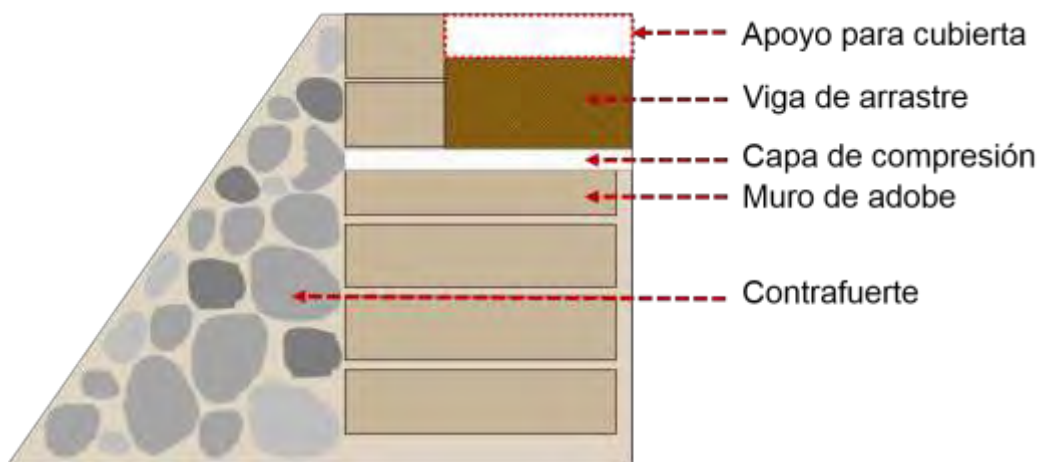


Figura 108 Propuesta de viga de madera.

Cubierta

Primera propuesta se propondrá la cubierta empleando una bóveda con un claro de 7.46 m con un espesor de 17 cm. La flecha será de 1.80 m. Este sistema constructivo se seleccionó así tras realizar un análisis, se comprobó que es una solución de cubierta

que arquitectónicamente ayuda a percibir el espacio de mejor manera. Es importante mencionar el uso que se le dará al espacio el cual será un salón de usos múltiples, de manera que la cubierta ayudará a mantener un claro libre para diversas actividades en el interior del almacén. Así mismo como no se sabe con exactitud cuál fue el sistema de cubierta original, se tomó la libertad de proponer este planteamiento. Para más detalles se puede ver el corte estructural X-X' de la primera propuesta (Figura 102) donde se muestra la colocación de la cubierta. En el Anexo 2 se pueden observar los cálculos del desarrollo de la bóveda.

Adicionalmente deberá proporcionarse un sistema eficiente de impermeabilización para la protección de la cubierta como de toda la estructura.

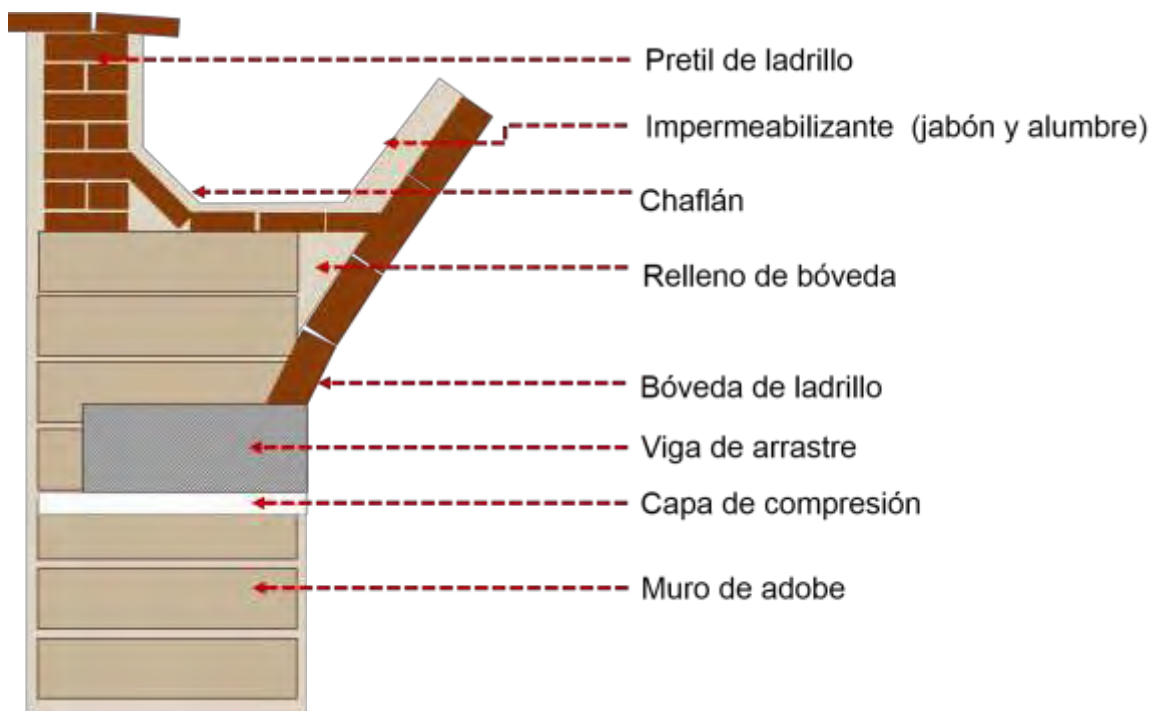


Figura 109 Detalle de pretil y cubierta primer propuesta.

Para la segunda propuesta se plantea una cubierta plana con un sistema a base de vigas de madera de 24 cm de alto por 12 cm de ancho, duela machimbrada o tabloncillos de 5 cm x 20 cm, un relleno de poliestireno de 10 cm de espesor, una capa de compresión de cal-arena de 3 cm de espesor, un enladrillado y su impermeabilización a base de jabón y alumbre. La colocación de las vigas se puede ver en la Figura 110.

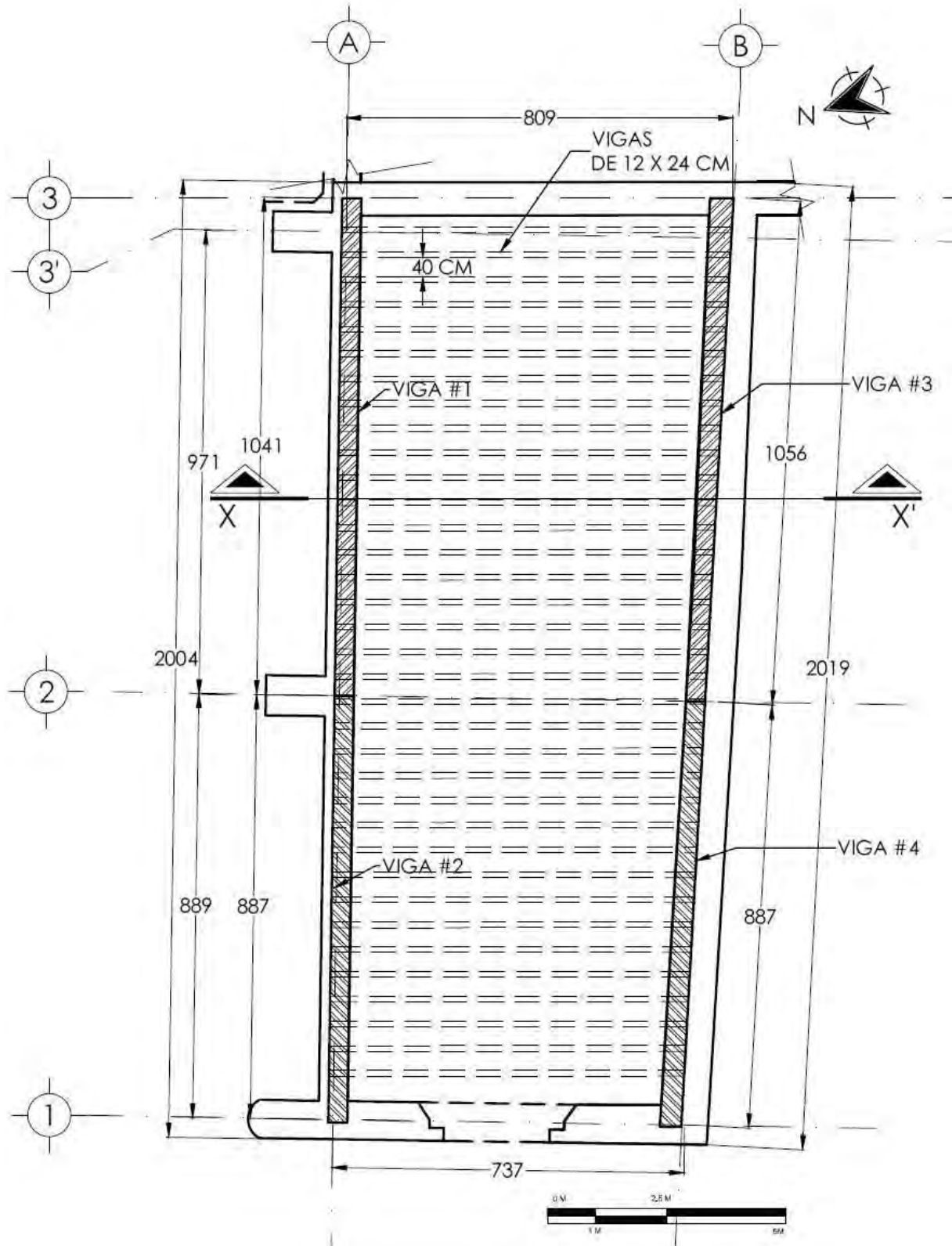


Figura 110 Ubicación de vigas de madera.

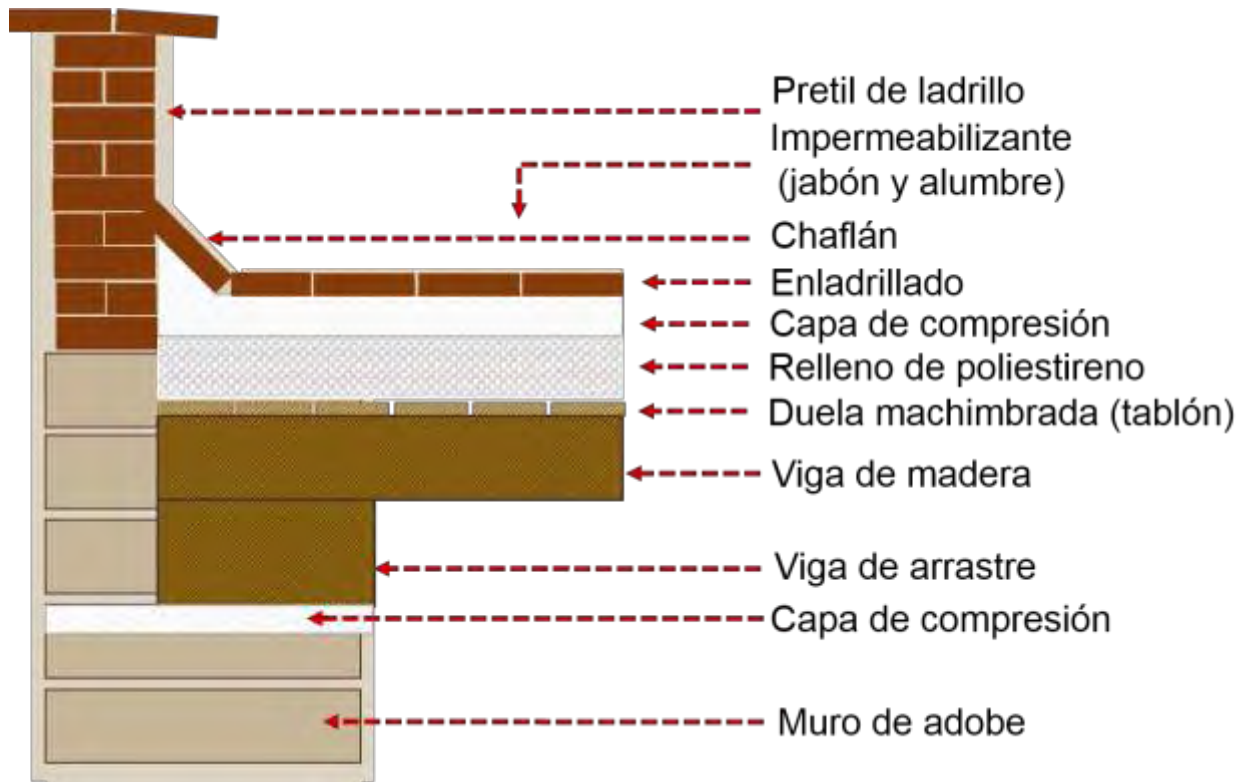


Figura 111 Detalle de pretil y cubierta segunda propuesta.

Pavimentos exteriores

Primeramente, el suelo se nivelará y compactará. Posteriormente se colocarán a presión ladrillos rojos recocidos de 12 x 26 x 6 cm en el perímetro para confinar bien el suelo. Se rellenará de tierra la parte que quede al centro y sobre el relleno de tierra se colocaran baldosas de piedra tipo adoquín para mayor durabilidad. Finalmente se utilizará una capa fina de cal y canto o arena a manera de relleno y sellar las piezas colocadas.



Figura 112 Pavimentos exteriores.

Resultado grafico del proyecto de recuperación.

El resultado que se pretende obtener se muestra en el siguiente modelo. Haciendo una aproximación al acabado final de este proyecto.



Figura 113 Propuesta de vista interior.



Figura 114 Vista fachada norte de propuesta de recuperación.



Figura 115 Vista fachada sur de propuesta de recuperación.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES



*"...nuestro patrimonio cultural no está hecho solo de cosas viejas,
sino que muchas cosas, lugares,
e incluso costumbres nuevas forman parte de él,
pues tienen un valor para nosotros
que queremos hacer llegar a nuestros hijos."*

-Anónimo

I. Importancia del valor cultural y arquitectónico

La importancia del valor cultural y arquitectónico de la Hacienda San Diego Xochuca se define por:

- a) Su sistema constructivo, el cual es a base de tierra, implementando la técnica modular (bloques de adobe).
- b) Conservar su composición arquitectónica original desde su fundación.
- c) Las características identificadas del programa de necesidades que tiene difícilmente se han modificado.
- d) El contexto que rodea el edificio sigue siendo un paisaje natural.
- e) El uso original que tuvo históricamente que es la producción de pulque.
- f) Conserva la tradición del proceso artesanal de elaboración de pulque.

A través del programa de necesidades de las haciendas pulqueras, se concluyó que el objeto de estudio no cuenta con la totalidad de las zonas presentes en este tipo de hacienda. No obstante, la Hacienda Pulquera San Diego Xochuca si presenta las mínimas necesarias para su correcto funcionamiento y operación. Lo anterior ha permitido que se mantenga activa y continúe con sus actividades y producción original.

II. Proceso de restauración

El proceso propuesto en el Capítulo 5 fue satisfactorio, resulto ser un poco complicado organizar los procesos y los análisis en las etapas de seguimiento. El resultado final que se planteó en la recuperación estructural del Almacén de Carbón está fuertemente influenciado por los resultados obtenidos de las etapas de identificación y analítica.

En la última etapa que es la del diagnóstico y solución, se identificó que es muy dependiente de las características de cada caso en particular ya que los requerimientos que se necesitan determinan el procedimiento de la elaboración del proyecto de restauración.

III. Recuperación estructural del Almacén de Carbón

Al realizar una serie de análisis en el proyecto, se identificaron problemas en la estructura del Almacén de Carbón. Adicionalmente se propusieron una serie de acciones para reforzar los elementos más importantes, así como para dotar lo de una imagen renovada y funcional.

Se concluye que los refuerzos propuestos en la cimentación proveen a la estructura de una buena resistencia y rigidizan la estructura para que su movimiento y asentamiento sea de manera uniforme.

En este tipo de proyectos, una de las dificultades enfrentadas fue encontrar una solución de refuerzo que se adecuara a los elementos originales de manera que se conservara la esencia inicial. Lo único que no se logró en su totalidad fue el resultado en las vigas que soportan la cubierta propuesta, ya que no son tan compatibles con el material de los muros. La propuesta que se estudió al principio fue la de utilizar vigas de madera, pero al hacer un análisis de la capacidad de carga requerida, se encontró que está en mayor a la que proporcionan las vigas de madera. A si mismo otro de los motivos por el cual no se utilizó la madera fue porque en el mercado resultaría complicado conseguir vigas de las dimensiones que se requerían tanto como en sección y longitud. Fue por lo anterior que finalmente se optó por vigas de concreto.

En cuanto a la cubierta, al no tener un vestigio o alguna prueba de cómo fue anteriormente, se pensó en dos alternativas: bóveda de ladrillo y cubierta plana con vigas de madera. Al final por el diseño y uso que se le daría al espacio, se optó por una bóveda de ladrillo. Debido a las características de esta bóveda, fue necesario emplear vigas de arrastre de concreto, lo cual representa un inconveniente en cuanto a incompatibilidad de materiales. Para emplear materiales compatibles (vigas de arrastre de madera), se podría optar entonces por la cubierta plana la cual no requiere el empleo de un material de alta resistencia como lo es el concreto.

Usualmente desde el punto de vista de la restauración, es difícil intervenir este tipo de arquitectura ya que en ocasiones y dependiendo de los casos se opta por declararla ruina o simplemente construir algo nuevo sobre ella.

Sin embargo, se logró proponer una intervención sobre el objeto de estudio empleando materiales flexibles, compatibles o similares a los originales en la mayoría de los elementos empleados.

IV. Comentarios finales

Los monumentos históricos son un patrimonio que tenemos que conservar, al trabajar con una restauración o rehabilitación se debe de reflexionar que tanto se modificara para cumplir una función aceptable y funcional. Se tiene que trabajar siempre con las bases adecuadas, investigaciones previas y respetando lo más posible al inmueble.

La restauración debe interpretarse integralmente considerando aspectos como la estabilidad estructural, función arquitectónica, conservación del sistema constructivo original y acabados finales. El no contemplar alguno de los aspectos anteriores podría tener como consecuencia el no obtener una intervención optima y requerir nuevas intervenciones a un corto plazo.

En este estudio se logró cumplir exitosamente con los requerimientos de los aspectos antes mencionados. Sin embargo y para cumplir con ellos, fue necesario tener un balance empleando una mínima cantidad de materiales no flexibles.

FUENTES

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS



"La información no es conocimiento".

-Albert Einstein

I. Fuentes Bibliográficas

- AIS. (2000). *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas de adobe y tapia pisada*. Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- B. Waite, C. (2000). A village street in Mexico. En Archivo General de la Nación, *México. Un siglo en imágenes 1900- 200* (pág. 49). México: Archivo General de la Nación.
- B. Waite, C. (2000). Homes of the Mexican Peones. En Archivo General de la Nación, *México. Un siglo en imágenes 1900-2000* (pág. 40). México: Archivo General de la Nación.
- Cahuantzi, P. (1894). *Memoria*.
- Chevalier, F. (1976). *La Formación de los Latifundios en México*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Chiappero, R. O., & Supisiche, M. C. (2003). *Arquitectura en tierra cruda : breves consideraciones sobre la conservaciyn y la restauraciyn*. Buenos Aires: Nobuko.
- D. F., G. (2004). Normas Técnicas Complementarias. En G. D. F., *Reglamento de Construcciones del Distrito Federal*. México: Gobierno del Distrito Federal.
- De la Madrid Hurtado, M. (1986). DECRETO por el que se declara una zona de Monumentos Históricos en la Ciudad de Tlaxco de Morelos, Tlax. En SEGOB, *Diario Oficial de la Federación*. México: SEGOB.
- De la Torre Villalpando, G. (1988). *Las Calpanerías de las Haciendas Tlaxcaltecas*. Tlaxcala: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Doat, P. (1985). *Construire en terre*. Paris: Éditions Alternative.
- Escalante, A., Giles Gómez, M., Esquivel, G., Matus Acuña, V., Moreno Terrazas, R., López Munguía, A., & Lappe Oliveras, P. (2012). Pulque Fermentation. En Y. Hui, & E. Ozgul, *Handbook of Plant-Based Fermented Food and Beverage Technology* (págs. 691-706). Boca: CRC Press.

- Espinoza P. C., D. (1859). *Manual de Construccions de Albañilería*. Madrid: Imprenta a cargo de Severiano Baz, Arco de Santa María núm. 39.
- García Garibay, M., & López Munguía, A. (2004). *Bebidas alcohólicas no destiladas*. México: Limusa.
- García Luna, O. M. (1981). *Haciendas Porfiristas en el Estado de México*. Toluca: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Gatti, F. (2012). *Arquitectura y Construcción en Tierra. Estudio comparativo de las técnicas contemporáneas en tierra*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya.
- González Marín, S. (1996). *Historia de la Hacienda de Chapingo*. Texcoco: Universidad Autónoma Chapingo.
- González Avellaneda, A., Hueytletl Torres, A., Pérez Méndez, B., Ramos Molina, L., & Salazar Muños, V. (1988). *Manual técnico de procedimientos para la rehabilitación de Monumentos Históricos en el Distrito Federal*. Ciudad de México: Departamento del Distrito Federal: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- González Sánchez, I. (1969). *Haciendas y Ranchos de Tlaxcala en 1712*. Ciudad de México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- González Sánchez, I., & Meade de Angulo, M. (1982). Las Haciendas de Tlaxcala en el siglo XVIII. *III Coloquio de Antropología e Historia Regionales*. Zamora: El Colegio de Michoacán.
- Guerrero Baca, L. F. (2006/2007). México: La pérdida de la arquitectura de adobe en México. *Heritage at Risk*, 112-114.
- Guerrero Baca, L. F. (2007). Arquitectura en Tierra. Hacia la recuperación de una cultura constructiva. En L. F. Guerrero Baca, *Apuntes* (Vol. 20, págs. 182-201). México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Gutiérrez Casillas, J. (1974). *Historia de la Iglesia en México*. México: Porrúa.

- Habiterra. (1993). Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificaciones de adobe, tapial, ladrillos y bloques de suelo-cemento. En CYTED, *Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo*. Lima.
- Herbert J., N. (1988). *Morfología social de la hacienda mexicana*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Historia Peruana. (2018). *Ciudadela de Chan Chan*. Obtenido de Historia de Perú: <https://historiaperuana.pe>
- ICOMOS. (1965). Carta de Venecia 1964. *II Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos*. Venecia: ICOMOS.
- ILCE. (2013). *El Prosperato*. Obtenido de Biblioteca Digital del ILCE: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/>
- INAH. (2011). *Centro INAH Chihuahua*. Obtenido de Centro INAH Chihuahua: <https://inahchihuahua.wordpress.com/>
- INEGI. (2010). Marco Geoestadístico Municipal, version 5.0. INEGI.
- INEGI. (2018). *Informacion por Entidad*. Obtenido de Cuéntame: <http://cuentame.inegi.org.mx>
- INEGI. (2018). *Mapas*. Obtenido de Cuéntame: <http://cuentame.inegi.org.mx>
- INEGI. (23 de Julio de 2018). *Tlaxcala, Hidrología*. Obtenido de Para Todo México: www.paratodomexico.com
- INEGI. (2018). *Topografía*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Itinerario. (24 de Febrero de 2014). *Algunas pulquerías, Colectivo El Tinacal*. Obtenido de Itinerario: <https://canalonce.mx/itinerario/?p=10519>
- Jiménez Segura, V. H. (2016). *Caracterización de la diversidad de levaduras durante la fermentación de pulque de la hacienda Xochuca en Tlaxco, Tlaxcala*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jímenez, D., & Muro 10. (2018). Obtenido de Food and Travel: <http://foodandtravel.mx/>


- Lappe Oliveras, P. (2016). En V. Haide, *Caracterización de la diversidad de levaduras durante la fermentación de pulque de la hacienda Xochuca en Tlaxco, Tlaxcala*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lappe Oliveras, P., Moreno Terrazas, R., Arrizón-Gaviño, J., Herrera-Suárez, T., García Mendoza, A., & Gschaedler Mathis, A. (2008). Yeasts associated with the production of Mexican alcoholic nondistilled and distilled Agave beverages. *FEMS Yeast Research*, 1037-1052.
- Leal, J. F., & Huacuja Rountree, M. (1976). *Fuentes para el estudio de la hacienda en México, 1856-1940*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lorenzo Monterrubio, A. (2007). *Las haciendas pulqueras de México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Loreto López, R. (2001). *Casas viviendas y hogares en la Historia de México*. México: Editorial Colegio de México.
- Loyola Montemayor, E. (1956). *La industria del pulque*. México: Banco de México.
- Maps, G. (2018). *Tlaxco*. Obtenido de Google Maps: maps.google.com
- Meade de Angulo, M. (1984). *San Bartolomé del Monte: historia gráfica de una hacienda de Tlaxcala*. Tlaxcala: Instituto Tlaxcalteca de la Cultura.
- Mingarro Martín, F. (1996). *Degradación y conservación del Patrimonio Arquitectónico*. España: Editorial Complutense, S. A.
- Modernismo en el Porfiriato*. (30 de MAyo de 2010). Obtenido de Blogspot: <http://moderniismoenelporfiriato3b.blogspot.com/>
- Naye, & Lalo. (2010). *Los Excéntricos*. Obtenido de Pinterest: <https://co.pinterest.com>
- Newman, E. (23 de Mayo de 2012). *Edwin Newman Colletion*. Obtenido de Flickr: www.flickr.com
- Online, T. C. (2017). Obtenido de Travel Report: www.travelreport.mx

- Paloma Azul, P. (2018). *Pulquería La Paloma Azul*. Obtenido de Facebook: <https://www.facebook.com/Palomaazuloficial>
- Prado Nuñez, R. (2000). *Procedimientos de restauración y materiales protección y conservación de edificios artísticos e históricos*. México: Trillas.
- R. Jobón, N., & A. Mata, D. (2018). *Pulquerías de la Ciudad de México*. Obtenido de Alianza Anahuaca: <https://alianzanahuaca.org>
- R. Wolf, E., & W. Mintz, S. (1975). Haciendas y plantaciones en Mesoamérica y las Antillas. En E. Florescano, *Haciendas, Latifundios y Plantaciones en América Latina* (págs. 493-531). México: Siglo Veintiuno Editores, S. A.
- Ramírez J., F., Sánchez Marroquin, A., Álvarez M., M., & Valyasebi, R. (2004). Industrialization of Mexican pulque. En K. Steikraus, *Industrialization of Indigenous Fermented Foods* (págs. 547-586). New York: Marcel Dekker.
- Ramírez Rodríguez, R. (2004). *El maguey y el pulque: Memoria y tradición convertida en historia, 1984-1993*. Puebla: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Rendón Garcini, R. (1990). *Dos Haciendas Pulqueras en Tlaxcala 1857-1884*. Tlaxcala: Universidad Iberoamericana.
- Rendón Garcini, R. (2016). *Tlaxcala. Historia breve*. 2016: Fondo de Cultura Económica.
- Rodríguez Licea, M. (2014). *El uso de la tapia en las haciendas de Tlaxcala. Un sistema constructivo alternativo para la arquitectura del presente y futuro*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rogelio Álvarez, J. (1999). *Enciclopedia de México*. ePub.
- Ruíz Sibaja, J. A., & Vidal Sánchez, F. (2015). Caracterización mecánica de piezas de adobe fabricado en la región de Tuxtla Gutiérrez. *ESPACIO I+D, Innovación más Desarrollo*, 116-137.
- SECODUVI. (2001). *Normas técnicas de la ley de la construcción del estado de Tlaxcala*. Tlaxcala: Gobierno del Estado de Tlaxcala.

-
- SECODUVI. (2011). *Rehabilitación y Ampliación de sistema de tratamiento de agua residual en Huamantla, Tlaxcala*. Tlaxcala: Gobierno del Estado de Tlaxcala.
- SIAP. (2018). *Catálogo*. Obtenido de Mapoteca Manuel Orozco y Berra: <http://mapoteca.siap.gob.mx/>
- Sosa Herrerías, A. (1980). *Hacienda de Xochuca. Al fondo el peñón del rosario*. Revista Mexicatzin.
- Terán Bonilla, J. A. (1996). *La construcción de las haciendas de Tlaxcala*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Torres Torija, A. (1895). *Introducción Al Estudio De La Construcción Práctica*. México: Oficina Tip. De La Secretaría De Fomento.
- Travelbymexico. (2017). *Estado de México*. Obtenido de México Real - Todo México: www.travelbymexico.com
- Von Wobeser, G. (2010). *El virreinato de Nueva España en el siglo XVI*. México: Fondo de Cultura Económica, Secretaria de Educación Pública, Academia Mexicana de Historia.

ANEXO 1

PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PULQUE DE LA HACIENDA SAN DIEGO XOCHUCA



*De seguro me conoces,
Soy el "Néctar de los Dioses",
Ofrenda, pulque sagrado,
Por Mayahuel, consagrado.
- Gonzalo Ramos Aranda*

I. Proceso de elaboración del pulque de la Hacienda San Diego Xochuca

La elaboración de pulque es una tradición, una cultura, patrimonio intangible. Es importante destacar que en Tlaxcala quedan muy pocas haciendas productoras de pulque. La producción que se hace en la Hacienda San Diego Xochuca se presenta por medio de una serie de fotografías para ilustrar gráficamente dicho proceso. La producción de pulque se inicia con la castración del maguey *Agave Salmiana* (Figura 116 a Figura 119).



Figura 116 Agave Salmiana (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 117 Magüey al hilo (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 118 Castración del maguey, corte del quiote (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 119 Maguey castrado (Lappe Oliveras, 2016).

Cuando el maguey tiene de 8 a 12 años de plantado, se observa un adelgazamiento en la base del *meyolote* y el surgimiento del brote floral llamado quiote, por lo que se procede a cortarlo o al “capado o castración del maguey” dejando una cavidad en el tallo del agave llamado *cajete*. Esta acción se realiza con la finalidad de evitar el surgimiento de

inflorescencia, ya que durante su desarrollo se consumirían los nutrientes de reserva del maguey. El agave capado se deja reposar de 6 a 12 meses para incrementar el contenido de azúcares de 7 -14% p7v en la savia o aguamiel (Lappe, Oliveras, et al; 2008) y que las hojas centrales alcancen su madurez. Pasando ese lapso se realiza la *picazón* que consiste en abrir el tejido cicatricial del cajete, para posteriormente raspar la cavidad para que en ella se acumule el aguamiel. Después de aproximadamente cuatro días el tlachiquero (persona encargada del raspado y extracción del aguamiel) nuevamente realiza el raspado del cajete con el fin de abrir los vasos y promover la producción de aguamiel (Figura 120 y Figura 121).



Figura 120 Raspado del cajete (Lappe Oliveras, 2016).

El cajete se cubre con pencas y piedras para proteger la savia de la lluvia, de insectos y de otros animales; cada vez que se extrae aguamiel se repite el raspado para que la producción de aguamiel continúe. El aguamiel, tlachique o neutle es extraído dos veces al día, por la mañana y por la tarde, produciendo de 4 a 6 litros diarios por un periodo de 3-6 meses (Figura 122).



Figura 121 Mexal (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 122 Cajete con aguamiel (Lappe Oliveras, 2016).

Después de este tiempo la planta muere. Para la extracción de la savia se emplea el acocote (Figura 123), que es una calabaza hueca (*Legenaria Siceraria L.*), con la que el tlachiquero succiona (Figura 124 y Figura 125) el aguamiel para ser vaciado en las castañas (recipiente de madera, fibra de vidrio o plástico) uodres (bolsas de cuero de chivo) (Figura 126) (Loyola Montemayor, 1956), (Ramírez Rodríguez, 2004) para ser transportado al tinacal (Figura 127), que es un espacio cerrado con ventanas pequeñas,

donde se encuentran las tinas de fermentación con una capacidad de 500 a 800 litros (Figura 128 y Figura 133).



Figura 123 Extracción de aguamiel (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 124 Succión del aguamiel con el acocote (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 125 Aguamiel (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 126 Vaciado del aguamiel a la castaña (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 127 Transporte de las castañas al tinacal (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 128 Pesado de las castañas (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 129 Tinacal (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 130 Lavado de la tina de fermentación (Lappe Oliveras, 2016).

Anterior mente se utilizaban tinas de cuero de res sin curtir o de madera, sin embargo, en la actualidad las más empleadas son de fibra de vidrio. La elaboración de pulque comercial se realiza por fermentación inducida, es decir, añadiendo un inóculo o “semilla” o “pie de cuba” al aguamiel; el tiempo de fermentación es variable y depende de varios factores como: la calidad del aguamiel, la carga microbiana presente en el aguamiel y en el inóculo, la temperatura ambiental y la estación del año. Para producir el inóculo también llamado “semilla”, “pie”, “nana” o “madre”, se extrae aguamiel de la mejor calidad y se fermenta espontáneamente en tinas de poca capacidad (10-15 litros), destinadas ex profeso para este fin, por aproximadamente 8 a 30 días, lo que dependerá de la estación del año (Figura 131).



Figura 131 Semilla madre (Lappe Oliveras, 2016).

La fermentación se da por terminada cuando se alcanza cierto grado alcohólico y acético, y el líquido presenta un color blanquecino y la formación de una capa en la superficie llamada *zurrón*. Cuando la semilla esta lista se procede a distribuirla en las tinas de fermentación de 700 litros, agregando aguamiel fresco de la mejor calidad en una proporción de 1:3 (v/v) para producir el pulque pie de *punta* o de *cuba*, que es el que se emplea como inóculo en la elaboración de pulque comercial (Figura 132).



Figura 132 Semilla pie de cuba (Lappe Oliveras, 2016).

Para iniciar la producción comercial, el pulque pie de punta se vierte o “tiene” en otra tina de fermentación llamada *despacho* o *barrida*, a la que se agrega aguamiel tlachique en una porción de 1:1 (v/v) (Figura 134) y se deja fermentar hasta que presente sus características distintivas, siendo el mayordomo que se encarga de la elaboración de la bebida, el que según su experiencia decide, cuando parar la fermentación para posteriormente comercializar el producto, antes de que inicie su acidificación y putrefacción (Figura 135 a Figura 138). El tiempo de fermentación varía según la calidad del aguamiel, de la microbiota presente en la semilla y en el aguamiel, de la temperatura y de la estación del año (Loyola Montemayor, 1956), (Ramírez Rodríguez, 2004), (García Garibay & López Munguía, 2004), (Ramírez J., Sánchez Marroquin, Álvarez M., & Valyasebi, 2004), (Escalante, et al., 2012).



Figura 133 Extracción de semilla pie de cuba para inoculación de tanque de fermentación (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 134 Adición de aguamiel al tanque de fermentación (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 135 Tina de fermentación (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 136 Pulque (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 137 Llenado de barriles (Lappe Oliveras, 2016).



Figura 138 Barriles listos para su transporte (Lappe Oliveras, 2016).

El pulque ya en su presentación final se puede consumir natural o curado, es decir, adicionado con frutas, semillas, hortalizas o derivados de origen animal (Figura 139).



Figura 139 Pulque curado y natural (Lappe Oliveras, 2016).

ANEXO 2

CÁLCULOS REALIZADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACIÓN DEL ALMACÉN DE CARBÓN



*"En el comportamiento estructural,
la verdad usualmente solo puede ser encontrada probando y observando
elementos contruidos con los materiales tal cual estos son,
con imperfecciones que no se pueden evitar"*

- Fritz Leonhardt

I. Cálculos realizados

Análisis de desplomes

En la zona en estudio se pueden observar daños estructurales debidos principalmente a la acción de asentamientos y desplazamientos laterales. Los muros correspondientes al proyecto presentan una serie de desplomes los cuales se muestran en la figura siguiente.

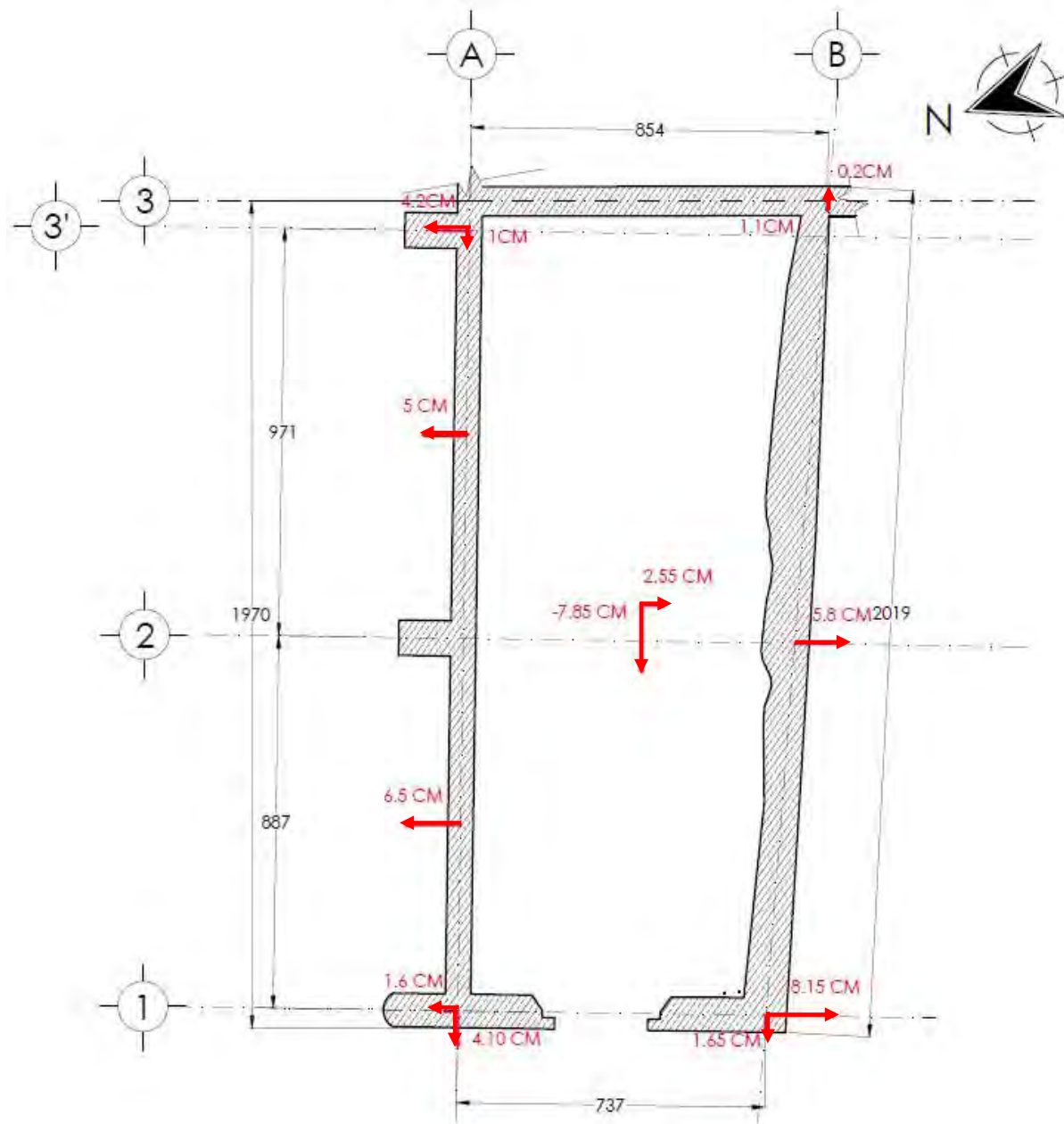


Figura 140 Desplomes Observados.

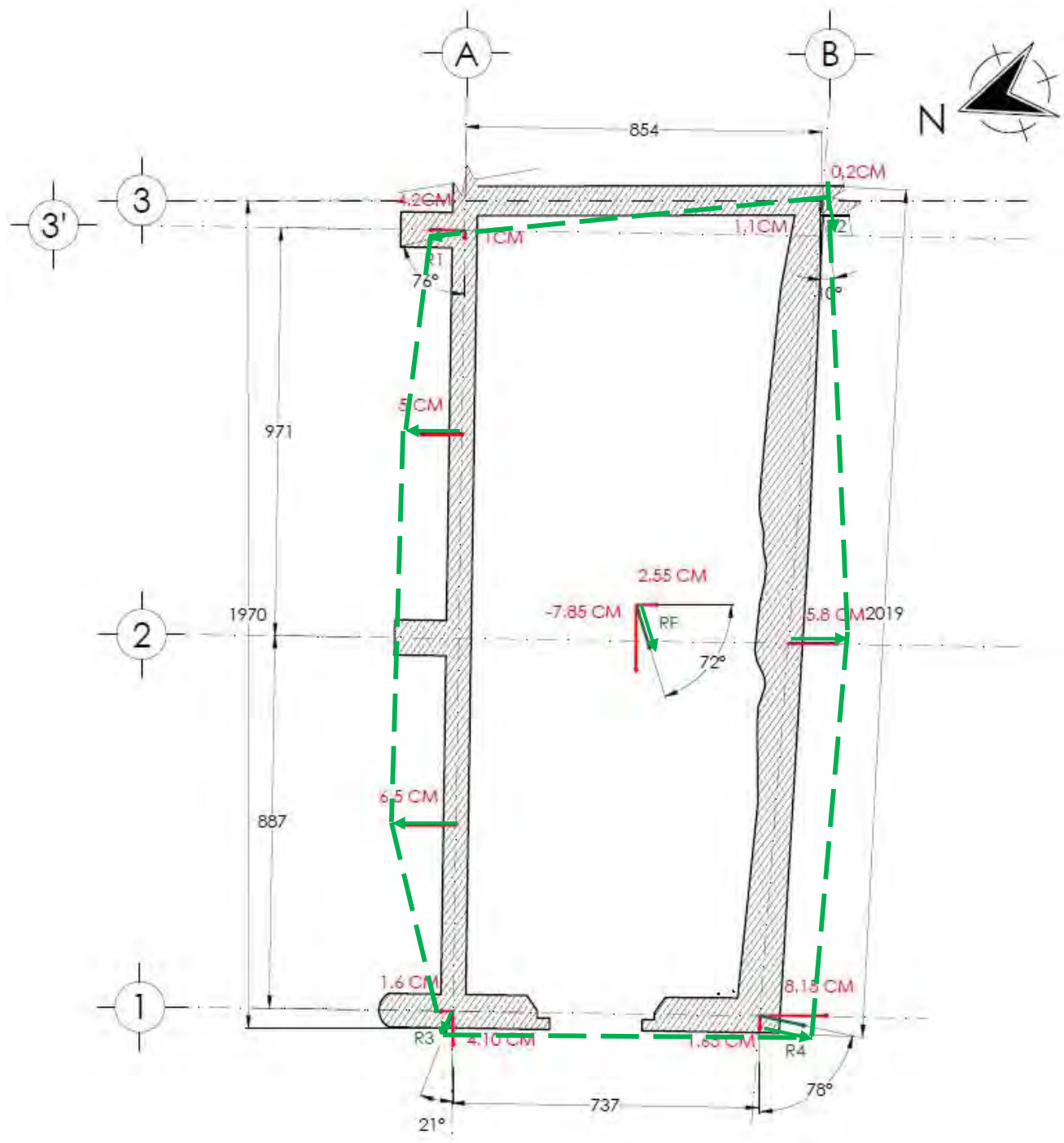


Figura 141 Resultantes de Desplomes y Diagrama de Deformación.

Una vez que se conocen los desplomes en las dos direcciones ortogonales en planta, es decir, los desplomes en dirección X y en dirección Y, es posible calcular la resultante de los desplomes:

$$R = \sqrt{DX^2 + DY^2}$$

Para calcular la distorsión angular, se divide la resultante de los desplomes entre la altura, es importante que tanto la resultante como la altura se encuentren en las mismas unidades.

$$\% = \frac{R}{H}$$

En las ecuaciones anteriores:

R = Resultante de desplomes en cm

DX = Desplome en dirección X en cm

DY = Desplome en dirección Y en cm

% = Distorsión Angular

H = Altura en cm

A continuación, se muestran los datos obtenidos de las resultantes y las distorsiones angulares.

Tabla 14 Desplomes Resultantes y Distorsiones Angulares.

<i>Desplomes y Distorsiones</i>			
<i>Puntos</i>	<i>R</i>	<i>%</i>	<i>Ángulo</i>
1	4.317	2.878	76.36
2	1.11	0.745	10.18
3	4.401	2.934	21.19
4	8.315	5.54	78.33
Final	8.2537	5.5	72.33

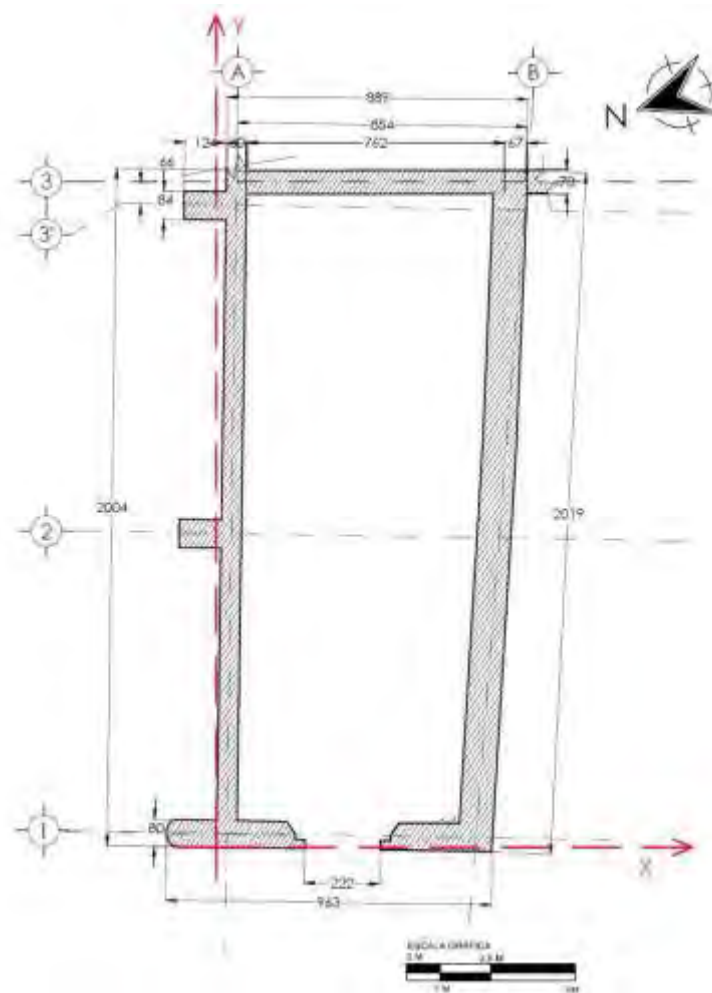
Para la obtención de los datos necesarios, se hacen las siguientes aclaraciones:

- a) Los desplomes se midieron empleando una plomada
- b) La altura a la que se midieron fue de 1.5 metros
- c) Se midieron el día 17 de Marzo de 2017

Diagnostico

Las deformaciones rebasan el 3.0 % considerado como permisible, debido a que la distorsión calculada final es de 5.5 %, se considera que la estructura es inestable y es peligroso su uso en su estado actual.

Análisis Sísmico por el Método Simplificado



I. CLASIFICACION DE LA ESTRUCTURA

- Clasificación	Grupo B
- Tipo de Suelo	Tipo II

II. CORTANTE EN LA BASE

- Peso de la estructura (peso de muros + cubierta):	
a) Muro Eje A	$W_A := 216.83 \text{ tonne}$
b) Muro Eje B	$W_B := 362.34 \text{ tonne}$
c) Muro Eje 1	$W_1 := 61.99 \text{ tonne}$
d) Muro Eje 3	$W_3 := 82.72 \text{ tonne}$
e) Peso total	$W_{tot} := W_A + W_B + W_1 + W_3$ $W_{tot} = 723.88 \text{ tonne}$
- Coeficiente sísmico	$c_s := 0.24$
- Cortante sísmico en la base	$V := c_s \cdot W_{tot}$ $V = 173.731 \text{ tonne}$

III. ÁREA DE LOS MUROS

- Área de muros en dirección x Eje A	
Longitud	$L_A := 20.04 \text{ m}$
Espesor	$e_A := 60 \text{ cm}$
Área	$A_A := L_A \cdot e_A = 120240 \text{ cm}^2$
- Área de muros en dirección x Eje B	
Longitud	$L_B := 20.19 \text{ m}$
Espesor	$e_B := 100 \text{ cm}$

Área	$A_B := L_B \cdot e_B = 201900 \text{ cm}^2$
- Área de muros en dirección y Eje 1	
Longitud	$L_1 := 5.90 \text{ m}$
Espesor	$e_1 := 80 \text{ cm}$
Área	$A_1 := L_1 \cdot e_1 = 47200 \text{ cm}^2$
- Área de muros en dirección y Eje 3	
Longitud	$L_3 := 5.89 \text{ m}$
Espesor	$e_3 := 70 \text{ cm}$
Área	$A_3 := L_3 \cdot e_3 = 41230 \text{ cm}^2$
- Área total de muros en dirección x	$A_x := A_A + A_B = 322140 \text{ cm}^2$
- Área total de muros en dirección y	$A_y := A_1 + A_3 = 88430 \text{ cm}^2$

IV. ESFUERZOS CORTANTE ACTUANTES

- Esfuerzo cortante en dirección x	$\sigma_x := \frac{V}{A_x} = 0.539 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Esfuerzo cortante en dirección y	$\sigma_y := \frac{V}{A_y} = 1.965 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

V. ESFUERZOS CORTANTE RESISTENTES

- Según las NTC-Mampostería en la sección 3.1.7:

La fuerza cortante que toma la mampostería, según las modalidades descritas en los Capítulos 4 a 8, se basa en el esfuerzo cortante resistente de diseño que, en estas Normas, se toma igual a la resistencia a compresión diagonal, vm^ .*

- Segun la Tabla 2.9:

Tabla 2.9 Resistencia de diseño a compresión diagonal para algunos tipos de mampostería, sobre área bruta.

Pieza	Tipo de mortero	V_m^{*1} MPa (kg/cm ²)
Tabique de barro recocido ($f_p^* \geq 6$ MPa, 60 kg/cm ²)	I	0.35 (3.5)
	II y III	0.3 (3)
Tabique de barro con huecos verticales ($f_p^* \geq 12$ MPa, 120 kg/cm ²)	I	0.3 (3)
	II y III	0.2 (2)
Bloque de concreto (pesado ²) ($f_p^* \geq 10$ MPa, 100 kg/cm ²)	I	0.35 (3.5)
	II y III	0.25 (2.5)
Tabique de concreto (tabicón) ($f_p^* \geq 10$ MPa, 100 kg/cm ²)	I	0.3 (3)
	II y III	0.2 (2)

¹ Cuando el valor de la tabla sea mayor que $0.25\sqrt{f_m^*}$, en MPa ($0.8\sqrt{f_m^*}$, en kg/cm²) se tomará este último valor como V_m^* .

² Con peso volumétrico neto, en estado seco, no menor que 20 kN/m³ (2 000 kg/m³).

El valor de la resistencia a compresión diagonal se puede tomar de esta tabla. Ya que no hay un valor para mampostería de adobe, se usara la nota 1 para obtener el valor de resistencia a compresión diagonal a partir del valor de resistencia de diseño a compresión.

De acuerdo a J. Alejandro Ruiz (2015). Caracterización mecánica de piezas de adobe fabricadas en Tuxtla Gutierrez. Revista Digital de la Universidad Autónoma de Chiapas. El valor de f^*m se tomará igual a:

- Resistencia de diseño a compresión

$$f_m := 16.31 \frac{kg}{cm^2}$$

- Esfuerzo cortante resistente

$$\nu_m := 0.8 \cdot \sqrt{f_m} \cdot \left(1 + \frac{kg}{cm^2} \right)$$

$$\nu_m = 3.231 \frac{kg}{cm^2}$$

- Ya que los esfuerzo actuantes son menores al resistente, no se necesita refuerzo.

$$\nu_m = 3.231 \frac{kg}{cm^2} > \sigma_x = 0.539 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\nu_m = 3.231 \frac{kg}{cm^2} > \sigma_y = 1.965 \frac{kg}{cm^2}$$

Análisis Sísmico por el Método Estático

I. PESO DE LA ESTRUCTURA INCLUYENDO PESO DE MUROS, CUBIERTA Y CIMENTACIÓN (10%)

- Muro Eje A

a) Cubierta	$W_{c_A} := 55.71 \cdot \text{tonne}$
b) Muros	$W_{m_A} := 161.12 \cdot \text{tonne}$
c) Cubierta + muros + cimentación	$W'_{A} := (W_{c_A} + W_{m_A}) \cdot 1.1$
	$W'_{A} = 238.513 \text{ tonne}$

- Muro Eje B

a) Cubierta	$W_{c_B} := 55.70 \text{ tonne}$
b) Muros	$W_{m_B} := 306.63 \cdot \text{tonne}$
c) Cubierta + muros + cimentación	$W'_{B} := (W_{c_B} + W_{m_B}) \cdot 1.1$
	$W'_{B} = 398.563 \text{ tonne}$

- Muro Eje 1

a) Cubierta	$W_{c_1} := 0 \text{ tonne}$
b) Muros	$W_{m_1} := 61.99 \cdot \text{tonne}$
c) Cubierta + muros + cimentación	$W'_{1} := (W_{c_1} + W_{m_1}) \cdot 1.1$
	$W'_{1} = 68.189 \text{ tonne}$

- Muro Eje 3

a) Cubierta	$W_{c_3} := 0 \text{ tonne}$
b) Muros	$W_{m_3} := 82.72 \cdot \text{tonne}$
c) Cubierta + muros + cimentación	$W'_{3} := (W_{c_3} + W_{m_3}) \cdot 1.1$
	$W'_{3} = 90.992 \text{ tonne}$

- Peso total incluyendo cimentación

$$W'_{tot} := W'_{A} + W'_{B} + W'_{1} + W'_{3}$$

$$W'_{tot} = 796.257 \text{ tonne}$$

II. ESFUERZO SOBRE EL SUELO

- Capacidad de carga del suelo	$q_s := 14.5 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$
- Muro Eje A	
Longitud	$L_A := 20.04 \text{ m}$
Espesor	$e_A := 60 \text{ cm}$
Área necesaria	$Anec_A := \frac{W'_A}{q_s} = 16.449 \text{ m}^2$
Espesor necesario	$enec_A := \frac{Anec_A}{L_A} = 82.082 \text{ cm}$
- Muro Eje B	
Longitud	$L_B := 20.19 \text{ m}$
Espesor	$e_B := 100 \text{ cm}$
Área necesaria	$Anec_B := \frac{W'_B}{q_s} = 27.487 \text{ m}^2$
Espesor necesario	$enec_B := \frac{Anec_B}{L_B} = 136.142 \text{ cm}$
- Muro Eje 1	
Longitud	$L_1 := 5.90 \text{ m}$
Espesor	$e_1 := 80 \text{ cm}$
Área necesaria	$Anec_1 := \frac{W'_1}{q_s} = 4.703 \text{ m}^2$
Espesor necesario	$enec_1 := \frac{Anec_1}{L_1} = 79.707 \text{ cm}$
- Muro Eje 3	
Longitud	$L_3 := 8.92 \text{ m}$
Espesor	$e_3 := 70 \text{ cm}$

Área necesaria	$A_{nec_3} := \frac{W'_3}{q_s} = 6.275 \text{ m}^2$
Espesor necesario	$e_{nec_3} := \frac{A_{nec_3}}{L_3} = 70.351 \text{ cm}$

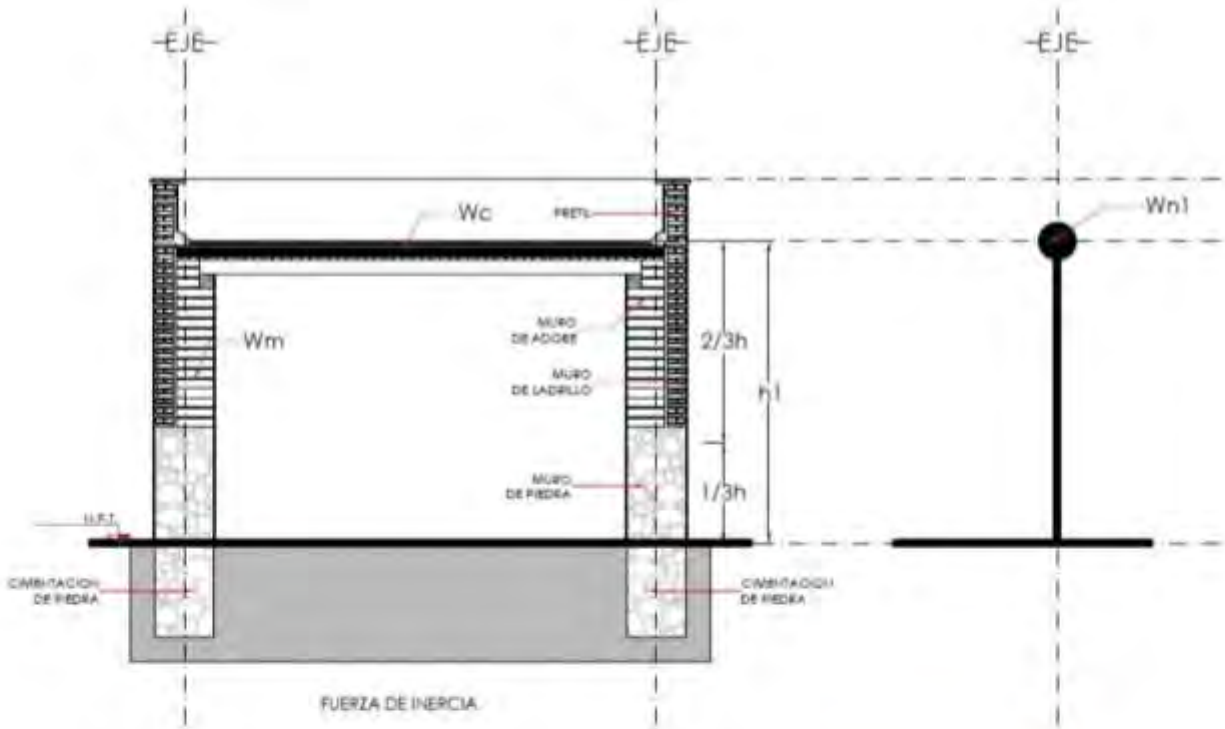
En todos los casos, el espesor necesario es mayor al espesor de los muros, lo cual significa que el suelo no tiene la capacidad de soportar las cargas calculadas.

III. PESO DE LA ESTRUCTURA PARA ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

- Peso total de la cubierta	$W_c := W_{c_A} + W_{c_B} + W_{c_1} + W_{c_3}$
	$W_c = 111.41 \text{ tonne}$
- Peso total de los muros	$W_m := (W_{m_A} + W_{m_B} + W_{m_1} + W_{m_3})$
	$W_m = 612.46 \text{ tonne}$
- Peso de los muros considerando 2/3 de su altura	$W'_m := W_m \cdot \frac{2}{3} = 408.307 \text{ tonne}$
- Peso total para análisis sísmico	$W_s := W_c + W'_m = 519.717 \text{ tonne}$

IV. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

- Coeficiente Sísmico	$c_s := 0.24$
- Cortante en la base	$V_b := W_s \cdot c_s = 124.732 \text{ tonne}$
- Fuerzas de Inercia	
a) Altura de nivel 1	$h_1 := 6.63 \text{ m}$
b) Altura total	$H_t := h_1 = 6.63 \text{ m}$
c) Peso nivel 1	$W_{n1} := W_s = 519.717 \text{ tonne}$



- Fuerza de inercia en nivel 1

$$F_1 := V_b \cdot \left(\frac{W_{n1} \cdot h_1}{W_s \cdot H_t} \right) = 124.732 \text{ tonne}$$



V. ESFUERZOS CORTANTES ACTUANTES

- Área total de muros en direccion x

a) Muro A

$$A_A := L_A \cdot e_A = 120240 \text{ cm}^2$$

b) Muro B

$$A_B := L_B \cdot e_B = 201900 \text{ cm}^2$$

- c) Área total $A_x := A_A + A_B = 322140 \text{ cm}^2$
- Área total de muros en dirección y
- a) Muro 1 $A_1 := L_1 \cdot e_1 = 47200 \text{ cm}^2$
- b) Muro 3 $A_3 := L_3 \cdot e_3 = 62440 \text{ cm}^2$
- c) Área total $A_y := A_1 + A_3 = 109640 \text{ cm}^2$
- Esfuerzo cortante en dirección x $\sigma_x := \frac{V_b}{A_x} = 0.387 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Esfuerzo cortante en dirección y $\sigma_y := \frac{V_b}{A_y} = 1.138 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Considerando el mismo esfuerzo resistente del análisis anterior $\nu_m := 3.231 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
- Ya que los esfuerzo actuantes son menores al resistente, no se necesita refuerzo.

$$\nu_m = 3.231 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > \sigma_x = 0.387 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\nu_m = 3.231 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > \sigma_y = 1.138 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Análisis de Centro de Carga

I. CENTRO DE CARGA EN PLANTA

Muro : Ejes de los muros

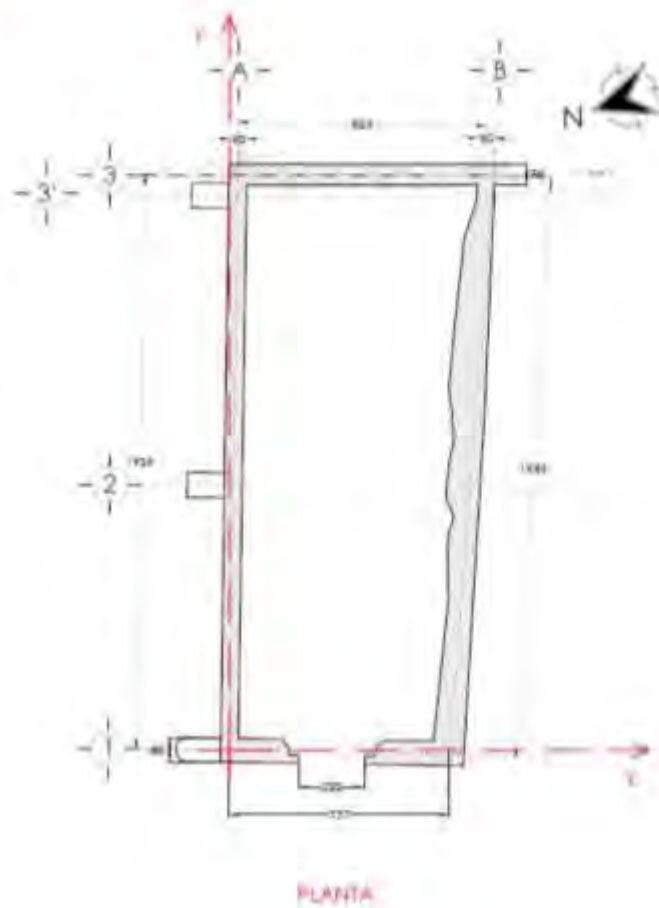
W_m : Carga de los muros en toneladas

X_m : Centro de gravedad en X

Y_m : centro de gravedad en Y

W_X : Carga total del muro por el centro de gravedad del muro en X_m

W_Y : Carga total del muro por el centro de gravedad del muro en Y_m



- Tabla de valores

Muro	W_m	X_m	Y_m
a) Eje 3	$W_3 := 90.992 \text{ tonne}$	$X_3 := 4.13 \text{ m}$	$Y_3 := 19.26 \text{ m}$
b) Eje 1	$W_1 := 68.189 \text{ tonne}$	$X_1 := 3.68 \text{ m}$	$Y_1 := 0 \text{ m}$
c) Eje A	$W_A := 238.513 \text{ tonne}$	$X_A := 0 \text{ m}$	$Y_A := 9.63 \text{ m}$
d) Eje B	$W_B := 398.563 \text{ tonne}$	$X_B := 8.26 \text{ m}$	$Y_B := 9.63 \text{ m}$

$$W_{tot} := W_3 + W_1 + W_A + W_B$$

$$W_{tot} = 796.257 \text{ tonne}$$

WX

$$WX_3 := W_3 \cdot X_3 = 375.797 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$WX_1 := W_1 \cdot X_1 = 250.936 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$WX_A := W_A \cdot X_A = 0 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$WX_B := W_B \cdot X_B = 3292.13 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$WX_{tot} := WX_3 + WX_1 + WX_A + WX_B$$

$$WX_{tot} = 3918.863 \text{ m} \cdot \text{tonne}$$

WY

$$WY_3 := W_3 \cdot Y_3 = 1752.506 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$WY_1 := W_1 \cdot Y_1 = 0 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$WY_A := W_A \cdot Y_A = 2296.88 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$WY_B := W_B \cdot Y_B = 3838.162 \text{ tonne} \cdot \text{m}$$

$$WY_{tot} := WY_3 + WY_1 + WY_A + WY_B$$

$$WY_{tot} = 7887.548 \text{ m} \cdot \text{tonne}$$

II. CÁLCULO DEL CENTROIDE

- Centro en X

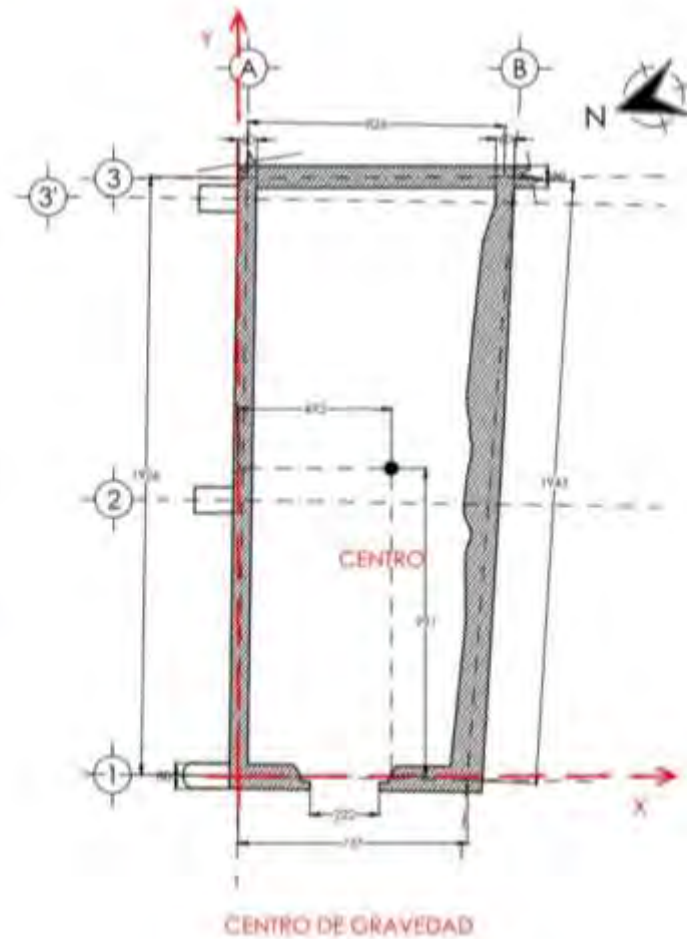
$$X := \frac{WX_{tot}}{W_{tot}}$$

$$X = 4.922 \text{ m}$$

- Centro en Y

$$Y := \frac{WY_{tot}}{W_{tot}}$$

$$Y = 9.906 \text{ m}$$

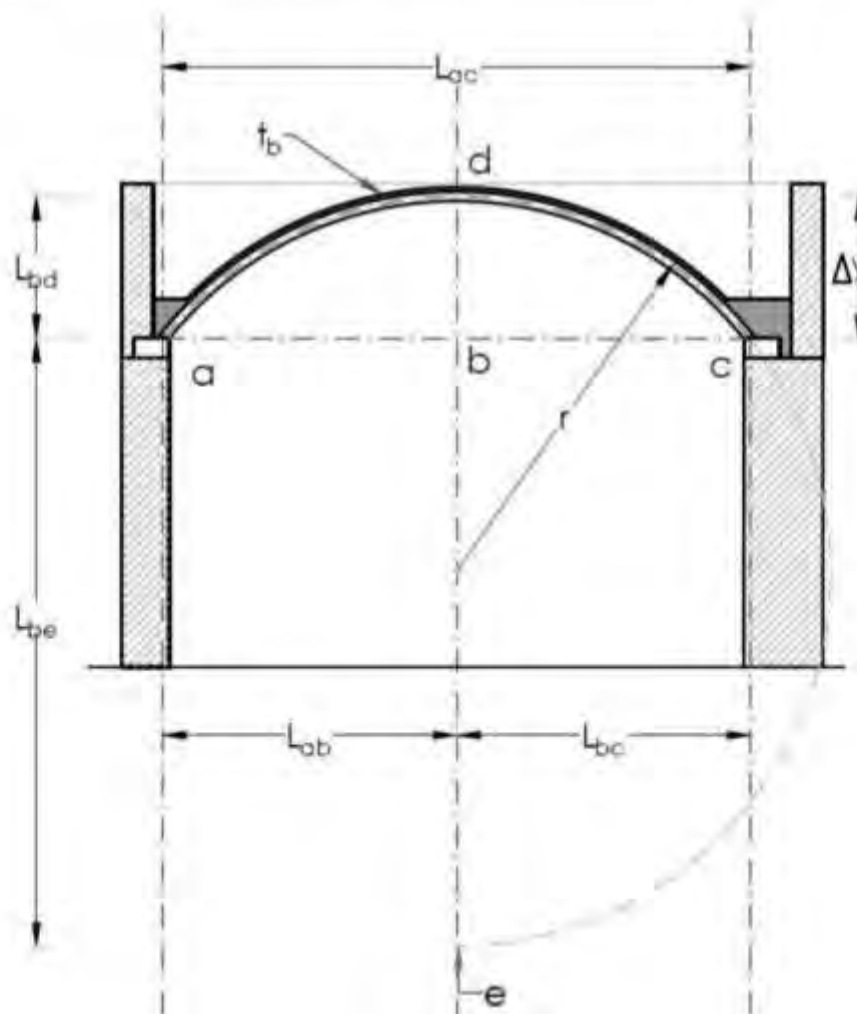


Análisis de la propuesta de bóveda

I. CÁLCULO DE GEOMETRÍA DE LA BÓVEDA

i. Datos Generales

- Peso del relleno mas la capa de compresión	$W_b := 1600 \frac{kg}{m^3}$
- Carga Viva	$CV := 100 \frac{kg}{m^2}$
- Carga Viva por metro de ancho de boveda	$cv := 100 \frac{kg}{m}$
- Claro de la bóveda	$L_{ac} := 7.46 m$
- Espesor propuesto de bóveda	$t_b := 17 cm$
- Flecha propuesta para la bóveda	$L_{bd} := 1.8 m$



ii. Cálculo del radio de la bóveda

- Distancia del punto "a" al punto "b"	$L_{ab} := 3.734 \text{ m}$
- Distancia del punto "b" al punto "c"	$L_{bc} := 3.734 \text{ m}$
- Distancia del punto "b" al punto "e"	$L_{ab} \cdot L_{bc} = L_{bd} \cdot L_{bc}$ $L_{bc} := \frac{L_{ab} \cdot L_{bc}}{L_{bd}}$ $L_{bc} = 7.746 \text{ m}$
- Diámetro de la bóveda	$\phi_b := L_{bd} + L_{bc}$ $\phi_b = 9.546 \text{ m}$
- Radio de la bóveda	$r := \frac{\phi_b}{2}$ $r = 4.773 \text{ m}$

iii. Geometría de la bóveda

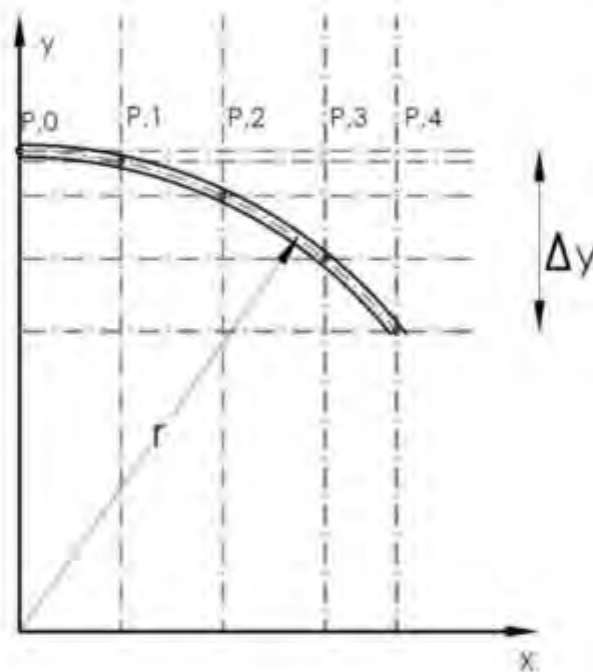
- Ecuación de la bóveda	$x^2 + y^2 = r^2$
- Altura de la bóveda en función de su longitud	$y_n = \sqrt{r^2 - x_n^2}$
- Distancia de la imposta al desarrollo de la bóveda	$\Delta y_n = y_0 - y_n$ $\Delta y_n = \sqrt{r^2 - x_n^2} - r$

- Dividiendo la mitad del desarrollo de la bóveda en 5 puntos se tiene que:

Punto 0	$x_0 := 0 \text{ m}$	$y_0 := \sqrt{r^2 - x_0^2}$	$y_0 = 4.77 \text{ m}$
Punto 1	$x_1 := 1 \text{ m}$	$y_1 := \sqrt{r^2 - x_1^2}$	$y_1 = 4.67 \text{ m}$
Punto 2	$x_2 := 2 \text{ m}$	$y_2 := \sqrt{r^2 - x_2^2}$	$y_2 = 4.33 \text{ m}$
Punto 3	$x_3 := 3 \text{ m}$	$y_3 := \sqrt{r^2 - x_3^2}$	$y_3 = 3.71 \text{ m}$
Punto 4	$x_4 := 3.734 \text{ m}$	$y_4 := \sqrt{r^2 - x_4^2}$	$y_4 = 2.97 \text{ m}$

- Distancia de la imposta al desarrollo de la bóveda en cada punto

Punto 0	$y_0 = 4.77 \text{ m}$	$\Delta y_0 := y_0 - r$	$\Delta y_0 = 0 \text{ m}$
Punto 1	$y_1 = 4.67 \text{ m}$	$\Delta y_1 := y_1 - r$	$\Delta y_1 = -0.11 \text{ m}$
Punto 2	$y_2 = 4.33 \text{ m}$	$\Delta y_2 := y_2 - r$	$\Delta y_2 = -0.44 \text{ m}$
Punto 3	$y_3 = 3.71 \text{ m}$	$\Delta y_3 := y_3 - r$	$\Delta y_3 = -1.06 \text{ m}$
Punto 4	$y_4 = 2.97 \text{ m}$	$\Delta y_4 := y_4 - r$	$\Delta y_4 = -1.8 \text{ m}$



- Espesor de la bóveda en cada punto

Punto 0	$e_0 := 17 \text{ cm}$
Punto 1	$e_1 := 17.4 \text{ cm}$
Punto 2	$e_2 := 18.7 \text{ cm}$
Punto 3	$e_3 := 21.9 \text{ cm}$
Punto 4	$e_4 := 50 \text{ cm}$

- Longitud de cada tramo de bóveda

Tramo de 0 a 1	$L_{1,0} := x_1 - x_0$	$L_{1,0} = 1 \text{ m}$
Tramo de 1 a 2	$L_{2,1} := x_2 - x_1$	$L_{2,1} = 1 \text{ m}$
Tramo de 2 a 3	$L_{3,2} := x_3 - x_2$	$L_{3,2} = 1 \text{ m}$
Tramo de 3 a 4	$L_{4,3} := x_4 - x_3$	$L_{4,3} = 0.734 \text{ m}$

- Área de cada tramo de bóveda

Tramo de 0 a 1	$A_{1,0} := \frac{e_1 + e_0}{2} \cdot L_{1,0}$	$A_{1,0} = 0.172 \text{ m}^2$
Tramo de 1 a 2	$A_{2,1} := \frac{e_2 + e_1}{2} \cdot L_{2,1}$	$A_{2,1} = 0.181 \text{ m}^2$
Tramo de 2 a 3	$A_{3,2} := \frac{e_3 + e_2}{2} \cdot L_{3,2}$	$A_{3,2} = 0.203 \text{ m}^2$
Tramo de 3 a 4	$A_{4,3} := \frac{e_4 + e_3}{2} \cdot L_{4,3}$	$A_{4,3} = 0.264 \text{ m}^2$

- Peso de cada tramo (peso propio + capa de compresión + carga viva)

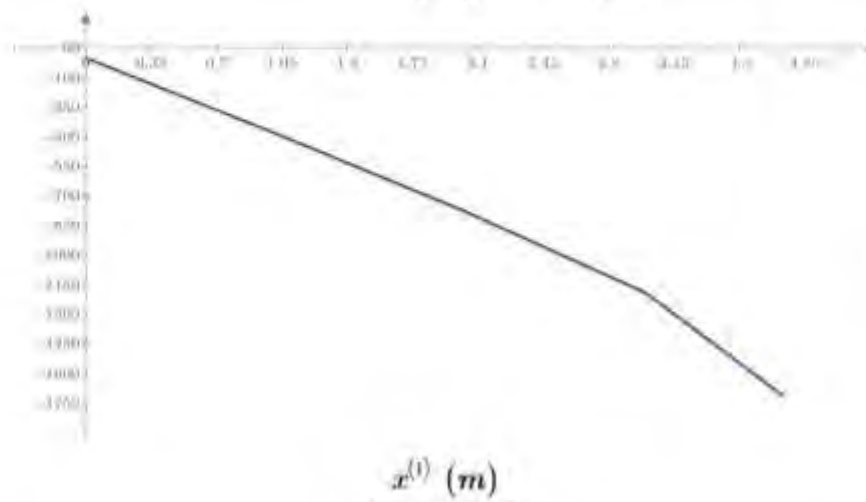
Tramo de 0 a 1	$W_{1,0} := A_{1,0} \cdot W_b + cv$	$W_{1,0} = 375.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Tramo de 1 a 2	$W_{2,1} := A_{2,1} \cdot W_b + cv$	$W_{2,1} = 388.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Tramo de 2 a 3	$W_{3,2} := A_{3,2} \cdot W_b + cv$	$W_{3,2} = 424.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Tramo de 3 a 4	$W_{4,3} := A_{4,3} \cdot W_b + cv$	$W_{4,3} = 522.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

- Fuerza cortante en cada punto

Punto 0	$V_0 := 0 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$	$V_0 = 0 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Punto 1	$V_1 := W_{1,0} + V_0$	$V_1 = 375.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Punto 2	$V_2 := W_{2,1} + V_1$	$V_2 = 764 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Punto 3	$V_3 := W_{3,2} + V_2$	$V_3 = 1188.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Punto 4	$V_4 := W_{4,3} + V_3$	$V_4 = 1711 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$

- Gráfica del diagrama de cortante

$$V_b^{(i)} := \begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} \quad x^{(i)} := \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$



$$\underline{-V_b^{(i)} \left(\frac{kg}{m} \right)}$$

- Área del diagrama de cortante de cada tramo de bóveda

Tramo de 0 a 1 $m_{1,0} := \frac{V_1 + V_0}{2} \cdot L_{1,0}$ $m_{1,0} = 188 \frac{kg \cdot m}{m}$

Tramo de 1 a 2 $m_{2,1} := \frac{V_2 + V_1}{2} \cdot L_{2,1}$ $m_{2,1} = 570 \frac{kg \cdot m}{m}$

Tramo de 2 a 3 $m_{3,2} := \frac{V_3 + V_2}{2} \cdot L_{3,2}$ $m_{3,2} = 976 \frac{kg \cdot m}{m}$

Tramo de 3 a 4 $m_{4,3} := \frac{V_4 + V_3}{2} \cdot L_{4,3}$ $m_{4,3} = 1064 \frac{kg \cdot m}{m}$

- Momento flexionante en cada punto

Punto 0 $M_0 := 0 \frac{kg \cdot m}{m}$ $M_0 = 0 \frac{kg \cdot m}{m}$

Punto 1 $M_1 := m_{1,0} + M_0$ $M_1 = 187.6 \frac{kg \cdot m}{m}$

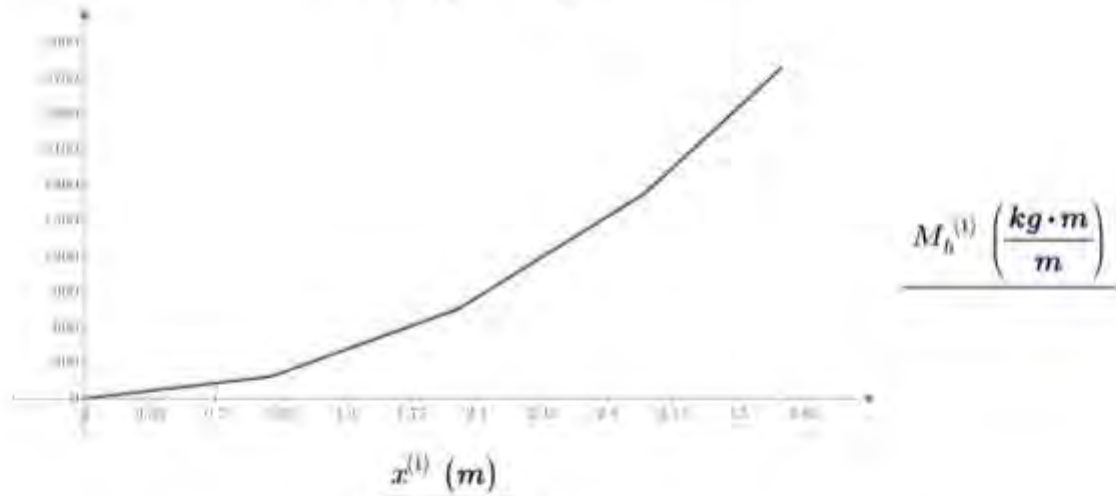
Punto 2 $M_2 := m_{2,1} + M_1$ $M_2 = 757.2 \frac{kg \cdot m}{m}$

Punto 3 $M_3 := m_{3,2} + M_2$ $M_3 = 1733.6 \frac{kg \cdot m}{m}$

Punto 4 $M_4 := m_{4,3} + M_3$ $M_4 = 2797.8 \frac{kg \cdot m}{m}$

- Gráfica del diagrama de momento flexionante

$$M_b^{(i)} := \begin{bmatrix} M_0 \\ M_1 \\ M_2 \\ M_3 \\ M_4 \end{bmatrix} \quad x^{(i)} := \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$



- Momento flexionante máximo

$$M_{max} := M_4$$

$$M_{max} = 2798 \frac{kg \cdot m}{m}$$

- Reacción horizontal en la viga de arrastre

$$R_H := \frac{M_{max}}{L_{bd}}$$

$$R_H = 1554 \frac{kg}{m}$$

- Reacción vertical en la viga de arrastre

$$R_V := V_4$$

$$R_V = 1711 \frac{kg}{m}$$

- Fuerza resultante en la viga de arrastre

$$R := \sqrt{R_H^2 + R_V^2}$$

$$R = 2312 \frac{kg}{m}$$

- Punto de acción de la fuerza en cada punto

Punto 0 $Y_{m0} := \frac{M_0}{R_H} \quad Y_{m0} = 0 \text{ m}$

Punto 1 $Y_{m1} := \frac{M_1}{R_H} \quad Y_{m1} = 0.1 \text{ m}$

Punto 2 $Y_{m2} := \frac{M_2}{R_H} \quad Y_{m2} = 0.5 \text{ m}$

Punto 3 $Y_{m3} := \frac{M_3}{R_H} \quad Y_{m3} = 1.1 \text{ m}$

Punto 4 $Y_{m4} := \frac{M_4}{R_H} \quad Y_{m4} = 1.8 \text{ m}$

- Excentricidad de la fuerza respecto a la posición de la bóveda

Punto 0 $e_0 := -\Delta y_0 - Y_{m0} \quad e_0 = 0 \text{ cm}$

Punto 1 $e_1 := -\Delta y_1 - Y_{m1} \quad e_1 = -1.5 \text{ cm}$

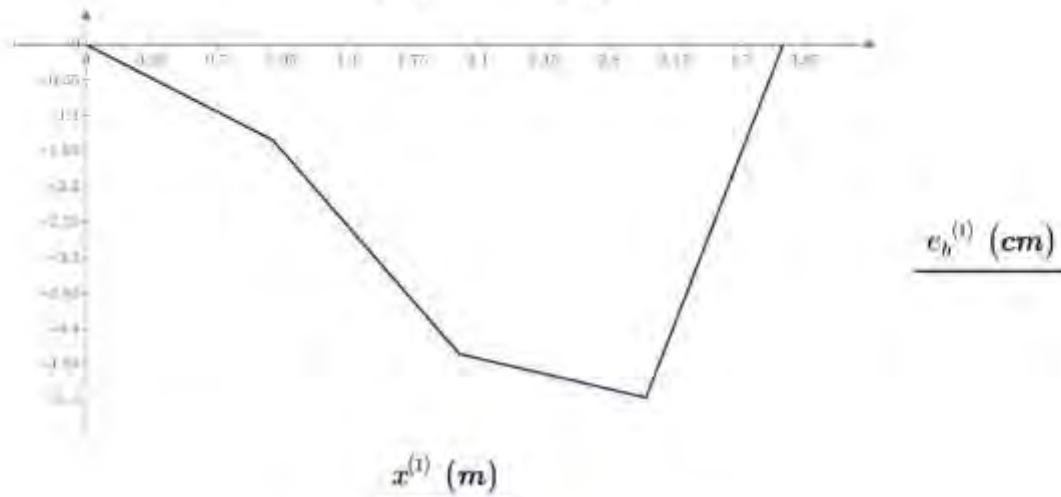
Punto 2 $e_2 := -\Delta y_2 - Y_{m2} \quad e_2 = -4.8 \text{ cm}$

Punto 3 $e_3 := -\Delta y_3 - Y_{m3} \quad e_3 = -5.5 \text{ cm}$

Punto 4 $e_4 := -\Delta y_4 - Y_{m4} \quad e_4 = 0 \text{ cm}$

- Gráfica del diagrama de excentricidades

$$e_b^{(i)} := \begin{bmatrix} e_0 \\ e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \end{bmatrix} \quad x^{(i)} := \begin{bmatrix} x_0 \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$



- Espesor mínimo necesario de la bóveda (máxima excentricidad calculada)

$$e_f := \max(|e_0|, |e_1|, |e_2|, |e_3|, |e_4|)$$

$$e_f = 5.5 \text{ cm}$$

- Revisión de que la excentricidad final sea menor que el espesor propuesto:

$$t_b > e_f$$

$$17 \text{ cm} > 5.5 \text{ cm}$$

El espesor es correcto.

- Momento final

$$M_F := R_H \cdot e_f$$

$$M_F = 8497 \frac{\text{kg} \cdot \text{cm}}{\text{m}}$$

iv. Geometría de la bóveda

- Desarrollo de la bóveda en radianes

$$\theta := \text{atan}\left(\frac{L_{bc}}{r}\right)$$

$$\theta = 0.664$$

- Desarrollo de la bóveda grados

$$\theta = 38 \text{ deg}$$

- Longitud del arco

$$s := \theta \cdot r \cdot 2$$

$$s = 6.337 \text{ m}$$

- Longitud (profundidad) de la bóveda

$$L_b := 20.19 \text{ m}$$

- Área de la bóveda

$$A_b := s \cdot L_b$$

$$A_b = 127.9 \text{ m}^2$$

- Volúmen de la bóveda

$$Vol := A_b \cdot t_b$$

$$Vol = 21.8 \text{ m}^3$$

- Peso del relleno mas la capa de compresión

$$W_b = 1600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Peso total de la bóveda

$$W_{total} := W_b \cdot Vol$$

$$W_{total} = 34802 \text{ kg}$$

v. Revisión de esfuerzos en la bóveda

- Espesor de la bóveda

$$h_b := t_b$$

$$h_b = 17 \text{ cm}$$

- Ancho de la bóveda (franja de 1 m)

$$b_b := 100 \text{ cm}$$

- Modulo de sección elástico de la bóveda

$$s_b := \frac{1}{6} \cdot b_b \cdot h_b^2$$

$$s_b = 4816.7 \text{ cm}^3$$

- Según Teoría de la Flexión (Navier)

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M_f}{S_x}$$

- Carga axial (cortante en la bóveda)

$$P_b := R_V \cdot 1 \text{ m}$$

$$P_b = 1711 \text{ kg}$$

- Área de la bóveda (franja de 1 m)

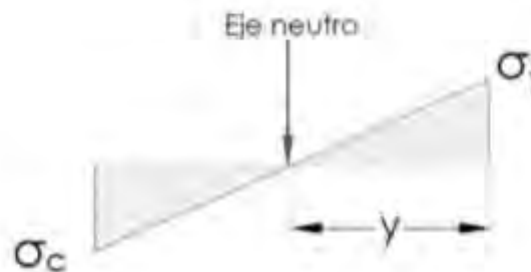
$$A_{bm} := 1 \cdot m \cdot h_b$$

$$A_{bm} = 1700 \text{ cm}^2$$

- Momento flexionante máximo (franja de 1 m)

$$M_f = 8497 \frac{\text{kg} \cdot \text{cm}}{\text{m}}$$

$$M_f := M_f \cdot 1 \text{ m}$$



- Esfuerzo máximo a compresión

$$\sigma_c := \frac{P_b}{A_{bm}} + \frac{M_f}{s_b}$$

$$\sigma_c = 2.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

- Esfuerzo máximo a tensión

$$\sigma_t := \frac{P_b}{A_{bm}} - \frac{M_f}{s_b}$$

$$\sigma_t = -0.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

- Posición del eje neutro

$$\frac{\sigma_c + |\sigma_t|}{|\sigma_t|} = \frac{h_b}{y}$$

$$y := \frac{h_b \cdot |\sigma_t|}{\sigma_c + |\sigma_t|}$$

$$y = 3.7 \text{ cm}$$

II. CÁLCULO DE FUERZAS SOBRE LA VIGA DE ARRASTRE

- Reacción horizontal en la viga de arrastre
- Distancia de apoyo de contrafuerte a contrafuerte
- Momento máximo actuante

$$R_H = 1554 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$L_{ctfe} := 10.4 \text{ m}$$

$$M_{max} := \frac{R_H \cdot L_{ctfe}^2}{8}$$

$$M_{max} = 21014.8 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Cortante máximo actuante

$$V_{max} := \frac{R_H \cdot L_{ctfe}}{2}$$

$$V_{max} = 8082.6 \text{ kg}$$

III. CAPACIDAD DE VIGA DE ARRASTRE DE MADERA

- Ancho de la viga en pulgadas
- Ancho de la viga en centímetros
- Altura de la viga en pulgadas
- Altura de la viga en centímetros
- Modulo de sección elástico de la viga
- Esfuerzo resistente de la madera
- Factor de reducción de resistencia
- Momento resistente

$$b_m := 12 \text{ in}$$

$$b_m = 30.48 \text{ cm}$$

$$h_m := 20 \text{ in}$$

$$h_m = 50.8 \text{ cm}$$

$$s_m := \frac{1}{6} \cdot b_m \cdot h_m^2$$

$$s_m = 13109.7 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_m := 135 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\phi := 0.6$$

$$M_{rm} := \phi \cdot \sigma_m \cdot s_m$$

$$M_{rm} = 10619 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Comparando la fuerza actuante con la resistente se tiene que:

$$M_{max} > M_{rm}$$

$$20280 \text{ kg} \cdot \text{m} > 10619 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

No
Pasa

IV. CAPACIDAD DE VIGA DE ARRASTRE DE CONCRETO

i. Propiedades de los materiales

- Resistencia del concreto a la compresión
- Esfuerzo de fluencia del acero

$$f'_c := 200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

ii. Geometría de la viga

- Ancho de la viga en centímetros
- Altura de la viga en centímetros
- Recubrimiento
- Peralte efectivo de la viga

$$b_c := 25 \text{ cm}$$

$$h_c := 45 \text{ cm}$$

$$rec := 3 \text{ cm}$$

$$d_c := h_c - rec$$

$$d_c = 42 \text{ cm}$$

iii. Acero de refuerzo

- Número de Varilla a emplear
- Diámetro de la varilla
- Área de varilla a emplear
- Cantidad total de varillas a usar
- Área total de varillas

$$N_v := 6$$

$$D_v := \frac{N_v \cdot 2.54 \text{ cm}}{8}$$

$$D_v = 1.905 \text{ cm}$$

$$A_o := \frac{\pi \cdot D_v^2}{4}$$

$$A_o = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$Var := 8$$

$$A_v := Var \cdot A_o$$

- Número de Varilla a emplear como estribos
- Diámetro de la varilla a emplear como estribos
- Área de varilla a emplear como estribos
- Cantidad total de ramas de estribos
- Área total de varillas
- Separación de estribos propuesta

$$A_v = 22.8 \text{ cm}^2$$

$$N_e := 3$$

$$D_e := \frac{N_e \cdot 2.54 \text{ cm}}{8}$$

$$D_e = 0.953 \text{ cm}$$

$$A_{oe} := \frac{\pi \cdot D_e^2}{4}$$

$$A_{oe} = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$Var_e := 2$$

$$A_e := Var_e \cdot A_{oe}$$

$$A_e = 1.43 \text{ cm}^2$$

$$s_e := 30 \text{ cm}$$

iv. Cálculo de resistencia a momento flexionante

- Porcentaje de acero de refuerzo
- Parámetro necesario
- Factor de reducción de resistencia
- Momento resistente

$$\rho := \frac{A_v}{b_c \cdot d_c}$$

$$\rho = 0.022$$

$$q := \frac{\rho \cdot f_y}{f'_c}$$

$$q = 0.456$$

$$\phi := 0.9$$

$$M_{rc} := \phi \cdot b_c \cdot d_c^2 \cdot f'_c \cdot q \cdot (1 - 0.59 \cdot q)$$

$$M_{rc} = 26460 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Comparando la fuerza actuante con la resistente se tiene que:

$$M_{max} < M_{rc}$$

$$20280 \text{ kg} \cdot \text{m} < 26460 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Si Pasa

v. Cálculo de resistencia a fuerza cortante

- Factor de reducción de resistencia

$$\phi := 0.8$$

- Cortante resistente del concreto

$$V_{cr} := \phi \cdot 0.5 \cdot \frac{kg^{\frac{1}{2}}}{cm} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_c \cdot d_c$$

$$V_{cr} = 5940 \text{ kg}$$

- Cortante resistente del concreto

$$V_s := \frac{\phi \cdot A_s \cdot f_y \cdot d_c}{s_v}$$

$$V_s = 6704 \text{ kg}$$

- Cortante resistente total

$$V_T := V_{cr} + V_s$$

$$V_T = 12643 \text{ kg}$$

- Comparando la fuerza actuante con la resistente se tiene que:

$$V_{max} < V_T$$

$$8083 \text{ kg} < 12643 \text{ kg}$$

Si Pasa

