



**FACULTAD DE ARQUITECTURA**

TEMA:

La Zona Arqueológica de Cacaxtla, Tlaxcala.  
Análisis de su Techumbre.

TESIS

Para obtener el Título de:

**LICENCIADO EN ARQUITECTURA**

**Presenta:**

**Jesús Carrasco Lizardi**

SINODALES: Dra. En Arq. Gemma Luz Verduzco Chirino  
Dr. En Arq. José Gerardo Guízar Bermúdez  
Arq. Luis Fernando Solís Ávila  
Arq. Efraín López Ortega  
Arq. Enrique Gándara Cabada



México, D.F. 03 Febrero de 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

*“Las matemáticas son el alfabeto con el cual Dios ha escrito el universo”*

Galileo Galilei

### **Agradecimientos:**

Al caminar en el sendero de la vida tenemos la fortuna de encontrarnos con seres que dejan huella en nuestra memoria, algunos tienen que partir y otros siguen a nuestro lado, los que parten nos dejan un gran regalo que es un mar de historias y recuerdos donde se alcanza la inmortalidad verdadera, ya que cada error y cada acierto son parte de una herencia que nos es otorgada de manera que uno es libre de entenderla e interpretarla como uno guste, algunos nos enseñan que para alcanzar lo que queremos tenemos que trabajar y esforzarnos día a día, pero sin importar que suceda siempre tenemos a la familia, por eso es importante mantenerla unida, desde luego en ningún momento debemos de dejar de disfrutar cada instante de nuestra existencia, otras personas nos dejan una lección de amor al prójimo y devoción a sus creencias y finalmente algunos nos enseñan que la vida es para el que se aferra a vivirla, ya que sin importar lo que estemos pasando siempre debemos de armarnos de determinación para ponernos de pie y seguir adelante, luchar por quienes queremos y disfrutar de la compañía de quienes nos rodean hasta que el último suspiro que nos separe de este mundo terrenal. Mientras que los que siguen a nuestro lado son consejeros y sabios maestros que nos guían y con sus historias entrelazadas a la nuestra nos acompañan a lo largo de este viaje incierto y lleno de interrogantes, para que logremos ser arquitectos e ingenieros de nuestro destino. Por esa y muchas más razones les doy gracias a todos cuantos han puesto en mí una gota de la esencia de la persona que soy ahora. Gracias a mis padres, hermanos, amigos, familiares, mentores, así como a mi tutor y a mi alma mater. Finalmente gracias a Dios que me ha permitido convivir y conocer a todos esos seres que han y siguen siendo al igual que la fragua y marro elementos esenciales para forjarme como persona, profesionista y como un mejor ciudadano.

## ÍNDICE

---

---

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	6
ORIGEN DEL PROYECTO .....	6
OBJETIVOS.....	8
Objetivos generales.....	8
Objetivos particulares.....	8
HIPÓTESIS .....	9
JUSTIFICACIÓN .....	9
<b>CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CACAXTLA.....</b>	<b>10</b>
1.1. ORIGEN DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CACAXTLA.....	10
1.2. ANÁLISIS DEL ESPACIO ARQUITECTÓNICO DE CACAXTLA.....	14
1.3. ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DE LA CULTURA OLMECA -XICALANCA .....	22
1.4. ORIGEN DE LA TECHUMBRE.....	25
1.5. AFECTACIONES QUE PRESENTA LA ESTRUCTURA DEL GRAN BASAMENTO Y SUS PINTURAS MURALES.....	31
Monitoreos de grietas y hundimientos.....	32
Galería Norte .....	33
<b>CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA.....</b>	<b>38</b>
2.1. ESTUDIO DE CARGAS.....	38
Análisis de Fuerzas Laterales (Diseño por viento).....	40
<b>CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE LAS PÉRDIDAS DE HUMEDAD EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CACAXTLA.....</b>	<b>45</b>
3.1. FACTORES CLIMATOLÓGICOS EN LA ZONA DE CACAXTLA .....	45
<b>CAPÍTULO 4. ESTRATEGIA DE DISEÑO.....</b>	<b>59</b>
4.1. ADECUACIÓN DE LA TECHUMBRE PARA EVITAR SU DETERIORO .....	59
<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>62</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>64</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>65</b>
ANEXO 1: PLANO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE CACAXTLA.....	65
ANEXO 2: PLANO DEL GRAN BASAMENTO.....	65
ANEXO 3: CORTE ESTRUCTURAL DE LA TECHUMBRE.....	65
ANEXO 4: FACHADA ESTE, DAÑO POR HUMEDALES .....	65

---

---

## INTRODUCCIÓN

---

La cultura prehispánica es la herencia de miles de años que nos identifica como individuos de cultura y arte universal. El origen de las culturas prehispánicas es un enigma, que a través de los años hemos podido descubrir. La población, el comercio y el arte (pinturas-murales), son patrimonio de la nación, entre otros.

La zona arqueológica de Cacaxtla ubicada en el estado de Tlaxcala, México, permite realizar un análisis sobre el método de conservación que se implementó en el año de 1985, que actualmente presenta beneficios y problemáticas, de donde se propone un método de restauración a nivel académico para evitar su degradación a la que está expuesta cada día, con esto se pretende generar un antecedente histórico de los intentos que se emplearon posteriores a su descubrimiento, y ampliar el conocimiento arquitectónico de los espacios que conforman al gran basamento y sus conjuntos.

Destacan los elementos característicos que identifican a la cultura Olmeca – Xicalanca, como son sus pinturas-murales, que se encontraron con un grado de conservación y son parte de las diferentes interpretaciones de sus creencias, tradiciones y vestimentas.

Las partes representativas de la cultura Olmeca – Xicalanca son:

El talud en escapulario, su sistema constructivo a base de tepetate, la distribución espacial conforme a los Conjuntos I y II, identificando pórticos, pilares y parte central de estos conjuntos, aspecto característico de las culturas mesoamericanas como el patio hundido, que tenía la función de marcar las jerarquías, pues eran muy utilizadas en los cuadrángulos y en las estructuras tripartitas.

Para el año de 1987, se implementó una estructura con una cubierta que libraba un claro de 71 metros de ancho por 200 metros de largo, con una altura de 25 metros, el cual cubrió gran parte de la estructura del gran basamento para mantener en perfecto estado las pinturas-murales, que se localizaron en el sitio.

Para el año del 2004 al 2005 investigadores como Beatriz Palavicini Beltrán<sup>1</sup> generaron una recopilación de los daños que se efectuaron en la galería norte, en el comportamiento de la techumbre sobre el gran basamento, los humedales que se produjeron en las fachadas este y oeste, de igual manera la pérdida de la humedad y la causa de erosión del tepetate.

Uno de los factores de estudio, fue el análisis por viento, ya que es un dato que influye en el análisis de diseño de la techumbre por el empuje lateral que se genera o transmite a la cimentación provocando afectaciones en las estructuras más tempranas del gran basamento.

Mediante técnicas de estudio de las normales climatológicas<sup>2</sup> del sitio, se analizó el comportamiento en función de la techumbre que se genera sobre el gran basamento y sus pinturas murales, como son el estudio del viento, la humedad, el comportamiento de la radiación solar que influyen en la pérdida de la tonalidad de los pigmentos vegetales como es el caso que se presenta hoy en día con el descoloramiento en el azul maya.

Para el año 2007, la estructura presentó una problemática por la acumulación de granizo, por lo que se hace referencia en uno de los capítulos sobre su análisis estructural, el comportamiento que genera actualmente sobre el gran basamento, como su sistema de armadura compuesta de tensores laterales de alma abierta.

Con estos análisis se pretende generar estrategias efectivas de diseño arquitectónico que disminuyan el daño del gran basamento y el descoloramiento de las pinturas-murales. Por lo cual las propuestas involucran direccionar los vientos dominantes de mayor impacto. Otro factor es el concentrar los esfuerzos en dos puntos tanto del lado oeste y este del gran basamento.

---

<sup>1</sup> Investigadora del Instituto Nacional de Antropología e Historia, quien en los últimos años dedicó su labor profesional a restituir los valores históricos y arquitectónicos de la Zona Arqueológica de Cacaxtla

<sup>2</sup> Datos tomados **SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL** y **CONAGUA** en la: **ESTACION: 00029011** de **NORMALES CLIMATOLÓGICAS** de Estado de: Tlaxcala

## MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

---

### ORIGEN DEL PROYECTO

---

El proyecto surge a partir de la necesidad de retomar las zonas arqueológicas en un trabajo de conservación por medio de un diseño arquitectónico para evitar la degradación de la zona.

Se pretende generar una intervención en las estructuras para una mejor conservación del patrimonio histórico y alargar el período del estado actual del basamento que es ícono representativo de la cultura Olmeca-Xicalanca del Período Preclásico.

Cuenta con una gran cantidad de invaluable pinturas-murales que expresan guerras, vestimentas y ornamentaciones de esa época, dando significado a gran parte de rituales e historias iconográficas que dieron origen a esta civilización del altiplano central.

Una de las pinturas más representativas de este lugar es “**El Mural De Las Batallas**”, que ha tenido pérdida significativa de la degradación en los pigmentos vegetales, por la mala intervención al intentar conservarla.

Para mediados del siglo XX, se propuso una solución que satisficiera esta problemática de los murales, pero lejos de beneficiarla se generaron afectaciones significativas en la estructura del gran basamento piramidal, de tal forma que los proyectos de los investigadores han buscado la manera de como remediar el daño inminente, que se generó en esa época donde tuvo como causa el deterioro de la zona arqueológica.

Con esto se pretende hacer difusión, promoción y conciencia de lo significativo que es nuestro origen cultural hoy en día y fomentar el conocimiento que nos identifica como una de las culturas de Mesoamérica con gran valor histórico.

Una propuesta que debe de ser considerada motivo de afectaciones directas e indirectas a la zona arqueológica de Cacaxtla es la falta de acceso al lugar por invasión del comercio informal de la zona y el cual se pretende reubicar en un

lugar más óptimo para turistas y visitantes, permitir que los visitantes logren comprender la importancia de los orígenes prehispánicos y disfruten de los antecedentes históricos de nuestra cultura sus tradiciones, costumbres y el amor al arte.

Con el paso del tiempo, el interés al arte se ha ido perdiendo por cuestiones de un mundo globalizado, la juventud se interesa más en las nuevas tecnologías que en nuestra identidad cultural, en este documento teórico – práctico se pretende generar propuestas arquitectónicas que den pie y cintura a dichas problemáticas sociales-culturales que logren beneficiar a los sectores básicos como son: educación y cultura, mediante un mayor periodo de conservación.

**“El amor al arte es lo que nos define como individuos de riqueza”**

## OBJETIVOS

---

### OBJETIVOS GENERALES

---

- Conocer los parámetros que se utilizan para analizar la techumbre de la zona arqueológica de Cacaxtla.
- ¿Qué criterios se utilizaron, quiénes llevan a cabo el trabajo de la techumbre en la zona arqueológica de Cacaxtla?
- Mejorar la conservación del monumento histórico, evitar su degradación como zona arqueológica a través de un diseño arquitectónico que den resultados efectivos.
- Difundir y promover nuestra identidad cultural a futuras generaciones como parte de cultura y arte. Dar a conocer nuestras raíces a todo el mundo.
- Motivar que las comunidades retomen las zonas arqueológicas como un espacio de culturización para preservar el patrimonio nacional.
- Fomentar la identificación de los espacios relacionados a la cultura prehispánica, para su estudio de sociedad, arte y cultura para historiadores, antropólogos, arquitectos, ingenieros y el público en general.

### OBJETIVOS PARTICULARES

---

- Promover y difundir la cultura prehispánica por ser parte de nuestras raíces, ya que tiene miles de enigmas.
- Mejorar el estado de conservación del monumento histórico, por medio de un análisis de la techumbre de la zona arqueológica de Cacaxtla y así evitar la degradación de las pinturas-murales.
- Lograr un mayor conocimiento al sector educativo sobre nuestra cultura.
- Preservar el mayor tiempo posible la estructura arqueológica.
- Remediar las afectaciones producidas por una mala decisión de intervención.

## HIPÓTESIS

---

Generar por medio de estrategias un análisis de recopilación de información para fomentar un mayor aprendizaje de nuestras raíces históricas a futuras generaciones.

Analizar los daños que produce la techumbre al gran basamento piramidal.

Reactivar el sector de conservación del monumento histórico, mediante una disminución del aumento en el deterioro de la zona arqueológica.

Preservar las características significativas de la cultura Olmeca-Xicalanca.

Mejorar las técnicas de conservación del monumento histórico que se tuvieron a mediados del siglo XX, por cuestiones políticas.

Generar una balanza entre daños y beneficios de la elaboración de la techumbre.

Conservar de mejor manera la pintura original de las pinturas-murales de la zona arqueológica de Cacaxtla.

Fomentar el conocimiento a las comunidades cercanas al sitio como parte de su identidad cultural.

Crear conciencia de la importancia de las técnicas de representación artística y el significado de la pintura mural.

## JUSTIFICACIÓN

---

El proyecto busca retomar las zonas arqueológicas para generar nuevas estrategias de conservación del monumento histórico que se tenía a mediados del siglo XX.

Analizar las afectaciones que género, la techumbre durante su elaboración.

Prolongar la duración que tienen las pinturas murales, mediante técnicas arquitectónicas.

Mediante las polémicas de las denuncias al INAH, por investigadores y arquitectos, los investigadores de antropología e historia, los cuales argumentan una pérdida inminente de la estructura del gran basamento piramidal por causas de la techumbre, la cual ha provocado el deterioro de las fachadas, al igual que fisuras que provocan filtraciones en la estructura y un deterioro más notorio en los últimos años.

La techumbre ha provocado el cierre de ciertas áreas ya exploradas por la acumulación de agua, produciendo en un proceso de degradación en su basamento piramidal y sus pinturas murales.

# CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CACAXTLA

## 1.1. ORIGEN DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CACAXTLA



Cacaxtla es una zona arqueológica en el sur del Estado de Tlaxcala en la República Mexicana en el municipio de Nativitas. Fue poblada por grupos Olmecas-Xicalancas que eran provenientes de la costa sur del Golfo de México o de la Península de Yucatán. Se localiza en la parte del altiplano central y pertenece al período del Epiclásico data del entre el del año 700 A.N.E AL 900 A.N.E.

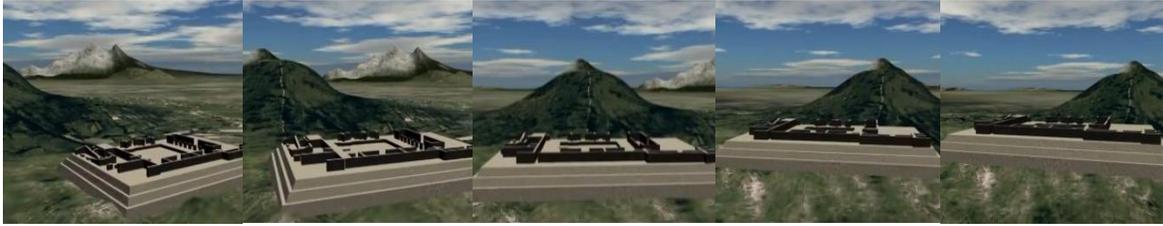
**Cacaxtli:** canasto entretejido de raíces y varas donde los comerciantes y tamemes Llevaban las mercaderías a sus espaldas. Fuente: <http://hxochipiltecatl.blogspot.mx>

La zona arqueológica se identifica por el tipo de edificaciones en los lugares elevados (montañosos), también por el manejo visual en las funciones militares y en los estratos sociales, el comercio era una de sus principales fuentes económicas y el trueque era común ya que ellos apreciaban onerosamente el cacao.



**FOTOGRAFÍA1.1:** Tlaxcala una historia Comparativa T.5 Edit Conaculta Pag.15.

En este sitio se aprecia un sistema de construcción usado también en otros lugares de la cultura Mesoamericana, que consiste en levantar un edificio sobre otro esto se conoce como etapas constructivas, de manera que las más recientes eran las que iban quedando visibles. Esto ocurrió en el transcurso de largos periodos de tiempo.



Modelado 1.2 de la Quinta Etapa constructiva de Gran Basamento.

En las investigaciones y exploraciones de especialistas estas construcciones ocultas han ido revelando patios, recintos y templos cívicos ceremoniales. Edificaciones que responden a diferentes épocas y que representan un enorme interés artístico e histórico, en algunos puntos se han encontrado desagües para recoger y vaciar agua de las lluvias, lo que habla del grado de sofisticación social y cultural de sus habitantes.

La estructura más representativa es el del Gran Basamento donde se localizan unos pictogramas que han permitido la comprensión de las ideas religiosas y la ritualidad de los habitantes así como su vestimenta. En los muros pintados se aprecian las pinturas-murales:

**El Palacio, El Patio De Los Altares, El Templo Rojo y El Templo de Venus.**

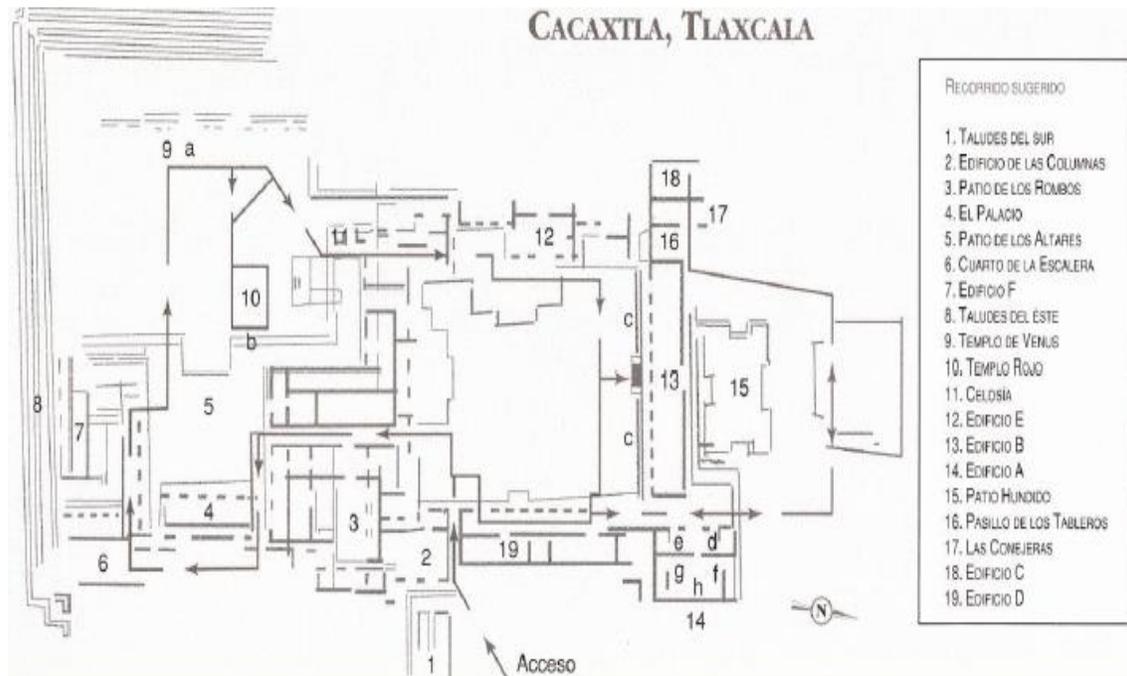
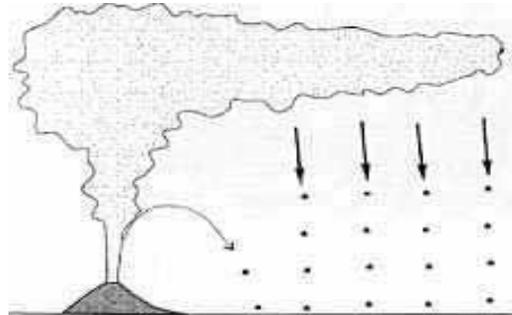


IMAGEN 1.3 Plano Arqueología Mexicana . Zona Arqueológica de Cacaxtla.Tlaxcala.

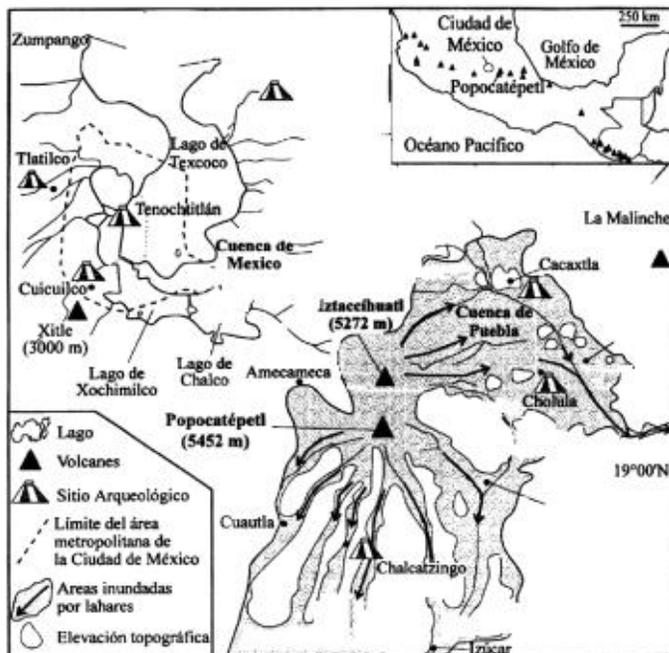
La destrucción de la zona arqueológica de Cacaxtla data de una investigación que elaboró el Centro Nacional para la Prevención de Desastres y la Universidad Nacional Autónoma de México, sobre la erupción Volcánica del Popocatepetl.

Este hecho histórico es considerado por medio del método del Carbono 14 el cual nos indica las erupciones que ocurrieron entre 3195 y 2830 A.C, 800 y 215 A.C, 675 y 1095 D.C. Esto significa que ocurrieron tres grandes erupciones volcánicas y demuestra que ya existían los asentamientos prehispánicos.



Dibujo 1.4 De la erupción del Popocatepetl. Artículo. Enero – Marzo 1996 (Ciencia)

La vegetación quedó carbonizada y la red hidrográfica destruida al ser cubierta por los materiales emitidos, al igual que muchas zonas arqueológicas se colapsó la estructura de la zona de Cacaxtla. Al colapsarse las estructuras se generó lo que hoy en día consideramos un: **Velo De Rumbe**, el cual protegió gran parte de las estructuras y funcionaron como un muro de protección.



Dibujo 1.5 Localización del Popocatepetl y áreas afectadas. ( Siede, 1996)

La erupción del Popocatepetl provocó pérdida de la arquitectura prehispánica, pero las estructuras de grandes dimensiones y gran significado histórico prevalecieron por la función del muro de protección: como son los centros cívicos ceremoniales y gracias a ello podemos conocer su historia, antecedentes constructivos, sus formas y distribuciones de espacio público.

Para el año de 1975, las excavaciones de esta zona arqueológica ven renacer su arquitectura y está compuesta en su mayoría por materiales constructivos como es el tepetate el cual posee un mismo comportamiento físico que el adobe.

La estructura del Gran Basamento fue considerada uno de los hallazgos del siglo XX por su gran estado de conservación de pinturas-murales, ya que conservan el colorido de los personajes y los elementos simbólicos. Dichas obras pictóricas han permitido la comprensión de las ideas religiosas y la ritualidad de los habitantes, además de revelar los rostros de sus protagonistas. La calidad de las obras pictóricas son las expresiones gráficas que hablan de la importancia del arte en la vida de sus pobladores. Los colores son abundantes, donde destacan los azules, amarillos, blancos y rojos.



Fuente 1.6: Fotografía del Mural de la batalla de Cacaxtla.



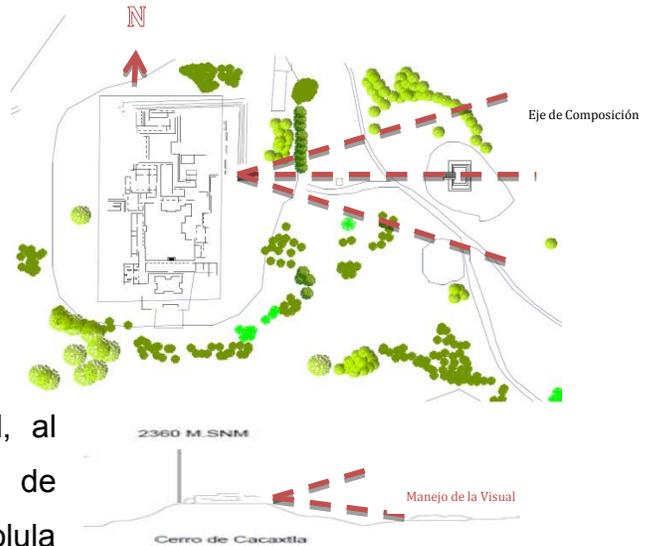
Fuente 1.6: Fotografía del Cuarto de Escaleras.



Fotografía del Templo de Venus.

## 1.2 ANÁLISIS DEL ESPACIO ARQUITECTÓNICO DE CACAXTLA

En la zona arqueológica de Cacaxtla se desconoce el tipo de asentamiento urbano, pero se pueden analizar las estructuras de los montículos "A y B" que están aunados a un eje de composición del Gran Basamento, organizando y jerarquizando cada uno de los elementos arquitectónicos. El elemento característico en esta civilización fueron sus asentamientos topográficos en zonas de gran elevación sobre un conjunto montañoso conocido como el Bloque Xochitecatl-Nativitas-Nopalucan, que permite un gran manejo visual. Con este asentamiento se clasificaba el estrato social, al igual que en muchas otras civilizaciones de Mesoamérica, como son Xochicalco y Cholula que pertenecen al mismo período Epiclásico.

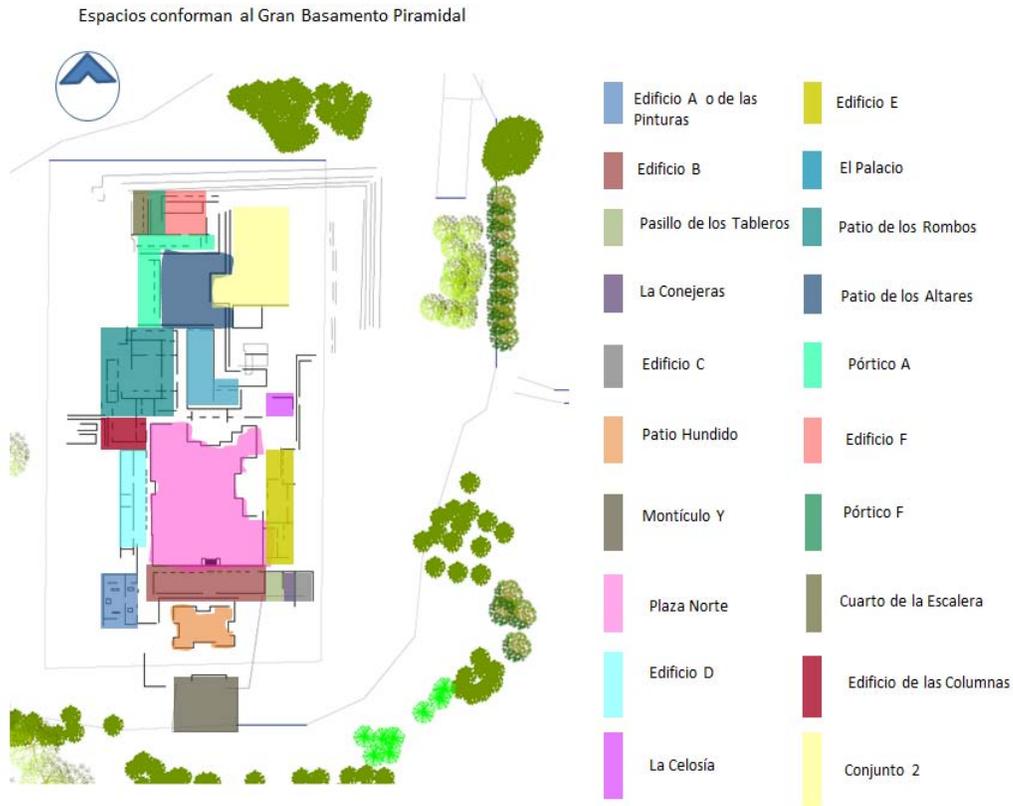


PLANO 1.7: Análisis de la Zona Arqueológica de Cacaxtla.

En la construcción de Cacaxtla se localizaron el mayor número de conjuntos habitacionales, donde se encontraron plazas y patios. Diana y Daniel Molina<sup>3</sup> arqueólogos del Instituto Nacional de Antropología e Historia, por medio de excavaciones y calas arqueológicas, afirman que en la parte inferior del Basamento hay una plataforma que tiene una extensión de longitud de norte a sur de 200 metros.

Las pinturas-murales de Cacaxtla son una representación significativa para el análisis social, cultural y político, destacando la jerarquización de las partes públicas y privadas de los conjuntos habitacionales.

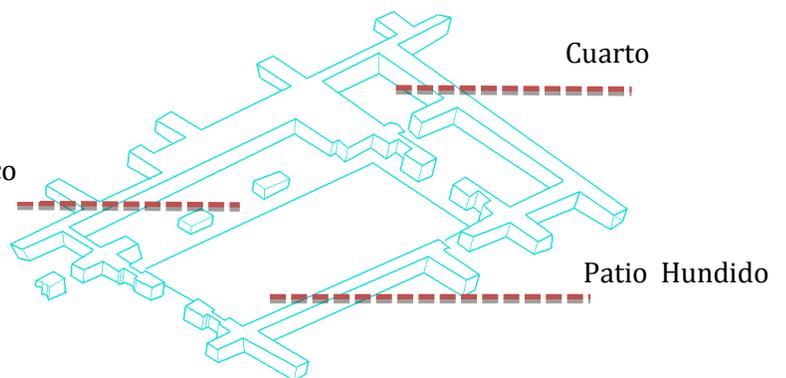
<sup>3</sup> Arqueólogos quienes colaboraron en las excavaciones de Zona Arqueológica de Cacaxtla en Tlaxcala en los años de 1975



PLANO 1.8: Espacios que Conforman el Gran Basamento.

En la década de los cuarentas se presentó un hallazgo en el extremo norte del cerro donde hay una “**Doble Pirámide**”, en ella se encuentra un patio hundido al centro de la construcción y con ello se da a conocer el descubrimiento de cuartos, pórticos, pilastras, etc.

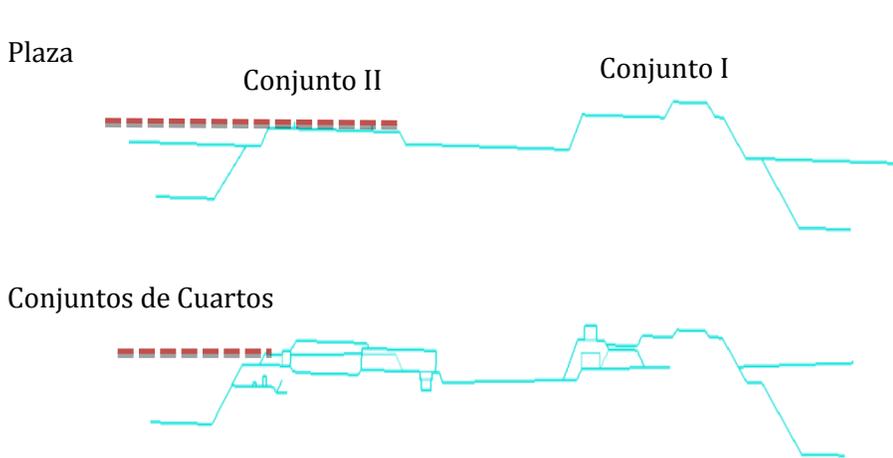
Una de las hipótesis de la construcción, es que todo esto se desplantaba sobre una plataforma que descansa en una elevación natural. Las exploraciones realizadas en los costados este y sur del cerro dan como resultado que efectivamente existían pruebas de que los taludes parten del Gran Basamento que arranca desde los niveles de las plazas inferiores.



Dibujo 1.9 Patio De Los Rombos.

Después de las excavaciones en el costado sur del Gran Basamento, se descubrieron varias etapas constructivas a finales del siglo XX. El auge arquitectónico de esta gran civilización prehispánica, se presenta en la parte superior de la estructura, con un gran número de conjuntos como: patios, plazas, pilastras, etc.

En las excavaciones al Gran Basamento, se liberan varias etapas constructivas en los sectores denominados Conjunto I y Conjunto II, con esto se descubre una construcción llamada el Montículo "Y".



Hecha a base de tepetate, correspondientes a las fases finales del asentamiento. También en estas se presentaron dos tumbas, donde en su interior mostraba piedras careadas con resto de estuco.

Dibujo 1.1.1 de un Corte del Conjunto I y II .

Para escasos 8 metros al sur del Montículo "Y" se localiza un patio hundido y en la una pequeña plataforma sobre la cual probablemente se colocó un brasero. En la parte de las escaleras del lado este en las alfardas y en la esquina del lado noroeste del patio, se localizaron entierros funerarios.

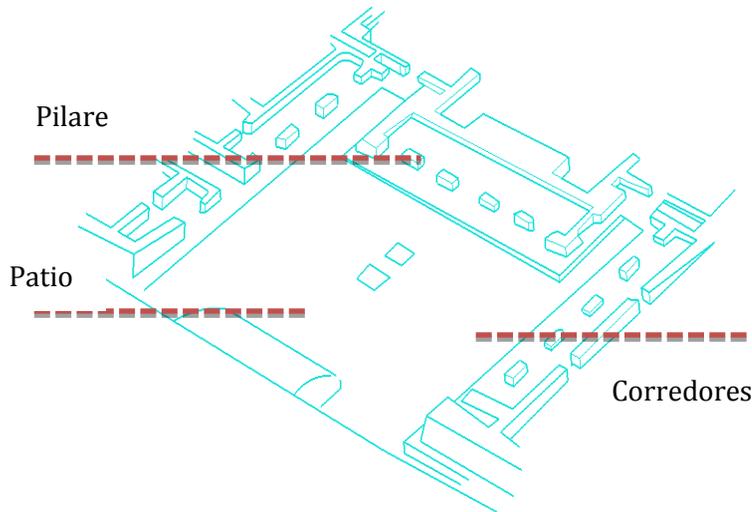
Para la exploración del Conjunto II en los patios de la plaza norte y en la parte inferior con relación a los edificios y elementos que dan cierre al patio hundido se localiza "**Los Murales De La Batalla**" que constituye a la división de los dos conjuntos.

Al sur de la plaza aunada al conjunto I se hallan cuatro subconjuntos que conocemos con el nombre: **“El Palacio”**, es un pequeño basamento que limitan a sus cuatro costados un patio. **“El Patio De Los Altares”**, en este sector se observan los vestigios de diversas etapas constructivas y múltiples modificaciones menores a muros, cuartos, etc.

El subconjunto al noroeste del **“Patio De los Altares”** esta formado por varios cuartos distribuidos alrededor de un pequeño patio con corredores, frente a la

esquina noroeste del pequeño basamento.

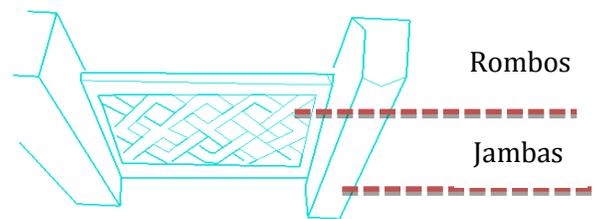
En este lugar también se volvieron a encontrar pórticos con pilares y como algo novedoso, dos pequeños altares estucados de aproximadamente 60cm de altura y 1.5m de largo. Separado al subconjunto en el lado este existe un pasillo o corredor.



Dibujo 1,1,2 del Patio De Los Altares.

El subconjunto al lado este, lo conforman por más de diez cuartos y pequeños recintos que rodean un patio denominado el **“Patio De Los Rombos”**.

En el interior de varios cuartos se encontraron pequeñas bases o plataformas de piedras careadas y estucadas. La presencia de estas habitaciones recuerdan la importancia de un elemento similar, aunque no idéntico en algún edificio perteneciente al área de la cultura Maya.



Dibujo 1.1.3 de la Celosía.

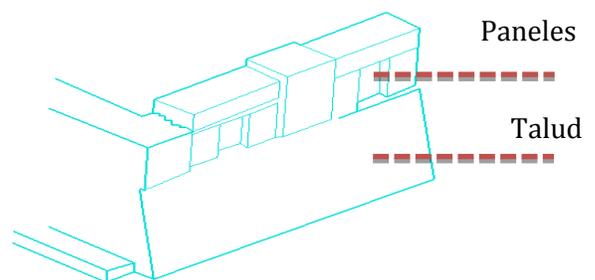
Uno de los elementos arquitectónicos más significativos, es el que se localiza en el subconjunto de **“El Patio Hundido”** en el lado este, ya que esta cerrado por un pórtico al lado norte, en sus costados hay jambas en las puertas y se encuentran cuatro pequeños paneles en los cuales se cubrió el paramento recto con un motivo de rombos estucados.

En la medida de las modificaciones que sufren los edificios y plazas, se destacan cuatro grandes etapas constructivas.

- En el Conjunto II el mas antiguo, descubierto hasta el momento, esta ejemplificada por las subestructuras al sur: **Edificios “F”, Pórtico “F”,** en **“El Cuarto de la Escalera”** y al norte **“El Edificio de la Celosía”**.
- Los elementos excavados que pertenecen al período clásico y en particular el clásico tardío, han sido el objeto de una profunda investigación, por sus implicaciones en Cacaxtla. La posibilidad de rectificar o ratificar la información de las fuentes sobre Cacaxtla en el principal asentamiento de los Olmecas- Xicalancas se ve reforzada por el manejo de ciertos materiales.

Todos esos elementos forman parte de un conjunto del acervo ideológico de un grupo, que según las crónicas demuestran un cambio entre grupos en un área donde existía una población anterior.

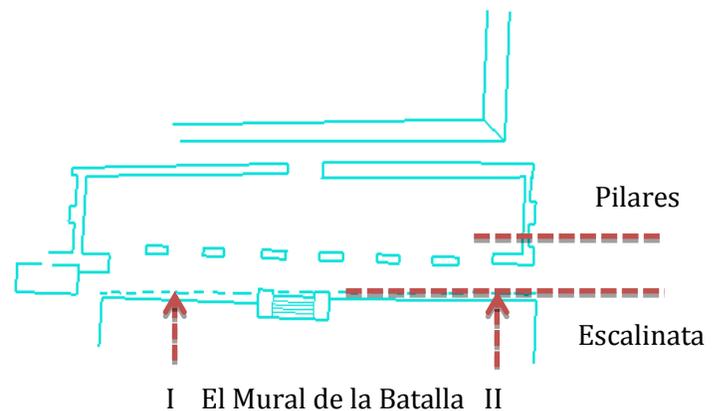
En la edificación y pórtico **“F”** encontramos al igual que en todas las etapas posteriores, el sistema **Tablero – Talud** peculiar al sitio.



Dibujo 1.1,4 de Edificio B.

El tablero en Cacaxtla difiere radicalmente a Teotihuacán en que presenta varios paneles remetidos con semejanza a la construcción del Tajín chico (Veracruz) e incluso a Tula (Hidalgo). La persistencia y uniformidad del elemento en todas las etapas lo señala como un rasgo característico de la arquitectura en Cacaxtla.

La exploración del Conjunto II se inició en “**La Plaza Norte**” parcialmente una excavación, y fue en la segunda etapa donde se descubrió: “**El Mural De La Batalla**” en la plaza en sus últimos procesos constructivos que se encontraba unida en relación a los otros edificios en donde se constituye la división de los dos conjuntos, a su alrededor se localizaron una serie de vestigios de varias etapas constructivas, en donde dos de ellas muy bien definidas como conjuntos habitacionales en la parte frente de “**El Patio De Los Altares**”.



Dibujo 1.1.5 Edificio B.

La estructura estaba conformada por un pórtico de pilares en la parte inferior central que se localizaban en las escalinatas que dividen las dos partes de la pintura-mural.

Las pinturas-murales de la batalla se localizan en dos taludes que fueron decorados con pigmentos naturales de minerales -vegetales con una dimensión de 22m de largo, en estos taludes oriente y poniente en los dos paramentos inclinados se distribuyen 47 figuras humanas, donde hay 27 en el talud oriente y 20 en el talud poniente en grupos formados por dos o más imágenes.

El fondo se desenvuelve sobre un plano uniforme de color azul Maya. Las secciones más conservadas y mejor logradas artísticamente, son en las escalinatas centrales.

El talud oriente es más largo que el poniente y a diferencia esta marcado con doble línea el espacio donde concluye el despliegue de la imagen y signos coloreados. Para el extremo oeste del talud poniente no ocurre algo similar, dado el estado de erosión en que se encuentra la pintura y la ausencia de un trazo que marque un límite del esquema pictórico.

Otro aspecto es que en los extremos de los taludes los murales están visiblemente deteriorados y destruidos en casi dos terceras partes.

Una parte de estos esquemas pictóricos narran la historia de la victoria a los guerreros que se indentifican como Olmeca- Xicalancas - Teotihuacanzados. La derrota está expresada dramáticamente en los personajes de rasgos físicos mayas, que llevan la cabeza semicubierta por yelmo de aves del que cuelgan largas plumas.

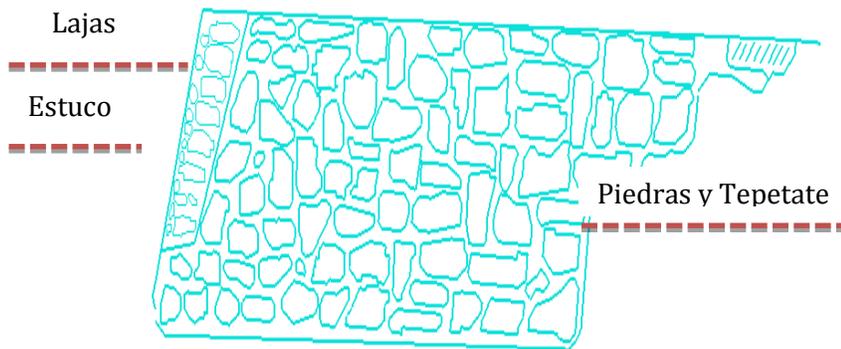
A pesar que en los taludes el contenido de las imágenes tiene una transformación histórica y veraz porque documenta circunstancias temporales y de ellas se puede extraer algunas conclusiones sobre el significado que tuvo en el altiplano central en la guerra.



Fotografía 1.1.6 del Mural de la Batalla Talud Oriente .



Fotografía 1.1.7 del Mural de la Batalla Talud Poniente.



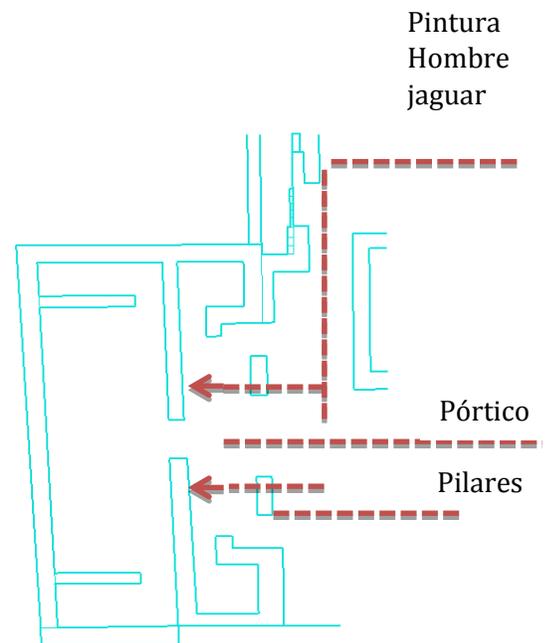
Dibujo 1.1.8 Estructura Constructiva del Mural de la Batalla.

La estructura constructiva de Cacaxtla se compone en su mayoría de relleno de una matriz disgregada de tierra, piedras y bloques de tepetate con un aplinado de estuco.

En la excavación del “**Edificio de las Pinturas**” se localizaron unas pinturas-murales, casi completas en el pórtico, y en la puerta central se encontró una cámara interna que resguarda restos ilegibles de otros murales.

En el pórtico de las **Jambas** del lado norte y sur se hallaron muestras de figuras humanas y en la pared norte se localizó una figura humana alada y con traje de jaguar estilo Teotihuacano.

Su estructura era de un conjunto habitacional I, con un acceso delimitado por un pórtico de dos pilares tanto del lado norte y sur.



Dibujo 1.1.9 Edificio de las Pinturas.

## 1.3 ELEMENTOS CARACTERÍSTICOS DE LA CULTURA OLMECA - XICALANCA

---



### Zona habitacional

Lo significativo es la elaboración de columnas circulares con un aplanado de estuco en las paredes. Donde se hallan unas pinturas-murales que datan del período 700A.C. y la techumbre era de un material precario.

FUENTE1.2.1 Fotografía Zona Habitacional.



### Templo Rojo

Esta pintura-mural se localizó durante el trayecto en un descenso de una escalinata. Sus principales características son las plantas de maíz junto a Quetzalcóatl.

FUENTE1,2,2: Fotografía del Templo Rojo.



### Celosía

Es característico por el tipo de entretejido que permiten la división de un espacio generando una mayor amplitud del mismo de manera visual. También utilizaban rodapiés con un estucado de color rojizo en la parte inferior de los muros.

FUENTE1,2,3: Fotografía de la Celosía.



### Pilastra

Se caracteriza por las formas de ranuras en rectangular donde son decoradas con conchas cilíndricas.

FUENTE1.2.4: Fotografía de la Pilastra en la zona arqueológica de Cacaxtla.



## Columna

Tablero - Talud de influencia Teotihuacana

FUENTE1.2.5: Fotografía Columna en la zona arqueologica de Cacaxtla.

## Patio De Las Batallas

Se caracteriza por ser un patio hundido donde en la parte superior se localizaron unas pilastras. En la parte inferior del costado de la escalinata se halló una pintura-mural la más emblemática de la zona de Cacaxtla el conocido **“Mural de las Batallas”**.



FUENTE1.2.6: Fotografía del Patio de las Batallas.

Este mural dio pauta para el inicio de las excavaciones en el año 1984, donde fue descubierto por un grupo de campesinos del pueblo de San Miguel De Los Milagros, es considerado dentro de los seis murales con mejor grado de conservación en la cultura Mesoamericana.



FUENTE1.2.7: Fotografía del Mural de la batalla de Cacaxtla.

## Vestidores de Los Sacerdotes



Estas pinturas-murales son las primeras estructuras a las cuales se les coloca un techo de estructura metálica para su conservación, ya que son las más afectadas.

**FUENTE1.2.8:** Fotografía de los Vestidores de los Sacerdotes.



**Fotografía 1.2.9** Mural Vestidor lado Sur.



**Fotografía 1.3** Mural Vestidor lado Norte.

## 1.4 ORIGEN DE LA TECHUMBRE

---

Uno de los métodos para la conservación de dichos murales<sup>4</sup> fue la elaboración de la techumbre del **Gran Basamento**, su principal problemática era el de cubrir 200 metros de longitud, 25 metros de altura y soportar vientos con una magnitud de 60 a 80 km/h.

Su elaboración fue en 1985, para su construcción se empleó un sistema de armaduras y se colocaron 14 columnas de acero en los extremos este y oeste por



lo que dio un total de excavaciones de 28 pozos y calas, donde se afectaron capas de diferentes etapas constructivas y se unieron con un sistema de contraventeo, las dos columnas de los extremos sur este, sur oeste, norte este y norte oeste.

FUENTE 2.1: Modelad en 3d la estructura del Gran Basamento.

La mega cubierta metálica cubre una superficie 10920 m<sup>2</sup> el proceso de construcción duro hasta 1987, dentro de su sistema estructural se propusieron cables de acero que rigidizara la estructura que soportarán el claro, por lo cual estos fueron anclados a los extremos de las columnas en cada una de estas se colocaron armaduras con ángulos de 45° que tenían una finalidad de cubrir la fachadas este y oeste de la estructura del **Gran Basamento**, y generar una proyección de sombra, al interior de los conjuntos habitacionales, gran parte donde se localizaban las pinturas murales, evitando su erosionamiento en las pinturas vegetales y naturales.

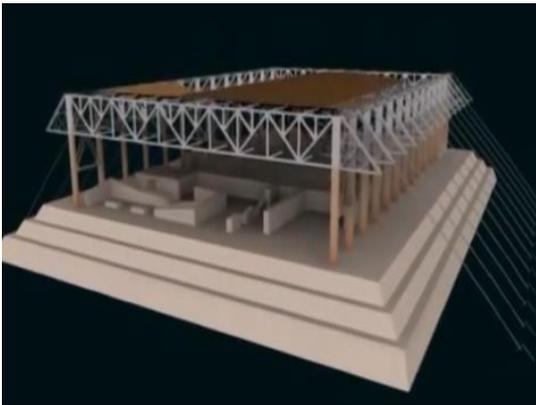
---

<sup>4</sup> Pinturas Murales de Zona Arqueológica de Cacaxtla, representativos de la cultura Olmeca- Xicalanca.



FUENTE 2.2: Tlaxcala una historia Comparativa T.5 Edit Conaculta fotografía del sitio.

La parte donde se localizan los conjuntos habitacionales, palacios y pinturas murales son cubiertas en los extremos sur y norte con un sistema de armadura compuesta, localizada a una altura de 25m, posterior a las dos columnas norte a

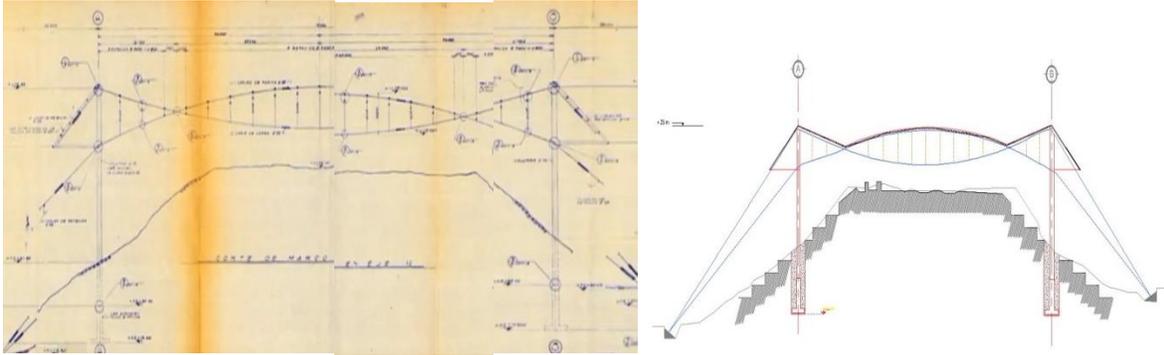


sur y de sur a norte presentan una concavidad central con una finalidad en la acumulación de las aguas pluviales donde se canaliza al desagüe, para evitar el colapso de la estructura que se encuentra cubierta de láminas son soportadas con un sistema de estructura a base de tensores en los extremos este y oeste.

Modelado 2.3: Estructura del Techumbre, Basamento.

Esta armadura de alma abierta es una estructura formada por elementos rectos conectados en sus extremos generando de esta forma uniones conocidas como nudos. Los elementos de esta armadura son unidos de manera que formen triángulos para que la estructura sea rígida y capaz de resistir cargas. Pero con dicha elaboración su principal ocupación era librar del medio físico natural la lluvia y radiación solar que provoca el deterioro de los murales. Sin tomar en cuenta que la cimentación de concreto armado dañaría gran parte de la estructura del **Gran Basamento**.

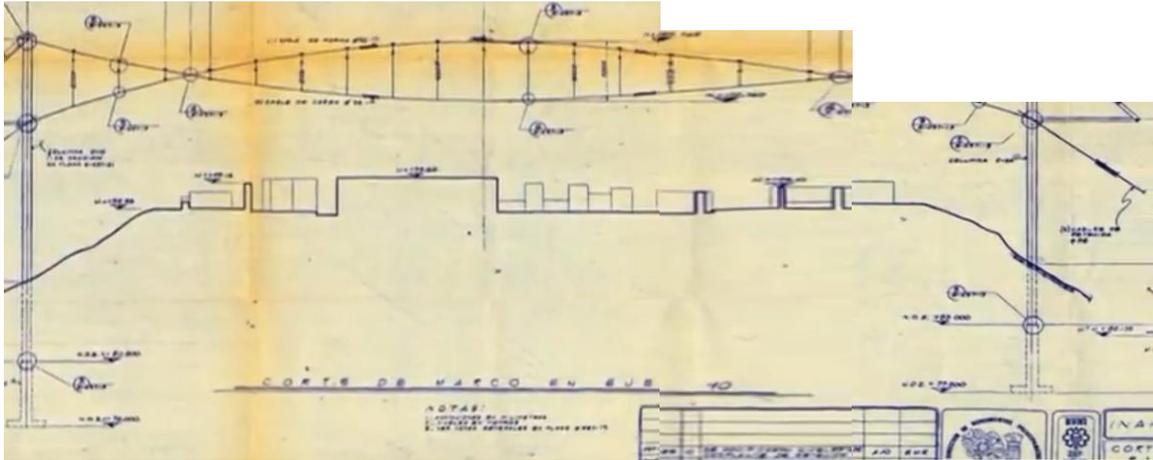
En la elaboración del proyecto se efectuaron planos y cálculos que fueron emitidos por el INAH, y se inauguró la construcción por el presidente Miguel De La Madrid en ayuda con el gobernador Tulio Hernández, con esta estructura se pretendía generar el menor daño posible al **Gran Basamento**, los cuales permitieran librar el claro, donde se optó por una estructura metálica con tensores anclados en la partes inferiores de la estructura.



FUENTE 2.4: Historia elaboración de la techumbre 1985 .Planos estructurales INAH y Réplica del plano.

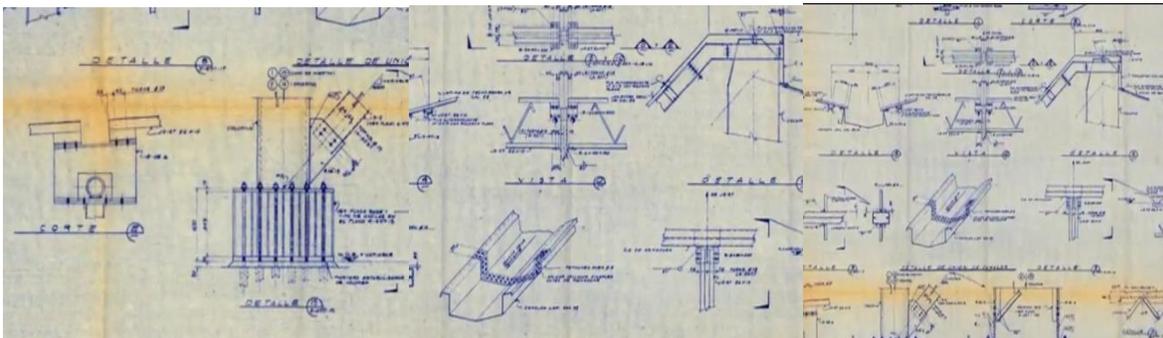
La estructura se divide en tres partes: en dos almas laterales y una central, en estos cortes del eje 10 y 12 la cubierta nos muestra el tipo de cimentación que ocuparon, el cual fue a base de zapatas aisladas.

El anclaje de los tensores tiene una profundidad de 8m de lado este y oeste de la estructura del **Gran Basamento** donde se realizaron 28 perforaciones, en la estructura posteriormente a una etapa anterior de la construcción. Este sistema se efectuó para los 71m de claros que se liberan en la partes superiores de la etapa constructiva más tardía donde se localizaron las pinturas-murales.



**FUENTE 2.5:** Historia elaboración de la techumbre 1985 .Planos Estructurales INAH.

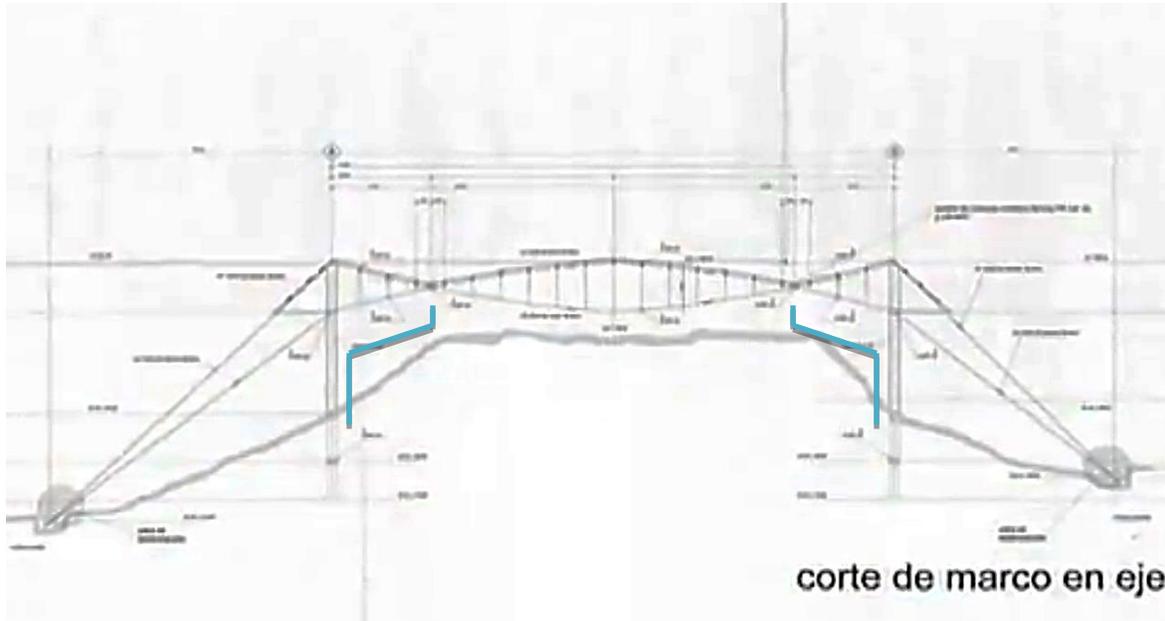
La estructura cuenta con un sistema de anclas en la cimentación para la unión de las columnas, se emplearon 12 anclas que fueron fijadas a base de tornillos en la estructura. En el plano se muestran los sistemas de canaletas con bajada al desagüe de aguas pluviales, en la parte central de la estructura de la techumbre, en donde se canaliza el agua pluvial, en cada una de las columnas y se evacua en un sistema de tuberías.



**FUENTE 2.6:** Historia elaboración de la techumbre 1985 .Planos Instalaciones de desagüe.

El plano 2.7 en el que se generó una interpretación de los sistemas de tuberías de desagüe sobre las aguas pluviales donde se señala el sistema, mediante un corte de un plano del INAH.

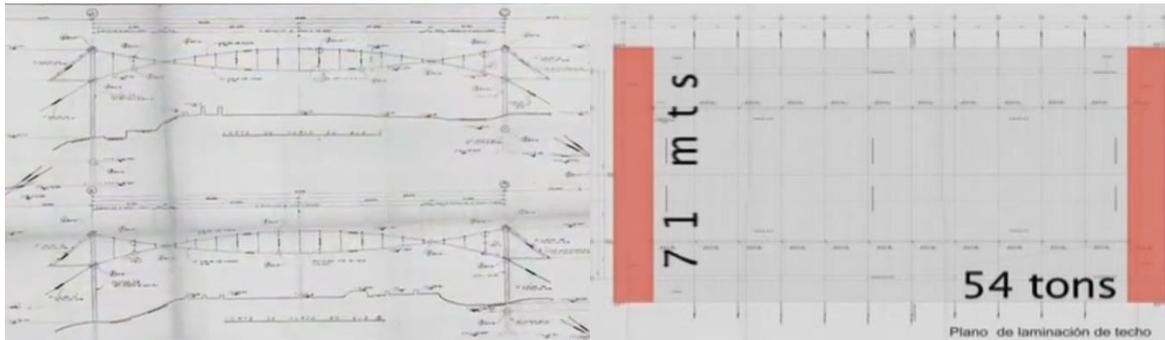
Las tuberías de las aguas pluviales son direccionadas actualmente al lado sur de la estructura del **Gran Basamento** y funcionan como sistemas de aguas de cultivos.



Plano 2.7: .Planos estructurales. Interpretación del sistema de desagüe de aguas pluviales.

En la estructura de la techumbre una de sus principales problemáticas era la velocidad del viento que se da por la zona, ya que al encontrarse en una superficie elevada en el cerro del Peñón se generan corrientes de aire con grandes magnitudes.

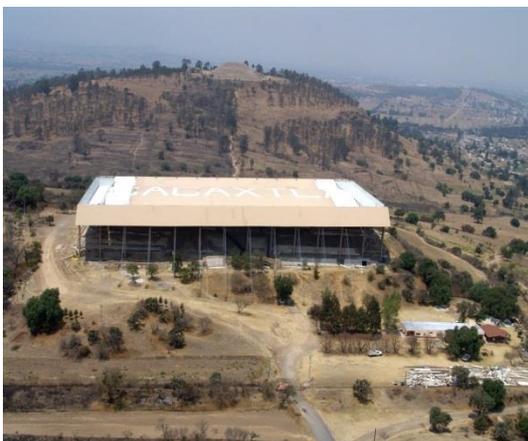
Por lo que la cubierta cuenta con tres cuerpos: el lado norte, el lado sur y centro llamadas estructuras de alma abierta que miden 71 metros de largo y tiene un peso de 54 toneladas, con el propósito de no afectar una mayor parte del **Gran Basamento** donde se localizan las pinturas-murales.



**FUENTE:** Historia elaboración de la techumbre 1985 .Planos Estructurales.

En los extremos de los lados sur y norte se colocaron dos armaduras totalmente rígidas mediante un sistema de armaduras compuestas, unidas en los extremos estas dos columnas este y oeste por un sistema de contra-venteo, con la finalidad de rigidizar la estructura de alma abierta.

En los extremos de la techumbre, se empleó un sistema compuesto a base de tensores del lado este y oeste.



**Fotografía:**De la zona arqueológica de Cacaxtla de 1991 INAH.

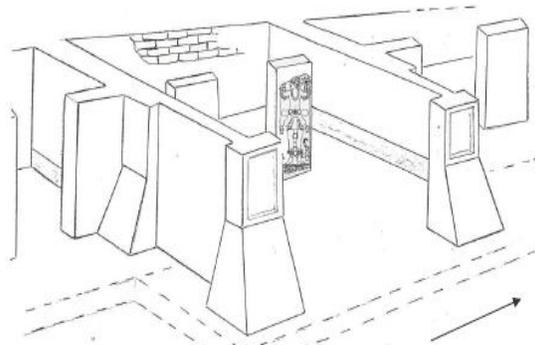


**Fotografía:** Aérea de la techumbre de Cacaxtla.

## 1.5. AFECTACIONES QUE PRESENTA LA ESTRUCTURA DEL GRAN BASAMENTO Y SUS PINTURAS MURALES

---

Cacaxtla es un reto para la investigación en general como para la conservación y restauración del lugar. Lo más significativo de esta zona arqueológica es el hallazgo de las pinturas-murales, pero la naturaleza de los elementos arquitectónicos que la soportan en especial son materiales con problemas de conservación. El tepetate y el adobe, son principales materiales primarios utilizados en su construcción, por lo que son especialmente sensibles al intemperismo, hecho que llevó a tomar medidas radicales, como la construcción de la gran techumbre metálica que cubre actualmente la parte superior del **Gran Basamento**.



Dibujo: Templo de venus, excavado por Pedro Ortega.

Investigadores como **Beatriz Palavicini Beltrán** realizó excavaciones arqueológicas para estudiar parte del salvamento para la colocación de la techumbre. Originando nuevos problemas, como la exposición de núcleos y rellenos que con el paso del tiempo han dado origen a nuevos problemas relacionados con la estabilidad de elementos y conjuntos arquitectónicos.

Durante los años 2004 y 2005 se realizaron diversos estudios y monitoreos topográficos y geofísicos que muestran ciertos movimientos diferenciales, que se han dado en el pasado y continúan a la fecha como son las técnicas de conservación que son:

- Movimientos de Grietas.
- Galería Norte.

## MONITOREOS DE GRIETAS Y HUNDIMIENTOS

Desde su descubrimiento los pisos y recubrimientos de estuco de los muros presentan una serie de grietas y hundimientos que evidencian la naturaleza de los rellenos que subyacen en etapas constructivas inferiores a las expuestas.

Dichos rellenos se componen de una matriz disgregada de tierra, piedra y bloques de tepetate. La irregularidad de los componentes de estos rellenos, aunada a la pérdida de humedad permite que a pesar del confinamiento en celdas de relleno o bien en las habitaciones de las etapas constructivas inferiores, dichos rellenos sean sensibles a la compresión y movimientos laterales, que se reflejan en el agrietamiento de los pisos.



Fotografía: Beatriz Palavicini, análisis de la Fachada.

En el año del 2006 se llevó a cabo el monitoreo visual mediante testigos de yeso y seguimiento fotográfico, de algunas de las grietas situadas en los pisos de habitaciones ubicadas en la periferia del basamento. Las grietas observadas fueron exclusivamente aquellas que se destacan desde las primeras excavaciones realizadas en el basamento, con el objetivo de verificar si continúa existiendo movimiento en dichos puntos.

Los resultados indican que el movimiento en dichos puntos es prácticamente inexistente. Si bien falta monitorear las grietas que se observan en los conjuntos arquitectónicos que se encuentran hacia el centro del basamento y en la periferia de los murales que se trabajaron durante el 2006.

La consolidación y restitución de los taludes y esquinas del lado norte.

El año 2005 se restituyó el talud del primer cuerpo de la fachada del lado norte, por lo que en la temporada 2006 el trabajo se concentró en la ubicación de las esquinas para proceder a la restitución de las mismas.

Tanto al este como al oeste fue posible realizar el cerramiento de estas esquinas, mientras que en el extremo este la esquina hubo de restituirse desde su arranque por lo que no fue posible observar su constitución original, en el extremo oeste, se observó que la esquina original presenta una silueta redondeada, y que el cerramiento se realizó sobreponiendo piedras de tamaño pequeño. El estado de conservación en que se encontró, fue lo suficientemente bueno como para observar aún el delgado enlucido de estuco con que se recubrían los parámetros periféricos del **Gran Basamento**.

---

### GALERÍA NORTE

---

Los trabajos de conservación y restitución en la galería norte consistieron en la limpieza y consolidación del piso de estuco, así como en atender los aplanados del muro que presentan un avanzado estado de deterioro a causa de la deformación del mismo muro.



Dicha deformación consiste en una inclinación importante a causa de la carga que soporta en la parte superior, donde se encuentra un relleno que, originalmente era soportado por un talud. Al perder dicho talud su altura original, el relleno quedó expuesto a la intemperie, especialmente severa en este punto del basamento.

Fotografía: Beatriz Palavicini, proceso de restauración.

Esta condición agravó la erosión y desprendimiento de bloques de tepetate y otros componentes disgregados, que actualmente constituyen una carga excesiva para el muro de la galería. Aunado a lo anterior los trabajos de restitución de este talud presentan una dificultad agregada ya que la altura a la que se encuentra y la fragilidad misma tanto del muro como del relleno, no permiten aumentos significativos en la carga que soportan.

Consecuencia de lo anterior es también el deterioro del aplanado del muro, que presenta desprendimientos importantes. Para atender el daño del aplanado se

procedió al ribeteado e inyección tanto del enlucido de estuco como del aplanado de lodo.

A pesar de estos tratamientos, se debe considerar que poco aportan en atacar la causa original, por lo que también se realizaron trabajos de restitución del talud superior con el objetivo de brindar estabilidad a los rellenos que constituyen la carga que deforma el muro.

La presencia de la techumbre metálica indudablemente ha sido un afiliar significativo en la conservación de gran parte del **Gran Basamento**.

Durante el 2006 hubo de atender un derrumbe en un relleno arqueológico, causado por la filtración de agua proveniente de uno de los canales de desagüe ubicado en la esquina noreste.

Este canal había sufrido un agrietamiento severo que permitió la filtración de agua hacia el relleno arqueológico sobre el que fue construido.

La presencia de agua en el relleno causó un importante desprendimiento en los rellenos arqueológicos, dejándolos expuestos.

Se optó entonces por cubrir los elementos arqueológicos que se encontraban ahí expuestos para dar mayor estabilidad al canal de desagüe a la vez que se repararon los agrietamientos y el registro que se encuentra en la parte superior.



Fotografía: Del Gran Baamento, sobre su sítema desagüe.

Si bien la gran techumbre metálica que cubre el **Gran Basamento** ha protegido los elementos arquitectónicos de la acción de la intemperie, su colocación dio lugar a otros problemas de conservación.

- La resequedad excesiva de los rellenos y núcleos de las estructuras han favorecido un continuo desprendimiento y la pérdida de cohesión en tramos expuestos que favorecen a la presencia de derrumbes.
- Por otra parte el goteo matutino producido por la condensación de agua en el interior de la techumbre, afecta severamente no solo a los elementos arquitectónicos sobre los que se precipitan, también se observa el daño por oxidación en la estructura metálica.

Una de las problemáticas que presenta la estructura del **Gran Basamento** es la erosión prolongada en las fachadas, por la forma de la techumbre la cual genera acumulación del agua y el goteo produciendo un deterioro en la estructura.



FUENTE: Fotografía del Gran Basamento , Modelado INAH del basamento y su techumbre.

El día 21 de mayo del 2007 se presentó en la estructura una falla debido a una granizada, por la acumulación de hielo y agua provocando un colapso en la estructura, afectando gran parte del **Gran Basamento**. El proceso de apertura de la zona arqueológica, fue en el año 2008 después de una restauración y construcción de la techumbre.

El INAH difundió para su apertura una simulación de cómo se generó el colapso de la estructura por la acumulación de hielo y la falta de la funcionalidad del sistema de desagüe.



FUENTE: Modelado INAH Estructura del Gran Basamento del colapso de la Techumbre.

La estructura metálica también ha provocado que no se efectuen investigaciones ni excavaciones, debido a que la mayor parte de los tensores de la techumbre fueron colocados en los laterales de la estructura del **Gran Basamento**. Tomando en cuenta que estas oquedades u orificios provocan una acumulación de agua que genera la oxidación de los tensores y afectan a las estructuras mas tardías que todavía no han sido investigadas.



FUENTE: Fotografía actual de los tensores de la Techumbre del Gran basamento.



FUENTE: Fotografía Tensores Techumbre Este.



FUENTE: Fotografía Tensores Techumbre Oeste.

En el 2014 se hace mención desde hace cinco años que los propios arqueólogos de la zona alertaron sobre la desaparición del pigmento del mural incluso que se habían borrado varios elementos. Uno de ellos **“Tres Corazones Sangrantes”**, que forma parte importante de la iconografía del mural, además de que otras intervenciones y equivocadas medidas de protección hacen temer que en menos de cinco años ya se habrán perdido estos vestigios irremediablemente en el desvanecimiento del fondo que está conformado por un azul maya.



FUENTE: Fotografía actual de los vestidores sacerdotes en Cacaxtla.

El arqueólogo Pedro Morales argumentó que el **“Mural De La Batalla”**, en la zona arqueológica de Cacaxtla, es otro de los pigmentos naturales y minerales que cada día pierden su color. Ha bastado 39 años desde su hallazgo para que intervenciones equivocadas cause la pérdida del 70 por ciento o más del pigmento original.



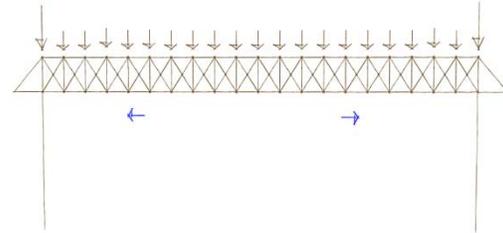
FUENTE: Fotografía actual del Mural De La Batalla.

Otro factor es la barrera de vidrio que fue colocada al mural. Causando rizados de viento que generan una fricción a las pinturas directamente que al paso de los años se convierten en lijas que se lleva el azul maya.

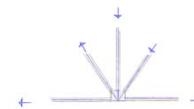
## CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA.

### 2.1. ESTUDIO DE CARGAS

La estructura de la techumbre de Cacaxtla se compone por dos caras laterales de un sistema de armadura compuesta de miembros esbeltos unidos entre sí en sus puntos.



Las conexiones en los nudos están unidas a base de soldaduras en los extremos a unas placas como se muestra en el dibujo.

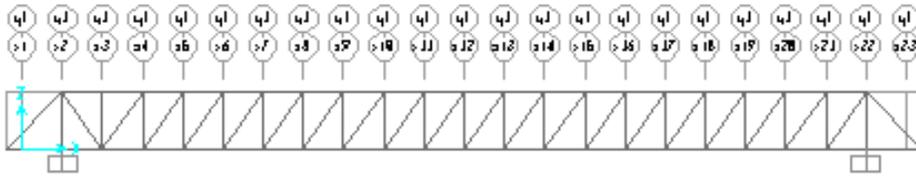


Dibujos de techumbre y su sistema de nudos.

Esta estructura de alma abierta es usada para librar un claro de 71 metros de largo. Donde la carga del techo es transmitida a la armadura a los nudos por medio de una serie de largueros.

El análisis de los esfuerzos es desarrollado en los vértices de la armadura tridimensional y la carga sobre la cual la cubierta transmite las fuerzas estáticas y dinámicas.

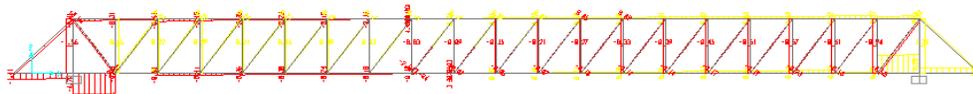
Para el análisis de la estructura se determinó un sistema de columnas empotradas. Donde se generaron cargas en cada uno de los vértices uniformemente repartidas por medio de datos obtenidos del Instituto Nacional de Antropología e Historia y se implementaron las cargas en la estructura donde se estudió las deformaciones de la techumbre.



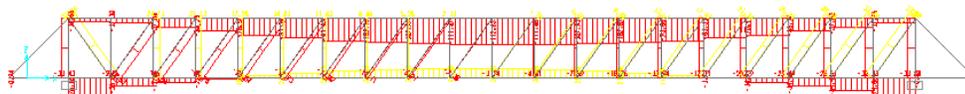
**Análisis estructural con la aplicación SAP 2000.**



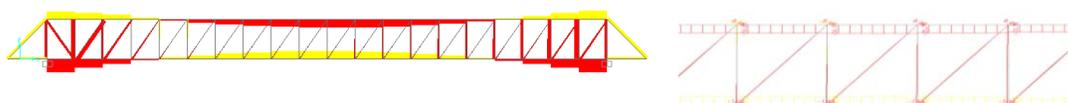
**Análisis Estructural con la aplicación SAP 2000.**



**Análisis Estructural de fuerzas a tensión y compresión con la aplicación SAP 2000.**



**Análisis estructural de fuerzas a tensión y compresión con la aplicación SAP 2000.**



Análisis estructural de fuerzas a tensión y compresión con la Aplicación SAP 2000.

### ANÁLISIS DE FUERZAS LATERALES (DISEÑO POR VIENTO)

Clasificación de las estructuras según su importancia.	Grupo A
Clasificación de las estructuras según su respuesta ante la acción del viento.	Tipo I <sup>5</sup>
Categorías de terrenos según su rugosidad	Categoría 2
Velocidad regional para un periodo de retorno de 200 años <sup>6</sup> ( $V_R$ )	130 km/h
Factor de topografía local, FT	1.0

La velocidad básica<sup>7</sup> de diseño, en km/h:

$$V_D = F_T F_{rz} V_R$$

<sup>5</sup> Estructuras poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento. Se agrupan en este tipo aquéllas en las que la relación de esbeltez,  $\lambda$ , (definida como la relación entre la altura y la menor dimensión en planta), es menor o igual que cinco y con periodo natural de vibración del primer modo, menor o igual que un segundo. Se consideran dentro de este tipo la mayoría de los edificios para habitación u oficinas, bodegas, naves industriales, teatros y auditorios, puentes cortos.

<sup>6</sup> Manual de diseño de obras civiles – diseño por viento, CFE, 2008.

<sup>7</sup> Manual de diseño de obras civiles – diseño por viento, CFE, 2008.

En donde:

- $F_T$  Es el factor que depende de la topografía local a dimensionar.
- $F_{rz}$  Es el factor que toma en cuenta el efecto de las características de exposición local, a dimensionar.
- $V_R$  La velocidad regional de ráfaga que le corresponde al sitio en donde se construirá la estructura, en km/h.

Factor de exposición,  $F_{rz}$

$$\begin{array}{ll} F_{rz} = c & \text{si } z \leq 10 \\ F_{rz} = c \left( \frac{z}{10} \right)^\alpha & \text{si } 10 < z < \delta \\ F_{rz} = c \left( \frac{\delta}{10} \right)^\alpha & \text{si } z \geq \delta \end{array}$$

$z = 25 \text{ m}$

Categoría del terreno	$\alpha$	$\delta$ (m)	c
2	0.128	315	1

En donde:

- $z$  Es la altura por encima del terreno natural a la cual se desea conocer la velocidad de diseño en m.

- $\alpha$  El exponente que determina la forma de la variación de la velocidad del viento con la altura, a dimensionar.
- $\delta$  La altura medida a partir del nivel del terreno de desplante por encima de la cual la variación de la velocidad del viento no es importante y puede suponerse constante. A esta altura se le conoce como altura gradiente; en metros.
- $c$  El coeficiente de escala de rugosidad, a dimensionar.

$$F_{Iz} := 1 \cdot \left( \frac{25}{10} \right)^{0.128} = 1.124$$

$$V_D := 1 \cdot F_{Iz} \cdot 130 = 146.177 \text{ km/h}$$

Presión dinámica de base,  $q_z$

$$q_z = 0.047 G V_D^2 \text{ en Pa}$$

En donde:

- $V_D$  Es la velocidad básica de diseño, en km/h.
- $q_z$  La presión dinámica de base a una altura  $z$  sobre el nivel del terreno, en Pa.
- $G$  El factor de corrección por temperatura y por altura con respecto al nivel del mar, a dimensionar.

$$G = \frac{0.392 \Omega}{273 + \tau}$$

En donde:

- $\Omega$  Es la presión barométrica, en mm de Hg.
- $\tau$  La temperatura ambiental, en °C.

$$G := \frac{0.392555.34}{273 + 19} = 0.746$$

Por lo tanto:

$$q_z := 0.047G \cdot V_D^2 = 748.72 \text{ Pa}$$

Presión actuante sobre estructuras,  $p_z$

$$p_z = C_p q_z$$

Presión neta dada en techos aislados por:

$$p_n = C_{pn} K_A K_L q_z$$

En donde:

- $p_n$  Es la presión neta, en Pa,
- $C_{pn}$  Es el coeficiente de presión neta. El cual corresponde al  $C_{pb}$  en la parte de barlovento, y al  $C_{ps}$  en la de sotavento, a dimensionar.
- $K_A$  Es el factor de reducción de presión por tamaño de área, en este caso se toma igual a 1, a dimensionar,
- $K_L$  Es el factor de presión local, adimensional,
- $q_z$  Es La presión dinámica de base, en Pa,

Dado que  $C_{pb} < C_{ps}$  se toma un valor de -0.2 y  $k_L = 1.5$

$$P_n := -0.2 \cdot 1.5 \cdot q_z = -224.616 \text{ Pa}$$

$$F_{es} := p_z \cdot A_z$$

- $F_{es}$  Es la fuerza estática resultante del viento que actúa perpendicularmente sobre las superficies o elementos estructurales la construcción en N.
- $A_z$  El área de la estructura, o parte de ella en  $m^2$ . A la altura z sobre la que actúa la presión de diseño,  $p_z$ .

$$A_z := 15 \cdot 17.73 \text{ m}^2$$

$$p_z := P_n$$

$$F_{es} = -5973.66 \text{ N}$$



“La fuerza que se ejerce es de succión”.

## CAPÍTULO 3. ESTUDIO DE LAS PÉRDIDAS DE HUMEDAD EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CACAXTLA.

### 3.1. FACTORES CLIMATOLÓGICOS EN LA ZONA DE CACAXTLA

El estudio del entorno es un factor determinante para condicionar un análisis crítico de las necesidades. Para evitar el deterioro expuesto de la zona arqueológica y sus pinturas-murales.

La orientación de la zona arqueológica de Cacaxtla se localiza en una latitud de 19° 24`L.N. Longitud 98° 35` en una altitud 2638 M.S.N.M. También uno de los factores que caracterizan a este sitio es el clima templado subhúmedo característico por la continua precipitación pluvial. Otro factor característico de la zona son las ráfagas de viento que oscilan entre las mínimas de 0.1 m/s y máximo de 7.8 m/s. Según los datos oficiales normales climatológicos de Conagua. (Pueden tener variaciones por la localización topográfica del sitio.)



Plano de localización de Cacaxtla en San Miguel De Los Milagros ,Tlaxcala.

Otro factor a determinar será la humedad relativa del aire ya que es un indicador directo del potencial de evaporación en la cantidad de vapor de agua que se presenta en el aire.

En la primera tabla se muestran las temperaturas máximas/ mínimas de los meses más fríos y cálidos.

Datos tomados de normales climatológicos de Conagua donde se marcan en tablas mensuales los rangos de temperatura.

Estos valores serán utilizados para un cálculo térmico que se producen en la techumbre sobre la zona arqueológica y sus pinturas-murales, otros datos nos muestra la estimación de temperatura horaria de medidas mensuales a partir de medidas extremas.

Conforme a la latitud y longitud que se indican en el hemisferio. Las zonas horarias de inicio de incidencia solar se determinaron en esta situación que se tomaran en cuenta a partir de las 7:00 am en enero y 6:00 am del mes de mayo. Es cuando se presentó la hora más fría del mes de enero que es 0.4°C y en el mes de mayo con una temperatura de 7.3°C.

	ene	may
Temp max	19.3	24.1
Temp min	0.1	7.1
Temp med	9.7	15.6
Hora min	6.519	5.548
Hora max	13.929	13.138
Hora (TSV)		
00:00	5.1	10.8
01:00	4.2	10.1
02:00	3.4	9.5
03:00	2.8	9.0
04:00	2.2	8.6
05:00	1.8	8.3
06:00	1.4	7.3
07:00	0.4	9.6
08:00	3.0	13.3
09:00	7.3	17.3
10:00	11.7	20.5
11:00	15.4	22.7
12:00	17.8	23.8
13:00	19.0	24.0
14:00	19.2	23.4
15:00	18.5	22.4
16:00	17.3	21.0
17:00	15.7	19.4
18:00	14.0	17.9
19:00	12.2	16.4
20:00	10.5	14.9
21:00	8.9	13.7
22:00	7.5	12.5
23:00	6.2	11.6

Tabla de temperatura de enero y mayo.

Se clasificó el rango significativo de temperatura donde se presenta en la zona una temperatura mayor a los 18 grados, esto con el propósito de analizar las horas donde hay mayor aumento.

La temperatura del aire tomada al instante puede variar dependiendo del lugar donde es leída a la sombra o en el sol.

En una lectura general medida por las estaciones meteorológicas y sobre condiciones predeterminadas, la variación de la temperatura diurna depende del estado del cielo.

En los días despejados la gran cantidad de radiación solar y su libre expansión originan un amplio margen de variación térmica. Mientras que en los días nublados dicho margen es inferior. Otro factor muy importante para analizar es la humedad relativa, ya que el vapor de agua que se presenta en el aire influye en la pérdida y deterioro de las pinturas-murales que se localizaron en el **Gran Basamento**.

En la segunda tabla se muestra la humedad relativa en los meses más extremos del año que son enero y mayo.

Los datos son estimaciones de humedades relativas y horarias a medidas mensuales a partir de medidas extremas. En estas tablas se marcaron un porcentaje que rebasa un 70% de humedad que es cuando los índices de deterioro aumentan más rápidamente para las pinturas-murales generando el desvanecimiento de estas. La humedad relativa es un factor que no podemos evitar. Sin embargo sí podemos evitar el aumento de la humedad mediante estrategias de diseño arquitectónico para controlar los niveles de porcentajes incorrectos.

Los datos que se muestran en color rojo son los que se ocuparon para el cálculo térmico. Los cuales son determinados en la tabla anterior de la temperatura en el mes de enero que nos indica 92% a las 7:00 am y para el mes de mayo 78% a las 6:00am.

	ene	may
Temp max	19.3	24.1
Temp med	9.7	15.6
Temp min	0.1	7.1
H R med observ	64	60
H R max observ		
H R min observ		
H R med calc	63	55
H R max calc	93	78
H R min calc	34	33
Hora max	6.519	5.548
Hora min	13.929	13.138
Hora (TSV)		
00:00	77	69
01:00	80	70
02:00	82	72
03:00	84	73
04:00	86	74
05:00	87	75
06:00	88	78
07:00	92	72
08:00	84	62
09:00	71	51
10:00	57	42
11:00	46	36
12:00	38	33
13:00	35	33
14:00	34	34
15:00	36	37
16:00	40	41
17:00	45	45
18:00	50	49
19:00	55	53
20:00	61	57
21:00	66	61
22:00	70	64
23:00	74	66

Tabla de Humedad relativa de enero y mayo.

Un punto a considerar es cuando el aire caliente se enfría ya que la humedad relativa se eleva. Esto provoca problemas en la humedad cuando el aire cálido húmedo encuentra zonas frías. Lo contrario ocurre cuando el aire frío se calienta la humedad relativa disminuye.

Otro factor climático es la magnitud del viento que son efectos contraproducentes en las pinturas-murales; ya que las partículas de polvo dan pauta a que se conviertan en lijas que se llevan el color azul maya (característico de los Teotihuacanos) además de todos los colores.

Uno de los mayores riesgos en este fenómeno es que las cenizas del Popocatepetl lleguen a generar un daño irreversible por su cercanía a esta zona ya que los vientos en los meses más extremos como es enero sus magnitudes de viento oscilan en 7.1m/s y mayo con 7.4 m/s.

PARAMETRO		
VIENTO MAXIMO DIARIO	ENE	MAY
MAGNITUD MEDIA (m/s)	7.1	7.4

Tabla del viento en enero y mayo.

La dirección de estos vientos dominantes procede en invierno y primavera del sureste. Para el verano y otoño en el noreste con estos datos se pretende analizar:

¿Con qué magnitud y dirección afectan los vientos la pintura-mural en dichos meses?

Los datos son tomados de tablas climatológicas del INEGI mensualmente marcados por anemómetros.

El estudio de la radiación solar en la zona arqueológica demuestra que los rayos solares son los causantes de la pérdida y desvanecimiento de pigmentos minerales y vegetales que presentan las pinturas-murales. Mediante el análisis de radiación solar se generó una tabla que marca por cada hora del día, partiendo del día 21 de enero y del día 21 del mes de mayo. Un estudio de radiación solar. Se destacó que las horas con mayor grado de afectación eran 12:00 pm con una radiación 652 watt/m<sup>2</sup> para enero en mayo 650watt/m<sup>2</sup>. En mayor o menor tiempo del día existe un decremento que oscilan entre los 30 / 165watt.

ENERO	Radiación Solar	MAYO	Radiación Solar
6:00	4.59157	6:00	46.10547
7:00	63.85991	7:00	182.2164
8:00	228.1488	8:00	325.79
9:00	392.9482	9:00	456.6118
10:00	530.1797	10:00	560.4867
11:00	620.523	11:00	627.0795
12:00	652	12:00	650
13:00	620.523	13:00	627.0795
14:00	530.1798	14:00	560.4867
15:00	392.9482	15:00	456.6118
16:00	228.1488	16:00	325.79
17:00	63.85991	17:00	182.2164
18:00	4.59149	18:00	46.10548

Tabla del viento en enero y mayo.

Pero en nuestro cálculo térmico tomaremos en cuenta las 7:00 am de enero con una radiación solar de 63.85 watt/m<sup>2</sup> y en mayo las 6:00 am con 46.10 watt/m<sup>2</sup>.

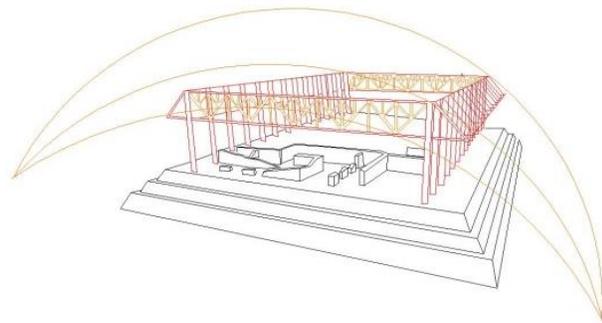
Estos datos son calculados por un programa llamado: **Proyección De Sombras** que esta aunado a la latitud y longitud del lugar. Un estudio generando mediante un promedio mensual de radiación máxima global en un mapa climatológico de México.

Un factor dentro de la radiación solar es la incidencia sobre la superficie. La cual provoca la pérdida de humedad y que el agrietamiento del lugar pueda ser más susceptible a la compresión y a los movimientos laterales, al igual que la erosión y desmoronamiento del tepetate.

Otro factor es el de la proyección de sombra generada por la techumbre sobre el **Gran Basamento** y sus pinturas-murales. Donde nos indica con respecto al ángulo de inclinación solar durante los husos horarios de la radiación solar.

Con este análisis se pretende estudiar el movimiento solar ya que las pinturas-murales son susceptibles a la incidencia solar por su pintura vegetal con respecto a sus componentes orgánicos y pueden presentar decoloración hasta su desvanecimiento.

La resolana es una afectación directa al mural que acelera la pérdida de los colores azul maya, blancos, negros, verdes y rojos.



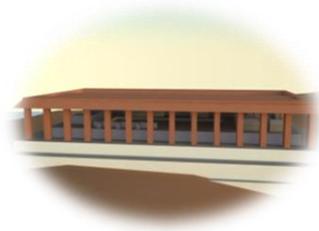
Dibujo grafica solar sobre la techumbre del Gran Basamento.

Con el análisis de asoleamiento se realizará un modelado a escala con los datos de altitud y latitud en los meses de enero y mayo para simular la radiación solar que emite dichos meses y con ello analizar las proyecciones de sombra que produce la techumbre sobre el **Gran Basamento**.

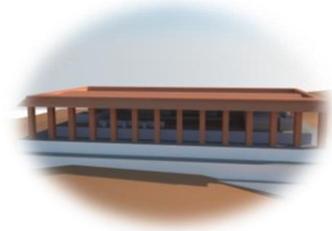
**MAYO**

**ENERO**

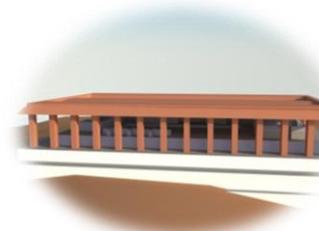
6:00 AM



6:00 AM



8:00 AM



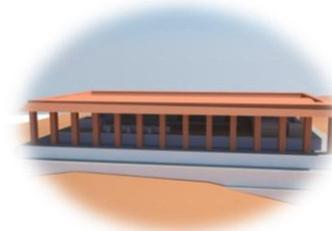
8:00 AM



10:00 AM



10:00 AM



12:00 AM



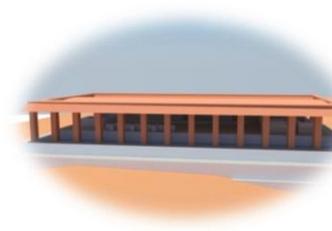
12:00 AM



14:00 PM



14:00 AM



16:00 PM



16:00 AM



**IMÁGENES:** Simulación de radiación solar sobre la techumbre del Gran Basamento.

En esta tabla se muestran los materiales que influyen dentro del cálculo térmico y los factores climatológicos como son el aire.

Datos de materiales y factores climatológicos en techumbre	Espesor (m)	Conductividad térmica R (w/m <sup>2</sup> °K)	Calor específico Cp (KJ/Kg°C)
Muros: Tepetate en una primera capa	0.10	1.15	0.83
Aire		1.70	0.83
Losa:	0.001	0.6	1.004
• Impermeabilizante color rojo.			
• Pintura de Esmalte	0.02	1.07	0.84
• Relleno de tezontle.	0.2562	1.465	2.449
• Lámina	0.38	47	0.45

## CONSTANTES

La **absortividad** es la propiedad de un material que determina la cantidad de **radiación incidente** que se puede absorber.

Representa en sí la fracción de radiación incidente que es absorbida por un material, con valores que van de 0.0 a 1.0 (aunque también se puede expresar en términos de porcentaje, de **0% a 100%**). La **absorbancia en ocasiones denominada *absorción superficial*** depende fundamentalmente **del color y el acabado de los materiales**.

### Absorbancia

Muros ( $\alpha$ ) = 0.955

Techo ( $\alpha$ ) = 0.976

**Emitancia** es una magnitud radiante asociada al calor emitido por un cuerpo debido a la temperatura a la que se encuentra por la unidad de tiempo y la unidad de la superficie emisora.

La emitancia considera *toda la energía emitida* por radiación por una superficie en *todas las longitudes de onda del espectro* y hacia *todas las direcciones posibles*.

### **Emitancia**

Muros (épsilon  $\epsilon$ ) = 0.95

Techo (épsilon  $\epsilon$ ) = 0.95

La **constante de Boltzmann** ( $k$  o  $k_B$ ) es la constante física que relaciona temperatura absoluta y energía.

**Constante de Stefan – Boltzman** ( $\sigma$ ) =  $5.669 \times 10^{-8} \text{ w/hr m}^2 \text{ }^\circ\text{K}^4$

**Coefficiente de convección del aire exterior, aire constante, (he)**

Muros  $h_e = 34.06 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$

Techo  $h_e = 17.03 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$

**Coefficiente de convección del aire interior, aire quieto, (hi)**

Muros y techo,  $h_i = 9.36 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$

## **ENERO**

### **GANANCIA DE CALOR A TRÁVES DE MUROS CON INCIDENCIA SOLAR Y DE LA TECHUMBRE POR CONDUCCIÓN.**

$h_e$  = Coeficiente aire exterior

$e_n$  = Espesor de la capa n de material

$K_n$  = Conductividad térmica de la capan de material

1

U muros= \_\_\_\_\_ = 4.31 w/m² °K

$$\frac{1}{34.06} + \frac{0.11}{1.07} + \frac{1}{9.36}$$

1

U techo= \_\_\_\_\_ = 1.6 w/m² °K

$$\frac{1}{17.03} + \frac{0.001}{0.6} + \frac{0.02}{1.07} + \frac{0.05}{0.63} + \frac{0.20}{0.63} + \frac{0.0062}{0.205} + \frac{0.38}{47} + \frac{1}{9.36}$$

**CÁLCULO DE DR**

DR= σ\*[ (1+cos SLP) \* (T<sub>sky</sub><sup>4</sup> - T<sub>amb</sub><sup>4</sup>) + (1- cos SLP) \* (T<sub>surr</sub><sup>4</sup> - T<sub>amb</sub><sup>4</sup>) ]

t<sub>sky</sub>= 0.0552\* (273.55)<sup>1.5</sup> = 249.74

DR= 5.669 x 10<sup>-8</sup> \* [ (1+cos 0°) \* ((249.74)<sup>4</sup> - (273.55)<sup>4</sup>) + (1- cos 0) \* ( - 273.55<sup>4</sup>) ] = -97.41

**CÁLCULO DE ho**

ho = hw + hir

hw = 32.7 + 13.7 \* (7.1 m/seg.) = 329.44 kj/m² °K 3.6 = 91.51 w/m² °K

hir = 4σεT<sup>3</sup>

## Temperatura de la pared.

### CONSTANTES

Temp. ext = 0.4 °C

Temp. Int. = 18.1°C

Coeficiente de convección en el aire int (hi) = 9.36 w/m<sup>2</sup> °K

Coeficiente de convección en aire ext. (he) = 34.06 w/m<sup>2</sup> °K

K = 0.80 w/m<sup>2</sup> °K

### FACHADA NORESTE

Espesor de Muro: 0.10

Área de Muro: 3.25

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{9.36} + \frac{0.11}{0.80} + \frac{1}{34.06}} * 3.25 (18.1 - 0.4) = 210.1772$$

### FACHADA NORESTE

$$T_{se} = \frac{210.1772}{3.25} * \frac{1}{34.06} + 0.4 = 2.30$$

$$T_{si} = \frac{210.1772}{3.25} * \frac{0.11}{0.80} + 2.30 = 11.19$$

### FACHADA SUROESTE

Espesor de Muro: 0.11

Área de Muro: 10.60

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{9.36} + \frac{0.11}{0.80} + \frac{1}{34.06}} * 10.60 (18.1 - 0.4) = 685.5012$$

**FACHADA SUROESTE**

$$T_{se} = \frac{685.5012}{10.60} * \frac{1}{34.06} + 0.4 = 2.30$$

$$T_{si} = \frac{685.5012}{10.60} * \frac{0.11}{0.80} + 1.90 = 11.19$$

$$T = 0.4 \text{ °C} + 2.30 \text{ °C} = 2.70 \text{ °C} + 273.15 = 275.85 \text{ °K}$$

$$h_{ir} = 4(5.669 \times 10^{-8}) * 0.95 * (275.85)^3 = 4.55$$

$$h_o = (91.51) + (4.55) = 96.06$$

**CÁLCULO DE LA TEMPERATURA SOL / AIRE PARA TECHOS**

$$T_{sa} = 273.3 \text{ °K} + \frac{(0.955 * 63.85991)}{96.06} - \frac{(0.95 * -97.41)}{96.06} = 275.15 \text{ °K}$$

**MAYO**

**GANANCIA DE CALOR A TRÁVES DE MUROS Y TECHOS POR CONDUCCIÓN.**

he= Coeficiente aire exterior

en= Espesor de la capa n de material

K n= Conductividad térmica de la capa de material

1

U muros= \_\_\_\_\_ = 4.31 w/m² °K

$$\frac{1}{34.06} + \frac{0.11}{1.07} + \frac{1}{9.36}$$

1

U techo= \_\_\_\_\_ = 1.69 w/m² °K

$$\frac{1}{17.03} + \frac{0.001}{0.6} + \frac{0.02}{1.07} + \frac{0.05}{0.63} + \frac{0.20}{0.63} + \frac{0.0062}{0.205} + \frac{0.38}{47} + \frac{1}{9.36}$$

**CÁLCULO DE DR**

DR= σ\*[ (1+cos SLP) \* (T<sub>sky</sub><sup>4</sup> - T<sub>amb</sub><sup>4</sup>) + (1- cos SLP) \* (T<sub>surr</sub><sup>4</sup> - T<sub>amb</sub><sup>4</sup>) ]

t<sub>sky</sub>= 0.0552\* (280.45)<sup>1.5</sup> = 259.25

DR= 5.669 x 10<sup>-8</sup> \* [ (1+cos 0°) \* ((259.25)<sup>4</sup> - (280.45)<sup>4</sup>) + (1- cos 0) \* (- 280.45<sup>4</sup>) ] = -95.10

**CÁLCULO DE ho**

ho = hw + hir

hw = 32.7 + 13.7 \* (7.4 m/seg.) = 343.36 kj/m² °K 3.6= 95.38 w/m² °K

hir = 4σεT<sup>3</sup>

## Temperatura de la Pared

### CONSTANTES

$$\text{Temp. ext} = 7.3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Temp. Int.} = 19.94^\circ\text{C}$$

$$\text{Coeficiente de convección en el aire int (hi)} = 9.36 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$\text{Coeficiente de convección en aire ext. (he)} = 34.06 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$K = 0.80 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{K}$$

### FACHADA NORESTE

$$\text{Espesor de Muro: } 0.11$$

$$\text{Área de Muro: } 3.25$$

1

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{9.36} + \frac{0.11}{0.80} + \frac{1}{34.06}} * 3.25 (19.94 - 7.3) = 150.0927$$

$$\frac{1}{\frac{1}{9.36} + \frac{0.11}{0.80} + \frac{1}{34.06}}$$

----- + ----- + -----

$$9.36 \quad 0.80 \quad 34.06$$

### FACHADA NORESTE

$$T_{se} = \frac{150.0927}{3.25} * \frac{1}{34.06} + 7.3 = 8.66$$

$$\frac{150.0927}{3.25} \quad \frac{1}{34.06}$$

$$T_{si} = \frac{150.0927}{3.25} * \frac{0.11}{0.80} + 8.66 = 15.01$$

$$\frac{150.0927}{3.25} \quad \frac{0.11}{0.80}$$

### FACHADA SUROESTE

$$\text{Espesor de Muro: } 0.11$$

$$\text{Área de Muro: } 10.60$$

$$Q = \frac{1}{\frac{1}{9.36} + \frac{0.11}{0.80} + \frac{1}{34.06}} * 10.60 (19.94 - 7.3) = 489.5330$$

**FACHADA SUROESTE**

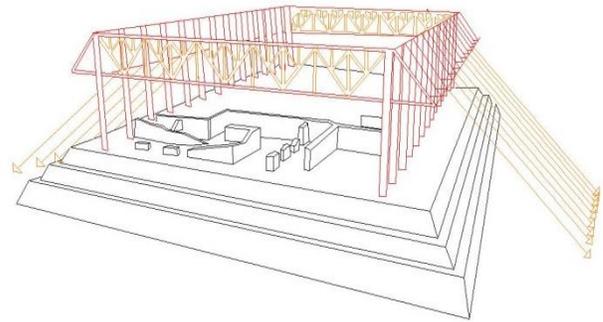
$$T_{se} = \frac{489.5330}{10.60} * \frac{1}{34.06} + 7.3 = 8.66$$

$$T_{si} = \frac{489.5330}{10.60} * \frac{0.11}{0.80} + 8.66 = 15.01$$

## CAPÍTULO 4. ESTRATEGIA DE DISEÑO.

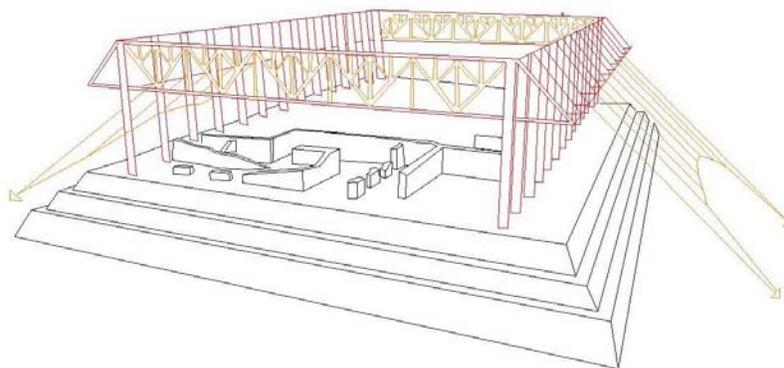
### 4.1. ADECUACIÓN DE LA TECHUMBRE PARA EVITAR SU DETERIORO

Una de las estrategias de diseño para evitar el deterioro del **Gran Basamento** es distribuir el número de esfuerzos generados sobre las etapas constructivas del período clásico las que se encuentran expuestas del lado este y oeste, y permitir en un futuro generar nuevas calas arqueológicas para la investigación y estudio científico de la Cultura Olmeca Xicalanca.



Dibujo de la techumbre del Gran Basamento.

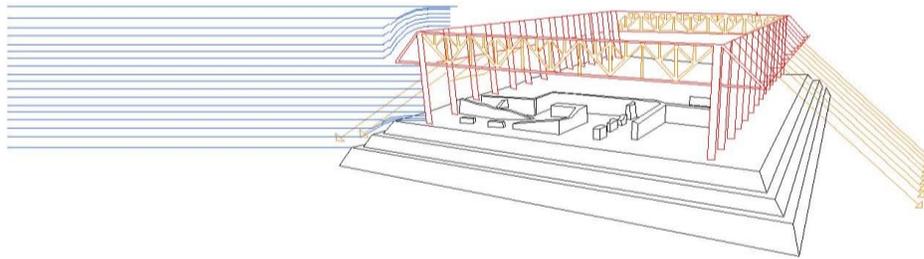
La estrategia es generar un arco el cual permita mantener la rigidez de la estructura distribuyendo los esfuerzos en el lado este y oeste para evitar la erosión de la estructura más tardía por la infiltración a la que está expuesta.



Dibujo de la propuesta para la estructura de la techumbre del Gran Basamento.

Otra problemática es la erosión causada por los vientos dominantes porque afecta a la pintura-mural borrando gran parte de los pigmentos minerales y los conjuntos habitacionales se vean afectados por la disgregación de los materiales tal es el caso en el tepetate.

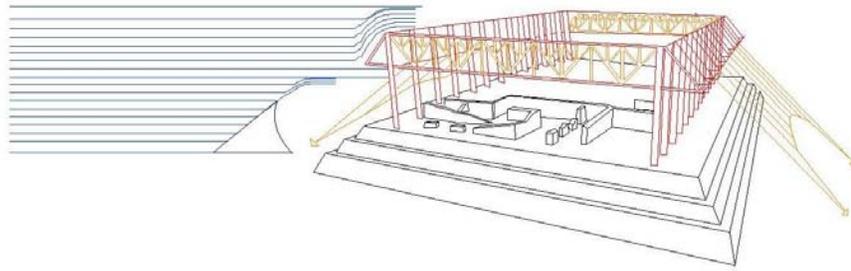
En el dibujo se realiza una simulación del comportamiento del viento sobre la estructura del **Gran Basamento**, el contacto directo sobre las pinturas-murales y los conjuntos habitacionales.



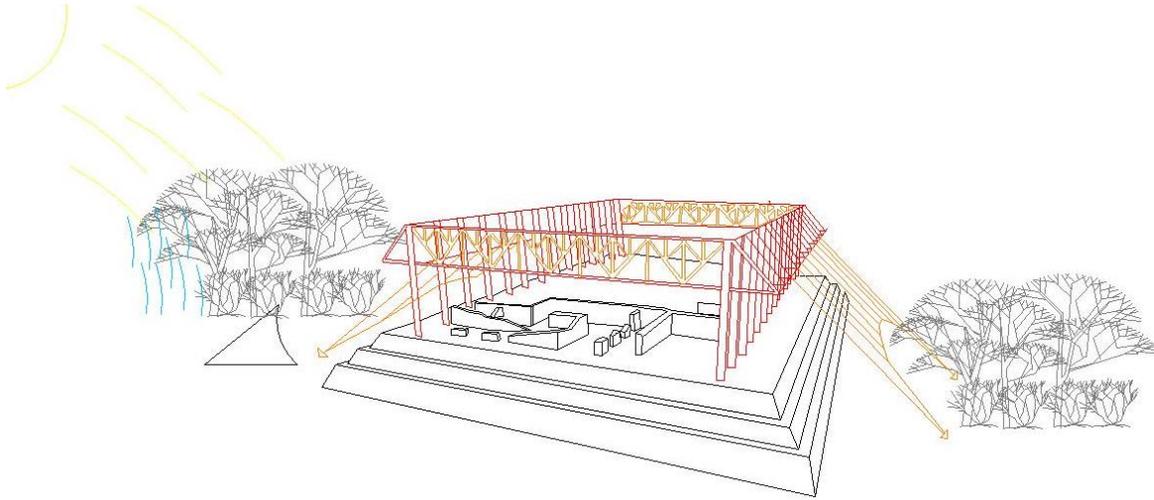
Dibujo Análisis de el viento de la techumbre del Gran Basamento.

Otra estrategia para el viento es la de generar una barrera natural la cual direccionará los vientos dominantes y así evitar el contacto directo sobre las pinturas-murales y los conjuntos habitacionales.

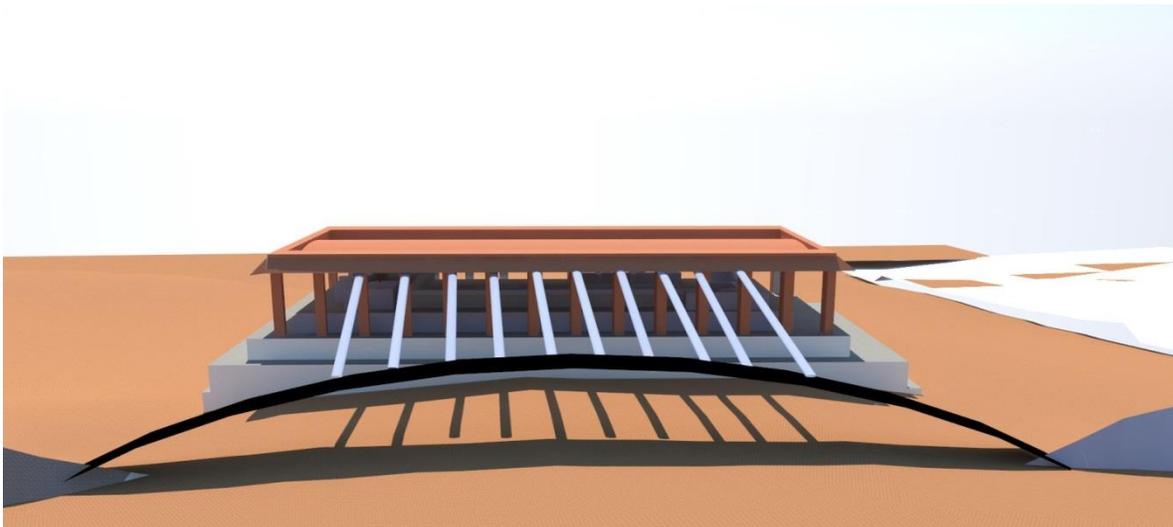
Esta barrera natural se pretende generar en su fabricación a base de un sistema de mamposteo con piedra volcánica que se localiza en el sitio, ya que los antecedentes históricos nos relatan que gran parte de este basamento se encuentra cubierta por lava volcánica.



**Dibujo Análisis de viento de la techumbre del Gran Basamento.**



**Dibujo de la propuesta de la barrera vegetal y humidificación del espacio.**



**Render de estrategias de diseño para la techumbre del Gran Basamento.**

## CONCLUSIÓN

---

Por medio del análisis que se generó en su sistema estructural como en lo climatológico se pueden generar soluciones para disminuir el daño provocado actualmente y prever daños futuros.

Una de las maneras fue recopilar información de antecedentes históricos de la zona arqueológica de Cacaxtla y sus elementos característicos que identifican a la cultura Olmeca–Xicalancan al igual que la importancia de las pinturas-murales.

Uno de los factores que se identificaron dentro del análisis fueron los siguientes:

- La pérdida de humedad en la estructura del **Gran Basamento**, que ha provocado la erosión del tepetate como sistema de material constructivo en la zona y las pinturas-murales.
- La techumbre de la zona arqueológica de Cacaxtla ha llegado a provocar pérdida y deterioro de gran parte de unas subestructuras más tempranas a causa de la infiltración por parte de los tensores colocados en la parte este y oeste de la estructura del **Gran Basamento**.
- La pérdida de las pinturas-murales a consecuencia de los vientos dominantes que generan movimiento en las partículas de polvo, que al paso de tiempo se convierten en lijas en fricción con los pigmentos vegetales y minerales.
- Otro es el daño que produce el escurrimiento por parte de la techumbre en las fachadas del lado este y oeste.

Con estos datos se generan propuestas que dan solución al deterioro del **Gran Basamento** y sus pinturas-murales para permitir en un futuro seguir con las investigaciones en la recopilación de la información de Cacaxtla. Los métodos que se emplearon en función de todo el proceso de investigación fueron:

- Para la problemática que se generó en los esfuerzos de la estructura del lado este y oeste a causa de la localización de los tensores, la problemática del daño a estructuras más tempranas, se propone distribuir el número de apoyos en los extremos este y oeste de la estructura mediante un sistema de arco que ligue los demás extremos de los tensores y los canalice en dos esfuerzos del lado sur y norte.
- Otra estrategia fue la de direccionar los vientos dominantes que repercuten a la degradación y la pérdida de las pinturas-murales, mediante una barrera artificial a base de materiales naturales que se localizan en el sitio, tal es el caso de la piedra volcánica.

## REFERENCIAS

---

- <http://e-tlaxcala.mx/articulo/2014-07-31/imperdonable-descuido-del-inah-pone-en-peligro-cacaxtla>
- [http://2.bp.blogspot.com/-XhlcAmrsqLE/T\\_8t4TTXZpI/AAAAAAAAACgo/TDojxBR2QE8/s1600/ESPECIALISTAS+DEL+INA](http://2.bp.blogspot.com/-XhlcAmrsqLE/T_8t4TTXZpI/AAAAAAAAACgo/TDojxBR2QE8/s1600/ESPECIALISTAS+DEL+INA)
  
- **DEL GRAN BASAMENTO DE CACAXTLA: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MAYOR.**  
**Autor:** Beatriz Palavicini Beltrán , Documento PDF.
  
- **LA DESTRUCCIÓN DE CACAXTLA Y CHOLUA: UN SUCESO EN LA HISTORIA ERUPCIÓN DEL POPOCATEPETL.**  
**Autor:** Jose Luis Marcia , Michel Ablams Ed: 21 Enero - Marzo 1996
  
- **ANTOLOGÍA DE CACAXTLA / ANGEL GARCIA COOK. B. LEONOR MERINO CARRIÓN COMPS. ; LORENA MIRAMBELL S. COORD.**  
**Autor:** García Cook, Angel, compilador
  
- **CACAXTLA :LA ICONOGRAFÍA DE LOS OLMECA - XICALANCA / MARTA FONCERRADA DE MOLINA ; ED. EMILE A. CARREÓN BLAINE**  
**Autor:** Foncerrada de Molina, Marta
  
- **GUIA OFICIAL :CACAXTLA-TIZATLAN / ÁNGEL GARCÍA COOK**  
**Autor:** García Cook, Angel
  
- **METODOLOGIA PARA EL ANÁLISIS DE LA TÉCNICA PICTÓRICA MURAL PREHISPANICA :EL TEMPLO ROJO DE CACAXTLA / DIANA ISABEL MAGALONI KERPEL**  
**Autor:** Magaloni Kerpel, Diana Isabel

## ANEXO

---

---

ANEXO 1: PLANO DEL SITIO ARQUEOLÓGICO DE CACAXTLA

---

ANEXO 2: PLANO DEL GRAN BASAMENTO

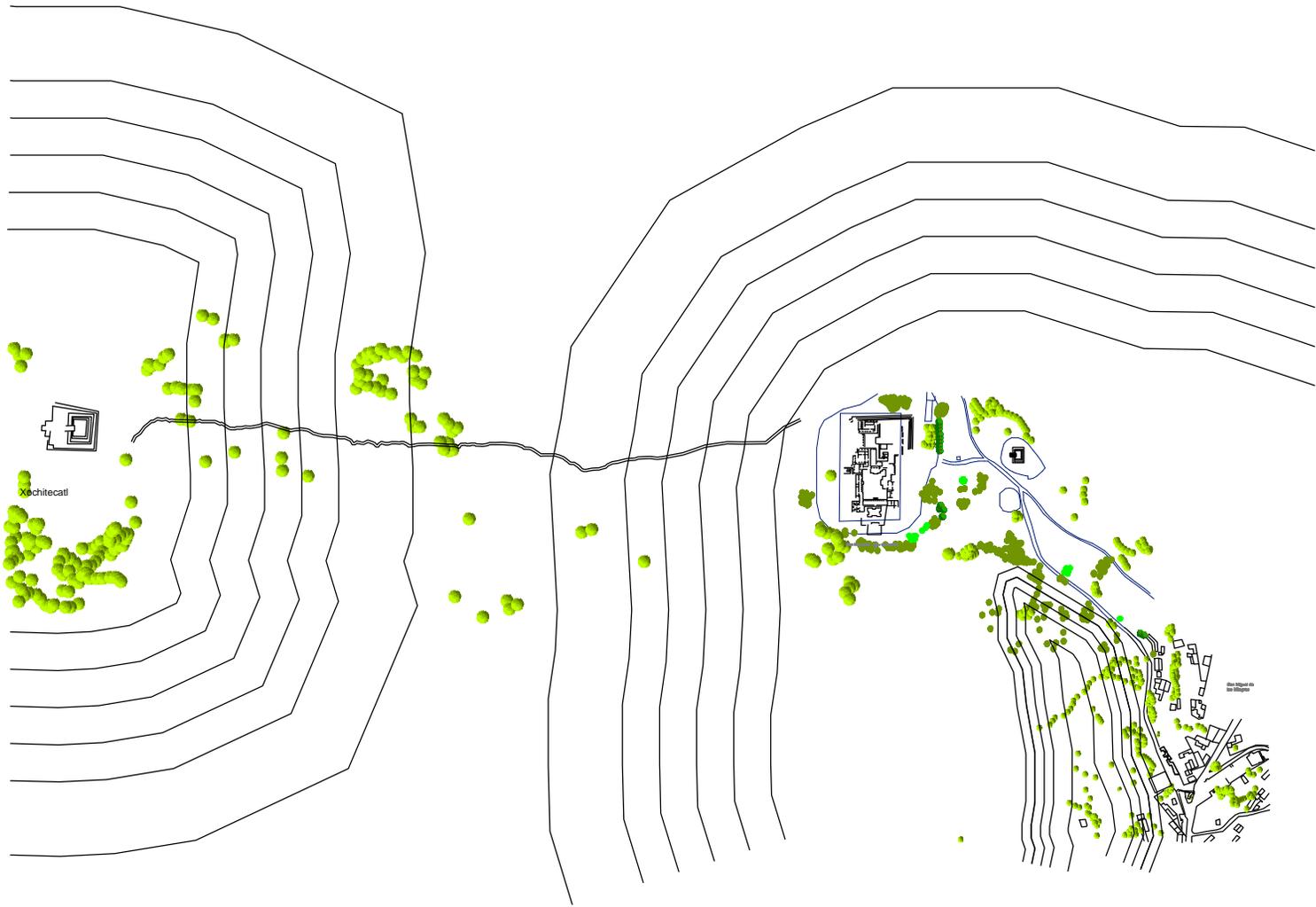
---

ANEXO 3: CORTE ESTRUCTURAL DE LA TECHUMBRE

---

ANEXO 4: FACHADA ESTE, DAÑO POR HUMEDALES

---



LOCALIZACIÓN



PROYECTO: JESUSARRASCO  
 UBICACIÓN: Ciudad de México, México  
 DISEÑO: J. Carrasco Lizardi  
 DISEÑO: J. Carrasco Lizardi

URBANO

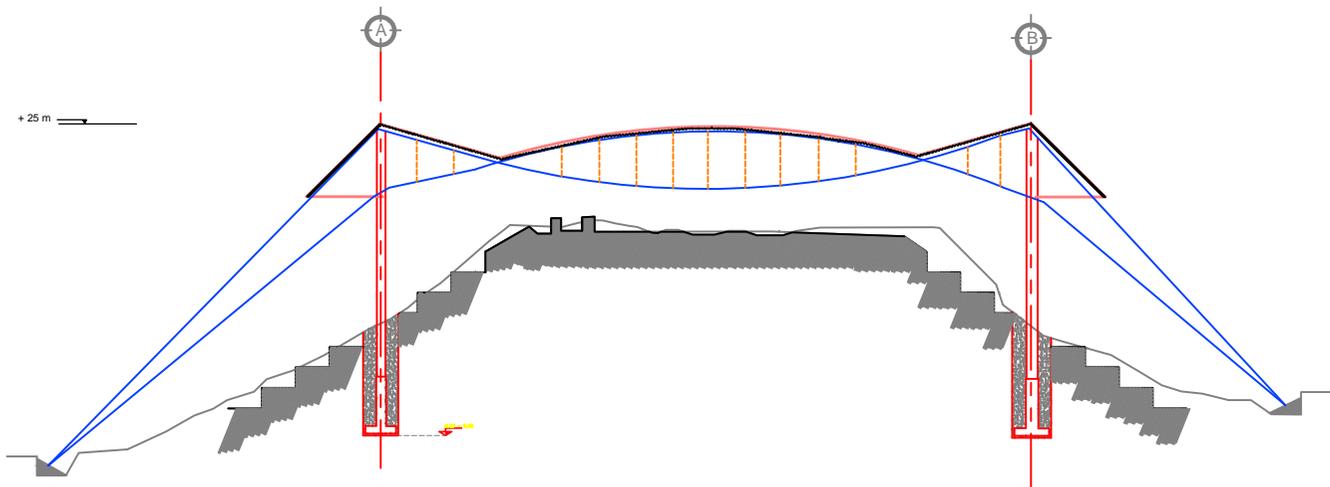
PROYECTO: JESUSARRASCO  
 DISEÑO: J. Carrasco Lizardi

ESCALA: 1:2000  
 FECHA: FEB - 15



ZONA ARQUEOLÓGICA





**CORTE DE LA ESTRUCTURAL DE LA TECHUMBRE DE CACAXTLA**

**Simbología:**

Simbolo	Descripcion
	Corte/Seccion de la estructura
	Forma Original de la obra
	Dimensiones y detalles de la obra
	Material de la obra

**ESPECIFICACIONES:**

- 1- La dimension de las columnas son elaboradas por un sistema de vigas adosadas y el terreno solo continuara en su respectivo plano tipo.
- 2- Realizado de planchas tipo A3 1000 x 1400 Kg por cent.
- 3- Las columnas son perfilado de acero.
- 4- Vigas en las columnas por sistema de combinacion.
- 5- El tipo de la columna es tipo un sistema de dos columnas continuas por sistema de terreno del lado norte y sur de la estructura.

**LOCALIZACION:**



Desarrollado por: [Logo]

ING. CARLOS GUERRA PARRON (P.A.), Director de Proyectos  
 EPM. MICHAEL GUERRA  
 DISEÑO: Dr. Juan Sebastian Sotelo Pineda  
 Dr. German Lopez Hernandez Corona

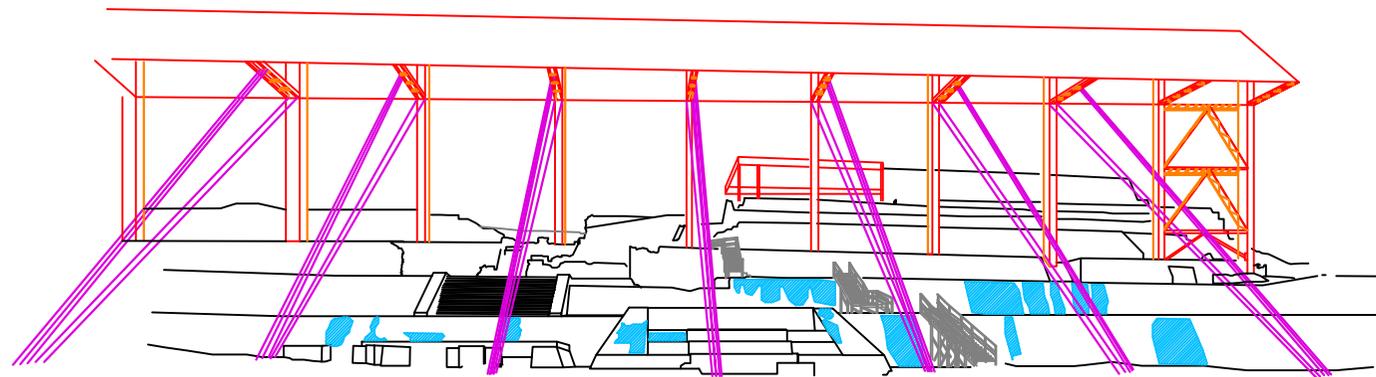
**Corte de la Techumbre de Cacaxtla**

AUTORIZADO POR:  
**JESUS CARRASCO LIZARDI**

COMO: ESCALA: 1/150  
 11/11/2015  
 05:00 PM

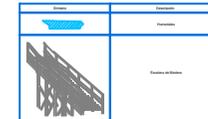
**C-1**

**ZONA ARQUEOLÓGICA**



FACHADA ESTE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE CACAXTLA ANÁLISIS DE HUMEDALES

Epitafología:



**ESPECIFICACIONES:**

- 1.- En la cubierta de la edificación se utilizará un sistema de estructura conformada por 28 columnas de acero.  
Características:
  - a)- Las columnas son perfiles de acero, según en los planos por un sistema de columnas.
  - b)- El tipo de la cubierta se utilizará un sistema de estructura conformada por alfileres de aluminio del tipo estándar y con de la estructura.
  - c)- La cubierta será compuesta por láminas acrílicas.
- 2.- Las columnas de la cubierta se instalarán en condiciones de agua pluvial en las fachadas del lado este y oeste, protegiendo las fundaciones que existen que parte de las fachadas.

LOCALIZACIÓN:



Desarrollado por: JESÚS CARRASCO LIZARDI

UNICACOM Consultoría Ambiental S.A. de CV. Proyecto de Protección del Medio Ambiente

UNICACOM Consultoría Ambiental S.A. de CV. Proyecto de Protección del Medio Ambiente

Techumbre de Cacaxtla

AUTORIZADO POR: JESÚS CARRASCO LIZARDI

COMP. 11/11/2014 ESCALA 1/1000  
FECHA 20/05/14

F-1

ZONA ARQUEOLÓGICA