
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Facultad de Arquitectura.

Maestría en Conservación del Patrimonio Edificado.

**El patrimonio religioso ante la vulnerabilidad sísmica.
Caso de estudio:
La parroquia de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla.**

PRESENTA:

Arq. Gilberto Samuel Hernández Flores.



**Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Mìndaa Ve'e manì kà'nu dakua'a ntyityi Ténsio'o.**

Facultad de Arquitectura.

Ve'e dakua'a ntyityi te kìdavà'à.

Maestría en Conservación del Patrimonio Edificado.

Tyiigá dakua'a sa'à dākakù tà'vì kìdavà'à ve'e.

El patrimonio religioso ante la vulnerabilidad sísmica.

Tà'vì ìi xiì-nà ndia kuu xà nu nitnàa.

Caso de estudio.

Tyuun nidakua'a.

La parroquia de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla.

Ve'e ñu'u Ñuu Sà'nu Sa'à Yuku Ña'na, Ténsio'o.

PRESENTA/Dakuni:

Arq. Gilberto Samuel Hernández Flores.



El patrimonio religioso ante la vulnerabilidad sísmica.
Caso de estudio: La parroquia de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla.

Tesis que presenta:

Arq. Gilberto Samuel Hernández Flores

Para obtener el grado de maestro en Arquitectura con especialidad en Conservación del Patrimonio Edificado.

Director:

Mtro. A. Enrique Benítez Barranco.

Asesores:

Mtra. Carmina Fernández de Lara Aguilar

Dr. Moisés Morales Arizmendi.

Mtra. Bertha Lourdes Morales Tovar.

2014



DEDICATORIAS.

3:8 En el año segundo de su venida a la casa de Dios en Jerusalén, en el mes segundo, comenzaron Zorobabel hijo de Salatiel, Jesúa hijo de Josadac y los otros sus hermanos, los sacerdotes y los levitas, y todos los que habían venido de la cautividad a Jerusalén; y pusieron a los levitas de veinte años arriba para que activasen la obra de la casa de Jehová.3:9 Jesúa también, sus hijos y sus hermanos, Cadmiel y sus hijos, hijos de Judá, como un solo hombre asistían para activar a los que hacían la obra en la casa de Dios, junto con los hijos de Henadad, sus hijos y sus hermanos, levitas.3:10 Y cuando los albañiles del templo de Jehová echaban los cimientos, pusieron a los sacerdotes vestidos de sus ropas y con trompetas, y a los levitas hijos de Asaf con címbalos, para que alabasen a Jehová, según la ordenanza de David rey de Israel.3:11 Y cantaban, alabando y dando gracias a Jehová, y diciendo: Porque él es bueno, porque para siempre es su misericordia sobre Israel. Y todo el pueblo aclamaba con gran júbilo, alabando a Jehová porque se echaban los cimientos de la casa de Jehová.3:12 Y muchos de los sacerdotes, de los levitas y de los jefes de casas paternas, ancianos que habían visto la casa primera, viendo echar los cimientos de esta casa, lloraban en alta voz, mientras muchos otros daban grandes gritos de alegría.

ESDRAS 3:8-12

A mi esposa: Erendida Ana González, porque una vez más me brinda su apoyo y su comprensión.

A mis hijos, dos pequeños ángeles: Mía Indajani y Baruc Ariche.

A mi padre: Epifanio Gilberto Hernández (q.d.e.p.), **(TIA DAVI)**, por su enseñanza constante: el esfuerzo y la perseverancia.

A mi madre: Obdulia Flores Apolinar, **(ÑA'A ÑUU DAVI)** por la vida que me dio y por ser el hombre que soy.

Al pueblo de San Jerónimo Xayacatlán, o dicho en lengua mixteca: **ÑUU SA'A YUKU ÑA'NA (Pueblo pie cerro mascara)**, por ser parte de esta tierra, mi lugar de origen, mi simiente.



AGRADECIMIENTOS.

Primeramente a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por darme cabida en sus aulas.

A la coordinación de la Maestría en Arquitectura, por las facilidades otorgadas.

A mis maestros, arquitecta Carmina Fernández de Lara y arquitecto Alejandro E. Benítez Barranco por su paciencia, orientación y dirección de esta tesis.

A la tía Tere Apolinar, que facilitó mi estancia en San Jerónimo Xayacatlán, gracias por su hospitalidad.

Al cura encargado de la parroquia de San Jerónimo, sacerdote Gumersindo Martínez Martínez, que muy amablemente me permitió el acceso al templo y a la consulta de los archivos.

A las autoridades del municipio implicadas que facilitaron la obtención de la información requerida.

Al Sr. Onésimo Cruz Mejía por la traducción en lengua mixteca del resumen de esta tesis.

Al Ing. Mauricio Pérez compañero de trabajo por su apoyo incondicional y desinteresado para el desarrollo de esta tesis y a un tal licenciado Villalobos jefe de las materias tecnológicas del CECYT "1" por lo contrario.

A todos los que me ayudaron de manera desinteresada. Gracias.



RESUMEN.

El tema de tesis denominado El patrimonio religioso ante la vulnerabilidad sísmica, tiene como caso de estudio la parroquia de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla, obra de arquitectura que hoy es parte del patrimonio de la región mixteca, nos resulto atractivo el haberla estudiado por lo que representa: tanto arquitectónicamente así como obra edificada, la idea principal para su disertación son los efectos sísmicos y de las afectaciones a la estructura, considerando que el estudio a la misma parroquia no está agotado, por el contrario sirva de antecedente a futuras visiones. Por otro lado considero que este trabajo abone a los saberes generados sobre el patrimonio con el que cuenta la región de la mixteca poblana.

TYUUN.NINDÙKUISI NITIAA .

Tyuun ntedàvà'a nàni, Tà'vì ìì xii-nà ndia kuu xà nu nitnàa, ña ján tyuun yò'o dakua'a ve'e ñu'u Ñuu Sà'nu Sa'à Yuku Ña'na, Ténsio'o, viko níkidavà'à-nea te vitni ndùu tà'vì xii-na iníí ñu'u davi xi-na, ndua disa'axì dākua'a-nsi sa'à vatyi kua'à sástnu'u ndiáá, ña nì'nu inì-nsì, kùni-nsi dākua'a-nsi ndia kuú-xa nu nitnàa te nansa nanduvà'à iníí ve'e ñu'u, ña jan dākua'a-nsia mànsi'a, tènu yà'à kuià divini kuityuun-nè. Kùni tyuun kidavà'i nàtyutna'a te tyindee-a nuù inka tyuun ka'àn sa'à ña yò'o, kidavà'à-ne iníí ñu'u davi Ténsio'o xi-nà.

Summary.

The subject of study called The religious heritage to the seismic vulnerability has as a case study the parish of San Jerónimo Xayacatlán , Puebla, architectural work which is now part of the heritage of the Mixteca region , we turned out attractive having studied so represents: architectural and built work, the main idea for study are the seismic and the effects on the structure effects , whereas the study to the same parish is not exhausted , by contrast serve as background for future visions . On the other hand I believe that this work paid to those generated heritage studies with telling the Mixteca region in Puebla



CONTENIDO

| | |
|---------------------------------|----|
| DEDICATORIAS..... | 3 |
| AGRADECIMIENTOS..... | 4 |
| INTRODUCCIÓN..... | 10 |
| ANTECEDENTE DEL PROYECTO..... | 13 |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... | 16 |
| JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 19 |
| METODOLOGÍA..... | 21 |
| TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 22 |
| OBJETIVOS..... | 23 |
| HIPÓTESIS..... | 24 |

CAPITULOS.

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 1. CONCEPTUALIZACIÓN..... | 25 |
| 1.1 VULNERABILIDAD. EL CONCEPTO..... | 26 |
| 1.1.1 AIRE | |
| 1.1.2 TERMICO | |
| 1.1.3 HUMEDAD | |
| 1.1.4 MECANICO | |
| 1.2 VULNERABILIDAD SISMICA..... | 35 |
| 1.2.1 EN LA ESTRUCTURA | |
| 1.2.2 EN LOS ACABADOS | |
| 1.2.3 EN LA ORNAMENTACION | |



| | |
|---|-----------|
| 1.3 VULNERABILIDAD SISMICA EN EL PATRIMONIO..... | 41 |
| 1.3.1 LOS DAÑOS EN LA OBRA PATRIMONIAL | |
| 1.3.2 LA PERDIDA DE VALORES | |
| 1.3.2.1. CULTURALES | |
| 1.3.2.2. HISTÓRICOS | |
| 1.3.2.3 MATERIALES | |
| 1.4 METODOS Y MODELOS PARA LA EVALUACIÓN SISMICA DE LOS EDIFICIOS..... | 48 |
| 1.4.1 ANALISIS POR ELEMNTOS FINITOS, DISCRETOS Y DISCONTINUOS. | |
| 1.4.2 MODELOS DE MACROELEMENTOS O ELEMENTOS RIGIDOS: ANALISIS LIMITE Y ANALISIS ELASTICO-LINEAL | |
| | |
| 2. SEGURIDAD SISMICA. Y LA EVALUACION EN MONUMENTOS RELIGIOSOS HISTORICOS. | 56 |
| 2.1 EL MONUMENTO RELIGIOSO..... | 57 |
| 2.2 COMPOSICIÓN ESPACIAL Y CONSTRUCTIVA..... | 59 |
| 2.2.1 MATERIALES DE FÁBRICA. | |
| 2.2.2 LA ESTRUCTURA Y SUS ELEMENTOS | |
| 2.2.3 ACABADOS Y ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES | |
| 2.3 CRITERIOS DE ANALISIS EN LOS EDIFICIOS PATRIMONIALES..... | 78 |
| 2.3.1. ESTRATEGIA INTEGRAL DEL MODELADO Y ANALISIS NUMERICO | |
| 2.3.1.1. ADQUISICION DE DATOS. | |
| 2.3.1.2. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS DE ANALISIS. | |
| 2.3.2.3. PROCESO DE CALIBRACION Y VALIDACIÓN. | |
| 2.3.1.4. SELECCIÓN DE LOS TIPOS DE ANALISIS NUMERICOS. | |
| 2.3.1.5. ANALISIS PARAMETRICOS. | |



| | |
|--|-----|
| 3. SAN JERONIMO XAYACATLAN. | 89 |
| 3.1 LA REGION DE LA MIXTECA (POBLANA) Y SU SISMICIDAD..... | 90 |
| 3.1.1 UBICACIÓN | |
| 3.1.2 LA PLACA DE COCOS Y LA PLACA DE NORTEAMERICA | |
| 3.1.3 TIPOS DE SUELOS | |
| 3.2 LOS SISMOS EN LA HISTORIA..... | 101 |
| 3.2.1 EPOCA PREHISPANICA | |
| 3.2.2 PERIODO VIRREINAL | |
| 3.2.3 SIGLO XIX | |
| 3.2.4 SIGLO XX | |
| 3.2.5 EPOCA ACTUAL | |
| 3.3 LA ARQUITECTURA RELIGIOSA..... | 122 |
| 3.3.1 TIPOS DE EDIFICIOS RELIGIOSOS | |
| 3.3.2 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS | |
| 4. CASO DE ESTUDIO:LA PARROQUIA DE SAN JERONIMO | 134 |
| 4.1 EL EDIFICIO RELIGIOSO..... | 135 |
| 4.1.1. ANALISIS HISTORICO. | |
| 4.2. DESCRIPCION ARQUITECTONICA DEL INMUEBLE..... | 139 |
| 4.3. COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL..... | 154 |
| 4.3.1. CIMENTACIÓN. | |
| 4.3.2. MUROS Y CONTRAFUERTES. | |
| 4.3.3. CUBIERTAS | |
| 4.4. DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN..... | 159 |
| 4.4.1. LA PIEDRA Y TABIQUES | |
| 4.4.2. AGREGADOS | |



| | |
|---|------------|
| 4.5. EL EDIFICIO ANTE LOS EMBATES SISMICOS..... | 161 |
| 5. METODO DE VALORACIÓN Y MANUAL DE MANTENIMIENTO..... | 171 |
| 5.1. EL METODO DE EVALUACION..... | 172 |
| 5.2. GESTION DE RIESGO (GRD) | 180 |
| 5.3. MANUAL DE MANTENIMIENTO..... | 185 |
| 5.3.1. CALENDARIZACIÓN | |
| CONCLUSIONES..... | 200 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 203 |
| FUENTES..... | 214 |
| ARCHIVOS..... | 218 |
| ANEXOS..... | 219 |



INTRODUCCION:

El presente trabajo de tesis surge de la inquietud que los cursos impartidos dentro de la Maestría en Conservación del Patrimonio Edificado generaran en mi persona, teniendo como tema central el patrimonio religioso, el cual constituye un importante legado de la historia, cuya función litúrgica o ritual, sigue presente en muchos casos, convirtiéndose en elementos de identidad y centros de cohesión social, los cuales vienen siendo vulnerados por causas naturales, siendo los movimientos sísmicos uno de los agente de deterioro que mayores problemas les causa.

La intención del estudio es abonar, y aportar a ese vacío que existe en el estudio de los bienes patrimoniales religiosos y la vulnerabilidad sísmica en sitios por demás alejados de centros de poblaciones importantes, dónde las políticas de conservación poco han estado presentes a lo largo de historia de estos obras culturales, dejando la actividad en personas que por uso y costumbres, tienen a resguardo los edificios religiosos.

Debemos mencionar, que el estudio de la vulnerabilidad ante eventos sísmicos se ha abordado desde varios enfoques y disciplinas, más recientemente y producto de los daños que genera a los usuarios, y los efectos que ocasiona a los materiales y sistemas constructivos de los bienes religiosos, ha sido desde la óptica de la ingeniería sísmica quién ha venido aportando, permitiendo conocer los efectos en las estructuras históricas; pero, para el caso en particular, se parte de los principios estructurales, y se referencia al tema de la conservación del patrimonio edificado, toda vez que la obra arquitectónica que se analiza, constituye el legado que la sociedad que le dio origen, hereda a su predecesores, y el conservarlo en una responsabilidad de la generación que lo tiene en custodia. Por ello, entender, comprender y analizar los efectos que ocasionan los movimientos sísmicos a los bienes patrimoniales religiosos, así como sus posibles fallas y afectaciones, permitirá contribuir a su conservación.

Luego entonces, la idea inicial que genera el estudio, se sustenta en que el patrimonio edificado por si, es un bien cultural que encierra valores sociales, históricos, materiales y tecnológicos que deben ser conservados por ser fuentes objetivas de la historia, ya que permite entender hechos, momentos e intenciones dentro de un grupo social. Pero poco se valora que su antigüedad y condiciones medioambientales, lo vulneran, sin que se tenga el cuidado del registro de afectaciones ante los movimientos telúricos, y mucho menos se consignan las intervenciones que se



realizan posterior al evento natural, que de acuerdo a su intensidad, puede afectar considerablemente los edificios patrimoniales. El trabajo tiene como caso de estudio del Templo de San Jerónimo Xayacatlán, en el estado de Puebla, inmueble religioso del siglo XVIII cuya función lo hace ser el centro cultural, social y religioso de la localidad, ubicado en una zona altamente sísmica, las afectaciones que ha tenido y tendrá, lo hace sumamente vulnerable, de ahí que contribuir a conocer a través de diferentes métodos y parámetros los daños que un sismo puede ocasionar en el bien religioso, y valorar los daños, permite documentar el comportamiento de la estructura histórica ante un sismo con intensidad simulada o controlada, y genera propuestas que contribuyan a su conservación.

La estructura del trabajo para abordar la temática sobre vulnerabilidad sísmica en el patrimonio edificado, como ya se menciono, tiene como caso de estudio el Templo de San Jerónimo y se planteo a través de cinco capítulos.

El primero de ellos versa sobre aspectos que sirven de referente para entender que es la vulnerabilidad, los agentes que contribuyen a la vulnerabilidad en general y a la vulnerabilidad en las edificaciones históricas en particular, lo que abre la posibilidad de mencionar los tipos de métodos que existen para llevar a cabo una evaluación sísmica, permitiendo conocer los efectos y puntos críticos de la estructura.

El capítulo dos, desarrolla el concepto de seguridad sísmica, entendida ésta como el estudio integral de aquellos elementos de la estructura que se evalúan; así mismo, el análisis que se debe hacer de las edificaciones, entendiendo que el estudio geométrico, el reconocimiento y estudio de las intervenciones, así como los materiales de fábrica, y su estado de conservación, aspectos todos que van a contribuir a los daños que presente un bien patrimonial.

El capítulo tres, aborda aquellos aspectos de la zona de estudio, la región y el territorio en su contexto sísmico, lo que permite conocer y reconocer algunos datos históricos sobre los sismos, desarrollando una línea del tiempo. Se incluye además información sobre la arquitectura religiosa en la región, y las características constructivas que presenta, lo que permite deducir las condiciones de vulnerabilidad sísmica de los inmuebles religiosos.

El capítulo cuatro, esencialmente trata del caso de estudio, la Parroquia de San Jerónima Xayacatlán, visto no solo como una obra material, si no como un monumento religioso, fuente de conocimiento cuyos valores intrínsecos y extrínsecos deben ser resguardados a partir del análisis de los aspectos constructivos del monumento y a partir de



la subestructura (suelo y cimentación); así como la superestructura (muros y cubiertas), se elabora un diagnóstico de este bien patrimonial.

Finalmente el capítulo cinco, presenta los criterios de intervención, para los diferentes componentes estructurales del monumento; se plantea la necesidad del monitoreo permanente que garantiza la preservación no de una obra material, sino de un bien patrimonial, herencia de la población de Xayacatlán. Se incluye en este capítulo el Manual de mantenimiento, instrumento que permite organizar las labores de conservación, los materiales de fábrica o compatibles a emplear, y la calendarización de las actividades preventivas.

Se incluyen unas conclusiones y reflexiones, que permiten establecer el logro de los objetivos planteados, y se presenta la Bibliografía empleada, misma que puede servir a estudios futuros sobre el tema.



ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

Para conocer una ciencia es necesario conocer su historia.
Auguste Comte

La preocupación del hombre por conocer los hechos que la naturaleza manifiesta, y los efectos que dichos fenómenos ocasiona, ha sido un tema que preocupa y ocupa al hombre, desde el comienzo mismo de su presencia como miembro de un grupo social. Trabajos varios han surgido sobre el particular, narrando, describiendo o analizando diferentes fenómenos naturales que sin duda han dejado huella en la historia.

El tema de tesis que se desarrolla tiene que ver con los sismos, pero no como un el fenómeno natural ocasional al momento que se produce, sino los efectos que causa o puede causar a estructuras históricas, y que le representan cierto grado de vulnerabilidad. Algunos trabajos sobre el particular se han venido desarrollando recientemente, pero existen otros trabajos que abordan esta problemática desde diferentes puntos de vista. Uno de ellos, es el trabajo de Jonh Withigton, cuyo libro “ *A Disastrous History of de Word. Chonicles of War, Earthquakes, Plague and Flood (Historia mundial de los desastres)*” (Withington, 2009) señala momentos y fechas de varios sismos de gran intensidad que han ocurrido a lo largo de la historia, narrando los efectos nocivos que tuvieron en el lugar donde se produce, y que por lo mismo, siguen en la memoria colectiva, como el de Antioquia, durante la antigüedad clásica, los terremotos de Val di Noto en Sicilia cuya fechas registradas son 1169, 1693 y 1908; también se menciona el sismo de Tangshan del 28 de julio de 1976, estos son solo algunos de los que se mencionan, y que tienen como denominador común, pérdidas materiales, humanas y destrucción en general.

En el contexto nacional encontramos varias investigaciones que se han editado a manera de libros, uno de ellos es el que coordinó Teresa Rojas Rabiela, titulado “*Y volvió a temblar” Cronología de los sismos en México de 1° pedernal a 1821*”, (Rojas, 1987) importante documento que consigna cronológicamente los hechos ocurridos en un periodo de tiempo que va del año 1 pedernal hasta iniciado el siglo XIX. El texto plantea que “... las cronologías de temblores no sólo interesan a los sismólogos, sino también a todos aquellos que intentan comprender las sociedades del



pasado [...] para registrar los temblores y las maneras de hacerlo no han permanecido invariables a lo largo del tiempo” (Rojas, 1987, pág. 6). Es un gran aporte de los sismos en el tiempo, que permite demostrar la preocupación por registrar o documentar los fenómenos sísmicos ocurridos en territorio nacional.

Otros estudios sobre el tema de corte histórico, pero del periodo virreinal será la obra; *Efemérides sísmicas Mexicanas* de Juan Orozco y Berra publicado en 1887. También existe el trabajo titulado “*Los sismos en la historia de México*” (García , 1996), es un documento de gran aportación, toda vez que la autora registra fechas, establece los sitios donde acontece el sismo, las formas de medición, y describe además el fenómeno natural. Existe además un trabajo titulado “*Los Temblores*” (Lomintz, 1999) donde a través de diferentes fuentes, se establecen los fenómenos sísmicos en nuestro país desde la época prehispánica. Con estos trabajos y bajo las diferentes fuentes consultadas, podemos establecer que desde tiempos remotos, las sociedades en Mesoamérica, tuvieron el interés, por describir y registrar estos hechos. .

A la llegada de los españoles, y en los inicios de la evangelización, los frailes constructores o no, que iniciaron la campaña edificatoria en las tierras conquistadas, se percataron de las condiciones de sismicidad del territorio, hecho que tuvieron que atender al momento de levantar las nuevas construcciones que se edificaban. Por lo que las mas de las veces, el ensayo y error le permitió adquirir los conocimientos para seguir su tarea de construir en determinadas partes del territorio recientemente conquistado, contrarrestando los efectos sísmicos en la estructura, con elementos portantes que complementarían la estabilidad de las edificaciones, tal como se observa en Oaxaca hoy día.

Ya entrando en materia de vulnerabilidad, existe un referente editado por el INAH (Instituto Nacional de Antropología) que lleva el nombre de “*FONDEN 2000*”, dónde se documenta el sismo de 1999, los daños ocasionados a innumerables construcciones patrimoniales a través de casos puntuales, destacando lo que por primera vez sería la asignación de recursos para atender esta contingencia, a través del Programa Federal de Prevención de Desastres. El trabajo presenta el llamado sismo de Tehuacán (por tener su epicentro en esa localidad), no como un hecho histórico, sino como una forma de documentar, estudiar y analizar, los edificios patrimoniales, para que de las “...observaciones cada vez mas puntuales, nos permitirán conservar y restaurar mejor el patrimonio construido, así como prepararlo para que resista mejor a los temidos e inevitables sismos que seguramente volverán a golpearlo...” (Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, INAH, 2000, pág. 6)



Un trabajo más, que se acerca al planteamiento que se hace en el trabajo de tesis, se titula “ *Los conventos mexicanos del Siglo XVI*” (Meli, 2011), en el capítulo 3: Los Sismos y los Conventos, relata la actividad sísmica en México, y refiere acerca de los sismos y los primeros conventos, en otro apartado comenta la vulnerabilidad sísmica de los conventos virreinales, y en uno más establece de los tipos de daño y modos de falla de los edificios conventuales. Toda la obra aporta al estudio, análisis y entendimiento de de los sismos, y el comportamiento de los edificios conventuales ante este fenómeno natural.

Estos son solo algunos de los muchos trabajos e investigaciones que refieren a los movimientos sísmicos, y aquellos que establecen este fenómeno natural con las estructuras históricas, y los efectos en ellas. El trabajo de tesis que aquí se presenta, tienen la misma preocupación investigativa, y dado que el tema resulta fecundo, pretende contribuir a través de ser una labor seria de investigación, así también permite aportar al tema de vulnerabilidad en edificios patrimoniales, en una zona geográfica con importante patrimonio religioso y que a nuestro parecer ha sido poco estudiada.



PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Comenzaremos mencionando diversas consideraciones que se deben tomar en cuenta en el trabajo de tesis.

Antes que nada, debemos destacar que la mixteca poblana, es una zona o región, que por sus condiciones geográficas y económicas presenta serios rezagos sociales (educación, salud, servicios básicos, y espacios en la vivienda), por lo que la atención al patrimonio cultural en general, y al patrimonio religioso en particular, no ha sido una prioridad para el Estado, ni siquiera de las instancia oficiales que deben velar por conservar, proteger y difundir.

Ahora analizando esto desde la parte social, decimos que, el gobierno federal y el estatal debieran estar interesados en conservar y documentar este patrimonio religioso, por la función social que cumple, por ser elemento de identidad y de cohesión social de las comunidades, aún hoy en día.

El caso de estudio se encuentra enclavado en una zona sísmica por excelencia. Los sismos registrados establecen que generalmente tienen epicentro la costa de Oaxaca por ser parte de la placa de Cocos, como el ocurrido el 15 enero de 1931; pero han existido otros movimientos telúricos de mediana y alta intensidad que han dejado huella en las

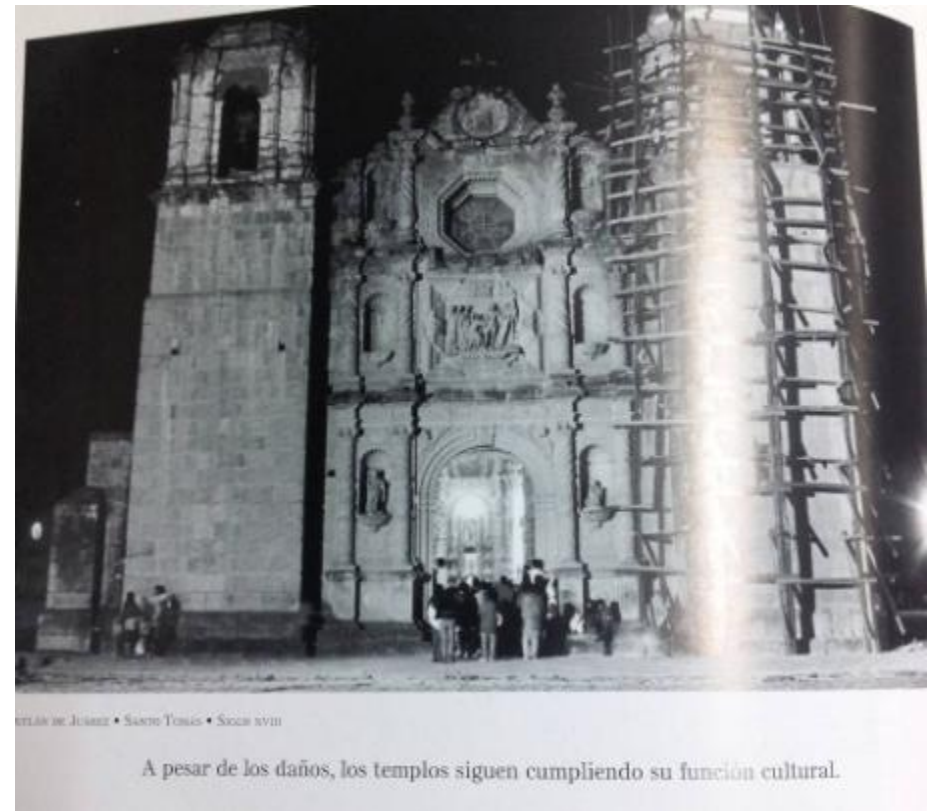


Ilustración 1. Arroyo, G. R. (2001). *Patrimonio y sismos.MEMORIA FOTOGRAFICA DE LOS SISMOS DE 1999*. Oaxaca: CONACULTA- INAH.pag. 28



construcciones. Los sismos de 1973 (epicentro Ciudad Serdán), los de 1985 y 1999 de Tehuacán, permiten corroborar este hecho, del cual se dice:

“...los dos sismos importantes que ocurrieron en 1999 se deben a dos manifestaciones diferentes del fenómeno mencionada. El sismo de septiembre es un caso típico de sismo de subducción, de magnitud intermedia $M=7.0$, con epicentro en la costa de Oaxaca. El sismo de 15 de junio tuvo la misma magnitud, pero su epicentro fue tierra adentro, donde la placa de Cocos se encuentra ya, a unos 70 km. de profundidad...” (Arroyo, 2001, pág. 5).

Por lo anterior reitero la necesidad de documentar estos acontecimientos naturales, y sus efectos en los bienes patrimoniales religiosos, ya que de no hacerlo, estamos condenados a perder irremediamente este patrimonio. Así que nuestro objeto de estudio merece tal atención desde la óptica de la conservación, pues al día de hoy, poco se ha hecho para valorar la vulnerabilidad sísmica.

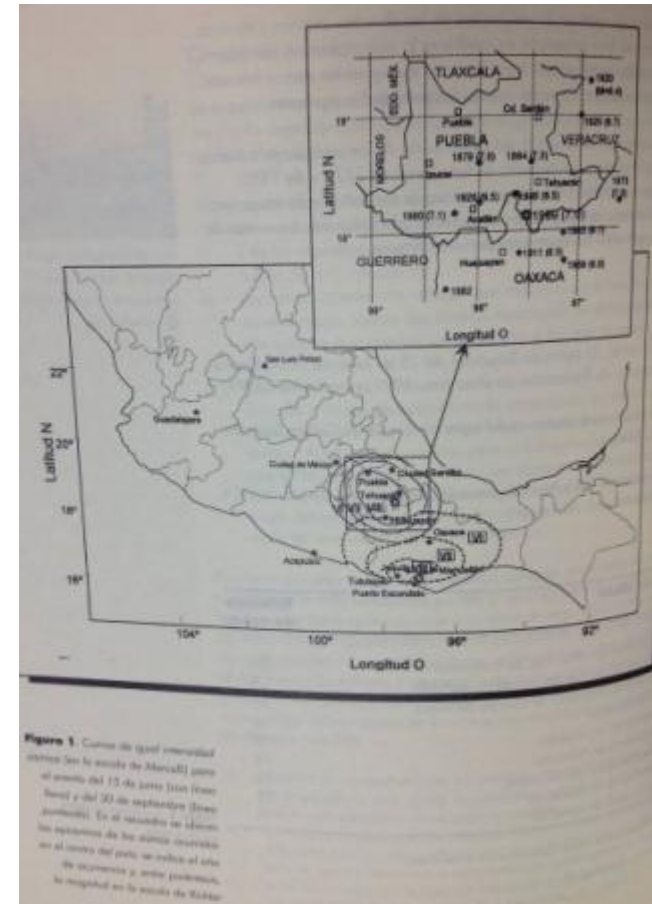


Ilustración 2. Memoria Fonden 2000: Rehabilitación de Inmuebles Históricos Dañados por Los Sismos. pag 70



Otro aspecto a considerar, es la historicidad del inmueble, ya que el templo es del siglo XVIII, lo que lo hace un monumento histórico, además de que forma parte del legado y pertenencia de la comunidad, por lo que su pérdida sea por causas naturales o por falta de mantenimiento periódico, no solo trastocaría la historia de la localidad, sino uno de los elementos de fe, de ahí que se vuelva cada vez más necesario su conservación. Incluso, debemos señalar que la atención y acciones de conservación al inmueble religioso, se da a través y por medio de la comunidad. Por lo que en un esfuerzo de divulgar la importancia de este patrimonio, y aportar a su conservación a través del estudio de la vulnerabilidad, además de coadyuvar al no desinterés.

Sostenemos que la conservación del patrimonio religioso es importante para la sociedad, en primer término, porque estos espacios son reductos de fe de la población, espacios donde se recrea el sentido de creencia y el sentido de pertenencia de la sociedad. Por lo que partiendo de este hecho y sobreentendiéndose que no hay quien lo realice o ejecute en lo inmediato, el trabajo de tesis pasa de ser un ejercicio académico, por un trabajo crítico -profesional, que aporte al tema de la sismicidad y sus efectos en la obra patrimonial.



JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El patrimonio edificado de México, es una herencia representativa de su gente, su cultura e historia, este puede ser tanto tangible como intangible. El patrimonio religioso en la entidad poblana se contabiliza en 5,000 o más edificaciones con vocación religiosa, se tiene desde pequeños templos localizados en el interior del territorio en algunas de las tantas poblaciones que existen en territorio poblano, hasta majestuosas construcciones como la Catedral, monumento representativo de la religiosidad ubicado en el centro de la ciudad capital. La temporalidad de este vasto patrimonio, se centra en el periodo que va de los siglos XVI al XIX, pero que hoy se ha ampliado al siglo XX.

El tema de tesis se justifica por la relevancia social que tiene, toda vez, que la vida social que gira en torno al templo de San Jerónimo Xayacatlán resulta de suma importancia, por ser elemento de identidad y cohesión social en la localidad. Aportar a su conservación, es garantizar la convivencia social, las actividades religiosas de identidad, y la permanencia de un bien cultural que la historia nos ha legado.

Dentro de las implicaciones prácticas, se percibe el estudio como una aportación a la solución de problemas reales y actuales que evidencia el bien religioso, a partir de su vulnerabilidad sísmica. Del trabajo permite hacer un llamado a entender, que la atención al patrimonio edificado religioso, no solo debe ser recurrente cuando se presenta el evento sísmico, sino, se debe generar una cultura de la prevención con toda su logística, evitando con ello pérdidas humanas, y materiales.

De lo mencionado en el párrafo anterior se desprende la utilidad e implicaciones prácticas con trascendencia, dado que es un tema con mucho camino por recorrer, pues asevero, que existen muy pocos estudios que analicen el tema con el rigor necesario. Por lo que la propuesta de estudio, tiene y se genera en un territorio expuesto a los sismos y que se podría extrapolar a un radio de acción en la zona, o por lo menos sirva de referente por o para las afectaciones que sufran los templos con características similares en la región.



Sera importante también por el conocimiento mismo que aporte, a la temática existente o a futuros estudios como lo menciona algunos autores que señalan: *“...Pero la obra arquitectonica debe ser interpretada en nuestros días para valorarla. El trabajo del profesional, -estudiantes y universidades- consistira entonces en la sabia lectura del documento para estar en condiciones de intervenir los testimonios de la actividad creadora del hombre...”* (De la Rosa, 1990, pág. 8)

Por lo anteriormente expuesto, podemos establecer la viabilidad del tema, y la aportación que el trabajo de tesis dará, a la disciplina de la conservación.



METODOLOGÍA.

La organización de las actividades a desarrollar, están determinadas por los objetivos planteados en el trabajo de tesis, siendo lo primero, el acercamiento al edificio material de estudio con ojos de investigador. Cabe aclarar que, el ser originario del sitio, no es suficiente para conocer el monumento, de la manera que una investigación lo exige, por lo que las visitas de campo, que deben ser recurrentes, tienen que ser programadas y con objetivos específicos, con el fin de reconocer al monumento como documento, capaz de aportar información que contribuya a entender, valorar y diagnosticar a la obra patrimonial de acuerdo a la temática que se desarrolla.

Una segunda etapa, corresponde a la investigación bibliográfica, hemerográfica, en Archivos locales como el de la Parroquia de San Jerónimo, regionales y nacionales como el Archivos de la Diócesis, el de Acatlán de Osorio, y el Archivo General de la Nación (AGN). Se recurre a todos los sitios donde se pueda encontrar información, como el Museo comunitario de Acatlán de Osorio, el cual aporta información a este estudio.

En una tercera etapa, se realiza trabajo de campo con la población, quién sin duda es una fuente valiosa, que a través de testimonios orales y gráfico, contribuyen con información que permite enriquecer el contenido de la tesis.

Una cuarta etapa tiene que ver con todo tipo de levantamientos, representaciones gráficas y planimétricas, las cuales a través del trabajo de gabinete, se dibujaran en un software de diseño.

Los trabajos realizados deben encuadrarse dentro del método científico y son:

- Levantamiento topográfico
- Levantamiento arquitectónico.
- Levantamiento fotográfico.
- Levantamiento de materiales.
- Levantamiento de deterioros.



TIPO DE INVESTIGACION.

El trabajo de tesis denominado: *El Patrimonio Edificado ante la Vulnerabilidad Sísmica*, es un trabajo de tipo descriptivo y de correlación. Descriptivo, porque permite establecer como es y se manifiesta el fenómeno de interés, que en este caso se trata de un bien patrimonial. El uso de este tipo de investigación requiere de conocimientos previos sobre el tema, de ahí que, su aportación es describir el fenómeno que se investiga con la profundidad que se requiere.

Pero la mera descripción es solo una parte del trabajo de tesis, ya que se requiere relacionar la variable sísmica con el bien cultural que se describe, lo que permite responder a ciertos cuestionamientos en materia de daños que se presentan o podrían presentarse ante un movimiento telúrico, permitiendo a partir de toda la información, generar propuestas que contribuyan a la conservación de la estructura histórica referida (Templo de San Jerónimo Xayacatlán)



OBJETIVOS.

GENERAL.

- Desarrollar el estudio de la vulnerabilidad sísmica en el patrimonio religioso de la localidad de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla, teniendo como caso de análisis la Parroquia de San Jerónimo, a partir de la investigación histórica sobre los problemas de sismicidad en la región, la fábrica del monumento, y los daños producidos por los movimientos telúricos, a través del uso de nuevas tecnologías, que permitan evaluar de manera puntual el comportamiento de la estructura del edificio, y con ello establecer acciones preventivas que mitiguen los daños ante posibles eventualidades sísmicas.

PARTICULARES

- Conocer las condiciones de deterioro que presenta el inmueble, y determinar si fueron provocados por algún o algunos sismos, a través de las nuevas tecnologías.
- Conocer los métodos que existen hoy para evaluar los daños causados por los sismos, y determinar cuál es el propicio o idóneo para aplicar en la parroquia *in situ*
- Identificar los materiales y sistemas constructivos de fabrica, y establecer su comportamiento ante las diferentes magnitudes sísmicas
- Involucrar a la comunidad, para que una vez más, asuma su papel de protector del patrimonio, con parámetros más certeros ante alguna eventualidad.



HIPÓTESIS.

La preservación del patrimonio cultural edificado se enfrenta a riesgos y amenazas naturales y antropogénicas. De las catástrofes naturales recientemente ocurridas, los huracanes y los sismos, son los que han afectado significativamente este patrimonio. Encuentros, estudios y publicaciones, dan fe de la importancia que ha tenido el atender y entender estos fenómenos naturales, los cuales vulnera la tranquilidad de las personas, su calidad de vida y sus bienes materiales.

Siendo un sismo un fenómeno natural impredecible, bajo los avances tecnológicos, y ante los últimos acontecimientos ocurridos a nivel mundial (México 1999, Chile 2010, Japón 2011, Chile 2014, Los Ángeles 2014, México 2014, etc.), estos están siendo estudiados por diferentes disciplinas en institutos científicos calificados, lo que ha permitido conocer más acerca de estos eventos naturales. Así mismo, se vienen presentando experiencias respecto al impacto de este fenómeno natural en el patrimonio cultural edificado; sin embargo los estudios y casos aún no son suficientes, a pesar de que la actividad sísmica relacionada con los efectos sísmicos en las estructuras históricas pueden ser analizadas por medio de métodos modernos de análisis (METODOS Y MODELOS) con la finalidad de prever que elementos constructivos-estructurales pueden presentar afectaciones ante algún embate sísmico.

De ahí que es posible, bajo una revisión de los acontecimientos sísmicos registrados en la localidad de Xayacatlán, conocer el grado de vulnerabilidad sísmica que puede presentar uno de los edificios más emblemáticos del sitio, como lo es la Parroquia de San Jerónimo, sitio de reunión y de cohesión social de los habitantes, y establecer bajo los datos recabados, un programa de atención emergente antes, durante y después que un fenómeno natural sísmico se presente, involucrando a la población en general.



1. CONCEPTUALIZACIÓN.

*La grandeza no se enseña ni se adquiere: es la expresión del espíritu de un hombre hecho por Dios.
John Ruskin*



En este capítulo se aborda la parte conceptual acerca de la vulnerabilidad, unidad de estudio que permite tener referentes que coadyuven al desarrollo del trabajo de tesis. Acercarse al término, permite relacionarlo con el patrimonio cultural edificado, desde la parte de la vulnerabilidad sísmica que es lo que interesa destacar. Así mismo, se plantean las afectaciones al patrimonio edificado en sus diferentes componentes, la estructura, los acabados y la ornamentación; elementos todos que contribuyen a los valores culturales, históricos y materiales. Se establece además, los métodos que hoy existen para valorar los daños sísmicos en las obras patrimoniales, y que contribuyen a disminuir los índices de vulnerabilidad



1.1. VULNERABILIDAD. EL CONCEPTO.

Con el fin de tener referentes que conduzcan y adentren en el trabajo de tesis, debemos establecer primeramente que se entiende por vulnerabilidad, desde una perspectiva general, hasta aquella que con más argumentos permita relacionarla con el tema del patrimonio edificado. Así pues, entrando propiamente a las acepciones encontramos una de ellas que dice:

Vulnerar, significa (Diccionario en línea Espasa-Calpe, 2005):

1. tr. Transgredir una ley, un precepto, un mandato, etc.: *ejemplo: Vulneró la última voluntad de su padre.*
2. Dañar, perjudicar: *ejemplo: Vulnerar el buen nombre de alguien.*

Esta primera definición nos acerca, de una manera muy general al aspecto de dañar o perjudicar. Por lo que al existir algún daño, está implícita la situación de perjudicar algo.

Otra definición (wordreference consultado el día 30 abril 2014), nos dice:

“La predisposición de un sistema, elemento, componente, grupo humano o cualquier tipo de elemento, a sufrir daño o afectación ante la acción de una situación de amenaza específica.”

Esta segunda definición, nos refiere no solo a las personas, sino a cuestiones materiales, es decir, nos acerca hacia las obras construidas, algunas de ellas consideradas como patrimonio edificado. Aunque en lo general, el daño está implícito por una situación de causa-efecto.

Por último citamos la siguiente acepción que podemos establecer que se relaciona con el tema del patrimonio, la cual dice:

“...Debido a que la vulnerabilidad está asociada al daño o afectación que sufrirá algún activo determinado ante una amenaza dada, usualmente se mide en términos de un porcentaje medio de daño o valor económico requerido, para reparar el bien afectado y llevarlo a un estado equivalente al que tenía antes de la ocurrencia del evento y la incertidumbre asociada, involucrando aspectos probalísticos en su determinación, por lo que:



la vulnerabilidad se expresa por lo tanto en términos de la llamada “función de vulnerabilidad...” (Marroquin, 2013, pág. 2).

En esta referencia, no solo se establece la existencia de los efectos o daños a un bien material, sino como se debe evaluar estos daños, a partir de las consideraciones que se llevan a cabo para subsanar dichos daños o efectos. Por lo tanto, la acepción resulta apropiada, para aplicar al tema del patrimonio edificado que se ve amenazado, al grado de pérdida. Lo siguiente es, entender esta vulnerabilidad a partir de diferentes agentes como el aire, la humedad, la temperatura, y todos aquellos fenómenos que contribuyen al proceso de degradación de los bienes patrimoniales materiales. Aunque no es la intención del trabajo profundizar en todos ellos, se hace necesario conocerlos, permitiendo reflexionar sobre las problemáticas que generan.

1.1.1 AIRE.

El *aire* por definición es la mezcla gaseosa que forma la atmósfera terrestre, el término procede de la palabra griega *ero*, que significa *arriba*, por extensión se usa para nombrar al *viento*, que es el factor que nos interesa destacar, ya que es un hecho que el aire en movimiento (viento), afecta de diferentes maneras a los materiales de las edificaciones o construcciones, muchas de ellas consideradas como patrimonio cultural.

Dentro de las varias causas que llega a producir en las superficies, mencionaremos la generada por la velocidad del viento, la cual se encarga de producir una presión directa sobre la cara expuesta de la estructura, la cual se traduce en un empuje medio. Este genera tanto presión, como succión, y puede actuar directamente sobre los elementos de fachada, los cuales trasladan los empujes hasta los elementos estructurales. También se generan empujes dinámicos en la dirección del viento, los cuales consisten en fuerzas paralelas al flujo, causadas por la turbulencia del viento y cuya fluctuación en el tiempo influye de manera importante en la respuesta estructural. Aparecen también vibraciones transversales al flujo, así como fenómenos de inestabilidad dinámica con miras a comprender en forma global los efectos del viento sobre cualquier construcción.



Podemos establecer entonces, que la velocidad del viento aumenta con la altura a partir del nivel de piso terminado. La variación de esa velocidad, se incrementa dependiendo no solo de las condiciones de rugosidad del terreno circundante, sino también de las ráfagas de viento, es decir, las velocidades asociadas a lapsos definidos de tiempo. Cabe señalar, que el lapso promedio, es el intervalo que se selecciona para determinar la velocidad máxima promedio. Conforme ese intervalo disminuye, la velocidad máxima media correspondiente aumenta. Las velocidades de las ráfagas suceden durante lapsos promedio del orden de 3 a 15 segundos y se relacionan con el tamaño de la estructura. Luego entonces, debemos tener presente que "...las construcciones esbeltas y flexibles se ven más afectadas por las ráfagas de corta duración, mientras que las bajas y rígidas, son más bien afectadas por las velocidades medias asociadas al flujo..." (Marroquin, 2013, pág. 4).



Ilustración 3. Los efectos del viento. Marroquín, 2013, Pag 11

Tabla 4.1. Regiones ciclogénicas que afectan a México

| Regiones matrices que afectan a México | | | |
|--|---|---|--|
| Zonas | Ubicación | Incidencia | Trajectorias |
| Primera | Golfo de Tehuantepec. | Ultima semana de mayo hasta noviembre. | Tiende hacia el oeste, alejándose de México. Después de julio describen una parábola paralela a la costa del Pacifico; a veces penetran en tierra. |
| Segunda | Zona de Campeche en el Sur del Golfo de México. | Desde junio hasta noviembre. | Norte y Noreste; afectan los estados de Veracruz y Tamaulipas y algunos estados de los E.U.A. |
| Tercera | Oriente del Mar Caribe. | Desde julio especialmente entre agosto y octubre. | De gran intensidad y largo recorrido; afectan principalmente a Yucatán y Florida (EE.UU), Centroamérica e Islas del Caribe. |
| Cuarta | De 8 a 12 grados de latitud, en la región tropical del Atlántico. | Principalmente en agosto. | De mayor potencia y recorrido; generalmente se dirigen hacia el oeste; penetran en Yucatán, Veracruz y Tamaulipas, también afectan a otros países. |

(34)



Otra posible afectación que se hace evidente en el patrimonio edificado provocado por el viento, es lo que se conoce como fuerzas de arrastre o fenómeno de inestabilidad aeroelástica. Esta se hace evidente, cuando el viento en las edificaciones logra romper las ventanas y puertas de las fachadas que se encuentran en barlovento, y al penetrar el viento en la edificación, incrementa las fuerzas de succión en paredes y techo del inmueble, generando diversos deterioros.

Las ilustraciones anteriores hacen referencia a lo anteriormente expuesto. En la primera, destaca la curva de daño estructural a partir de la velocidad del viento y el índice de daño. Mientras que en la tabla anexa, se observa las zonas de nuestro país, y las trayectorias del viento a partir de su clasificación.

Otro aspecto más, relacionado con el viento es la erosión que causa por impacto en las superficies, se trata de la combinación del viento con partículas que transporta, y que al chocar con una superficie, la va desgastando, su accionar varía de acuerdo a la velocidad y al tipo de material del impacto. De ahí que se diga que el viento resulta un agente erosivo para el patrimonio.

1.1.2. TERMICO.

Otro agente que vulnera al patrimonio edificado es la *temperatura*, entendida ésta como la magnitud física que refleja la cantidad de calor de un cuerpo, objeto o del ambiente. Es el ambiente el que nos interesa destacar, sabemos que los materiales constructivos de toda edificación, están sujetos a ciclos de temperatura diarios y estacionales. Estas variaciones de temperatura son importantes fuentes de tensiones, pues al calentarse un material se dilata, mientras que al enfriarse se contrae, lo que genera erosiones, fisuras e incluso roturas, tal como lo expone Carles Broto cuando señala: "... en definitiva, las variaciones de temperatura provocan cambios dimensionales y, en consecuencia, movimientos de los materiales. La dilatación y restricción térmicas, dependen de la estructura y las características propias de cada material, además, de la longitud de

| MATERIAL | mm |
|------------------------|-----------|
| Mármol | 0,15 |
| Hormigón | 0,3-0,4 |
| Caliza | 0,15 |
| Granito | 0,25 |
| Mortero cal/arena | 0,3-0,4 |
| Ladrillo y terracota | 0,15-0,20 |
| Hierro | 0,3 |
| Vidrio | 0,3 |
| Aluminio | 0,7 |
| Resinas termoplásticas | 1,5-3,0 |

DILATACIÓN LONGITUDINAL EN MILÍMETROS DE PIEZAS DE 1 METRO DE LARGO DE DISTINTOS MATERIALES AL EXPERIMENTAR UNA VARIACIÓN TÉRMICA DE 30 °C

Ilustración 4. Dilatación de los materiales.

Broto 2006. Pag 108



las piezas que se hayan utilizado en la construcción de un edificio: las piezas más largas tienden a generar más tensiones que las de menor longitud...” (Broto, 2006, pág. 107)

Es decir, que el comportamiento de los materiales no será igual en todos los casos, sí el material empleado presenta diferentes dimensiones.

La tabla anexa, hace alusión, a diferentes materiales de construcción en términos de dilatación y contracción a causa de los cambios de temperatura, la unidad de medida se expresa en milímetros.

Así de una manera muy sintética comprendemos las afectaciones a la obra edificada, por causas de la temperatura no siendo una variable solamente la que puede afectar, ya que generalmente los problemas son multifactoriales, de ahí que debemos analizar la obra y el contexto, con el fin de establecer que la puede vulnerar.

1.1.3 HUMEDAD.

Continuando con los fenómenos que afectan o dañan la obra edificada, se analiza la humedad. Primeramente definiremos que la humedad es la presencia no deseada de agua en estado líquido en lugares, y periodo de tiempo variables. Por tanto, cuando el agua se presenta en estado gaseoso no puede hablarse propiamente de humedad.

Cabe señalar que la presencia de agua, y por tanto la posible aparición de humedades, es algo inherente a una obra o a un edificio, por la forma en que este se construye; ya que el agua es un elemento indispensable en muchos procesos constructivos y, por otro lado, innumerables materiales contienen agua en su composición, por lo que la humedad está presente. Las producidas por condiciones climatológicas, debemos prestar atención, pues son las que se presentan de manera inesperada, es así, que el agua de lluvia, a través de procesos físicos, puede generar la aparición de humedades.

La presencia de humedad provoca patologías bien conocidas, como descomposiciones o disgregaciones de los materiales sobre los que se forma, efectos antiestéticos o desagradables (olores, manchas, cambios de color, etc.),



hasta ambientes perjudiciales para la salud. Incluso, en muchas ocasiones las humedades son también el origen de lesiones constructivas más graves, que pueden llegar a implicar un elevado riesgo

En función de la procedencia o la manera de extenderse el agua, se pueden distinguir los siguientes tipos de humedades:

De Obra.

Se debe al contenido residual del agua utilizada en los procesos productivos y que no se haya evaporado, así como al agua que contienen los propios materiales.

Capilar

Se provoca por el agua que procede del terreno sobre el que se encuentra el edificio, y por elevación o capilaridad, asciende por los elementos que están en contacto con el terreno.

De Filtración.

Es causada por la acción de la lluvia y el viento predominantemente, se trata del agua que penetra a través de los elementos constructivos.

De Condensación

La condensación del aire puede dar lugar a la formación de gotas que cuando se van agregando llegan a formar núcleos húmedos. Este fenómeno se puede reproducir tanto en el exterior como en el interior de una edificación.

Accidental.

Se genera primordialmente por la falta de mantenimiento de las instalaciones del edificio, al mal uso de las mismas o alguna falla puntual que propicia el inicio de las humedades.



Hemos visto de manera sintética como la acción del agua sobre las construcciones es muy amplia, de ahí que resulta muy razonable el comentario de Broto en cuanto a los daños provocados por la humedad, este autor señala:

“...Terminaremos diciendo que la humedad casi nunca se debe a una causa única, por el contrario son la suma de varias causas que actúan a la vez sobre una edificación. Y damos esta cifra del departamento del medio Ambiente del Reino Unido donde el 38% de las lesiones se deben a problemas de humedad...” (Broto, 2006, pág. 90) Sin duda esta situación no es privativa de ese país, pues en México sucede una cosa similar.

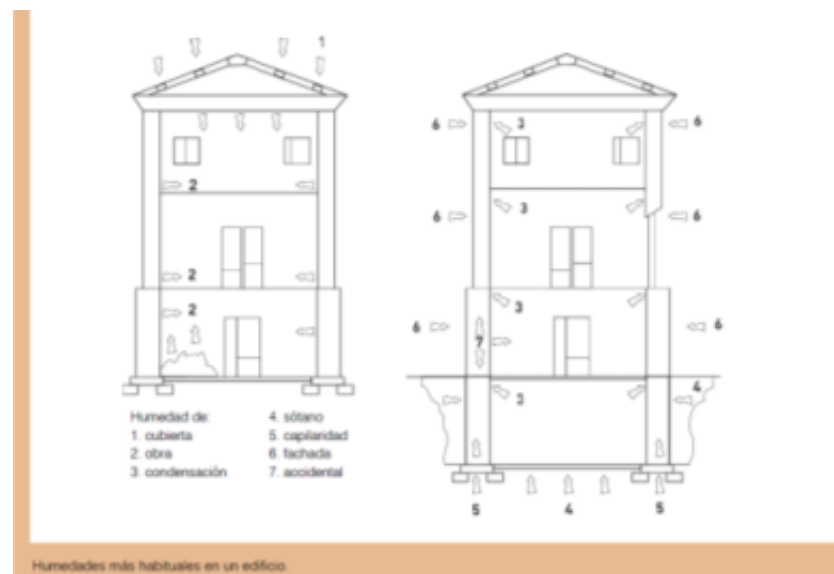


Ilustración 5. La humedad en la edificación.
Broto 2006. Pag 91

1.1.4. MECANICO.

Continuado con este otro aspecto que vulnera las edificaciones en general, y que tiene que ver con la indisoluble relación tensión-deformación, debemos decir que: “...la aplicación de una carga externa sobre un elemento constructivo implica una deformación mecánica. Y esta será significativa, si la carga provoca un esfuerzo de flexión, algo muy peligroso ya que es la causa inicial de grietas en los elementos estructurales y en los materiales adheridos a ellos...” (Ibidem, pág. 132)., entre los que estacan los aplanados.



Por lo tanto, los materiales de construcción tienen dos maneras de reaccionar ante acciones exteriores como: la fuerza de gravedad o los efectos de algún sismo. Esa respuesta es el cambio de dimensiones o deformidad diferencial. Esta deformidad diferencial aparece como la más grave afectación que puede hacerse al comportamiento sólido de los materiales y elementos constructivos. De tal suerte, que cualquier elemento de construcción como un sillar, estará en equilibrio entre las fuerzas de atracción y repulsión que existen entre sus partículas, hay una posición de equilibrio en que la energía potencial es nula.

A continuación se abordan aspectos eminentemente técnicos que tienen que ver con el comportamiento solidario de los materiales, y elementos constructivos, lo que permitirá entender mejor los problemas que se generan en las construcciones a partir de los aspectos mecánicos.

- **Relación Tensión-Deformación.**

Como una primera aproximación teórica, se dice que existe una indisoluble relación entre tensión-deformación, algunos autores señalan que "... ningún material será capaz de recibir una acción mecánica alguna, por resistente que sea aquel, y pequeña que sea esta, sin que ello suponga una deformación, aunque esta sea imperceptible [...] es perfectamente normal para cualquier estructura el deformarse como respuesta a una carga..." (Paricio, 1995, pág. 34). Sin importar el material que sea, bajo este planteamiento podemos establecer un primer comentario, que absolutamente todos los materiales se mueven para responder a los esfuerzos mecánicos a los que son sometidos, aunque no siempre esto es deseable.

Otro comentario es entender, que el movimiento en las estructuras de las edificaciones es preocupante desde el punto de vista estructural, y se puede convertir en grave, si se transforma en movimiento diferencial; toda vez, que dos materiales en principio eran solidarios, van a sufrir deformaciones muy diferentes, y la estructura deja de funcionar como una unidad.

- **Las Diferencias de Tensión.**

Este aspecto que pareciera muy técnico, se puede entender a partir de establecer que: La deformación es proporcional a la tensión. Con la finalidad de entender esta situación, podemos ejemplificar a partir de tres casos



que se presentan de manera común, el primero de ellos es, que sobre un terreno homogéneo, los elementos más altos provocan mayores deformaciones que los más bajos.

Otro caso que podemos observar, es cuando se tiene una carga vertical, linealmente distribuida sobre un muro de contrafuertes muy separados. En este caso, en el muro que existe entre contrafuerte a contrafuerte (contraeje), existe mayor tensión que donde se encuentra el muro-contrafuerte, debido a que la carga en ese punto, tiene un área mayor de contacto.

El último ejemplo que tiene que ver con los movimientos diferenciales, que corresponde cuando se intenta hacer solidaria dos construcciones o fábricas de diferente edad, o incluso, cuando se ha aplazado la construcción de la misma obra, en estos casos, la construcción más antigua o la primera de fábrica ya ha recibido sus cargas y se ha deformado, pero la parte nueva, iniciará apenas con este proceso. En este caso en particular, se han establecido las siguientes recomendaciones:

- Elevar todos los muros a nivel. Y en el caso de que exista una pausa en la continuidad de la fábrica se recomienda dejar una liga o también llamados entrantes y salientes de ladrillos.
- La solución para dos construcciones de diferente edad será: una especie de ranura de arriba a abajo en los dos edificios y así la nueva casa queda encajonada (se evitan las uniones resquebrajadas por efecto de los asentamientos) o mejor conocidas como juntas de construcción.

- **Diferencias de Modulo de Elasticidad.**

Siguiendo con el tema, comentaremos lo relativo a las diferencias de módulo de elasticidad, y para ello debemos señalar que: "... el módulo de elasticidad, es el factor que relaciona tensiones y deformaciones dentro del campo del comportamiento elástico, es específico de cada material de construcción. Como sus valores son muy amplios, la deformación de los materiales también" (Paricio, 1995, pág. 38). Por tal motivo, siempre se debe conocer la compatibilidad de los materiales al momento de construir, o emprender alguna intervención, ya que de lo contrario se puede llegar a presentar algún percance.



- **Deformaciones a las Tensiones.**

Se trata del proceso invertido, es decir, cuando dos materiales de diferente elasticidad, forman un elemento constructivo, la deformación será mayor en el material más rígido, que en el más elástico. En estos casos, "...La estabilidad general del edificio puede verse amenazada por las secuencias de estas deformaciones". (Ibidem, pág. 39). En estos casos, y de acuerdo a la Ley de Hooke, dos materiales que forman un único elemento dentro de la construcción, cuando experimentan una carga cualquiera, se presenta una deformación, pero la tensión será mayor en el material más rígido, que en el más elástico. De ahí la importancia de conocer las características de los materiales, y su comportamiento dentro de la estructura.

- **El Descenso de Cargas.**

En relación a este punto, debemos recordar que las cargas se transmiten al subsuelo por elementos estructurales portantes, pero: "...El descenso de cargas del edificio, se produce prioritariamente por elementos de mayor rigidez [...]. Si estos elementos más rígidos son suficientemente resistentes, el edificio queda ya estabilizado. Y si no son suficientemente resistentes, se romperán y se producirá una deformación complementaria que generara la reacción necesaria en los elementos que tienen encomendada la función portante..." (Ibidem, pág. 40). Lo anteriormente dicho se puede observar, en los huecos o vanos de un muro de carga, existe una concentración de cargas en sus bordes, así que para absorber dichas cargas distribuidas, tanto las jambas, como el dintel, y el antepecho, deberán tener la resistencia necesaria, para recibir estas cargas distribuidas, de lo contrario pueden fallar, aunque en realidad debe entenderse su comportamiento como simétrico respecto a la pieza.

Sin duda, conocer estos aspectos, contribuye a entender mejor, algunos de los daños que presentan los materiales en la obra, y cuando se deben asociar con otros factores naturales y físicos, para determinar hasta donde, un bien patrimonial puede ser vulnerado. Ahora nos centraremos en la vulnerabilidad sísmica, tema central del trabajo de tesis.

1.2. VULNERABILIDAD SISMICA.

Sin duda, los sismos y terremotos de las últimas décadas han demostrado lo vulnerable que puede ser una estructura ante estos fenómenos naturales, en este sentido, y por ser tema central del trabajo de tesis, lo trataremos



con más amplitud, y para ello, debemos tener presente que los sismos son movimientos convulsivos de la corteza terrestre, cuyos efectos sobre las estructuras, depende de las particularidades dinámicas del evento, de la zona geográfica en que se encuentre en relación al epicentro, de las propiedades del suelo, de las características de la estructura que se trate, de la interacción suelo-estructura, entre otras; por lo que no se pueden generalizar los efectos, pero sí nos permite, comprender mejor el comportamiento de una edificación y su estructura, sea patrimonio o no, en caso de un evento natural.

Considerando la problemática que nos interesa destacar, partimos de una cita que permite entender la situación que genera, un movimiento sísmico en los bienes patrimoniales, la cita señala que: "...una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la ocurrencia de un sismo, se puede describir a través de la ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño..." (Meli, 2011, pág. 78). Entendemos entonces, que los sismos provocan daños en las edificaciones, y estos pueden ser de diversa índole, a partir de la intensidad, magnitud, y tipo de sismo que sea.

Para entender mejor el tema, debemos establecer algunos aspectos sobre el origen y características de los sismos, para en un momento determinado, poder referir los efectos de estos al patrimonio edificado. Referencias oficiales como el Sistema de Información Geográfica señala que el peligro sísmico en México es alto, la movilidad de las placas tectónicas Norteamericana, de Cocos, Rivera y del Pacífico, que son parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, son la principal causa del grado de sismicidad, y no necesariamente se relaciona con grandes sismos; por ejemplo, existen los llamados de subducción, que se generan a lo largo de la costa del Pacífico, desde Chiapas hasta Jalisco, estos sismos pueden alcanzar magnitudes algo superiores a 8° Richter, pueden manifestarse a mucha distancia tierra adentro. Otra fuente de peligro son los llamados sismos de placa (tectónica) que no llegan a exceder de 7.5 ° Richter, y se dan en diversas regiones del altiplano central, principalmente "... al sur del estado de Puebla, norte de Oaxaca y el norponiente de Veracruz [...] finalmente hay sismos de magnitud más moderada que se producen por fallas tectónicas que se localizan en diversas partes del territorio nacional ..." (Ibidem, pág. 201)

México, cuenta ya con el estudio, análisis y clasificación de las regiones del país en relación a las características sísmicas en base a estudios de ingeniería, probabilísticos e históricos. Sobre la base de este trabajo, existe la siguiente división de la República, la cual como se puede observar en la imagen, está dividida en cuatro regiones



sísmicas bien determinadas (A, B, C, y D). Así las zonas sísmicas nuestro país, son reflejo de la frecuencia de los sismos en territorio nacional, y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. Así con tales consideraciones se ha llegado a tal manejo de la información, documental y grafica.

El conocimiento de las zonas donde se generan los sismos y de la historia de los daños que han producido en el pasado, permitió determinar las regiones con bastante precisión, lo que garantiza la definición de peligro sísmico del país.

Sobre el tema que nos ocupa, podemos establecer de manera general, que los efectos de los sismos en las edificaciones, dependen de la amplitud de ondas que llegan al terreno sobre el cual están construidos, pero también de la duración de la fase intensa del movimiento y de la frecuencia de la vibración de las ondas de mayor amplitud o por decirlo de manera coloquial de que tan rápido se mueve el terreno hacia uno y otro lado. Así que las edificaciones altas y flexibles son más sensibles a las ondas de baja frecuencia (ondas lentas), mientras que las edificaciones de baja altura y rígidas son más afectadas por las ondas de alta frecuencia (ondas rápidas); pero no debemos olvidar que también dependen de los materiales y sistemas constructivos empleados, tal como se mencionó líneas arriba.

Una elevada amplitud de las ondas de alta frecuencia, se tiene en los movimientos sísmicos que se registran cerca de un epicentro, mientras en los registrados lejos del epicentro prevalecen las ondas de baja frecuencia; de esto se deriva que los edificios bajos y rígidos, sean más afectados cuando se encuentran en sitios cercanos a los epicentros de grandes temblores, y son poco lastimados por eventos aun de gran magnitud, cuando el epicentro está lejano al sitio donde se localizan. Un dato por demás oportuno, es recordar, que los edificios patrimoniales, por los mismos materiales y sistemas constructivos empleados en su fábrica, son rígidos y masivos, y por lo tanto, son vulnerables a sismos de epicentro cercano, y



Ilustración 6. Regiones sísmicas en nuestro país. Extraído de:
http://www2.ssn.unam.mx:8080/website/jsp/region_sismica_mx.jsp



mucho menos a los de epicentro lejano.

Otro factor importante a considerar en la vulnerabilidad por sismo, es el efecto de los movimientos verticales que un sismo induce en el terreno; y en donde sitios cercanos del epicentro, la intensidad del movimiento vertical del terreno, llega a ser del mismo orden que la del horizontal, y a medida que crece la distancia al epicentro, el movimiento vertical va volviéndose despreciable respecto al horizontal.

Lo expuesto hasta aquí, parecerían conceptos y explicaciones muy técnicas, pero para hacer más claro lo expuesto, retomamos la siguiente cita, que permite comprender la vulnerabilidad sísmica en las edificaciones; esta dice:

“...de manera simplista [...] el terreno sobre el que se apoya el edificio sufre una secuencia de movimientos bruscos en diversas direcciones. La base del edificio que, a través de su cimentación esta fija al terreno, sigue el movimiento de este; el resto del edificio también tiende a ser desplazado, pero su masa trata de oponerse, por inercia, a seguir el movimiento de la base. Se generan, entonces, vibraciones de la masa de la construcción, con las siguientes fuerzas de inercia, que son las que introducen y ponen en peligro la estabilidad de la edificación...” (Meli, 2011, pág. 206)

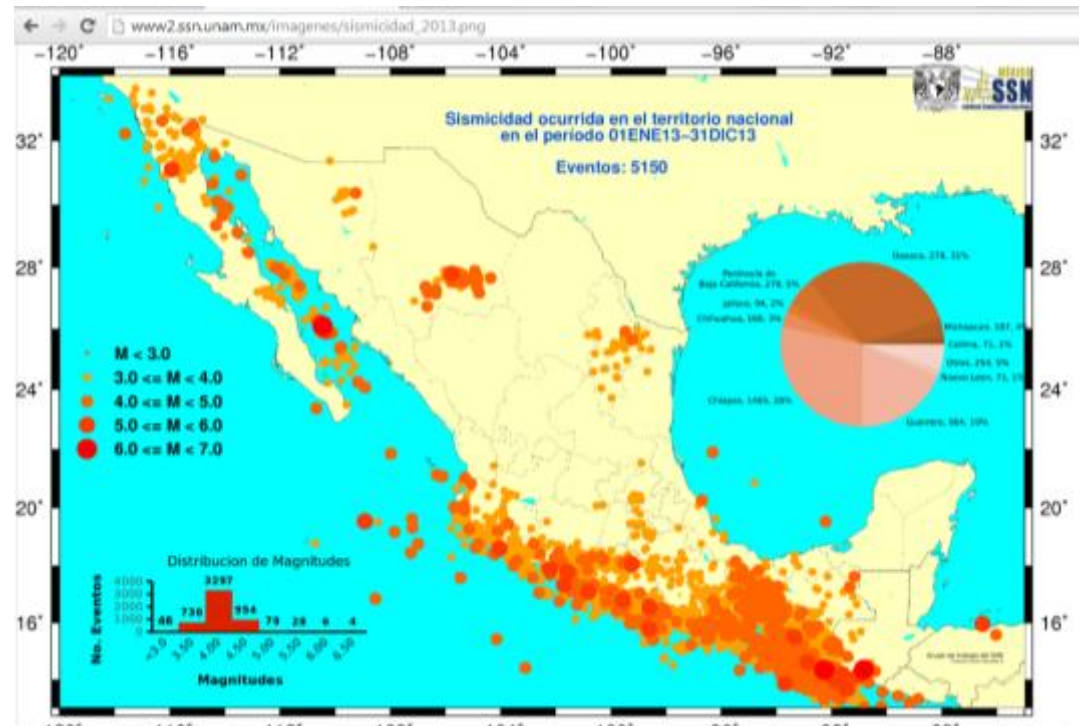


Ilustración 7. Sismos registrados en nuestro país. Extraído de :
http://www2.ssn.unam.mx/imagenes/sismicidad_2013.png

Patrimonio edificado: **VULNERABILIDAD SISMICA.**



Por lo que podemos establecer que para reducir los riesgos, es necesario tener en cuenta este efecto que los sismos producen en las construcciones; aunque debemos reconocer que los efectos son diferentes en cada uno de los elementos que conforman la obra, de ahí que a continuación se presente una breve descripción de los efectos de los sismos en todos los componentes de la edificación, empezando por la estructura, evidentemente.

1.2.1 EN LA ESTRUCTURA.

Sabemos que la estructura por manifestarlo de manera coloquial y comparativa, es como el esqueleto del cuerpo humano, así que cuando la estructura se encuentra vulnerable a algún efecto sísmico, puede llegar al punto del colapso y/o de pérdida. Hablando en particular de las edificaciones virreinales, se dice que: "... la capacidad de la estructura para soportar los efectos del sismo, depende esencialmente de la robustez de sus elementos de soporte, que son esencialmente los muros y sus contrafuertes; además de la forma de la estructura y de la manera en que están conectados sus distintos elementos componentes, así como la calidad de los materiales y de la ejecución de la obra. ..." (Melli, 2011, Op Cit. pág. 206), por lo que resulta necesario conocer la edificación, para valorar los posibles daños; por otro lado, debemos entender que este tipo de edificaciones, son predominantemente de mamposteo, y su respuesta ante los eventos sísmicos, es distinta a un edificio moderno; el cual incluso ya cuenta con coeficientes de seguridad en sus cálculos.

Ahora bien, dado la baja resistencia a tracción del material de construcción, es común encontrar después de un sismo, cierto agrietamiento si éste tuvo una intensidad moderada, de ahí que: "...cierto nivel de agrietamiento puede considerarse, simplemente, como reflejo de la manera en que estas edificaciones responden a vibraciones introducidas por un sismo, y no necesariamente como una señal de debilitamiento[...], ante sismos de gran intensidad, ciertas configuraciones de grietas se pueden propagar hasta llegar a separar la estructura en grandes bloques, lo que vuelven inestables y conducen al colapso de la edificación...."(Melli, 2011, Op Cit. pág. 207), y eminentemente existirá vulnerabilidad en la estructura.

Estudios realizados como el del Ingeniero Roberto Melli, ha permitido establecer una tipología de daños bastante definida en los edificios virreinales de tipo religioso, misma que está en relación a las formas que presenta la estructura, además de sus características constructivas. Sus estudios han permitido valorar los efectos de los movimientos telúricos en las estructuras históricas.



1.2.2. EN LOS ACABADOS.

Nos corresponde abordar a los acabados que aunque no es la estructura principal o esqueleto como se ejemplifico en el tópico anterior, resulta que también son vulnerables ante algún evento sísmico, ya que en ocasiones son parte portante de la estructura para generarlos, como por ejemplo una piedra empotrada que fungirá como el capitel de alguna columna exenta y que estructuralmente sería una ménsula que trabaja en cantiliver.

Como enunciado diremos que se considera como acabados de construcción, a todos aquellos trabajos que se llevan a cabo en una obra arquitectónica, y que permite darle terminación a los detalles de la misma, quedando ésta con un aspecto estético, ornamental, decorativo y habitable. Aunque también se conoce como acabados a los revestimientos o recubrimientos, y todos aquellos materiales que se colocan sobre una superficie de obra negra. Es decir son los que se colocan sobre pisos, muros, cubiertas, azoteas, obras exteriores, en huecos y vanos de una construcción o edificación. Por ello se dice, que su función u objetivo principal, es el de proteger todos los materiales bases o de obra negra. Generalmente se le relaciona con el aspecto o estética que ofrece la construcción.

En relación a los acabados y su comportamiento ante los sismos, reconocemos que resulta evidente su afectación, toda vez que son los que evidencian los daños o afectaciones, a través de fisuras, grietas, desprendimientos, perdida de piezas o roturas de las mismas, solo por mencionar algunos. En ese sentido, y tal como lo estableció Albertí en su *“De Re aedificatoria”*, el comportamiento solidario de los materiales y elementos constructivos, es la dificultad fundamental al construir, y ésta puede verse vulnerada aún más, durante un siniestro sísmico.

1.2.3. EN LA ORNAMENTACIÓN.

Resulta necesario hablar de la ornamentación en la edificación, la cual varía de acuerdo al estilo arquitectónico que se trate, en este caso particular debemos reconocer que es parte del todo (la obra arquitectónica), de ahí que investigadoras como Vargas Lugo al analizar algunos casos, señale lo siguiente: “...Nos parece imposible hablar de él aisladamente, pues no cabe duda que en esta iglesia-como en pocos templos- podemos admirar la perfecta correspondencia formal y funcional, entre la estructura y la ornamentación...” (Vargas, 1982, pág. 121), y es que, la arquitectura barroca por ejemplo, es esencialmente decorativa, mientras que en la arquitectura del siglo XVI, es parte de los elementos estructurales (tallas de columnas, basamentos, cornisas, platabandas, claves, arcos, etc.)



La diversidad de casos, no permite establecer el total de daños, pero no debemos olvidar los aspectos de tensión-deformación mencionado anteriormente. Por lo que estos elementos, de acuerdo a su ubicación dentro de la estructura, serán los daños que presente, pero sin duda, sufrirá afectaciones en mayor o menor grado. En suma, la ornamentación y la estructura van ligadas íntimamente o de manera inseparable.

1.3 VULNERABILIDAD SISMICA EN EL PATRIMONIO.

Hablando de México en particular, hemos señalado como se encuentra entre placas tectónicas que hacen del territorio uno de los más vulnerable, y esto se extiende a sus construcciones sean modernas o no. Considerando el tema central del trabajo de tesis, interesa destacar la vulnerabilidad sísmica en el patrimonio edificado, esos bienes heredados que dan sentido de identidad, y forman parte de la cultura de un pueblo. Con años y/o siglos de existencia, estas obras materiales han sufrido los embates de la naturaleza, a pesar de la experiencia acumulada que tenían las culturas prehispánicas en el arte de construir. Ciertamente, los conquistadores y colonizadores deben haber sido informados por la población indígena de la gran incidencia de sismos en muchas de las regiones conquistadas de la Nueva España; sin embargo, las nuevas edificaciones, muy diferentes a las que estaban acostumbrados, tendrían consecuencias por movimientos telúricos. Se sabe que los claustros con arquerías esbeltas presentaron problemas, o que las bóvedas de cañón corrido, tiende a empujar los muros.

Sí bien, muchas de estas vetustas edificaciones han llegado hasta nuestros días, eso no significa que hayan mostrado una seguridad estructural infalible, más bien, han sufrido algún tipo de daño, pero ante la poca información de estos acontecimientos y su efectos en los bienes patrimoniales, solo podemos hacer deducciones de que la experiencia de los acontecimientos sísmicos, permitió soluciones cada vez más eficientes; es así, que el proceso de aprendizaje se baso en el método de “prueba y error”.

A partir del siglo XX se instala la red sismológica en el país, y cada vez más conocemos de estos fenómenos naturales, se conoce sus efectos en las edificaciones, y se sabe de las regiones de alta peligrosidad sísmica, tal



como se hizo notar en la ilustración n° 7; de ahí que las practicas constructivas, y formas estructurales desarrolladas en estas regiones, obedezcan y respondan a dichos eventos naturales.

No debemos olvidar, que ciudades importantes erigidas durante la colonia como la Ciudad de México, Puebla, Oaxaca, Guatemala, Lima, y Quito, por mencionar solo algunas, se ubican en sitios de alto peligro sísmico, por lo que con el paso del tiempo, y ante la necesidad de edificaciones para estas ciudades, se fue perfeccionando las construcciones, y mejorando la resistencia ante los sismos, a partir de lo que se había comentando en líneas previas, el método de prueba y error. Así nacería lo que hoy conocemos como ingeniería sismorresistente, bautizada así en 1920, y que es una disciplina que surge de la necesidad de encontrar respuestas frente a fenómenos naturales que causas daños a las edificaciones.

Hoy día, y ante los eventos cada vez más frecuentes a los que se enfrenta el hombre y el patrimonio, existe mayor preocupación por generar una conciencia ante los efectos que producen los sismos, con la finalidad de estar preparados ante esta eventualidad, salvar vidas, y contribuir a mantener el patrimonio edificado, a partir de su comportamiento.

1.3.1. LOS DAÑOS EN LA OBRA PATRIMONIAL.

Hemos mencionado que es común que se presente algún tipo de afectación en los bienes patrimoniales a causa de los sismos, sin embargo, depende tal como quedo establecido en líneas anteriores, de la intensidad del sismo, y de las condiciones de la obra en cuanto a los materiales y sistemas constructivos empleados. La diversidad de regiones en nuestro país, ofrece una variedad de materiales como cal, arenas de minas volcánicas, de río, y metamórficas, tabiques recocidos, adobe, etc., además de técnicas constructivas diversas, que difícilmente permite generalizar los daños. Sin embargo, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), institución encarga de la conservación de los monumentos muebles e inmuebles, arqueológicos, históricos y artísticos, estableció en su Manual de Especificaciones, datos sobre los comportamientos estructurales típicos, movimientos sísmicos en edificios, fuerzas inerciales, y ofrece la siguiente información sobre daños en la obra patrimonial, a partir de la Escala Sieberg (relación Mercalli-Richter), la cual se anexa.



| Tabla A. Escala Sieberg (relación Mercalli-Richter), | | | |
|---|--|--------------------|--------------------|
| GRADO | DAÑOS | ACELERACIÓN | DESIGNACIÓN |
| I | Solo se registra en sismógrafos | 0 – 0.25 | Insensible |
| II | Lo sienten pocos | 0.25 – 0.50 | Muy ligero |
| III | Lo sienten varios | 0.50 – 1.00 | Ligero |
| IV | Se mueven objetos poco estables | 1.00 – 2.50 | Mediano |
| V | Se mueven objetos estables | 2.50 – 5.0 | Algo fuerte |
| VI | Todos despiertan | 5.0 – 10.0 | Fuerte |
| VII | Caen aplanados | 10 – 25 | Muy Fuerte |
| VIII | Caen chimeneas | 25 – 50 | Ruinoso |
| IX | Caen parte de los edificios | 50 – 100 | Destructor |
| X | Edificios averiados | 100 – 250 | Muy destructor |
| XI | Edificios Averiados | 250- 500 | Catastrófico |
| XII | Destrucción obra humana, cambio de cause de ríos, alteración de la superficie de la tierra | 500 – más | Gran Catástrofes |

Sobre la base de esta información, el INAH ofrece datos sobre el comportamiento de la edificación, de elementos estructurales como columnas, arcos, platabandas, muros y cimientos; y puntualiza acerca del tipo de grietas, fisuras, fracturas, hundimientos, pandeos y colapsos. Cabe señalar que los daños pueden presentarse solos o combinados, por lo que resultaría imposible exponer todo tipo de daños que puede imponer el sismo, pero sin duda el documento aludido, es un importante referente en el tema, contribuyendo a evitar la pérdida de las obras patrimoniales.



1.3.2. LA PÉRDIDA DE VALORES.

Considerando que la obra patrimonial comprende la creación humana (arquitectónica, escultórica y pictórica), que ofrece el testimonio de una sociedad, su evolución, una temporalidad, y sucesos históricos; estos bienes presentan valores para el grupo humano que lo creó, lo heredó o lo tiene en custodia. Pero qué debemos entender por valor, según definición del wordreference (consultado el día 30 abril 2014), se debe entender por valor:

“Cualidad que poseen algunas realidades, consideradas bienes, por lo cual son estimables. Los valores tienen polaridad en cuanto son positivos o negativos, y jerarquía en cuanto son superiores o inferiores”.

Es decir, que en cada obra patrimonial existen cualidades que se le reconocen, así se podría hablar de los valores: de identificación, tangibles, intangibles, físico-material, de autenticidad, culturales, estéticos, de uso, histórico, arquitectónico, artísticos, etc., así como su posible antítesis, es decir su pérdida.

Hablar de la pérdida de los valores de un bien patrimonial, nos lleva a pensar o presuponer, en la no existencia de una realidad concreta con ciertas cualidades, lo que sin duda disminuye el acervo cultural de los pueblos. La percepción del valor en el patrimonio, se va modificando con el tiempo, por eso es de suma importancia conocer y reconocer dichos valores.

En cuanto a la pérdida de estos valores, causados por vulnerabilidad sísmica, Fernando Peña establece una clasificación tentativa de pérdida de valores intrínsecos de la estructura histórica, y enumera “... en cinco dichos valores, siendo estos: arquitectónicos, arte, ingeniería, históricos y materiales. Los dos últimos se tratarán con mayor detenimiento.

- Arquitectónicos. Se refiere, al estilo arquitectónico, la distribución del espacio, los usos y modificaciones a lo largo de la historia, los cuales forman parte del valor cultural del edificio histórico.
- Arte. Corresponde al valor artístico reside tanto en su arquitectura, como en todos los demás elementos que le proporcionan una identidad al edificio, como pueden ser: frescos y pinturas murales, elementos



decorativos como cielos rasos, adornos en columnas y muros, pisos, etc., bienes muebles conservados en el interior del edificio, etc.

- Ingeniería. La concepción estructural de un edificio histórico es también parte de su valor cultural. Esta muestra en forma tangible antiguas técnicas de construcción, habilidades manuales, materiales y herramientas usadas. Sin duda, la estructura de los bienes patrimoniales, constituyen sin duda alguna, un documento histórico, y un legado vivo de las habilidades de los antiguos constructores...” (Peña, 2010, pág. 45).

1.3.2.1. CULTURALES

Comenzaremos con un planteamiento que dice “... una sociedad se identifica por su cultura, y la prueba objetiva de su individualidad, es precisamente su patrimonio cultural...” (Chanfón, 1996, pág. 115); por lo que el patrimonio cultural no solo es una obra material, sino elemento importante de identidad social, que rebasa lo material, y obliga a conservar. La sociedad juega un papel importante en el cuidado del patrimonio cultural, es este vínculo el que se debe fortalecer, con el fin de garantizar que prevalezca en cada generación, la relación sociedad-patrimonio cultural; toda vez que el patrimonio cultural, es un recurso frágil, no renovable, que cuando se pierde, termina lesionando la memoria de toda la humanidad.



Ilustración 8 . Riesgos del patrimonio cultural. Cosme 2012. Pag 98



El patrimonio cultural está expuesto constantemente a riesgos, tal como lo refiere la ilustración no.8, peligros, amenazas, deterioros de tipo natural o artificial, y emergencias que pueden ser del tipo artificial o natural, así como las atropicas, derivadas del cambio climático. Cabe señalar que estos riesgos no son privativos de algún país en específico, sino aplica para todas latitudes.

Ante todas estas amenazas, se puede señalar que tanto los recursos materiales, como los económicos y humanos que se destinan a afrontar tales desafíos, además de que son inadecuados, resultan insuficientes, debido a la poca prioridad que se le da a la problemática en las políticas públicas de nuestra nación. Aunque la experiencia del sismo de 1985 y sus efectos en la ciudad de México, y el sismo de 1999 que afecto 7 estados de la república mexicana, cambio parcialmente esta realidad.

Por lo que es válido entender que las afectaciones ya sean por sismos, o por otro tipo de siniestros, se deben retomar como aprendizaje útil, y permita servir de gestión preventiva de los riesgos hacia el patrimonio.

Debemos reconocer, que además del vacío legal sobre gestión de riesgos y prevención de desastres en materia de Patrimonio Cultural, no existen protocolos y herramientas de actuación que posibiliten la protección y salvaguarda de los bienes culturales en caso de desastre. Por lo que "... es necesario que todos los integrantes de la sociedad y las instituciones conozcan la importancia del impacto de sismos, tsunamis, derrumbes, incendios, inundaciones, etcétera, así como también su periodicidad, intensidad y sus consecuencias, con el fin de promover la adecuada participación de ciudadanos y autoridades como agentes activos en la protección de la vida y en la preservación del patrimonio y su entorno..." (Muñoz, 2012, pág. 98).

1.3.2.2. HISTÓRICOS.

Resulta de suma importancia conocer la historia de la obra patrimonial, y para ello, el monumento puede servir de documento histórico, de ahí que su datación, circunstancias de su origen y materialización, autor, su evolución y elementos significativos, contribuyen al reforzar su valor histórico.

Algunos autores señalan que acerca de la restauración, que "...Su razón de ser esta en la historia, a la que sirve de instrumento adecuado, tanto el registro escrito como el oral, ante los nuevos requerimientos de permanencia, característicos de nuestra actual conciencia histórica..." (Chanfón, 1996, pág. 114), por lo que el valor patrimonial



histórico de un inmueble, no se refiere únicamente a la época en que fue construido, sino también a todos los hechos de que ha sido testigo mudo, o ha participado. Como la casa donde vivió cierto personaje o prócer de la historia, o un lugar donde se redactó o firmó cierto acuerdo, por ejemplo; ambos, casos que de alguna manera queda consignado en un escrito.

Además, el "...conocimiento histórico así logrado, da un contexto a la obra de arte, pues la visión integral de la producción cultural humana de una época, adquiere sentido dentro del proceso completo, y da marco de referencia a la posibilidad de contemplación, pero también de comprensión de sus valores..." (Chanfón, 1996, Op Cit. pág. 260). Es decir, que la historia no solo es importante por datar hechos, sino que permite contar con el marco de referencia que contextualiza la obra material, y ofrece herramientas para reconocer los valores del patrimonio histórico.

1.3.2.3. MATERIALES.

Es a partir de los materiales que toda edificación va cobrando forma, y contribuyen a adquirir los valores tangibles e intangibles que la sociedad les otorga, sean estos históricos, artísticos, tecnológicos, etc., y como lo mencionan algunos autores "...guardan los rasgos que permiten conocer y comprender la historia y la cultura que los produjo..." (Chanfón, 1996, Op Cit. pág. 47). Son estos (los materiales), los que sufren los estragos de cualquier movimiento sísmico, ya que de acuerdo a lo que hemos venido mencionando, se pueden fisurar, fracturan, agrietar, etc., y afectar los sistemas constructivos de fábrica, los acabados, y elementos ornamentales, todos ellos, parte importante del bien patrimonial, que al perderse, demeritan la unidad formal de la obra patrimonial, y la relación sujeto-obra patrimonial.

Además, siendo los materiales, sobre los que se interviene directamente al momento a restaurar, surge la polémica sobre la autenticidad del bien, ya que al momento de reintegrar materiales faltantes, o reconstruir parte de la obra perdida por colapso, con el fin de garantizar la permanencia del bien cultural, se atenta contra sus valores.

Un aspecto más a considerar, dentro de la pérdida de valores, que sí bien no es interés del trabajo de tesis desarrollar con amplitud, exige ser mencionado de manera general, se trata del valor económico, el cual está presente en toda obra material, en una economía de mercado como la nuestra. Sobre el particular podemos decir,



que toda afectación o pérdida de un bien cultural, irá en detrimento de su valor económico, una ruina, sin duda aunque sea del siglo XVI, nunca tendrá el mismo valor, que la obra en pie.

De lo anteriormente expuesto, podemos entender lo vulnerable que puede ser patrimonio ante los efectos de cualquier movimiento sísmico, toda vez que, además de ser eventos impredecibles, sus afectaciones también lo son; de ahí el interés de contar con métodos o modelos de evaluación, que coadyuven a mitigar los efectos nocivos en la obra material.

1.4 METODOS Y MODELOS PARA LA EVALUACIÓN SISMICA DE LOS EDIFICIOS.

Dados los acontecimientos de las últimas décadas del siglo pasado en materia de sismicidad en todo el orbe, se han desarrollado innumerables estudios que han permitido conocer más acerca del comportamiento de las estructuras en general y las estructuras históricas en particular en caso de este tipo de siniestros, incluso el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), viene contribuyendo en el fortalecimiento de las capacidades institucionales ante desastres sísmicos, la intención es evitar el menor número de pérdidas humanas y materiales.

La experiencia ante estos fenómenos naturales, además de permitir el desarrollo de tecnología que coadyuve al monitoreo, pronósticos e intensidades del siniestro, ha contribuido a desarrollar métodos y modelos para la evaluación sísmica en los edificios, a partir de diferentes materiales y sistemas constructivos (Ayala, 2002). Hoy se cuenta con conocimientos, técnicas avanzadas de análisis, además de herramientas de cálculo automático que sirven para modelar numéricamente y con gran precisión, el comportamiento mecánico de estructuras complejas, todo lo anterior apoyado en el desarrollo de software de computadoras.

Sin embargo, no todo está dicho en materia de evaluación sísmica de todo tipo de construcciones históricas, ya que como lo establecen Orduña, Roeder y Peña, para el caso de edificios históricos de mampostería, sigue siendo todo un reto, debido a factores como:

- “... a) La baja resistencia en tensión con falla casi-frágil de la mampostería, que implica comportamiento no lineal desde intensidades de carga pequeñas;



- b) La gran heterogeneidad generalmente presente en estas construcciones dificulta asignar propiedades mecánicas globales al modelo del material;
- c) El carácter compuesto del material;
- d) La falla por corte es no asociada, debido a la diferencia entre el ángulo de dilatación y el ángulo de fricción interna de la mampostería;
- e) Las juntas comúnmente representan planos de debilidad que pueden tener orientaciones bien definidas o no, de acuerdo con su arreglo geométrico...”. (Orduña, A. Et al, 2007, pág. 72)

Sí bien los sistemas modernos de evaluación sísmica, en cuanto a sus técnicas de análisis y evaluación se desarrollaron primordialmente para estructuras de concreto armado, por obvias razones, ha sido a partir de 1999 con el llamado Sismo de Tehuacán, que este tipo de métodos para evaluación se han generalizado para estructuras históricas de mampostería debido a la extensa área geográfica que abarcó el evento natural, y que de acuerdo a reportes, afectó estructuras de mampostería, consideradas muchas de ellas patrimonio cultural:

“..., se vio afectado un gran número de edificaciones, principalmente iglesias, muchas de ellas consideradas importantes desde el punto de vista del patrimonio colonial cultural de la nación. En efecto, esta región es rica en iglesias, conventos y palacios construidos entre los siglos XVI y XIX, de los cuales más de 1,300 sufrieron daños, exacerbados en algunos casos, por la falta de mantenimiento. Algunos edificios padecían aún de los daños ocasionados en ellos por los sismos de 1973 y 1980...” (CENAPRED, 1999, pág. 1).

Es así, que el siniestro contribuyó a desarrollar métodos y modelos para estructuras históricas, los cuales sirvieron y sirven en la rehabilitación estructural de este patrimonio material. La función de estos métodos, es establecer los daños probables en la estructura de los edificios históricos a partir de una intensidad controlada, semejante al fenómeno telúrico que haya ocurrido, determinando los puntos vulnerables de cada componente estructural con el fin de establecer las condiciones de estabilidad de la estructura, y los sitios donde se debe intervenir.

Sin embargo, dadas las características de las estructuras de las edificaciones patrimoniales, y el cuidado que se debe dar a otros aspectos como los culturales e históricos, algunos autores recomiendan que “... es necesario que el análisis estructural no esté basado únicamente en un análisis numérico como se sobrentiende comúnmente en ingeniería; sino que esté referido a un análisis más completo que lleve a la comprensión total del comportamiento de



la edificación...” (Peña, 2010, pág. 44). Esto se debe a que eventos pasados, podrían haber actuado en contra de la estructura, y el evento que se analiza, solo evidenció una problemática añeja o una intervención anterior, por lo que se debe poner atención en las diferentes etapas e historia de la edificación.

Cabe señalar que ningún, método o modelo de análisis empleado para la evaluación sísmica en los edificios históricos, es mejor que otro, dependen del grado de precisión que se requiera en el caso que se analice, ya que se trata de herramientas de análisis, y una más compleja no necesariamente proporciona mejores resultados que una herramienta simplificada; de ahí la importancia de conocerlos.

1.4.1. ANALISIS POR ELEMENTOS FINITOS, DISCRETOS O DISCONTINUOS.

Entre los métodos y tipos de análisis utilizados en construcciones históricas, encontramos los siguientes: Método de Elementos Finitos (MEF); Método de Elementos Discretos; y Método de Elementos Rígidos.

- Método de Elemento Finito: El primero de ellos, es conocido y empleado por varios especialistas, se le conoce como MEF (Método de Elementos Finitos), este método logra definir cualquier tipo de geometría, tanto en dos o tres dimensiones, ofrece una definición precisa de las características de los materiales, y es adecuado para tipos de estructuras que puedan considerarse como continuas. Una de sus limitantes es la gran cantidad de recursos computacionales que se requiere, y que en ocasiones solo están disponibles en áreas urbanas, donde estos equipos existen, así como la capacidad en cuanto al *hardware*; por otro lado, algunas veces los parámetros para definir las propiedades inelásticas de los materiales son difíciles de evaluar, como el caso que se quiera conocer la energía de fractura.

Este tipo de método ha sido empleado en el caso de la Catedral Metropolitana y el Sagrario, la imagen anexa, permite observar su aplicación en un caso concreto:



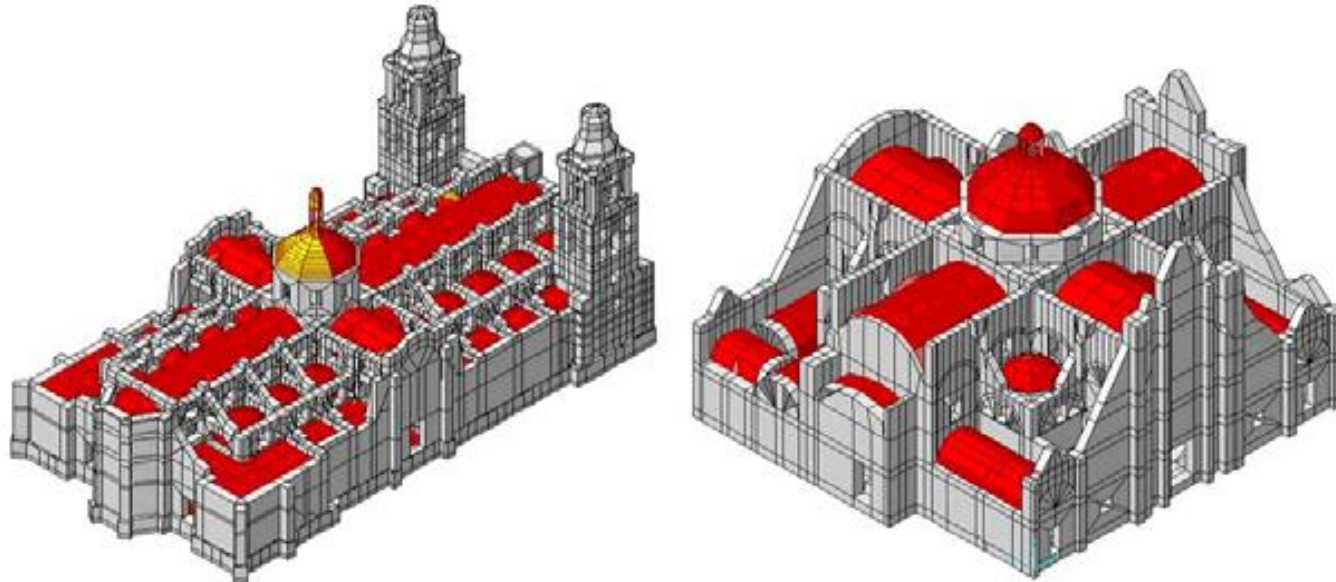


Ilustración 9. Método finito aplicado a un monumento. Peña, 2010. Pag 51

- Método de Elementos Discretos: Se emplea para el estudio de medios discontinuos, debido a que permite el movimiento relativo entre elementos, así como el cambio de geometría que pueda existir en la estructura, ya que se calcula de forma automática. Un ejemplo de este tipo de estructuras comunes en las construcciones son columnas, esculturas y arcos formados con bloques de piedra. Sí bien es un método muy accesible a emplear, algunos autores señalan: “Sin embargo, las características mecánicas de las juntas entre elementos son difíciles de evaluar; así como la solución numérica es lenta, debido a que considera cambios en la geometría” (Peña, 2010, pág. 50). A continuación se puede observar en las imágenes lo antes expuesto.





Ilustración 10. Elementos discontinuos. Peña, 2010. Pag 51

- Método de Elementos Rígidos: Se le conoce como (MER), y se trata de un método considerado sencillo, eficaz y rápido, debido a que se requieren pocos elementos en su aplicación, aunque tiene la particularidad, que es solo para el estudio dinámico y no lineal, "... presenta la limitante de que permite solamente el análisis en dos dimensiones" (Peña, 2010, pág. 50). Un ejemplo de lo expuesto, se presenta en la siguiente imagen



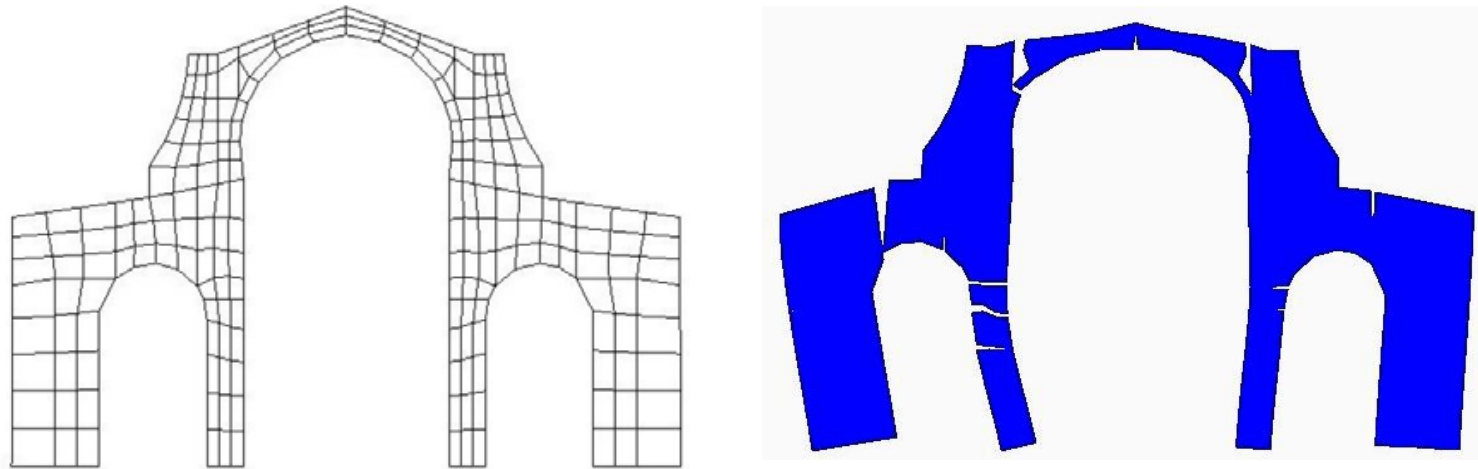


Ilustración 11. Aplicación del método de elementos rígidos (MER). Peña, 2010. Pag 55

Como se pudo observar los tres métodos pueden ser de gran ayuda para la evaluación sísmica de edificios históricos.

1.4.2. MODELOS DE MACROELEMENTOS O ELEMENTOS RIGIDOS: ANALISIS LÍMITE Y ANALISIS ELASTICO-LINEAL.

Corresponde ahora hablar de dos tipos de análisis que complementan los métodos anteriormente descritos, nos referimos al Análisis Límite y al Análisis Elástico Lineal.



- **Análisis límite:** Este tipo de estudio es utilizado para fines de diseño, donde funciona muy bien, por ser rápido y sencillo su uso, ya que solo requiere límites de resistencia. Sin embargo, en el caso de evaluación sísmica de estructuras históricas, su uso ofrece únicamente el mecanismo de colapso y la carga última, de ahí que para algunos estudiosos, resultan limitados sus resultados.

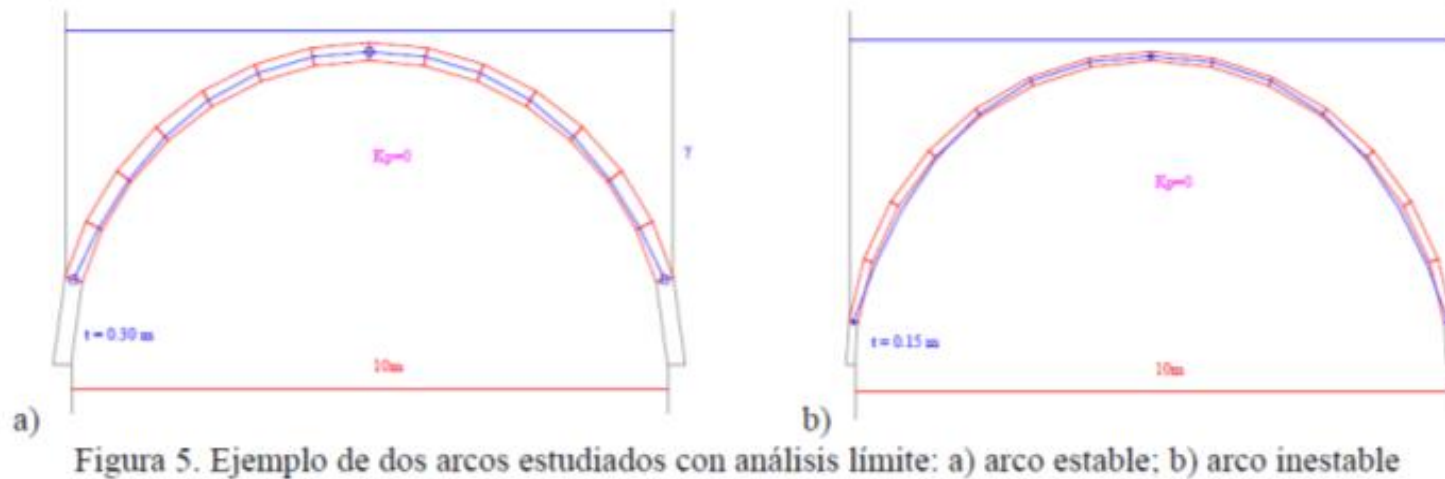


Ilustración 12. Análisis límite aplicado a dos arcos. Peña, 2010. Pag 55

- **Análisis Elástico Lineal:** En este caso particular, se trata también de un estudio sencillo, rápido, pero sirve solo como análisis preliminar de las estructuras, de ahí su uso ampliamente difundido entre y los especialistas en cálculo. La limitante que tiene, se debe a que no considera con profundidad fuerzas, esfuerzos, desplazamientos y deformaciones, aportando solo las zonas débiles de la estructura, pero la redistribución de las



fuerzas y esfuerzos, que generalmente se llegan a producir, y que pueden ser causante de daños en otras partes de las estructuras, las pasa por alto.

Sin duda, se ha avanzado considerablemente en la evaluación sísmica de los edificios históricos, pero aún falta mucho por hacer, pues solo en muy pocos casos, se sabe de la aplicación de este tipo de métodos y modelos, pues tanto el personal necesario, como los recursos materiales y económicos para que se lleven a cabo son limitados.

Debemos insistir en lo que algunos autores señalan, sobre la necesidad de conocer la historia clínica de la estructura, la valoración y la diagnosis, antes de tomar una decisión sobre la seguridad estructural de una obra arquitectónica patrimonial.



2. SEGURIDAD SISMICA Y LA EVALUACIÓN EN MONUMENTOS RELIGIOSOS HISTORICOS.



La arquitectura es una ciencia adornada de otras muchas disciplinas y conocimientos.

Es práctica y teoría.

Vitruvio.

En este capítulo se analiza al monumento religioso desde su concepción espacial y técnica-constructiva; enunciando como parte primordial y de sustento aquellos elementos estructurantes del monumento; además de mencionar los materiales de construcción, y elementos agregados a este tipo de edificaciones que hoy son bienes patrimoniales. En otro punto se expone los componentes estructurales de manera particular. Para finalizar, se hablara de las estrategias de análisis sobre evaluación sísmica en este tipo de edificios patrimoniales



2.1. EL MONUMENTO RELIGIOSO.

Considerando que el término es muy antiguo, parecería que es comprensible su significado para la mayoría de las personas, pero no siempre es así, debido al uso indistinto que se le da al concepto, es necesario establecer una definición que nos acerque a la temática que estamos abordando. De tal suerte que wordreference da tres acepciones de monumento, siendo estos los siguientes:

- *“...Obra pública de carácter conmemorativo.*
- *Construcción destacada por su valor artístico o histórico.*
- *Cualquier producción humana de gran valor artístico, histórico o científico...”* (wordreference, consultado 5 mayo 2014)

El primero de ellos, trata de construcciones y elementos significativos que los grupos sociales erigen, y que les permite recordar eventos, hazañas y personajes. Se trata de monumentos intencionales, tal como lo llama Alois Riegl (Riegl, 1987) Esta definición poco nos refiere a la temática que estamos abordando.

La segunda definición, al incluir el valor artístico o histórico, considera a las obras materiales edificadas que dan testimonio de la cultura a partir de un pasado remoto, o de un pasado cercano. Sí bien esta se acerca más al tema, resulta limitada pues solo considera aquellas construcciones que son consideradas con valor artístico o histórico, ignorando la parte cultural, de identidad y todos los valores intangibles que encierra.

La tercera definición, se apega a lo que desde las ciencias sociales se ha establecido como monumento, es decir, reconoce como tal, a la producción humana en general, misma que presenta valores, los cuales han sido determinados por el grupo social que la produjo o que la tiene en custodia, y que por ese simple hecho encierra también valores culturales. Son estos monumentos, símbolos de identidad y pertenencia, herencia que se asume debe ser conservada, de ahí que sea la definición que mejor se apega al tema que se desarrolla, y que de manera particular corresponde a un inmueble religioso del siglo XVIII.



Ahora bien, si monumento es una producción humana de gran valor artístico, histórico, científico, y cultural, debemos establecer ahora, que es un monumento religioso, y sobre esto, podemos establecer que “es todo edificio destinado a templo y sus anexos; arzobispados, obispados, casas parroquiales y curales, seminarios, conventos o cualesquiera otros destinados a la administración, divulgación, enseñanza o práctica de un culto religioso” (*Manual general de mantenimiento de monumentos históricos*. México, CNCA/INAH-Centro Regional de Michoacán, 1970). Considerando que los monumentos religiosos son fieles testimonio de una etapa histórica del país, estos por ley, pueden ser monumentos históricos o monumentos artísticos.

Es así que encontramos en La Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas la definición de monumento histórico, y dice lo siguiente:

“... Artículo 36. Por determinación de esta Ley son monumentos históricos:

Fracción I. Los muebles que se encuentren o se hayan encontrado en dichos inmuebles y las obras civiles relevantes de carácter privado realizadas de los siglos XVI al XIX inclusive...” (Diario Oficial de la federación 1972, pág. 7)

Cabe señalar, que muchos de estos inmuebles construidos durante los siglos que marca la ley, siguen en funciones, por lo que si bien son parte de la historia, elementos representativos de un estilo y de la arquitectura religiosa de un sitio o región, a su vez, son bienes materiales del presente de la comunidad, los cuales son usados como lugar de oración, de resguardo espiritual, pero también son lugares donde las relaciones sociales se fortalecen, de ahí que su significación cultural, es determinante para el grupo social que los usa, los custodia, y los mantiene, no por la historicidad y cualidades arquitectónicas, sino por ser un



Ilustración 13. La comunidad de san Jerónimo Xayacatlán. Foto Gilberto Samuel Hernández (2013)



espacio de uso e identidad, tal como lo menciona Juan Goti cuando señala:

“...No se considera este patrimonio sólo por su valor patrimonial y artístico, como dice el Derecho canónico por ser preciosa, sino, sobre todo, por ser manifestación de la historia e de la idiosincrasia de los pueblos. Esto lleva a considerar como objeto del patrimonio cultural todo tipo de manifestación humana, no sólo la creación de los grandes genios de la arquitectura, escultura y pintura, sino, también, las manifestaciones más sencillas, que revelan los usos y costumbres de la sociedad de cualquier momento o nivel social...” (Goti, 2013, pág. 3)

Luego entonces, su conservación o atención ante diferentes agentes que lo vulneran, no deben perder de vista todas estas cualidades antes mencionadas, que son las que en caso de deterioro se perderían.

2.2. COMPOSICION ESPACIAL Y CONSTRUCTIVA.

Siguiendo con el tema de tesis, debemos ahora abordar la parte de la composición espacial y constructiva de los monumentos religioso, y ya que sería imposible abordar todos los ejemplos, nos referiremos a aquellas generalidades que dan una idea de estos aspectos, para después centrarnos a las particularidades que corresponden al caso de estudio, es decir, a edificación religiosas del siglo XVII.

Al hablar de composición espacial de los monumentos religiosos, es necesario remitirnos a los siguiente autores, por un lado a Carlos Borromeo que nos dice: *“...y esta misma iglesia, a semejante de cruz, o bien que vaya a tener solamente una, o tres, o cinco, como dicen, naves, puede constar tanto de otras proporciones múltiples y medidas...”* (Borromeo, 2010, pág. 7), lo que nos da la inferencia que desde el Concilio de Trento¹ se norma la composición espacial o diseño, para los templos religiosos o de arquitectura sacra, teniendo presente siempre la

¹Concilio de Trento. fue un Concilio ecuménico de la iglesia católica desarrollado en periodos discontinuos entre los años 1545-1563 Tuvo lugar en Trento, una ciudad del norte de Italia



función que éste va a tener, pues “...la función es, indudablemente, la condición primera de una obra arquitectónica...” (Kaspe, 1986, pág. 33).

Por lo que no podemos olvidar, que el templo, se construye, para albergar a un ser supremo, de ahí que las proporciones que se le dan, corresponden a su grandeza, por ello, cuando menos en altura, no se toma en cuenta la escala humana; pero sí se reconoce que se diseña para albergar un número importante de personas, y el simbolismo que este acto encierra, está representado desde la forma misma:

Ahora bien, Katzman, comenta en cuanto a la forma lo siguiente:

“...las divisiones de la nave en planta, con los mencionados arcos y pilastras, pueden ser desde rectángulos muy alargados a lo ancho de la nave hasta áreas cuadrada. Las naves pueden tener desde dos hasta siete subdivisiones.

Las formas perimetrales de las iglesias se prefirieron en el orden siguiente:

- | | |
|----------------------------|--------|
| a. En cruz latina | 45.1% |
| b. Rectangular una nave | 42.6 % |
| c. Basilical de tres naves | 8.5 % |
| d. Circular u octagonal | 2.5 % |
| e. En cruz griega | 1.3 % |

[...] la forma del espacio interno ha estado más relacionada con símbolos, tradiciones, ambientes místicos y **limitaciones estructurales** que con aspectos de visibilidad, audibilidad y máxima cercanía de los fieles...” (Katzman, 2002, pág. 21)

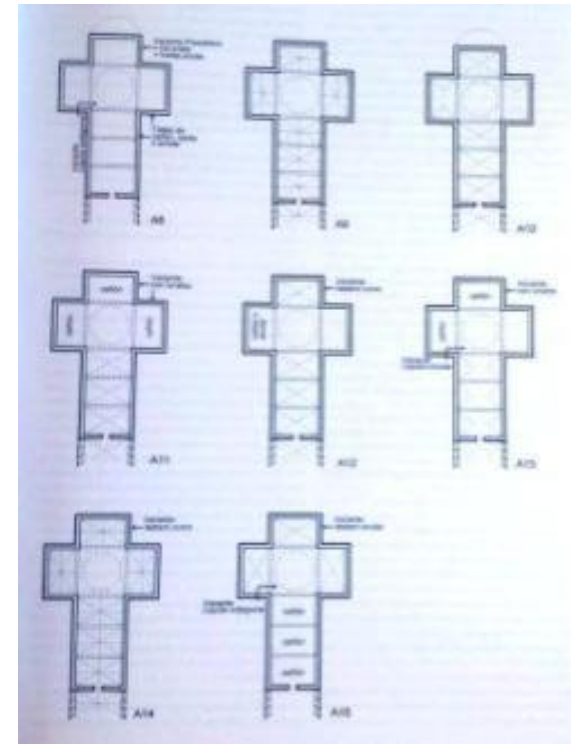


Ilustración 14 Plantas arquitectónicas de Parroquias
Katzman, 2002,pag 41



Vale la pena remarcar, este último comentario del autor, cuando habla de las '*limitaciones estructurales*', pues significa conocimiento sobre el comportamiento estructural que tendrían las edificaciones, y el riesgo que implica grandes claros, de ahí que, se logran soluciones adecuadas en cada caso. Para lo cual se hace uso de la geometría euclidiana².

Pasando al punto de lo constructivo de las obras religiosas (iglesia), primeramente tendríamos que hablar del sitio y el tipo de terreno donde se ubica la construcción, debido a que según fuentes históricas, "... primeramente debía elegirse el lugar más apropiado para esta edificación, de acuerdo con el juicio del obispo y el consejo del arquitecto[...] la posición del lugar es toda absolutamente plana..." (Borromeo, 2010, pág. 4) En muchas localidades apartadas, aun sin la opinión de quien estaría a cargo de la obra, se siguió el mismo principio, toda vez que de las características del terreno, se determinaba el tipo de cimentación, los muros y las cubiertas.

Otro aspecto que menciona el mismo autor, es "... que no se prohíba sin embargo, por la firmeza de la arquitectura de género o dórico, o jónico, o corintio, o de obra de diferente suerte, si de tal modo la ciencia arquitectónica alguna vez lo exige..." (Ibidem. pág. 113) es decir, que ningún estilo es mejor que otro, pues se tenía la experiencia de su aplicación, de tal suerte que los métodos y sistemas constructivos romanos, se extrapolan a los nuevos territorios de este nuevo continente, garantizando su funcionalidad.

2.2.1. MATERIALES DE FÁBRICA.

Sin duda, los materiales de construcción empleados en las edificaciones que para nosotros hoy día son reconocidas como obras patrimoniales, corresponde a lo que el medio natural ofrece en cada región, los cuales forman parte de una larga tradición constructiva donde la piedra, la cal, la arena, y la madera en diferente variedad está presente. A continuación se describen algunos de los materiales de fábrica con los cuales se constituye una construcción colonial.

² La Geometría euclidiana (fue desarrollado por Euclides siglo III a.C.) es aquella que estudia las propiedades del plano y el espacio tridimensional es sinónimo de geometría plana y de varios conceptos, tales como el PUNTO, la RECTA, la SUPERFICIE y mediante comparación de ángulos o longitudes.



Piedra. Fuentes históricas señalan a la piedra de diferentes características, empleadas en la construcción. Cabe señalar que, los materiales pétreos son aquellos en cuya composición química intervienen elementos como el oxígeno, silicio, aluminio, calcio, magnesio, sodio, potasio, cloro; y que asociados estos, forman silicatos, óxidos, carbonatos, fosfatos, sulfatos y aluminio-silicatos.

Las rocas son los elementos principales que constituyen la litosfera, y están formados por un conjunto de minerales determinados de mayor o menor cohesión entre sí. Proviene de la composición del magma. La solidificación del magma es una serie de procesos de cristalización de los distintos minerales, constituyéndose cada uno de ellos en forma de partículas pequeñas, agrupándose las moléculas pertenecientes a un mismo elemento o combinándose con otros, dando origen a los cristales que son los que le dan sus características particulares.

De acuerdo a su procedencia, podemos establecer una primera clasificación, donde destacan las rocas ígneas. El origen de estas rocas es el magma, las localizadas en la profundidad se nombran intrusivas y las que llegan a la superficie: efusivas o volcánicas.

Estas rocas son las que se ocuparon en la construcción de edificaciones en el periodo de contacto, la etapa virreinal, y durante el México independiente (siglos XVI al XIX). Este material presenta ciertas particularidades, de acuerdo a cada tipo de piedra o roca, tal como se verá a continuación.

- Granito: Se trata de una roca formada por cristales de cuarzo, feldespato y mica: roca compacta, de textura cristalina, de gran dureza y resistencia, de textura granular de color claro y solo los ferro magnesianos aparecen como puntos negros, brillando la mica. De sus características técnicas se sabe hoy día, que tiene una masa volumétrica de (peso) 2600 a 3000kg/cm³. Presenta una resistencia a la compresión de 500 a 800 kg/cm². En cuanto a su uso, permite ser labrada, y en forma de placa, sirve para recubrimientos y pavimentos.
- Chiluca. Es una roca de tipo ígneo extrusiva. “.. Etimológicamente proviene del náhuatl que significa ‘en el camino de los chiles’, y corresponde a la zona de donde se obtenía el material. Es de gran porosidad, lo que permite absorción de agua. De sus características técnicas se sabe que tiene una masa volumétrica de



(peso) 2000 a 2600kg/cm³. Su resistencia a la compresión es de 300 a 500 kg/cm². Se empleo como estructura, como recubrimiento, incluso como parte de la ornamentación; el color más común es el gris, que va desde claro a oscuro con moteados negros...” (Gonzalez, A., Et al, 1985,pág. 46) Algunas referencias históricas señalan, que el uso tan difundido en la época prehispánica, permitió que se siguiera utilizando, pues garantiza ligereza y resistencia a la intemperie.

- Basalto – Recinto. (Dolerita). Se trata de una roca volcánica de color negro o verdoso, una de sus cualidades es su dureza, su resistencia al salitre, y a la intemperie. Su uso se generalizo para cimentación, muros de carga, rodapiés, escaleras y pavimentos. En cuanto a sus características técnicas, se tiene que su masa volumétrica de (peso) es de 2450 a 2850kg/cm³. Se sabe que “Los pueblos nahuas los denominaban con el apelativo genérico de metlátetl (‘piedra de metate’), y los consideraban materiales muy apropiados para la talla (Sahagún, 1982. Pag. 263)
- Tezontle. Es una variedad de lava volcánica, de apariencia esponjosa, proviene de una roca ígnea de tipo andesico y basáltico. Su composición es a base de oxido de aluminio, oxido de silicio y oxido de fierro. Posee una textura porosa, por lo tanto muy ligera sin que pierda su resistencia, es de peso reducido, de fácil adherencia con los morteros, resistente al salitre y a los agentes atmosféricos. En cuanto a sus características técnicas se sabe su masa volumétrica es de (peso) 1350kg/cm³. Su resistencia a la compresión oscila de 45-75 kg/cm². Presenta una coloración que va del rojo oscuro, rojo amoratado, hasta el casi negro. Su uso es muy amplio, va desde mampostería, muros, recubrimientos, aglutinante de morteros y rellenos. Es usado en su estado natural o tallado.
- Piedra Braza. Es una roca ígnea de color gris oscuro o rojizo, también es empleada para cimientos y muros de manera frecuente. De sus características técnicas destaca su masa volumétrica que es de (peso) 1800 kg/cm³. Los afloramientos en la mesa central, generalizo su uso.
- Toba (cantera). Corresponde a una roca ligera y porosa, es bastante blanda, y esta característica es la que permite que se trabaje con facilidad. De sus características técnicas se sabe que tiene una masa volumétrica



de (peso) 2000 kg/cm^3 , y una resistencia a la compresión de 100 a 250 kg/cm^2 . Es de color gris, y su uso más frecuente es en elementos decorativos y en recubrimientos.

En un segundo grupo, debemos mencionar a las rocas Sedimentarias, que son materiales acarreados procedentes de la descomposición, desintegración y disolución de las rocas ígneas o primarias. Se trata de rocas que se forman o resultan de algunos procesos físico-químicos, de ahí que se les denomine sedimentarias o secundarias. A continuación se presenta una relación de ellas.

| Tabla B. Rocas sedimentarias. | | |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| Tamaño en mm. | Sedimento | Tipo de roca |
| Mayor de 500 | Roca de acarreo | Conglomerado y/o brecha rocosa |
| 500-256 | Guijarros | Conglomerado guijarroso |
| 256-64 | Cantos rodados | Conglomerado de cantos rodados |
| 64-4 | Granillo | Conglomerado granillo |
| 4-2 | Confitillo | Conglomerado de confitillo |
| 2-1 | Arena muy gruesa | Arenisca grano grueso |
| 1.00-0.5 | Arena gruesa | Arenisca de arena grueso |
| 0.5-0.2 | Arena mediana | Arenisca de arena mediana |
| 0.2 -0.1 | Arena fina | Arenisca de arena fina |
| 0.1-0.05 | Arena muy fina | Arenisca de arena muy fina |
| 0.05-0.004 | Limo | Lutitas |
| 0.004- a más fino | Arcilla | Lutitas arcillosas |

Tabla 1. Fuente: Gonzalez Avellaneda, 1985. pág. 48



Ahora bien, conforme a su tamaño, las rocas sedimentarias se clasifican, y resulta importante conocer acerca de esta clasificación, ya que de ella depende su uso como material de fábrica. Es así que encontramos las siguientes:

- Arenisca. Se trata de granos de arena cementados, de variado color. Su masa volumétrica es de (peso) 2000 a 2500kg/cm³. Su resistencia a la compresión es de 450 a 570 kg/cm²; y el uso es como mampostería, en sillares, para peldaños de escaleras, e incluso para pisos.
- Tepetate. Se denomina así a dos clases de tobas: la pomosa (pómez), y la calcárea (carbonato de cal). Ambas son tobas de origen volcánico, que han sido arrastradas y depositadas por el agua. Algunas referencias señalan que son conglomerados de origen volcánico las siguientes: porfídica, basáltica, traquítica, arcillosa, arenosa, cenicefera, pomosa y calcárea. En general, se trata de un material poroso y absorbente de color amarillento o blanquecino; presenta poca cohesión, por lo que no se puede labrar con aristas vivas, además, en cuanto pierde humedad se vuelve terrosa. De sus características técnicas se sabe que presenta una masa volumétrica de (peso) 1200 kg/cm³, y una resistencia a la compresión de 9 a 11 kg/cm². Debido a todas estas características intrínsecas, su uso se generalizó como sillares de muros.
- Arcilla. Se trata de sedimentos geológicos que resultan de la disgregación de las rocas por la acción atmosférica, se sitúan entre 2 y 5 micras, y generalmente están formadas por sílice, alúmina y agua. En cuanto a sus propiedades destaca, formar una pasta dúctil cuando esta húmeda, y adquiere consistencia pétreas cuando está seca o se le somete a la cocción. En cuanto a su uso, se puede destacar como materia prima en la elaboración de adobe, tejas, ladrillos, y como componentes de mezclas.
- Arenas. Este material está constituido por granos sueltos, que provienen de la disgregación de las rocas por procesos mecánicos o químicos. Artificialmente sabemos se obtienen por trituración, y las arenas silicas son las mejores para la construcción. Es un material cuya procedencia o localización es en los cauces de los ríos, minas, dunas, y en la actualidad se obtienen artificialmente.
- Mármol. Se trata de una roca caliza cristalina, compuesta esencialmente por calcita y minerales adicionales. Entre sus características destacan su textura compacta, su dureza, y cuando se pule adquiere brillo. De sus características técnicas se sabe que su masa volumétrica es de (peso) 2600 kg/cm³, y su resistencia a la



compresión va de 565 a 1125 kg/cm². Su uso es muy variado, pues se emplea como revestimiento de muros, interiores y exteriores, lambrines, pisos, pilastras, columnas, escaleras, y hasta esculturas.

Madera. Se trata de un material que se extrae del tallo o tronco de los dicotiledóneos, presenta en su estructura dos partes distintas, un cuerpo leñoso o madera, situada al centro, y la otra que lo cubre y que se llama corteza. Sus propiedades físicas dependen de su crecimiento, edad, y tipo de terreno donde se desarrolle. En cuanto a sus características físicas diremos que: absorbe y desprende agua, presenta una relación entre la masa y el volumen, su densidad media es de 1.5 aproximadamente; presenta efectos entre contracción-dilatación; tiene capacidad de separarse en cortes paralelos a la fibra (endibilidad); no conduce calor ni electricidad en estado seco, y tiene una larga vida en condiciones favorables.

Las maderas se clasifican maderas blandas (coníferas), y maderas duras (angiospermas), son arboles de crecimiento lento, corpulentos, de madera compacta, resistente, y de hoja caduca. A continuación se presentan los subgrupos de este tipo de material, empleado ampliamente en la construcción como elemento estructurante, como columnas, o vigas, o como acabado en pisos, puertas, portones, ventanas, etc.

| Tabla C. TIPOS DE MADERA | | |
|--------------------------|--------|---|
| Maderas Blandas | Pino | Su color es variable, la madera es resinosa. La altitud donde crece es de 800 a 3900 msnm. Es el de mayor uso en la construcción |
| | Oyamel | Su longitud de tronco es de 6 a 20 metros, es resistente y labrable. Se obtienen cintillas, tejamanil, vigas, tablones y tablas. Crece en altitudes de 2600 a 3500 msnm |
| | Cedro | Existen dos tipo, blanco y rojo, su consistencia es homogénea, poco atacada por los insectos y es de gran durabilidad. . Crece en altitudes de 500 a 2400 msnm. |



| | | |
|---|--------|--|
| Maderas Duras | Encino | Es de color pardo, poco atacada por insectos, es resistente a condiciones medioambientales, y de uso frecuente en obras hidráulicas. Crece en altitudes de 0 a 1500 msnm |
| | Fresno | Presenta tonalidades de color claro con vetas amarillentas o rosadas. Es una madera fuerte y elástica, llega a medir hasta 20 metros. Crece en altitudes de 1100 a 2600 msnm |
| | Olmo | Es de color pardo, fibroso, muy resistente, y se emplea para obras hidráulicas, por su adaptación a la intemperie. La altura promedio es de 14 metros. Crece en altitudes de 0 a 1650 msnm |
| | Sabino | Es una madera de color rosado, resistente, se emplea para pilotes y estacados. La altura promedio es de 15 metros. Crece en altitudes de 300 a 2600 msnm |
| Elaboración por Hernández Flores Gilberto | | |

Sin duda estos son los materiales más utilizados en la construcción de todo tipo de género de edificaciones de los considerados bienes patrimoniales o monumentos. Su uso varía en cada zona del país, y sin generalizar su uso en determinado elemento constructivo, podemos establecer su uso como material de construcción, o como acabado, ya que aún sobreviven diversas edificaciones en donde se puede observar su uso. Cabe señalar que el riesgo sísmico en cada material, dependerá de su uso dentro de la construcción.

2.2.2 LA ESTRUCTURA Y SUS ELEMENTOS.

Para iniciar con este apartado denominado la estructura, primeramente lo expondré de manera coloquial y haciendo esta comparación burda mencionare lo siguiente, que es como el esqueleto que le da sustento al cuerpo humano. Así que toda estructura está compuesta de elementos de soporte, a su vez cada elemento es una unidad que en su conjunto generan la estructura solida que le da sustento al edificio. Por lo que al acudir a un criterio técnico nos



exponen que “...La capacidad de la estructura para soportar los efectos del sismo depende esencialmente de la robustez de sus elementos de soporte, que son esencialmente los muros y sus contrafuertes; además de la forma de la estructura y de la manera en que están conectados sus distintos elementos componentes, así como la calidad de los materiales y de la ejecución de la obra misma...” (Meli, 2011, pág. 206)

De los elementos componentes o de soporte se menciona en un orden lógico los siguientes; la cimentación, las columnas, los muros, los arcos, la cubierta (bóveda de cañón corrido), la cúpula y por último los contrafuertes y arbotantes. A continuación se menciona en lo particular cada elemento componente y su modo de falla frente a un sismo.

Cimentación.

Comenzaremos con la siguiente cita, que define de manera muy simplista que es una cimentación: “...los cimientos son a los edificios, como las raíces a los arboles; en terrenos compresibles y con estructuras frágiles debe contemplarse la acción de los cimientos y superestructura como un conjunto, sin disociar ninguno de sus elementos y sin separar ninguna de sus partes...” (Tamez, E., Et al, 1995, pág. 118).

Dicho sin tantos tecnicismos, entendemos que la cimentación es la base de toda construcción y que a su vez, es parte del todo estructural, de ahí que exista una relación estrecha con las partes componentes.

Pasando a otra definición más técnica, sabemos que:

*“... el terreno donde se apoya el edificio sufre una secuencia de movimientos bruscos en diversas direcciones. **La base del edificio, que, a través de su cimentación está fija al terreno**, sigue el movimiento de este; el resto del edificio también tiende a ser desplazado, pero su masa trata de oponerse, por inercia, a seguir el movimiento de su base. Se generan entonces, vibraciones de la masa de la construcción, con las consiguientes*



fuerzas de inercia que son, las que introducen esfuerzos en los elementos estructurales y ponen en peligro la estabilidad de la edificación...” (Meli, 2011, pág. 206)

Por lo que, resulta razonable que las afectaciones por sismo, afecten tanto la cimentación, pero también, debemos entender que no es la única vulnerabilidad que afecta a esta parte de la edificación, ya que, estudios realizados por el Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid reconocen; “...las siguientes:

1. Elevadas presiones de trabajo por insuficiente superficie de reparto.

Es decir, que la cimentación era determinada solamente por las dimensiones de pilares o muros a cimentar, sin considerar el peso de la propia cimentación, su dimensión, las cargas que llegan a la misma y las propiedades del terreno.

2. Apoyo en capas de insuficiente capacidad portante o de carga.

Significa, que en ocasiones el apoyo de la cimentación se realizaba muchas veces sobre capas poco confiables, o bajo las cuales existían niveles blandos o compresibles.

3. Condiciones diferenciales de apoyo.

Se refiere a que el desplante de las cimentaciones puede estar en diferentes estratos, los cuales pueden tener espesores distintos. Otra razón sería, diferencias de carga del mismo edificio. Y finalmente hay acciones locales como excavaciones próximas a la construcción.

4. Otros factores. Existen diversos factores que son extrínsecos, que no debemos perder de vista, entre los que destacan los siguientes:

- Degradación estructural. Son provocados por agentes ambientales que afectan a la cimentación, un agente será la afectación atmosférica provocada a elementos pétreos, que es el material del que está hecha la cimentación. También debemos tener presente, la afectación o disgregación de morteros. Procesos ambos, que llegan a ser imperceptible o de desarrollo muy lento, pero de graves consecuencias cuando se producen.



- Descalces por socavación, erosión o excavación. Se generan por diversas causas siendo una de ellas, el arrastre progresivo del terreno, que termina por dejar sin sustento a la cimentación, generalmente se debe a la presencia de corrientes subterráneas, que van creando huecos, mismos que al llegar a un determinado tamaño, provocan graves daños inicialmente a la cimentación, y posteriormente a los demás elementos soportados por el mismo. También se presenta por excavaciones próximas a la edificación, lo que provoca desplazamientos horizontales, por el asentamiento del suelo. Cabe señalar que en terrenos blandos, es fácil apreciar este fenómeno.
- Inundaciones. Este fenómeno provoca presiones hidrodinámicas sobre los elementos estructurales (muros), y fenómenos de degradación. Además dan lugar al colapso de suelos arenosos reduciendo la capacidad de carga del suelo, generando asentamientos diferenciales, y deslizamientos.
- Vibraciones. Este provocan asentamiento del terreno, y en suelos granulares flojos, puede llegar a desorganizar la cimentación y muros de mampostería. El origen de las vibraciones puede ser diverso, pero generalmente se le relaciona por circulación de tráfico pesado, explosiones en canteras próximas, bombardeos o tránsito de maquinaria pesada, por mencionar algunos.
- Terremotos. De este punto solo complementaremos diciendo que ha sido la causa tradicional de la destrucción de los edificios. Por lo que resulta pertinente señalar que: "... aparte de la mayor o menor resistencia estructural a las sacudidas sísmicas, no cabe duda de que el cimiento es un factor importante en la transmisión de las mismas..." (Ortiz J. , 1985, pág. 27)

De lo descrito anteriormente, podemos establecer que la cimentación, juega un papel determinante en la estabilidad de toda construcción, también entendemos que los problemas o afectaciones en la cimentación, puede ser por múltiples factores, de los cuales, para el desarrollo de esta tesis, interesa la cuestión sísmica.



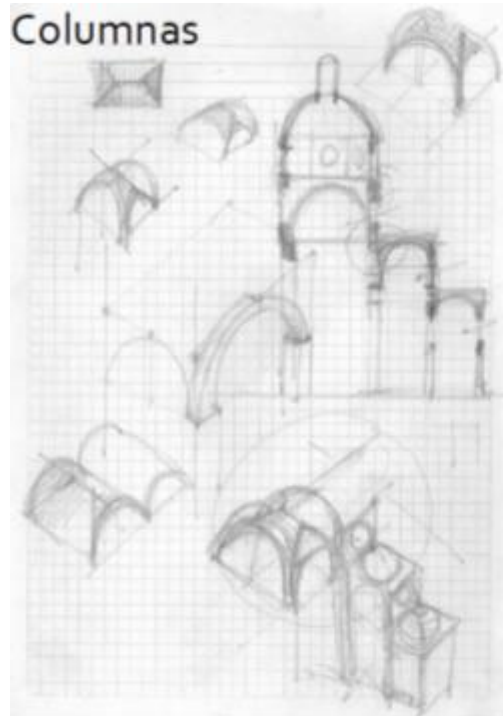
Columnas.

Este elemento además de soportar el peso del edificio, transmite las cargas hacia los pisos inferiores, y después hacia la cimentación. Las columnas que se comenzaron a usar de manera primitiva, fueron troncos o monolitos, los cuales se enterraban a una profundidad, que alcanzaba la parte más dura del suelo. Después, estas evolucionaron al realizarse a partir de bloques de sillares o simplemente mampostería. Cabe señalar que la adición de capiteles, favoreció la transmisión correcta de las cargas. No debemos olvidar que la capacidad de carga, depende del material de que se trate.

Las cargas por efectos de desplomes, asentamientos de la cimentación o cargas de la techumbre, aumentan con el paso del tiempo, por lo cual, la resistencia se va limitando.

Es de observar lo siguiente cuando este elemento constructivo está próximo a fallar:

“...El principal signo de que una columna alcanza su máxima capacidad de carga son las grietas verticales que indican la expansión lateral del material; el desprendimiento de pedazos de cantera es



Catedral metropolitana, Ciudad de México

REHABILITACIÓN ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS PATRIMONIALES

Arg. Rubén Rocha Portillo 2013

Ilustración 15. Curso de rehabilitación. ENCRYM-INAH. 2013



signo de altas concentraciones de compresión en un área específica. Es común que, a pesar que las columnas pierdan su capacidad de carga, estas no colapsen los elementos que soportan ya que las cargas se distribuyen hacia otros lugares; [...] no absorben fuerzas laterales ni flexionantes...” (Melli, 2000, pág. 75.)

Muros

Al igual que las columnas, los muros son elementos de soporte de toda edificación, además de cumplir otras funciones estructurales como absorber los empujes laterales debido al coceo de arcos y bóvedas, al mismo viento y además de algo que nos ocupa en este trabajo que son, los efectos por sismo. En caso de pandeo, el problema no suele presentarse de forma crítica, ya que normalmente los muros son de un ancho considerable, la relación altura espesor normalmente es de 1-6, y cuando esta excede, se utilizan contrafuertes para soportar el empuje.

Para construir los muros, se utilizó la mampostería como elemento de desplante. Cabe señalar que la mampostería tiene baja resistencia a los esfuerzos de tensión, y ante algún sismo se pueden presentar grietas diagonales perpendiculares a la dirección de los esfuerzos de tensión. Como los movimientos del sismo se alternan en ambas direcciones, su efecto se hace notorio por la aparición de grietas diagonales cruzadas en la superficie del muro.

Aunque por otra parte, si el edificio ha sufrido asentamientos diferenciales en alguna parte de su cimentación, dichos asentamientos provocaran distorsiones en los muros, lo da como resultado, la aparición de esfuerzos similares al inducido por las fuerzas de un sismo, pero solo en un sentido, por lo que las grietas producidas se podrán observar en una sola diagonal sobre la superficie del muro.

Arcos.

El arco surge de la concepción de una geometría circular para la distribución de piedras, acuniándolas una contra la otra; de esta manera surge un arco, cuyas cargas se transmiten hacia los apoyos, mediante esfuerzos de compresión que son resistidos eficientemente por la mampostería.



Debemos recordar que un arco trabaja a compresión, lo que provoca coceo, que es el empuje horizontal que transmite a sus arranques o apoyos, y esta situación tiende a voltearlos hacia afuera. La magnitud del coceo depende del peso propio del arco, su forma geométrica en relación a la proporción entre su flecha y el claro que libra.

La manera de fallo de un arco, será por movimientos de apoyo a consecuencia o debido al coceo, aunque también por asentamientos diferenciales en la cimentación y que repercuten en el arco, y por supuesto por movimientos de origen sísmico. Este tipo de fallos producen una grieta en la parte inferior, seguida por una superior que produce el efecto de bisagra y provocan que el arco gire o se abra. Cabe señalar, que se requiere de una abertura considerable para que el arco sea inestable, y se llegue a producir el colapso. Además, no es común, hallar arcos que fallen solo por sobrecargas

Deterioros en los componentes estructurales

Apoyos.

Arcos

- Fracturas.
- Desprendimiento de dovelas.
- Flexión dovelado
- Falla de Jambas
- Erosion



Rehabilitación estructural de edificios patrimoniales

Arg. Pablo Rocha Martínez, 2013

Ilustración 16. Curso de rehabilitación. ENCRYM-INAH. 2013



Bóvedas.

La bóveda nace a partir de la concepción geométrica de un arco, o es la extensión longitudinal del arco, aunque también puede ser una sucesión de arcos con la finalidad de formar una cubierta.

Las bóvedas igual que los arcos dependen de la rigidez de los apoyos. Las bóvedas cruzadas permiten cubrir claros mayores a los de la bóveda simple. Las bóvedas intersecadas y las nervadas transmiten el peso de lo que cubren o cubierta en un número reducido de puntos de apoyo, este hecho hace crítica la carga vertical aplicada a los elementos de soporte ya sean los muros o columnas, por lo que en un movimiento telúrico, son estos puntos los más vulnerables.

Cúpulas

La cúpula requiere de geometría compleja para dar la forma espacial que se observa. Inicialmente se desarrolla lo que se denominó 'falsa cúpula', esta se construye por medio de anillos circulares cuyas piedras o ladrillos se proyectan hacia adentro de la hilada anterior, cerrando progresivamente el claro. Para comprender mejor el trabajo de las cúpulas y su funcionamiento estructural, nos parece necesario mencionar la siguiente referencia, que aclara dicho comportamiento:

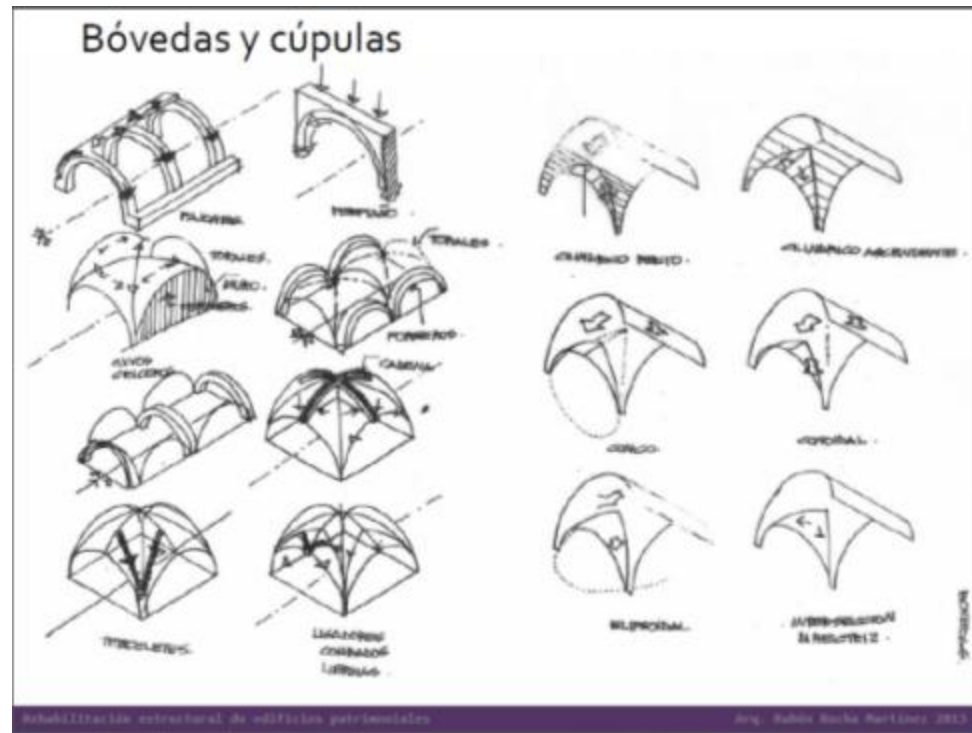


Ilustración 17. Curso de rehabilitación. ENCRYM-INAH. 2013



“...el funcionamiento estructural de la cúpula es prototipo del de los cascarones o estructuras espaciales delgadas que transmiten cargas, debido sobre todo a su propio peso, esencialmente por esfuerzos de compresión en dos direcciones principalmente. El problema del pandeo no es crítico en las cúpulas de mampostería, ya que el espesor mínimo que es constructivamente posible con este material, suele ser más que suficiente para evitar este modo de falla. Los refuerzos radiales de compresión, aumentan progresivamente de la clave hacia el arranque de una cúpula esférica; por ello, se ha tratado siempre de reducir el peso de la cúpula sobre todo en su parte superior...” (Flores, 1999, pág. 47). Esto último se lograba con la disminución progresiva del espesor, el uso de casetones y huecos interiores, y la inserción de elementos aligerantes como cazuelas o ánforas de barro.

Contrafuertes y Arbotantes.

Los contrafuertes surgen por la necesidad de rigidizar los muros de mampostería, y evitar el volteo debido a otros elementos como son el coceo por la cúpula o la bóveda. Con objeto de aumentar la eficiencia en contrarrestar el volteo, se puede recurrir a rigidizar el muro con costillas o pilastras que aumentan el espesor del muro, pero más efectivamente resulta la colocación de contrafuertes, que son muros transversales exteriores a través de los cuales se conducen los empujes laterales hacia el terreno, sin producir tensiones en la mampostería. La geometría del contrafuerte es de forma rectangular o más eficazmente trapezoidal para formar una especie de espolón exterior.



Ilustración 18. Curso de rehabilitación. ENCRYM-INAH. 2013



Para aligerar el contrafuerte sin disminuir significativamente su efecto de contrarresto, se fabrica un hueco central en su parte inferior dejando un arco superior que funciona como puntal, eso permite la circulación a través del muro del contrafuerte y el uso del espacio interior. Es así que:

“...El arco inclinado que actúa como puntal se denomina ARBOTANTE y su nacimiento y desarrollo se dio en la arquitectura gótica [...] un conocimiento preciso de la manera en que las cargas se transmiten a la estructura, y porque tiene un impacto visual que deja clara su función, esencialmente estructural. Su función es la de un puntal que transmite el coceo de la bóveda de la nave central hacia un contrafuerte exterior, pasando encima de la nave lateral; su trabajo en compresión, hace posible que tenga una sección pequeña y una configuración esbelta...” (Flores, 1999, pág. 81).

Tal como se pueden ver en las imágenes anteriores.

2.2.3 ACABADOS Y ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES.

Nos parece importante establecer primero que es un acabado, encontrando que *“... se entiende por acabado, o revestimiento, cualquier capa de material aplicada sobre cualquier cerramiento, o elemento constructivo independiente sujeto al cerramiento, que recibe el nombre de soporte o base del acabado. Según el material y la técnica constructiva que se utilicen, los acabados se pueden clasificar en dos grandes grupos: acabados continuos y acabados anclados o colgados...”* (Broto, 2006, pág. 147)

De los acabados continuos podemos señalar, que son todos los acabados de paredes, techos y suelos constituidos por morteros y pastas (no tienen juntas). Se aplican sobre el soporte en estado plástico y, cuando se endurecen, adquieren unas determinadas características fisicoquímicas. Se adhieren al soporte mecánica o puede adherirse químicamente. El primer caso es el más común, y consiste en la penetración del mortero o pasta en la rugosidad del soporte, ejemplo de esto, es un aplanado. Del segundo, podemos decir que es el sistema empleado en la aplicación de pinturas que se basa en un intercambio molecular entre el soporte y el acabado (película).



Los acabados anclados o colgados están formados por distintos elementos, los cuales llegan a la obra, o se fabrican en la obra, solo requieren su sujeción al soporte. Y el sistema que se utilice para adherir el acabado tiene que estar en función del uso que se le va a dar a este último. Constructivamente hablando se distinguen dos tipos básicos de sujeción que son:

- Adherencia continua, la cual se resuelve por morteros hidráulicos o pegamentos.
- Cuelgue por puntos. Normalmente se efectúa por anclajes mecánicos.

Esta clase de acabados se emplean tanto en paredes como en pisos o plafones; o por decirlo en otros términos, se usa en elementos horizontales y verticales.

Para los elementos horizontales, se dice que dependiendo del sistema de adherencia, del material empleado, y del tratamiento superficial, se pueden clasificar en:

- Pavimentos. Son los constituidos por piezas pétreas o cerámicas.
- Parquets de madera. Son todos los pisos constituidos por elementos lineales de madera clavados a una estructura.

De los elementos verticales o paredes, según el material y el sistema de adherencia, también se pueden distinguir varios tipos de acabados ya sea anclados o colgados:

- Alicatados. Son las constituidas por piezas cerámicas o pétreas. Su aplicación al soporte se realiza por medio de morteros, su adherencia debe ser continua para evitar desprendimientos.



Ilustración 19. Portada de acceso al templo parroquial de San Jerónimo. Foto de Gilberto Samuel Hernández (2012)



- Chapados. Son los constituidos por elementos de piedra colgados del soporte. Al analizar las causas del posible desprendimiento, hay que tener en cuenta el tipo de anclaje utilizado.
- Aplacados. Son resueltos por superposición de elementos lineales. Al analizar los posibles desprendimientos influirán también el sistema de anclaje y la libertad de movimiento de las distintas piezas.
- Elementos sueltos. Son todos los elementos o piezas auxiliares adheridas a un cerramiento o remate de alguna edificación con una finalidad estética o funcional (cartelas, gárgolas, etc.), por lo regular su desprendimiento depende una vez más, de los anclajes, del tamaño del elemento, del material de fábrica y en algunos casos de los cambios de temperatura: dilatación–contracción.

De lo anteriormente expuesto, podemos establecer que la vulnerabilidad ante un sismo, atañe tanto a los componentes estructurales como los no estructurales. Lo importante es reconocer los elementos arquitectónicos, los materiales con los que se fabrica, y el proceso constructivo, solo así, se podrá conocer los efectos del sismo en la edificación, o si es producto de varios factores como la calidad de la estructuración, la capacidad de los suelos, la calidad de los materiales, y/o la calidad de la mano de obra, tal como se menciona a lo largo del capítulo.

2.3. CRITERIOS DE ANALISIS EN LOS EDIFICIOS PATRIMONIALES.

La llamada Carta de Venecia (1964) o Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y Sitios, deja ver en su contenido, el interés internacional sobre la protección del patrimonio edificado. A partir de este documento, la preocupación por la vulnerabilidad de las obras materiales reconocidas como patrimonio ha ido en aumento, tal como se puede comprobar en cada una de las reuniones de Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS por sus siglas en inglés). Para el caso que nos ocupa, debemos hacer mención de la 14ª Asamblea General de este organismo, llevada a cabo en Victoria Falls, Zimbabwe, en octubre de 2003, que es donde surge el documento denominado *Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico* (2003)³.

³ En inglés se conoce como Analysis and Restoration of Structures of Architectural Heritage (2003).



La reunión de Zimbabwe, fue presidida por el Comité Científico Internacional para el Análisis y Restauración de Estructuras de Patrimonio Arquitectónico (ISCARSAH por sus siglas en inglés), se trata de un comité técnico cuya función es analizar el comportamiento estructural de los edificios históricos para llevar a cabo propuestas que permitan acciones concretas. Las cuales resultan válidas, al ser elaboradas desde las diferentes disciplinas implicadas en el estudio y análisis, y donde aspectos de conservación y restauración, integración con la ingeniería estructural (comprensión completa de la tipología estructural), comportamiento y características del material (es), y particularidades intrínsecas en la práctica de la conservación, permitió establecer una guía y formular recomendaciones generales, para lograr efectividad en la conservación de estructuras históricas en diferentes países, de ahí que el documento establezca: "...Las presentes recomendaciones tratan de servir a todos aquellos a quienes atañen los problemas de la conservación y la restauración, aunque en ningún modo pueden reemplazar los conocimientos específicos de textos de contenido cultural y científico..." (ICOMOS, 2003, pág. 12).

Dentro de las aportaciones del documento, está, la metodología para la intervención estructural de algún edificio histórico, por lo que se recomienda apegarse a los principios marcados por el ISCARASAH (ICOMOS), la cual de manera general establece cuatro aspectos a considerar en dicha metodología:

- Adquisición de datos.
- Comportamiento estructural.
- Diagnostico y seguridad
- Medidas de intervención.

La intención, es logra contar con un diagnóstico claro y preciso, con la intención de definir la intervención que se debe hacer al monumento histórico, la cual debe proporcionar los criterios de seguridad, a partir de una intervención que garantice el mínimo daño a los valores intrínsecos del bien patrimonial. Para ello, las acciones que se realicen deben considerar lo siguiente:

- *"...Respeto a la autenticidad estructural. La concepción estructural de los edificios históricos es la parte de su valor cultural, por lo que es necesario preservar tanto el sistema original como sus materiales.*



- *Mínima alteración o impacto. Las intervenciones que causen la mínima alteración o impacto al sistema estructural original deberían de preferirse, siempre y cuando provean un nivel de seguridad adecuado.*
- *Compatibilidad. Los materiales y los dispositivos técnicos utilizados para la reparación o refuerzo deben ser compatibles con los originales, es decir, que ningún efecto indeseable debería resultar de su utilización. Los materiales antiguos no debieran de experimentar algún tipo de deterioro químico cuando esté en contacto con los materiales nuevos (compatibilidad química), y los materiales nuevos no deberían experimentar fenómenos químicos o físicos que puedan causar daño a los materiales existentes.*
- *No sea invasor. Se deberían preferir reparaciones que sean lo menos invasores posibles, dado que esto contribuye a preservar la integridad de las estructuras (primer requisito). Entre varias alternativas, se debería dar preferencia a la que presente una invasión mínima.*
- *Reversibilidad y remoción. Siempre que sea posible, las medidas adoptadas deben ser reversibles. Es decir que al desmanteladas, el material original o la estructura regresan al estado que estaba antes, sin sufrir daño o deterioro permanente.*
- *Monitorización. Debe ser posible controlar la intervención durante su ejecución. No se deberían permitir acciones que sean imposibles de controlar. Un programa de supervisión y control debería de acompañar cualquier propuesta de intervención, con el fin de evitar dañar a la estructura durante los trabajos....” (Peña, 2010, pág. 46)*

De lo expuesto anteriormente, podemos destacar la necesidad de un estudio minucioso sobre el monumento, su estructura histórica, la geometría de sus componentes arquitectónicos, y los materiales de fábricas; solo así, se puede atender correctamente el bien patrimonial ante un evento sísmico.



2.3.1. ESTRATEGIA INTEGRAL DEL MODELADO Y ANALISIS NUMERICO.

Cabe aclarar que esta estrategia integral como se denomina, es una propuesta y como tal merece ser avalada, complementada o mejorada. Hecha esta aclaración, debemos establecer que el análisis del que se parte, se basa en aspectos meramente cuantitativos del estado de la estructura histórica, a partir de estudios analíticos. Con base en lo anterior, se propone una serie de pasos que deben ir completando a fin de superar las dificultades inherentes al análisis numérico que en ocasiones resulta tedioso, los cuales serán desarrollados a continuación:

2.3.1.1. ADQUISICION DE DATOS.

Se trata de la recolección de información disponible, la cual incluye aspectos históricos, materiales, descripción geométrica y estructural, y estudios preliminares. Resulta importante señalar algo que autores como Mondragón señalan oportunamente y que parecería obvio: "...la geometría estructural de las construcciones históricas es bastante compleja, por lo que muchas veces se confunden los elementos arquitectónicos con los estructurales. Es de suma importancia contar con una buena descripción geométrica y estructural..." (Ibídem, pág. 48)

Caracterización mecánica. Consiste en la homogenización (comportamiento homogéneo) de la mampostería al tomar en cuenta las propiedades medias del material, las cuales se obtiene mediante pruebas numéricas con un modelo computacional (–elementos finitos--), o bien, directamente a través de pruebas experimentales (laboratorio o *in situ*).

Estudios preliminares. Corresponde a la realización de pruebas no destructivas realizadas in situ, por ejemplo: la determinación de modos de vibrar de la estructura, mediante vibración ambiental que ayuda a la posterior calibración de los modelos analíticos, así como pruebas de georadar, los cuales permiten observar cambios de material, oquedades, etc.



2.3.1.2. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS DE ANALISIS.

Con respecto a la utilización del método y modelo a seleccionar, los cuales se han mencionado de manera detallada en el capítulo anterior en el punto 1.4, debemos solamente agregar que la utilización de cada método depende del problema y los recursos (varios) para resolverlo; ya que no debemos olvidar lo que algunos autores señalan: "...en general, los métodos refinados permiten analizar estructuras complejas, describiendo correctamente los materiales. Pero los recursos computacionales necesarios son elevados [...] por otra parte los métodos simplificados son útiles para analizar grandes estructuras o realizar análisis paramétricos, pero ellos tienen la limitante de sus hipótesis simplificadoras que algunas veces pueden no cumplirse..." (Ibidem, pág. 50)

Luego entonces, la selección de la herramienta de análisis debe ser considerada como algo muy importante dentro del análisis. Aunque debemos hacer notar, que el hecho que una herramienta de análisis sea más compleja que otra, no necesariamente proporciona mejores resultados que una herramienta simplificada. Por lo que se debe tener en cuenta para la selección de la herramienta de análisis los siguientes aspectos:

- Información disponible, ya que los datos que se dispongan de la estructura que se va a estudiar resultan valiosos. Es posible suplir la falta de información con datos obtenidos de bibliografía especializada.
- Resultados esperados, es decir que el método de análisis empleado, debe conducir a la obtención de información requerida para el proyecto.
- Disponibilidad y compatibilidad, se trata de que la herramienta de análisis sea de fácil acceso y manejo para el personal que se va a encargar del análisis, el cual, debe contar con los conocimientos suficientes para el trabajo, de ello depende la correcta modelación e interpretación de resultados.
- Costos, sin duda, los recursos deben corresponder con la herramienta de análisis, no solo se trata de recursos financieros, que de suyo son importantes, sino también capacidad de cálculo (cómputo), y disponibilidad de tiempo disponible.
- Idealización y validación, corresponde al modelo matemático resultante de la idealización de la realidad, el cual se recomienda ser validado, con el fin de asegurarse que la idealización sea correcta.



Debemos recordar que algunos especialistas en el estudio de estructuras en general, recomiendan el uso de dos o más herramientas de análisis, con el fin de garantizar los resultados, lo cual debería ser una exigencia al momento de estar analizando una estructura histórica, que ha llegado a su estado límite.

2.3.1.3. PROCESO DE CALIBRACION Y VALIDACION.

Todo análisis estructural se realiza haciendo una idealización de la realidad, la cual se basa en la geometría, el comportamiento del material, el comportamiento de la estructura, y las solicitaciones actuantes; por lo que, se hace necesario que las idealizaciones elegidas sean las apropiadas al problema que se presenta, con el fin de que, el modelo matemático resultante, sea capaz de representar la realidad que se está simulando.

Es en este momento, en el que se hace un proceso de calibración y validación, mismo que se realiza con pruebas experimentales (in situ o laboratorio), con otros modelos matemáticos, o retomando resultados obtenidos de la literatura especializada. Así mismo, es necesario que los modelos se validen entre las diferentes solicitaciones a las cuales será sometido el modelo. De ahí que cada modelo debe ser evaluado en forma independiente.

Es así que: "... en forma general, los análisis de peso propio y cálculo de frecuencias y modos de vibrar se pueden utilizar como una forma sencilla de calibración y validación preliminar de los modelos numéricos. El peso propio de una estructura se puede calcular de forma sencilla (manual), el cual se compara con el obtenido con el modelo numérico [...], el cálculo de las frecuencias y modos de vibrar permite conocer que la relación entre masas y rigideces es la adecuada (detectas errores en el enmallado)..." (Peña, 2010, pág. 54). Otra validación que se puede aplicar para obtener las propiedades elásticas de los materiales, se hace mediante la calibración de frecuencias y modos de vibrar del modelo analítico con respecto a pruebas de vibración ambiental.

Por otro lado, considerando los daños presentes en la estructura que se va a analizar, es posible hacer una calibración y validación del modelo de una forma cualitativa; es decir, que se puede validar el modelo al lograr reproducir los daños que se presenta en la estructura, tal como se observa en la siguiente ilustración:



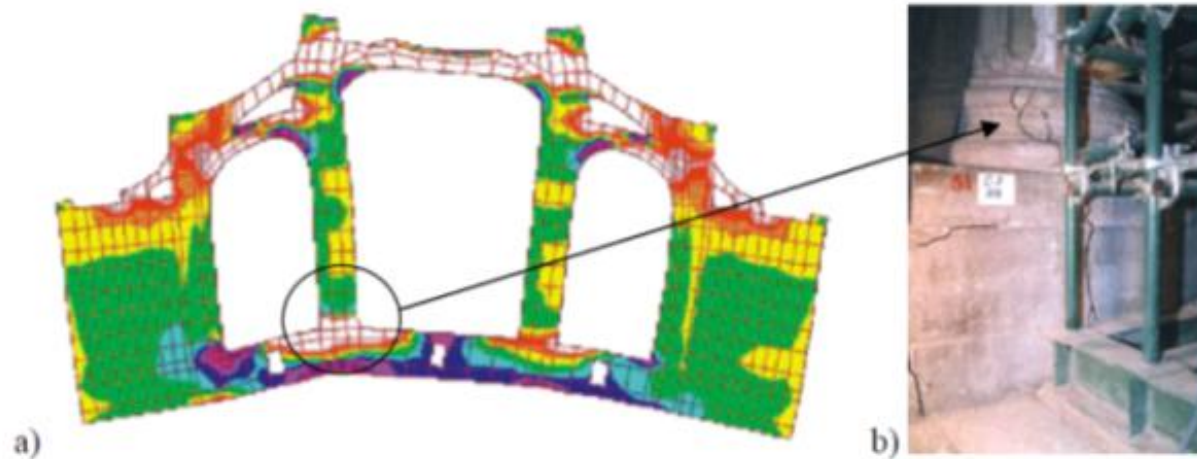


Figura 7. Ejemplo de la validación de un modelo confrontándolo con los daños que presenta la estructura:
a) modelo de elementos finitos; b) daño real en la base de una columna (Meli y Sánchez, 1995)

Ilustración 20. Modelo de elementos finitos Peña, (2010) pag 55

2.3.1.4. SELECCIÓN DE LOS TIPOS DE ANALISIS NUMERICOS.

Para determinar el tipo de análisis a seleccionar, dependerá primeramente de la herramienta de análisis que se elija, de los costos, de los recursos computacionales disponibles, del tiempo del pre y pos proceso, y de algunas eventualidades más que deben tomarse en cuenta, y por supuesto, del tipo de estructura histórica que se está analizando.



Dependiendo del fenómeno a estudiar será la forma de idealizar las solicitaciones, estas pueden ser de tipo estático, dinámico, modal espectral, sean fuerzas, desplazamientos, aceleraciones, etc. No debemos perder de vista que los sismos, se pueden estudiar con análisis estáticos o dinámicos. Por lo que "...cuando se analiza una estructura histórica se recomienda que se utilicen análisis dinámicos, en lugar de los estáticos, sobre todo cuando se tiene una geometría compleja [...] a que muchas veces los modos superiores de vibrar influyen significativamente en el comportamiento global de la estructura..." (Ibidem, pág. 56). El análisis de forma general, se pueden dividir en:

- Análisis Elásticos.
- Análisis No lineales.

Debemos insistir en señalar que ningún estudio sobre comportamiento estructural en un edificio histórico, debe basarse única y exclusivamente en análisis elástico lineal, pues se corre el riesgo de no tener una correcta valoración de su comportamiento estructural. Lo anterior, lo podemos ejemplificar de la siguiente manera, tomando el macroelemento fachada de una iglesia, donde la figura 8a muestra el mecanismo de colapso obtenido de un análisis estático no lineal (análisis de empujón o pushover), los daños son una grieta vertical que cruza la ventana y la ventana del coro, lo que provoca que la fachada se divida en dos; mientras que la figura 8b muestra el mecanismo de colapso obtenido de un análisis dinámico no lineal, los daños se concentran en los campanarios, así como en el cuerpo de la torre.

De lo cual se concluye que los análisis estáticos no-lineales predicen resistencias mayores que las obtenidas con los análisis dinámicos. Ver el ejemplo en la siguiente ilustración:





Ilustración 21. Modelo de análisis lineal y no lineal. Peña, (2010) pag 56

2.3.1.5. ANALISIS PARAMÉTRICOS.

La razón de generar los análisis paramétrico obedece necesariamente a que las idealizaciones realizadas a los materiales o a las solicitaciones, pudieran ser no del todo satisfactorias. Esto se debe principalmente, a la falta de información o a la variabilidad del parámetro (registros sísmicos). Por lo que para disminuir las dudas derivadas de dichas idealizaciones, es recomendable que se lleve a cabo la realización de análisis paramétrico, a fin de evaluar la influencia de alguna variable o parámetro en el comportamiento estructural.

Para tal efecto, algunos autores señalan que “...es necesario definir valores base, valores límite superior o inferior. El valor base es aquel con que se inician los análisis y se consideran como representativos de la estructura [...] cabe hacer notar que, un valor base puede ser también un valor limite, sea inferior o superior...” (Peña, 2010, pág. 57).



Para ejemplificar lo anteriormente expuesto, se presenta el clásico ejemplo de la arcada de la Catedral de Noto, en Sicilia, Italia, la cual fue sometida a tres registros diferentes: dos reales registrados durante el sismo de Umbria-Marche en 1976, y uno simulado en laboratorio, cuyos resultados se pueden observar en la siguiente tabla 1 (ilustración 22).

Tabla 1. Cuadro de daño de una arcada de la Catedral de Noto, Sicilia, Italia (Peña y Casolo, 2003)

| Daño | Artificial | Tolmezzo | Gemona |
|------------|------------|----------|--------|
| Compresión | | | |
| Tensión | | | |
| Cortante | | | |
| Deformada | | | |

Ilustración 22. Modelo de análisis lineal y no lineal. Peña. (2010) pag 57



Los resultados que se observan, permite establecer que la estructura se daño de manera similar en los tres registros; aunque no se observan zonas de daño a la compresión, esto es debido a la flexión que sufre el arco por la deformación de su geometría.

Para finalizar con este apartado no debemos perder de vista que todo proyecto estructural debe basarse en el análisis y entendimiento total del comportamiento de la estructura del inmueble que se está analizando, y que ente mayor información, histórica, de daños, alteraciones e intervenciones se tenga, además de los aspectos geométricos y de materiales, los resultados del análisis y el modelado numérico será más certero.

Lo anteriormente expresado, deberá ser considerado al momento de estudiar la estructura histórica de la Parroquia de San Jerónimo Xayacatlán, ya que solo así, se podrá entender mejor el comportamiento de ésta.



3. SAN JERÓNIMO XAYACATLÁN.

NUU ZAH'AA YUCU NAAH'ÁNA'
(Pueblo pie cerro mascara)
Lengua mixteca.



Este capítulo se hace mención de la región mixteca poblana, lugar donde se localiza la zona y el objeto de estudio que es San Jerónimo Xayacatlán y del templo parroquial del mismo nombre. Se establece además en principio, que las placas tectónicas son las que determinan los movimientos telúricos, además de la composición del subsuelo con el fin de conocer el comportamiento que este tendrá. Se establece de manera breve, la historia sísmica de nuestro país, haciendo énfasis en la zona de estudio. Se concluye con la época actual, manifestando las herramientas técnicas y organismos a los que compete lo referente a los movimientos telúricos, y que tienen como encargo el velar por la vida de las personas y los bienes inmuebles del país



3.1 LA REGION DE LA MIXTECA (POBLANA) Y SU SISMICIDAD.

La cultura mixteca, floreció al sur de México en los actuales estados de Oaxaca, Guerrero y Puebla; dicha zona es conocida como región Mixteca. "...o MIXTECAPAN; la MIXTEQUILLA o MIXTAN. Mixtecapan quiere decir "el país de los mixtecos". El jeroglífico de Mixtan, lugar que posiblemente dió origen al nombre de mixteca, es formado por los elementos NUBE=MIXTLI y ENCIA (TLANTLI)..." (Mendivil, 2008, pág. 269). El significado sin duda alude al panorama que se observa en la zona, caracterizado por altas montañas y valles estrechos.

Tres zonas forman la región Mixteca:

- Mixteca Alta, ÑUDZAVUIZUHU: Se trata de la zona noroeste del estado de Guerrero y oeste de Oaxaca, con un clima más frío.
- Mixteca de la Costa: Corresponde a la llamada costa chica, y abarca los estados de Oaxaca y Guerrero.
- Mixteca Baja, NUNIÑE: Corresponde a la zona noroeste del estado de Oaxaca y sudoeste del estado de Puebla, y se caracteriza por ser tierra cálida.

Nos interesa conocer, identificar y saber en donde se localiza San Jerónimo Xayacatlán, y decimos que se sitúa en el sudoeste del estado de Puebla y que bajo la anterior clasificación pertenece a la mixteca baja poblana.

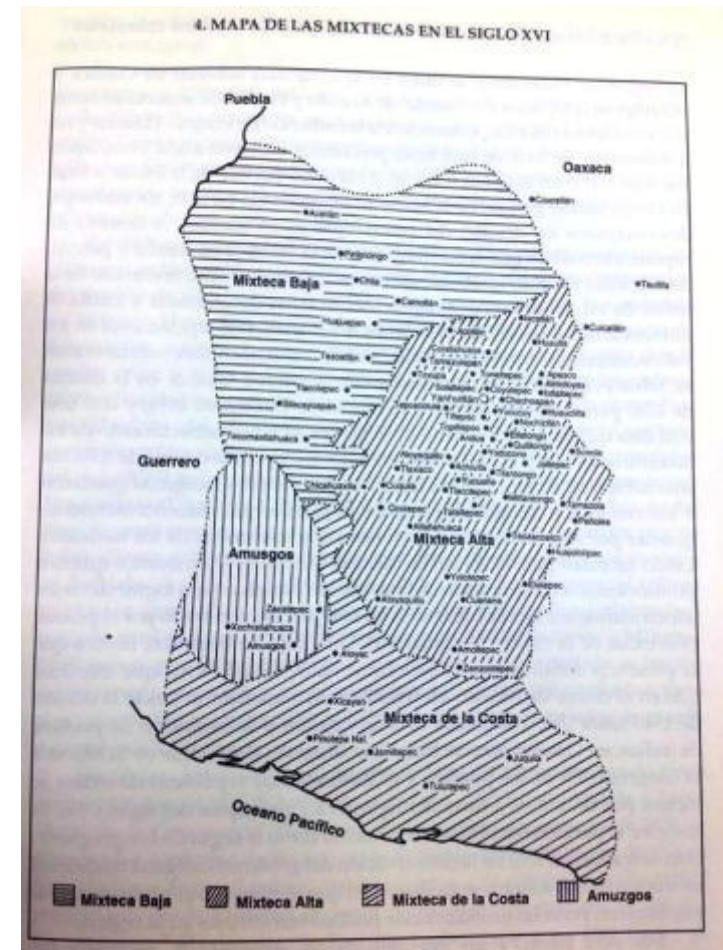


Ilustración 23 La mixtecas poblana. . La Mixteca Baja. Entre la revolución y la reformaS XVIII-XIX.Menegus, Bornemann Margarita



3.1.1. UBICACIÓN.

Más particularmente podemos establecer que San Jerónimo Xayacatlán, se localiza entre los paralelos 18° 07' y 18° 17' de latitud norte; los meridianos 97° 50' y 98° 00' de longitud oeste; con una altitud entre 1 200 y 2,000 metros sobre el nivel del mar. Situación que va a determinar además del clima, la orografía que presenta la región.

Otros datos importantes que permiten entender las condiciones en las que se encuentra el municipio, son las siguientes: ocupa el número 127 de los 217 municipios con los cuenta el estado de Puebla, además "...Ocupa el 0.42% de la superficie del Estado. Cuenta con 19 localidades y una población total de 3,843 habitantes..." (INEGI, 2009, pág. 2)

En cuanto a la etimología del nombre de Xayacatlán en nahua, "...tiene las siguientes raíces:

XAYACA: rostro, cara de persona, mascara; y, TLAN: lugar, cerca, junto o entre. Lo que se traduce como:

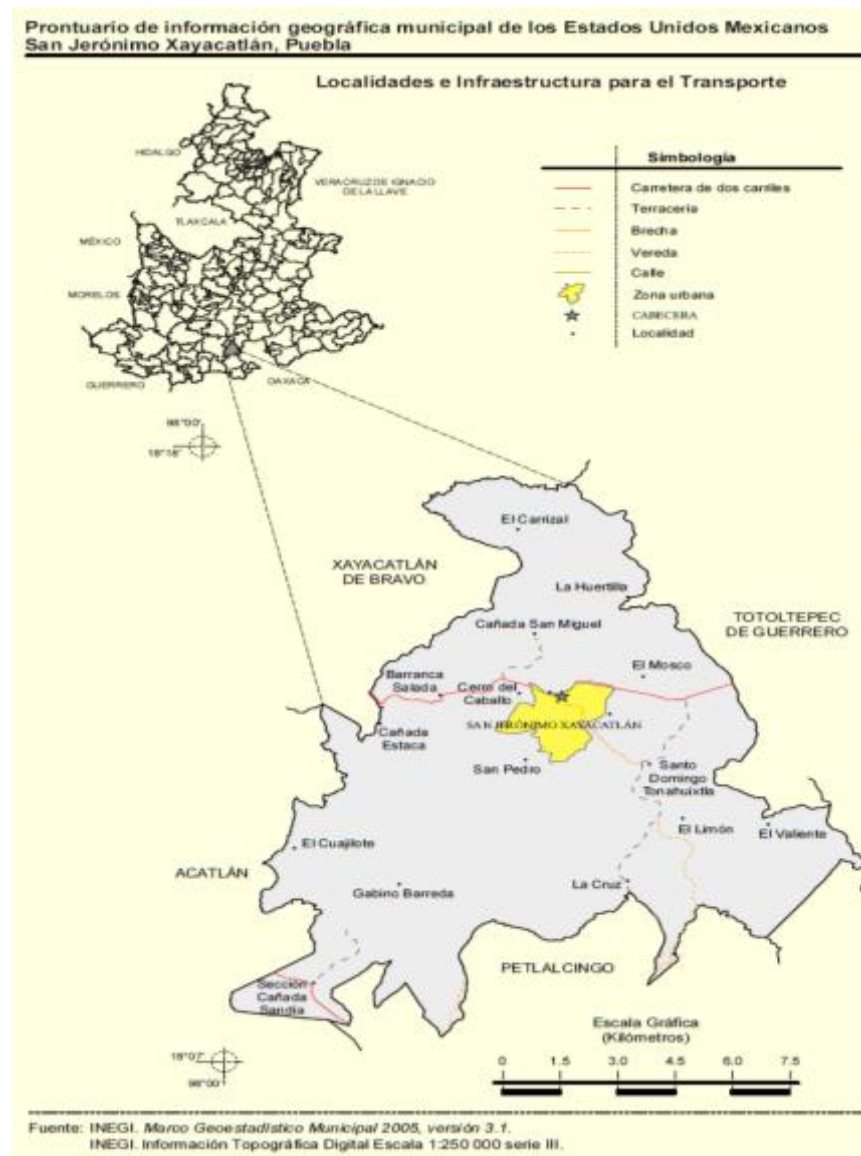


Ilustración 25 El municipio. Prontuario de información geográfica INEGI, 2009



XAYACA-TLAN: “junto a la máscara”. En alusión a un cerro en la zona que se le conoce con ese nombre.

Cabe señalar que [...] en el lienzo de Tlaxcala que se encuentra en el Museo Nacional de Antropología e Historia, aparece el jeroglífico del *Cerro de Mascara* que señala el lugar donde se ubica el complejo mixteco de San Jerónimo, que servía de referencia a los mercaderes o pochtecas y recolectores de tributos del imperio tenochca...” (Mendívil, 2008, pág. 238). Por lo que se aduce que se trata de un territorio de frontera.

Una breve referencia histórica, cuando los aztecas tenían la hegemonía dentro de Mesoamérica, se reconoce lo siguiente:

“...que los mixtecos fueron tributarios de la triple alianza, hacia mediados del siglo XV, Códice Mendocino folio 7v....reconocía por supuesto señor, en tiempo de su gentilidad a Moctezuma...dicen que no dieron ni daban tributo... solamente en reconocimiento... daba este pueblo a la gente de guerra que por el pasaba, bastimentos, arcos y flechas, y rodelas, y macanas...” (Ortiz R. , 2007, pág. 195)

Con la referencia anterior se demuestra, que si bien fue un pueblo tributario del imperio azteca, su ubicación en territorio de frontera, los eximía de tributos en especies materiales y humanos, que generalmente aportaban otros pueblos.

En cuanto a la presencia española en la zona, algunas reseñas mencionan que: “...se carece por completo de datos sobre la conquista española de la mixteca, llevada a cabo por Pedro de Alvarado y Francisco de Orozco. Cuando en 1520, éstos tomaron el Valle de Oaxaca [...] Pero parece que la guerra fue más bien contra los mexicanos y que posiblemente los mixtecos de Cuilapa se pasaron al lado de los españoles...” (Mendívil, 2008, pág. 271)



Ilustración 26. Ubicación. Masferrer Kan Elio. (2003). Pag 20



Hecho por demás común en grupos tributarios del imperio azteca al momento de la conquista. Otra referencia histórica, permite confirmar esta aseveración, "...durante la estancia de Cortés en Izúcar vinieron ocho pueblos de Coastoa, (Coixtlahuaca) a ofrecerse por vasallos al rey de España diciendo: "que cuatro que estaban en dicha provincia venían muy presto; e me dijeron que les perdonase porque antes no habían venido; que la causa había sido no osar por temor de los culua; porque ellos nunca habían tomado armas contra sí..." (Ibidem, pág. 272). Lo antes expresado permite comprobar que el pueblo mixteco se suma de manera paulatina y pacífica a los nuevos conquistadores, hecho que posteriormente les permitiría el reconocimiento como '*pueblo de indios*', dentro de la nueva administración territorial

A continuación se incluyen los títulos reales otorgados al pueblo de San Jerónimo Xayacatlán, a fin de demostrar que fue un pueblo de indios, reconocimiento oficial para determinados pueblos de las nuevas tierras conquistadas por los favores que hicieron, por ello se dice que "... *era un término legal que se refería a un asentamiento humano con un gobierno de autoridades indígenas reconocidos por el virrey.[...] No se desplazó a los indios hacia las fronteras, sino que se reconocieron los asentamientos originales existentes. Se conservó el nombre indígena al cual se añadió el de un santo católico como patrón del lugar...*" (Estrada, 2005, pág. 24). Tal como sucede con Xayacatlán, cuyo santo es San Jerónimo.

Aunque también sabemos que se empleaba el término '*Altepetl*', que es la entidad político-territorial, la cual tenía un gobernante señorial hereditario, así los lugares prehispánicos más importantes fueron designados "cabeceras", y los de menor rango dentro del señorío "sujetos". Por lo tanto San Jerónimo Xayacatlán se configura como un pueblo de indios y de clasificación: sujeto.

Regresando a los títulos otorgados a San Jerónimo Xayacatlán, resulta importante la siguiente referencia histórica, por lo cual se transcribe:

*"...Sello real.
Un cuartillo.*



SELLO CUARTO, un cuartillo, años de MIL SEISCIENTOS Y OCHENTA Y OCHO, Y SEISCIENTOS OCHENTA Y NUEVE. (Rúbrica del Tribunal de la Tierra)

Títulos de las tierras y mercedes que son de los naturales del pueblo de Sn. JERONIMO XAYACATLÁN en la Puebla de los Ángeles.

Año de 1703 (otra rúbrica).

AUTOPOSESIÓN.

EL REY

DON FELIPE V POR LA GRACIA DE DIOS, Rey de Castilla, de León, de Toledo, de Aragón, de Valencia, de Galicia, de Jaén, de Murcia, de Gibraltar, Islas y tierra firme del mar océano, conde de Barcelona, de Flandes y del Tírol.

A voz don Francisco Fernández de la Cueva Henríquez, Duque de Arbuquerque, mi Virrey, Gobernador y Capitán General de la Nueva España y Presidente en mi Audiencia Real y Canciller que reside en la Ciudad de México, SABED:

Que por parte de los Naturales del pueblo que llaman de Sn. JERÓNIMO XAYACATLÁN y que es jurisdicción de la Puebla de los Ángeles se nos ha hecho muy cumplido y cabal relación de que tienen fundado su pueblo en ejidos y solares que dio nuestro ilustre anterior Virrey Don Luis de Velazco hacia el año 1607, pero que ahora han tenido y tienen discordias con los dueños y señores de ciertas tierras que son de Jorge Parada porque en sus terrenos pastean ciertas ovejas que le son perjudiciales y además han dado en sembrar ciertas sementeras que no les pertenecen por estar comprendidas en terrenos que siempre han reconocido este dicho pueblo de XAYACATLÁN lo cual proviene de mi tercio invocado en regla lo linderos de sus legítimas pertenencias, por ende yo os encargo y mando que luego vos recibáis este mi cédula hagáis marcar dichos ejidos a los cuatro vientos según usanza de los mil reinos y señoríos de la Nueva España y de ello y lo que resultare me daréis cumplir a cuenta para probar lo que hubiere lugar de acuerdo con los señores de nuestro SUPERIOR CONSEJO DE INDIAS.

En Toledo a los 4 días de Enero de 1703 (as)= YO EL REY=Por mandato de su majestad=



Enrique Ranjel y Araujo = signado con 6 rúbricas de los SEÑORESDEL CONSEJO=

...” (Mendivil, 2008, pág. 236).

Como se puede observar del documento, Xayacatlán se menciona como pueblo de indios, con un territorio en propiedad, sujeto a la autoridad del rey, pero administrado por la población, en señal de reconocimiento. Durante algunos momentos del período conocido como virreinato, la localidad de San Jerónimo, y la región disminuyó en población, y su recuperación sería lenta y sostenida en los inicios del siglo XVII. El desarrollo del comercio con Oaxaca, hace que se reactive la economía, ya que las unidades agrícolas no dieron los resultados esperados. La encomienda primero y las haciendas después, serán las instituciones productivas sobre las que se basó la economía. La presencia de los agustinos y dominicos en la zona, fue dejando huella a través de conventos y templos, muchos de ellos secularizados en 1640 por decreto eclesiástico.

La Ordenanza de Intendentes de 1786 define el territorio de la Nueva España en 12 intendencias, siendo Puebla, una de ellas, y a la que va a pertenecer la región conocida como ‘la mixteca’, dónde se ubica San Jerónimo Xayacatlán, poco a poco se iría conformando el actual territorio poblano, sin perder las cualidades culturales que dieron origen a la zona.

En el movimiento independentista, las poblaciones de la región participarían activamente, incorporando al movimiento armado a muchos hombres comprometidos con la causa. En otros acontecimientos similares, la población estaría presente, tal como sucede con el movimiento armado de la revolución mexicana, el cual sirvió de escape para una población sojuzgada y en condiciones de explotación que las haciendas habían impuesto en la región. Terminadas las revueltas, la región entra en decadencia, producto de la incomunicación en la que terminaron muchas de las localidades de la zona, Xayacatlán sería uno de ellos. Nuevamente la distribución territorial-administrativa, y política-social, hace que en 1895 sea reconocido como municipio libre.



Cabe señalar que durante este recorrido histórico, innumerables obras arquitectónicas se erigen, siendo las de orden religioso y político administrativo las de mayor relevancia por las actividades que en ellas se desarrollan; siendo el templo parroquial de San Jerónimo uno de ellos, y motivo de este trabajo de tesis.

3.1.2. LA PLACA DE COCOS Y LA PLACA DE NORTEAMERICA.

En cuanto a las condiciones y características del territorio donde se localiza San Jerónimo Xayacatlán, y en referencia directa al tema central de la tesis, debemos iniciar diciendo que México forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico que se caracteriza por concentrar algunas de las zonas de subducción más importantes del mundo, lo que ocasiona intensa actividad sísmica y volcánica. Se sabe que dos terceras partes del territorio nacional, presenta peligro sísmico significativo.

De lo anterior podemos establecer que es una realidad la vulnerabilidad del territorio donde se encuentra la zona de estudio, ya que se encuentra afectado por las denominadas placas continentales, cuyos esfuerzos generados al roce de estas, originan los sismos, que se dice que "...se han producido como resultado de la constante interacción entre las placas tectónicas de Cocos y la de América del Norte. La fosa que se encuentra a lo largo de la costa mexicana del Pacífico es un reflejo de estos esfuerzos geológicos que llevan a la placa de Cocos introducirse por debajo del continente; en este trajinar, se produce la sismicidad más activa de nuestro país..." (García, V. Et al., 1996, pág. 12), por lo cual sin ser expertos en sismicidad, sabemos lo inevitable de los sismos de



Ilustración 27. Ubicación de placas tectónicas.

Extraído de <http://panahistoria.wordpress.com/2011/05/20/>

mayor o menor intensidad que están por venir, y sí bien no existe un sistema de predicción de sismos, con los



avances tecnológicos, y avances en la disciplina, se viene monitoreando el comportamiento de las placas de Cocos y de Norteamérica con la intención de predecir los sismos y evitar pérdidas humanas. Debemos reconocer entonces, que el acomodo de las placas tectónicas no es reciente, este fenómeno se viene presentando desde los orígenes de la humanidad, por lo que se les considera fenómenos naturales.

Resulta importante considerar también, lo que se conoce como brecha sísmica que es “...aquel segmento de contacto entre placas tectónicas en el que no se ha producido un temblor de importancia, de magnitud mayor a 7 grados en un lapso relativamente grande...” (Secretaría de Gobernación. CENAPRED, 2014, pág. 27), por lo que al liberar la energía (la brecha) por medio de un sismo, este puede ser de intensidad importante, posterior a ello, es necesario un nuevo periodo de acumulación de energía, hasta que rebase su resistencia de las rocas o la fricción y se origine en el lugar un nuevo temblor. Para terminar con este comentario, diremos que “... de acuerdo con el tamaño de la brecha, la magnitud del sismo que se pueda llegar a presentar, puede ser superior a 8.0 grados; no obstante, existe la posibilidad que, en un sismo grande, sucedan varios sismos de menor magnitud en un periodo relativamente corto. Es necesario aclarar que no se puede precisar una fecha de ocurrencia del temblor...” (ibidem, pág. 27), lo que lo hace uno de los fenómenos más inesperados.

Podemos afirmar entonces, que la zona de estudio se encuentra en una región altamente sísmica por su proximidad a ambas placas, de ahí los sismos de menor o mayor intensidad que se han presentado a lo largo de la historia, por lo que resulta necesario conocer acerca de estos fenómenos naturales, y establecer medidas que permitan hacer frente a este tipo de eventos, tomando medidas durante y posterior al movimiento telúrico. El saber qué hacer, permitirá proteger la vida de la población, los equipamientos, así como las obras arquitectónicas, sean éstas patrimoniales o no; aunque en el trabajo se insista en un inmueble religioso, motivado por la función que tiene y por ser elemento fundamental de la cohesión social de la población, aún hoy día.



3.1.3. TIPOS DE SUELOS.

Ya establecido que el Municipio de san Jerónimo Xayacatlán se encuentra en una región de alta sismicidad, se hace necesario conocer acerca de los tipos de suelo en la zona de estudio, pues durante un sismo, el suelo se verá afectado directamente por la acción de las ondas oscilatorias o trepidatorias, de ahí que es necesario hablar de manera sintética de algunas consideraciones geológicas, ya que el conocimiento de la actividad sísmica de una región, resulta de suma relevancia para la evaluación del riesgo sísmico que sufrirán las edificaciones.

Ahora bien, hablar de los efectos locales de una región en relación a su geología, y la composición del suelo con respecto a los movimientos sísmicos, generalmente va en función de las siguientes características:

- a) Espesor. Influye en el movimiento sísmico en los tiempos de viaje de las ondas entre la roca base y la superficie del terreno.
- b) Morfología del terreno. Va en relación a la amplificación de la onda sísmica con respecto a la forma y la composición del suelo.
- c) Estratigrafía y nivel de aguas freáticas. Provoca en el suelo ondas de refracción y reflexión que modifican los componentes del movimiento que llega a las edificaciones.
- d) Propiedades dinámicas. Controlan la propagación de las ondas, a partir de la compresibilidad y la rigidez del medio que se manifiestan.

Por lo que es importante conocer las condiciones locales del suelo, ya que no es un medio continuo, aunque así pareciera en referencia a lo que vemos en la superficie, pero no debemos perder de vista que en el interior de la tierra existe "...discontinuidad en todas las formaciones de suelo y roca, las ondas que se propagan a través del subsuelo se reflejan en la superficie del terreno, y las inflexiones producen modificaciones de gran importancia en las características del movimiento del terreno en suelos cercanos a la superficie..." (Vázquez, 2005, pág. 59). Es por ello que puede existir un comportamiento desigual de la superficie terrestre.



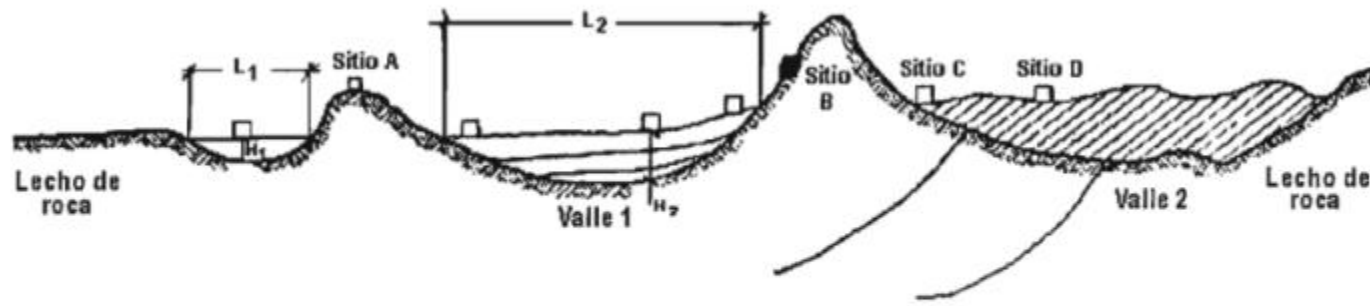


Figura 33. Diagrama esquemático de la geología local y las características del suelo (REF. 1)

Ilustración 28. Efectos que originan los sismos en el subsuelo. Vázquez, Quiroz Patricia.pag 58

Ya para concluir, podemos decir que al producirse un sismo, el suelo se ve afectado directamente por la acción de las ondas sísmicas, de ahí la importancia de conocer las propiedades físicas del suelo, mismas que permitirán determinar su comportamiento durante la actividad sísmica. El tema no resulta sencillo si consideramos que son muchos aspectos los que intervienen en él, pero de manera general se debe tener presente para el análisis:

- La geología.
- Influencia en el terreno de los efectos sísmicos.
- El suelo del sitio



- Estudios de perfil estratigráfico.
- Propiedades físicas y mecánicas del suelo.
- Propiedades dinámicas del suelo.
- Rigidez dinámica del suelo.
- Compresibilidad y asentamientos de los suelos.
- Efectos provocados en el suelo durante algún sismo.

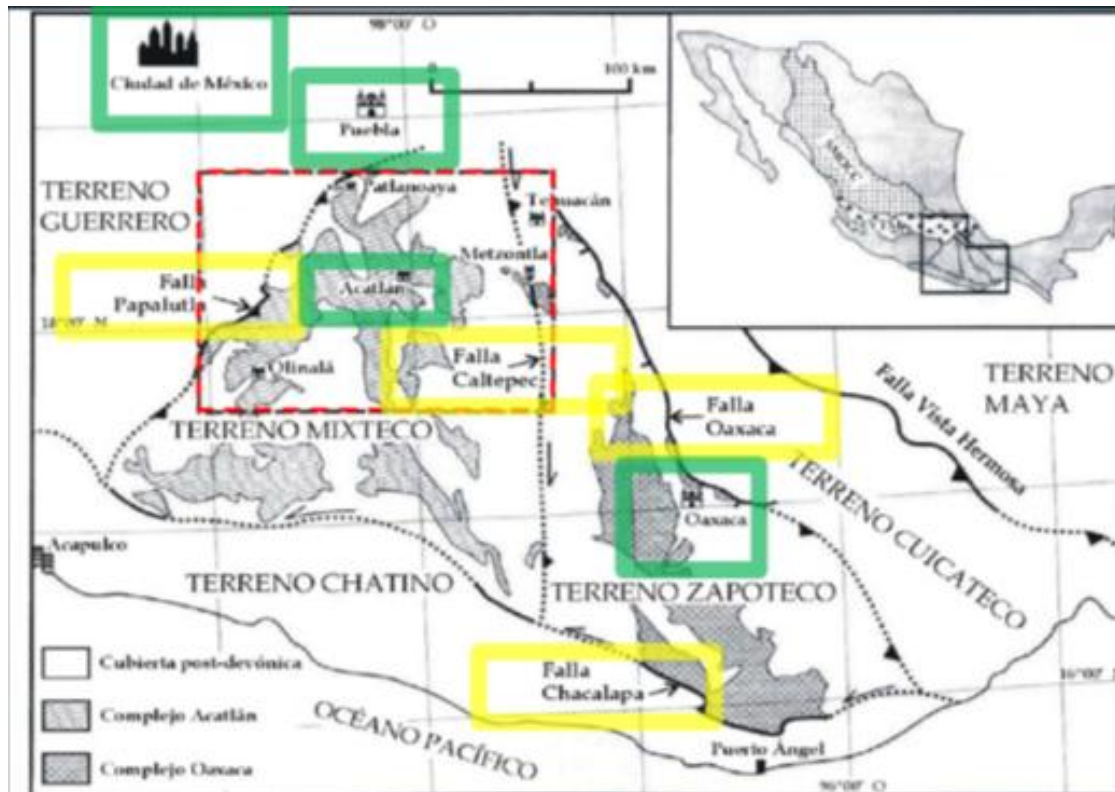


Ilustración 29. Composición geológica en zona de Estudio. Vega, R. D.

Estimación del efecto de sitio y la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Acatlán, Puebla.



Con respecto a la zona de estudio y su composición geológica, sabemos que el terreno predominantemente se compone de "...rocas metamórficas del complejo Acatlán [...] o formación Acatlán, cabe señalar que no se había hecho ningún intento por subdividirlo en sus componentes estratigráficos..." (Vega D. , 2005, pág. 6).

Por lo que de manera general, se considera un terreno compuesto de este tipo de rocas, pero no debemos olvidar que éstas, se encuentran dentro de las placas continentales, por lo que la presencia de movimientos telúricos de baja y mediana intensidad se ha registrado a lo largo de la historia, tal como se verá a continuación.

3.2. LOS SISMOS EN LA HISTORIA.

La intención de abordar este aspecto, es con fin de fortalecer la teoría del comportamiento diferencial de los suelos a partir de las placas continentales existentes en la zona, además de contar con referentes sobre los daños que estos efectos han tenido en algunos lugares, de ahí la importancia de conocer de una manera cronológica los eventos sísmicos, ya que como señala Acosta "...presentar una cronología de los numerosos eventos sísmicos que pueblan la historia de México, es atisbar las respuestas, actitudes y costumbres de la sociedad mexicana de los últimos 450 años ante este tipo de fenómenos que, en ocasiones, parecen haber influido en forma decisiva en su desarrollo histórico..." (García, V. Et al, 1996, pág. 14). Para el caso de este estudio solo se citaran los sismos más catastróficos en cada periodo propuesto, pues sin duda son los que han producido los efectos más nocivos en la vida de las personas, sus propiedades, y su arquitectura.

En nuestro país, antes que se reconociera como tal, los pobladores de estas tierras identificadas como Mesoamérica, ya tenían la preocupación de documentar los fenómenos de la naturaleza, ya sean los temblores o sismos. Eventos a los cuales les daban un sentido mágico a pesar de lo catastrófico del siniestro. Durante la colonia, esta costumbre continuo, es así que encontramos los escritos que realizó Manuel Orozco y Berra, quién presenta la primera recopilación ordenada de la histórica sísmica del país en su obra Efemérides sísmicas mexicanas, la cual es sin duda un logro digno de valorar, por las referencias que aporta.

Por muchos años, poco se habló de estos eventos naturales, pero 1985 resulto un parteaguas en materia de estudios de los sismos, atención a los movimientos sísmicos, y sus efectos en las edificaciones en general, y las



obras patrimoniales en particular, a raíz del macrosismo ocurrido en el centro del país, por lo que se considera que constituyó "... el germen del desarrollo de una conciencia del riesgo sísmico y con ella, de una cultura sísmica mexicana. A partir de entonces, surge el interés entre los investigadores por rescatar la historia sísmica de México..." (Ibidem, pág. 15), esperando se vieran los sismos como una situación impredecible de la naturaleza, pero al mismo tiempo, generar una cultura sísmica mexicana, con todas las implicaciones de logística, operación, y su consecuente cultura de la prevención. Hecho que sin duda ha ocurrido, y donde desarrollo de tecnología de monitoreo, de información, mapas de riesgo, y otros instrumentos más se han desarrollado.

A continuación y de una manera breve se presentan datos sobre los movimientos sísmicos en diferentes momentos de la historia, mismos que han sido consignados por los efectos ocasionados.

3.2.1. EPOCA PREHISPANICA.

Las culturas de esta etapa de la historia estaban conscientes de los sismos, aunque no de su origen y significado. Su manera de documentar y registrar acontecimientos importantes o relevantes fue por medio de códices y anales escritos "...entre ellos aparecen con frecuencia las catástrofes, dentro de los que se encuentran precisamente los sismos..." (Ibidem, pág. 24).

Al ser pictográfica la escritura, establecían glifos para identificar el hecho, en este caso particular el temblor de tierra. Es así que tenemos el glifo *tlalollin* compuesto de dos figuras: "...el glifo *ollin* que significa movimiento

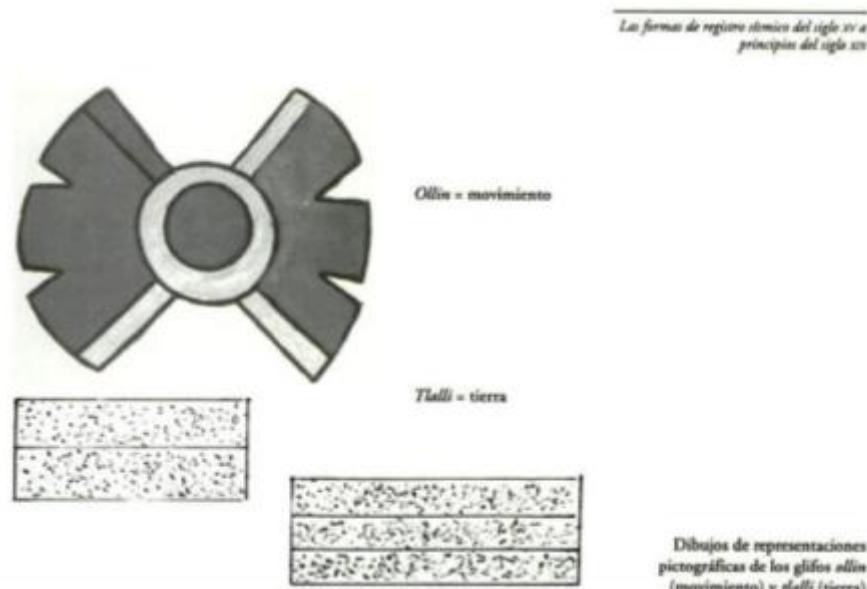


Ilustración 30. Glifos del temblor de tierra. Los Sismos en la Historia de Mexico. TOMO II



y el glifo tlalli o tierra. El primero de ellos representa con un círculo alrededor del cual aparecen cuatro aspas que dan idea de movimiento, todo ello en diversos colores. El glifo *tlalli*, por su parte, se representa por una o varias franjas de terreno [...] *tlalli* asociado a *ollin*, *tlalollin*, significa movimiento de tierra o sismo...” (ibidem, pág. 34).

Para los aztecas, los temblores eran producto de los astros y algunos autores señalan con claridad como la población los justificaba, y mencionan que: “...el movimiento del Sol y de los astros era causado por el sacrificio de los dioses [...]. De día y de noche, había astros caminando bajo la tierra de poniente a oriente. Y cuando tropezaban allá, bajo nuestro pies, se producía el *tlalollin*, el sismo...” (Lomintz, 1999, pág. 5). A pesar de una justificación tan fantásica, reconocían que algo sucedía en el subsuelo.

Previo a la época de conquista y los primeros años de la misma, se siguieron documentando los sismos que ocurrían, es así que a mediados del siglo XV y hasta las primeras décadas del siglo XVI personajes como Fernando de Alva Ixtlixóchitl (1500-1531), y el franciscano Juan de Torquemada (1557/1565-1624), se tienen referencias de estos eventos naturales. Lo que muestra el interés y la inquietud por consignar estos eventos.

A continuación se enlistan los sismos de los cuales se tienen registro de acuerdo al texto denominado ‘*Catálogo de Temblores que han afectado el Valle de México del siglo XIV al XX*’, elaborado por la Fundación ICA A.C., los cuales resultan los más significativos de los que se señalan, por los daños que generaron.

Es así, que se tiene registro de un sismo en el siglo XIV, la fecha del temblor corresponde al año 1354 o 1 pedernal, cuando el valle de México se estaba poblando y algunas culturas de Mesoamérica estaban en pleno auge. Para el siglo XV, se cuenta con varios sismos registrados, pero el de mayor intensidad ocurrió en 1475, donde incluso hubo cerros desgajados de los muchos que circundan la hoy capital del país.

Los consignados como de mayor intensidad en el Valle de México en el siglo XVI son los siguientes:

- 1537 Se dio la destrucción de Chilapa.
- 17 marzo de 1542, la intensidad haga que se sienta en Oaxaca.
- 1558.
- 1569. Daños en Jalisco.



- 1582.
- 11 octubre de 1583.
- 26 abril 1589. Muchos movimientos y daños en Coyoacán.
- 1592.

Es el sismo del 17 marzo de 1541, el que alcanzó a la zona de estudio. De acuerdo a las fechas, vemos que no hay una periodicidad constante, por el contrario, algunos suceden con un lapso de tiempo muy corto, mientras que otros lo hace en períodos de diez años o más. Con el listado anterior se demuestra la preocupación de los grupos humanos, por generar registros de lo que acontecía con la naturaleza, aunque tuvieran poco conocimiento de ellos.

3.2.2. PERIODO VIRREINAL.

En pleno período virreinal, la justificación de muchos acontecimientos en la Nueva España, provenían de Europa, por ello, debemos conocer que se pensaba de los sismos en esos lugares. Encontramos que des épocas muy tempranas ya se hablaba de los sismos, y: "...en el siglo V el obispo Brescia (Italia), San Filastrio, calificó de hereje a quienquiera que osara afirmar -que los terremotos no eran causados por la justicia y la indignación de dios sino por los elementos naturales- [...] a partir de Santo Tomas tuvo aceptación en España y sus colonias..." (Ibidem, pág. 6). Como se puede observar de y por obvias razones, a todo le daban el sentido religioso. Por siglos este fue el pensamiento que permeo hasta el Renacimiento, y es el mismo que llega a la Nueva España.

De ahí que, el pensamiento con respecto a los sismos en la época virreinal provenía de la Iglesia, la cual: "... veía la ocurrencia de los sismos como un castigo celestial, expedito y merecidísimo por los pecados del hombre, para lo cual se hacían procesiones y actos



Ilustración 31. a Francisco Javier Clavijero (1731-1787) Extraído de <http://imagenpolitica.com.files.wordpress.com/2011/09/clavijero.jpg>



religiosos para aplacar la cólera divina...” (García, V. Et al., 1996, pág. 13), pero no por ello, se dejó de documentar de manera científica por medio de algunos hombres de ciencia, o como informes hacia el Cabildo, para su registro, testimonio y efectos en la ciudad.

De los historiadores y científicos de la colonia que escriben con respecto a los sismos, encontramos a Francisco Javier Clavijero (1731-1787) y Joaquín Velázquez de León (1732-1786), José Antonio Alzate y Ramírez (1737-1799), Mariano Fernández de Echeverría y Veytia (1718-1770), y por último el Bachiller Joaquín de Ausgorri Obispo de Michoacán (19 de octubre de 1759-volcan del Jorullo). Todos como parte de una narrativa, o describiendo el hecho en sí, consignan el evento natural.

En cuanto a la parte que documenta los sismos por parte del gobierno, debemos destacar la correspondencia de visitantes y virreyes, las Actas de Cabildo, los archivos del ayuntamiento, y de los estados. Para el caso que nos ocupa, provenía del fondo Real Intendencia de Oaxaca del Archivo General del estado de Oaxaca, inclusive de algunos archivos parroquiales, la descripción generalmente informa los daños ocurridos a las edificaciones, algún detalle de reparación o reconstrucción que se debía hacer, o las personas afectadas. Poco se habla de niveles de intensidad, pues no era el caso.

También en los periódicos denominados *Diarios de Sucesos Notables*, se daba cuenta de este fenómeno natural cuando ocurría, destacan los de José Manuel de Castro Santa-Anna (siglo XVIII), el de José Gómez (siglo XVIII), y el de Antonio de Robles (siglo XVII- XVIII). Los diarios de Gregorio Marín de Guijo (1606-1676), y de Francisco Sedano (1742-1812). De éste último encontramos (Sedano) que: “...registro información cotidiana de manera cronológica al igual que los demás, pero tuvo la iniciativa de organizarla por temas y, para fortuna nuestra, de haber seleccionado como uno de sus temas de interés justamente a los temblores...” (ibidem, pág. 29)

De este periodo se enlistan los sismos con intensidad en la escala empleada de la época que era: fuerte y muy fuerte, la fuente de consulta es la misma del apartado anterior:

- 20 de agosto 1611. Más de 40 movimientos.
- 26 de agosto de 1611. Daños en Jalisco y Colima.



- **13 de febrero de 1619. Fuerte en Oaxaca.**
- 13 de abril de 1646. Estragos en Malinalco.
- 17 de enero 1653. Daños en Atzacapozalco.
- **30 de abril de 1667. Fuerte en Oaxaca, Puebla, Veracruz y México.**
- **19 de marzo de 1682. Grietas en la tierra, daños en Oaxaca.**

Nuevamente podemos observar por las fechas, que no hay una constante en los eventos naturales, pero sí hay que destacar que en los estados de Oaxaca y Puebla los movimientos telúricos se hacen cada vez más presentes. Del siglo XVIII encontramos el siguiente registro de sismos:

- **1701 (diciembre 21). Terrible temblor en Oaxaca a las 7 de la noche. Se sintió en México.**
- 1703. (noviembre 21). Se señala: "...a las cinco y cuarto de la mañana, tembló, la tierra horrorosamente como un cuarto de hora [...] en el barrio del Hornillo cayó una casa y mató una mujer y dos criaturas, rajó las bóvedas de la iglesia de la Merced y de la Concepción.
- **1711 (agosto 16).** Destruyó iglesias, conventos y edificios. Se siguieron las réplicas con algunos leves daños, y con tantos amagos y destrozo. Lo más notable que destacan del siniestro, es la caída de la **primera parroquia edificada en Acatlán de Osorio.**
- **1768 (abril 4).** Se sintió en el territorio de Oaxaca un corto pero fuerte temblor de tierra. Y refiere que: Entre 6 y 7 de la mañana fuerte temblor en México; duración 4 minutos, se le compara por su violencia al de 1755 (en Lisboa). Se sintió en Oaxaca, aunque no causó daños, también se sintió en los estados de Puebla, Veracruz, Orizaba, Córdoba, además de Colima y Guadalajara.
- 1776 (abril 26). Este temblor se hizo sentir con fuerza en el sur de la República, en Cuautla, Cuernavaca, Iguala, Chilapa, Chilpancingo, Tixtla y Acapulco, arruinando en este último lugar, la fortaleza de San Diego, inmueble histórico de gran relevancia.



Ilustración 32. Calvario viejo Acatlán de Osorio.
Extraído de Facebook.: mayo 2014



Se sintió en Jamiltepec, Juquila, Pochutla y **también en la Mixteca**. En el valle de Oaxaca y la sierra fue ligero. Se conoce este terremoto por temblor de San Anselmo.

- “...1787 (marzo 28). A las once con diez y siete minutos de la mañana, acaeció en la Ciudad, un terremoto de los mayores que haya memoria, pues a más de haber durado cerca de seis minutos, los movimientos fueron tan fuertes que han causado mucho daño en los edificios. *Más de cinco credos duro el gran sismo que destruyo el centro de México..*” (Lomintz, 1999, pág. 6)
- 1787 (marzo 30). Tembló y en el resto de la noche repitió dos veces. Tembló más fuerte que el día 28 anterior.
- 1787 (abril 16). Hubo un temblor de fuerte intensidad, y se sintió en todos los edificios de esta ciudad. El día 18 de abril se prohibió el tránsito de coches hasta que se recobrara la ciudad, ya que fue necesario hacer algunas reparaciones. Se sintió con fuerza en la ciudad de Puebla, pero en la ciudad **de Oaxaca**, se consignó, que se destruyó totalmente.

Se dice que los sismos son más intensos, pero en realidad es que se empezó a tomar con más seriedad estos acontecimientos que la naturaleza ofrece; además debemos destacar varias cosas más, los nombres de todos los sitios dónde se sintió el evento telúrico y ya no, la referencia solo a la ciudad de México, la manera en que se trata de explicar la intensidad del siniestro a partir del tiempo de un tipo de rezo (el credo). La manera de recordar el sismo, a partir de sus destrozos en una placa como la que se exhibe en la ciudad de Acatlán de Osorio. En este listado se puede observar que se menciona la mixteca, zona de suma importancia para el trabajo de tesis por ubicarse en ella San Jerónimo Xayacatlán.



3.2.3. SIGLO XIX

Ya en el siglo XIX, destacan algunos personajes estudiosos del fenómeno sísmico, de los más notables es José Gómez de la Cortina o Conde de la Cortina, fundador del Instituto de Geografía y Estadística en 1833, se dice que en su obra más general intitulada *Memorias sobre los terremotos (Ensayo de una Sismología del Valle de México)* expuso un cuadro sobre los “terremotos más considerables” ocurridos en México desde el siglo XVI hasta 1858, sin duda un referente para los estudiosos de este fenómeno natural

En este mismo siglo, no solo se enlistan los siniestros, sino se abunda en su descripción. El listado que a continuación se presenta, se extrae del libro *Catalogo de Temblores que han afectado el Valle de México del siglo XIV al XX*, editado por la Fundación ICA A.C, el cual refiere los siguientes:

- 1800 (marzo 8). Hubo un temblor el día sábado y duró de cuatro a cinco minutos, en el cual se rajaron y lastimaron iglesias, casas, se derribaron paredes de adobe. Al temblor se le llamo de San Juan de Dios. Paso de cuatro a cinco minutos; sus primeros movimientos de oriente a poniente; después con más duración de norte a sur, terminando con movimientos encontrados a modo de circulo [...] pero las más de las fábricas y algunas iglesias quedan necesario reparo. En varias partes se abrió el suelo. Se sintió en Oaxaca, Puebla, Cuernavaca y Veracruz.
- 1803 (febrero 9). A las dos y treinta y nueve minutos de la tarde se (sintió) en México un fuerte temblor de tierra, que duro más de dos minutos, repitiendo en aquel día y los siguientes, según algunos hasta siete ocasiones. Los reconocimientos de los edificios afectados fueron realizados por los maestros de arquitectura José Buitron y Belasco, así como José Joaquín de Heredia.
- 1818 (mayo 31). A las tres y siete minutos de la mañana se sintió un fuerte terremoto en México [...] los edificios y acueductos padecieron mucho, pero no ocasionó desgracias personales. Este terremoto hizo sentir sus efectos en gran extensión del país. Sintiose al oriente en Puebla, Tlaxcala, Orizaba, Córdoba, Perote, Jalapa, Veracruz y otros lugares. En Oaxaca y algunos pueblos del estado se hizo sensible por un movimiento ligero de oscilación.
- 1819 (marzo 12). Provoco ruinas en la mayor parte de los edificios y templos en la ciudad de México.



- 1820 (mayo 4). Llamado de Santa Mónica; se sintió en México a las doce de la mañana, causó algunas desgracias, y la Iglesia del Campo Florido se arruinó, los edificios y acueductos padecieron mucho.
- 1837 (noviembre 22). Se sienten en el distrito de Jamiltepec, del 18 al 22 de este mes, varios terremotos unos todas las noches a las diez y otro a medianoche, todos con movimientos ondulatorios de S.W. a N.E. Los distritos de Pochutla y Juquila también sintieron con alguna más fuerza estos vaivenes, **en la mixteca fueron también perceptibles.**
- 1845 (abril 7). Terremoto denominado del Señor de Santa Teresa. En la tarde, a las tres y cincuenta minutos tembló muy fuerte en México, comenzando con ligeros movimientos trepidatorios [...] las torres de la Catedral se veían oscilar. La conmoción fue terrible y el espanto de los habitantes grandísimo, que aumentó más, cuando se escuchó el estruendo de la cúpula del templo del Señor de Santa Teresa que se derrumbó. El terremoto repitió con menos fuerza, a las seis y cuarenta y cinco minutos, y a las siete y quince minutos de la noche, siendo oscilatorio el movimiento de norte a sur.
- 1854 (mayo 5). Se siente en México a las nueve y cinco minutos de la mañana, un fuerte temblor de trepidación, al principio cambiando, luego en oscilación de norte a sur, y después de noreste a sureste. La duración del fenómeno se estimó en cuarenta segundos. Se sintió en Tlaxcala, Puebla, Oaxaca, Cuernavaca, Guerrero, Jalapa y Córdoba.
- 1858 (junio 19). Se desplomó una parte del convento de San Gerónimo, se cuartearon muchos templos, varios de los cuales hubo que cerrarlos al culto mientras se reparaban, y se desplomaron algunas casas; incluso se dañó la Academia de San Carlos.
- 1866 (enero 2) Temblor en México, corto, oscilatorio, a las seis y diez y nueve minutos de la tarde. Muchos daños en Puebla, Oaxaca y Veracruz. Deterioró edificios.
- 1872 (julio 19). Fuerte terremoto sentido en toda la República “puede catalogarse entre los que más desastres ha causado y han conmovido mayor área”, a las dos y treinta y cinco de la tarde, casi todos los edificios sufrieron, aunque no grandes averías, no habiendo desgracias personales que lamentar. Se sintió en valle de México, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Oaxaca, Tehuantepec, Morelos, Guerrero, Michoacán y Jalisco.
- “...**1882 (19 julio) Huajuapán de Leon, Oaxaca. Los peores estragos se situaron en Huajuapán de León, un muerto y varios heridos...**” (Secretaría de Gobernación. CENAPRED, 2014, pág. 26)
- 1899 (enero 24). A las 5:09 p.m. se sintió un fuerte temblor de tierra [...] los tres movimientos duraron un minuto 56 segundos. Causó horrible pánico en la ciudad y ocasionó diversos derrumbes, la caída de



numerosas bardas y paredes, cuarteaduras en muchos edificios, la apertura de grietas en el pavimento, además varios puentes se resintieron, y los servicios fueron afectados: las cañerías se reventaron y casi todas las líneas telefónicas se interrumpieron.

Como se puede observar del listado, aún no se hacía referencia al epicentro del movimiento telúrico y todo registro tiene como referencia la capital del país. En estas referencias destaca en particular el sismo de 1837, ya que hace mención de la mixteca, y es ahí donde está inmersa nuestra zona de estudio.

3.2.4. SIGLO XX.

De acuerdo a todo lo que hemos venido estableciendo, podemos asegurar que en México siempre ha temblado y temblara, pero los avances en la ciencia, los daños producto del siniestro, y avances tecnológicos, van a permitir conocer más acerca de los sismos; es así que para inicios del siglo XX se empieza a profesionalizar la sismología, y se crea la ingeniería sísmica, hecho que permitió que llegaran al país los primeros sismógrafos, el primero del cual se tiene conocimiento se fecha para 1906, así “...Los sismólogos en los albores del siglo, frecuentemente eran aficionados o sismólogos ocasionales, no así el ilustre conde Francisco de Montessus de Ballore⁴, quien fue el primero en afirmar que se registraban más movimientos de tierra en América que en Europa...” (Lomintz, 1999, pág. 10)

México, a pesar de ser un iniciado en el estudio de los sismos, llega a ser miembro fundador de la Asociación Sismológica Internacional, gracias al geólogo José Guadalupe Aguilera, quién establece el importante acervo documental con el que cuenta el país en materia de sismos.



Ilustración 33. Fernand Jean Batiste Marie Montessus de Ballore. Extraído de http://es.wikisource.org/wiki/Fernand_Montessus_de_Ballore

⁴ Conde y sismólogo francés. Primer Director del Servicio Sismológico de Chile.



Para 1910 ya se contaba con un Servicio Sismológico Nacional, mismos que inaugura el presidente Porfirio Díaz, mención especial es que los instrumentos instalados en la Estación Central de Tacubaya, eran mecánicos.

Para 1960 se instalan los primeros acelerógrafos en la ciudad de México, lo que permitió tener un mejor monitoreo cuando sucedían este tipo de eventos naturales; para 1985 antes del temblor "...del 19 de septiembre el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), conjuntamente con la Universidad de California, E.U.A., instalaron los primeros instrumentos de una importante red de acelerógrafos en la zona de Guerrero..." (Secretaría de Gobernación. CENAPRED, 2014, pág. 30). Lo que da muestra primero, del interés por atender los eventos naturales de manera científica, los cuales se venían presentando con más frecuencia en esa zona, y segundo, la cooperación entre institución, sobre la base de un problema común a partir de las Placa de Cocos y la Placa de Norteamérica.

Para el año de 1986 se crea el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico A.C (CIRES A.C.) cuya función primordial es la de promover la investigación y desarrollo de tecnología aplicada a la instrumentación sísmica, como medio útil para mitigar posibles desastres sísmicos. En el CIRES se diseña y construye el Sistema de Alerta Sísmica (SAS), este sistema se considera el pionero en brindar el servicio de difusión de alertas publicas ante algún sismo, estos avisos de alerta se dan con un tiempo de anticipación de aproximadamente 100 segundos.

Ya para 1988 se el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), con el apoyo del gobierno de Japón, la Universidad Autónoma de México y la Secretaría de Gobernación (provee los recursos para su operación), estableciendo por primera vez un Sistema Nacional de Protección Civil, que contribuyera a evitar pérdidas humanas y materiales, el cual instalaría en diferentes puntos, 10 estaciones acelerográficas con sensores de superficie y de pozo profundo enlazadas, hecho que contribuiría a monitorear los movimientos telúricos, sin importar la intensidad de estos.



Ilustración 34. Logo CENAPRED. <http://www.cenapred.unam.mx/es/>



Este esfuerzo permitió, que en 1992 se desarrollara la Base de Datos de Sismos Fuertes, y para 1999 se contaba ya con 13, 545 registros con las siguientes características: "...triaxiales, digitales de aceleración, generados por más de 1, 500 temblores desde 1958... (Ibidem, 2014, pág. 32). Cabe señalar que esta base de datos se ha seguido alimentando con información sobre los sismos de las últimas décadas.

Para 1996, producto de los daños que ocasionan los sismos y otros agentes naturales, se instituye el "Fondo Nacional de Desastres Naturales (FONDEN), instrumento presupuestario para financiar gastos en respuesta a emergencias por desastres, es así, que a través de este programa federal, se hace frente a los efectos causados por fenómenos naturales como sismos, inundaciones o erupciones volcánicas a la población, los equipamientos e infraestructura. A partir del establecimiento de estos fondos, las finanzas públicas de las entidades que padecen algún tipo de siniestro no se ven afectadas. En 1999 ante la necesidad de atender a los bienes patrimoniales afectados por el sismo de Tehuacán, se adecuan y adicionan diversas disposiciones que permitieron contar con recursos para la restauración y salvaguarda del patrimonio edificado. En ese año, el FONDEN actuó por medio de la emisión de declaratoria de desastre (sismo), que hace la Secretaría de Gobernación a través del CENAPRED, de esta manera, se sabe que: "...el gobierno federal en coordinación con los estados y municipios, se dedicó a atender a 1,755 inmuebles en 381 municipios, a los que se suman 483 inmuebles adicionales en 296 municipios del Estado de Oaxaca que sufrió, como ya se ha visto otro sismo el 30 de septiembre de 1999..." (Aceves, S. Et al, 2011, pág. 40)

La experiencia a partir del sismo de 1985 y después el de 1999, permitió establecer algunas estrategias para enfrentar este tipo de siniestros, que se seguirán presentando, es así que:

"...El Instituto Nacional de Antropología e Historia contrató, a partir del 31 de diciembre de 1999, un seguro con la finalidad de "salvaguardar los bienes inmuebles y monumentos históricos destinados al culto público contra riesgos a los que están expuestos y que provoque un efecto económico adverso para el Instituto Nacional de Antropología e Historia, por un acontecimiento fortuito y catastrófico"[...] La definición del universo cubierto por este programa de aseguramiento abarca unos 17,000 inmuebles catalogados por el INAH, con lo cual se obtiene la certeza de que el patrimonio cultural de México, edificado a lo largo de muchos siglos, contará con los recursos necesarios que garanticen su permanencia, aun frente a los devastadores efectos de cualquier desastre natural. La póliza que



actualmente opera el INAH es de 13'667,766.00 (Trece millones seiscientos sesenta y siete mil setecientos sesenta y seis dólares americanos)...” (Ibidem 2011, pág. 42).

Recursos que si bien no son suficientes ante la riqueza patrimonial que tiene México, permite atender los efectos que los sismos pueden ocasionar a muchos de ellos.

A manera de resumen en este siglo XX, podemos decir que se registraron 135 sismos con 26 réplicas, de los cuales 1 con intensidad muy fuerte, 10 con intensidad fuerte, 24 con intensidad moderada y 100 con intensidad leve. De los cuales se enlistaran los de intensidad fuerte y muy fuerte, y aquellos que tienen que ver con la zona de estudio o con Oaxaca, que corresponde a la misma región. La información se obtuvo del *Catálogo de Temblores que ha afectado el Valle de México del siglo XIV al XX*, estableciendo además de la fecha en que se produjo el siniestro, su intensidad, magnitud (en algunos casos), así como los lugares o poblaciones donde se sintió el sismo.

- 1902 (septiembre 23).F. M=7.8. Se sintió en Chiapas, Tabasco, Oaxaca, Jalapa, Tehuacán, Tlacotalpan, Veracruz y Puebla.
- 1907 (abril 14) F. M=7.8. Zona 1. Epicentro en Acapulco. Con replica.
- 1911 (junio 7) F. M=8. Zona 3 destructor en Ciudad Guzmán, Jalisco.
- **1928 (febrero 9) L. M=7.7.Foco en Acatlán, Puebla.**⁵
- 1928 (marzo 21) F. M=7.5.Muy fuerte en Oaxaca. Se sintió y hubo daños en amplia Zona de la Republica.
- 1928 (abril 16) L. M=7.7.Foco en Oaxaca. Se sintió también en Guerrero y Michoacán.
- 1928 (junio 16) M. M=7.5.Foco en Oaxaca, con replica de M=6.5.Se sintió también en Guerrero y Michoacán.
- **1928 (agosto 4) M. M=7.3. Foco en Oaxaca, graves daños en Pinotepa Nacional**, se sintió en amplia zona de la Republica.
- 1928 (octubre 8) M. M=7.4. Foco en Pinotepa Nacional, Oaxaca.
- 1931 (enero 14) F. M=8.0. Epicentro en Oaxaca. Se sintió en 14 estados.⁶
- 1941 (abril 15) F. M=7.0 y 5.5. dos movimientos registrados.

⁵ Se localiza muy próximo a la zona de estudio: con una distancia aproximada de 25 km, de Acatlán a San Jerónimo Xayacatlán.

⁶ De este temblor se tiene evidencia fílmica gracias a Eisenstein que en. 1931. Se encontraba filmando *El desastre en Oaxaca*. [Película]



- 1943 (febrero 22) F. M=7.5 y 5.0. Sentidos en las costas de Guerrero, Michoacán y Oaxaca. Nacimiento del Paracutín.

De los sismos subsecuentes ocurridos para terminar el siglo, los cuales fueron estudiados por las instituciones científicas de nuestro país, arrojan datos duros, en cuanto a pérdidas económicas, materiales (edificios) y humanas, como lo refiere la tabla 3 del fascículo de Sismos del CENAPRED que sirvió de referencia y que a continuación se enlistan:

- 1957 (junio 28) Terremoto del Ángel, ocurrido a las 8:40 hora local de un día domingo, con epicentro en el puerto de Acapulco, con una magnitud de 7.80 en la escala de Richter

En este caso en particular se estima que el número total de muertos en todo el país ascendió a 50, mientras que el valor de los daños en lo que respecta a propiedad particular y gubernamental, se calculó en 2 mil millones de pesos de esa época.

Las poblaciones más afectadas además de la ciudad de México fueron San Marcos (95% de edificios dañados), Chilpancingo (90% de edificios dañados), Chilapa (70% de edificios dañados), Huamuxtitlán (60% de edificios dañados), Ayutla (con pérdidas estimadas de 360,000 pesos) y Tuxtla (60% de edificios dañados), todas estas en el estado de Guerrero.

Tabla 3 Resumen de daños por sismos en la República Mexicana (1957-2003)

| Sismos 1957 - 2003 | Decesos | Población afectada | Afectaciones en edificios o casas | Monto del daño (millones de dólares corrientes) |
|---|---------|--|--|---|
| Sismo en Guerrero y Ciudad de México 1957 | 160 | Sin dato | Sin dato | 25 |
| Sismo en Guerrero y Michoacán 1964 | 45 | 4,000 personas afectadas | Sin dato | 3 |
| Sismo en la Ciudad de México 1979 | 5 | 3,750 personas afectadas | Sin dato | 30 |
| Sismo en Guerrero y Oaxaca 1985 | | 10,000 personas damnificadas | 2,204 viviendas, 20 escuelas, 11 templos y edificios públicos | sin dato |
| Sismo en la Ciudad de México 1985 | 6000 | 30,000 heridos y 150,000 damnificados | 3,300 edificios dañados, 36,000 viviendas destruidas y 65,000 viviendas con daños considerables, 50 hospitales, 34% del total de los edificios de la administración pública, el 11.4% del total de la infraestructura educativa y el 8.9% del total de la pequeña industria y comercio | 4,103.50 |
| Sismo en Colima 1995 | 58 | 35,000 personas damnificadas | 3 hoteles, terminal de autobuses, edificio de telmex, cinematógrafo, 89 edificaciones, una iglesia, la presidencia municipal de Chuatlán | sin dato |
| Sismo en Puebla y Oaxaca 1999 | 15 | 2 millones de personas, la mayor parte en Puebla | 500 edificios de los siglos XVI y XIX en Puebla, 7,867 viviendas dañadas en Oaxaca, 65 edificios de salud en Puebla, 22 edificios de salud en Oaxaca, 870 escuelas en Puebla, 468 escuelas en Oaxaca, 109 inmuebles históricos dañados en Oaxaca | 150.9 |
| Sismo en Oaxaca 1999 | 35 | 360,000 personas afectadas | 43,200 viviendas afectadas, 2,800 escuelas 270 edificios en la ciudad, 15 unidades de salud y 240 iglesias | 149.6 |
| Sismo en Guerrero 2001 | 0 | 3,000 personas afectadas | 2,600 viviendas afectadas | 3.2 |
| Sismo en Colima 2003 | 21 | 2,000 personas afectadas | 3,757 viviendas, 387 escuelas, 94 inmuebles de la universidad, 134 unidades de salud, afectaciones en edificios históricos, artísticos y religiosos y en varios edificios públicos y en infraestructura urbana de varias localidades | 99.8 |

fuente: Área de Estudios Económicos y Sociales con base en información de:
 CENAPRED, "Serie Impacto Socioeconómico de los Desastres Ocurridos en la República Mexicana" y EM-DAT: The OFDA/ CRED International Disaster Database

Ilustración 35. Resumen de Daños por sismos en la R.M. Fascículos. SISMOS Secretaría de Gobernación. CENAPRED, 2014, pág. 23



En cuanto a los daños en la ciudad de México, se pudo observar que éstos se concentraron en la zona centro, en lo que hoy es la Delegación Cuauhtémoc. Según Ingenieros Civiles Asociados (ICA), se reportó 39 muertos tan solo en la Ciudad de México, y alrededor de 1,000 edificios con daños, incluyendo casos de bardas y estructuras con grietas y fisuras en acabados.

Otros sismos que se presentaron son los siguientes:

- 1964 (julio 6) tuvo lugar en la región de los estados de Guerrero y Michoacán, con una magnitud de 7.20 en la escala de Richter. El saldo más desfavorable fue localizado en los estados de Michoacán, Guerrero, Estado de México, Morelos, y Oaxaca, se estimó una población afectada de 4 000 personas, y 45 decesos.
- 1973 (agosto 28) se sintió en el estado de Veracruz, regiones de Esperanza y Tehuacán, Puebla. 17, 575 casas dañadas. "...Con una magnitud de 7.30 en la escala de Richter..." (Secretaría de Gobernación. CENAPRED, 2014, pág. 32)
- 1979 (marzo 14) el sismo de la Ibero, con epicentro en Petatlán, Guerrero, con una magnitud de 7.40 en la escala de Richter.

Este se sintió en la Ciudad de México, hubo daños en la colonia Roma, y se destruyó la Universidad Iberoamericana, ubicada en la colonia Campestre Churubusco de la Ciudad de México; de ahí que se le conozca como *el sismo de la Ibero*. En general hubo 600 edificios dañados entre oficinas públicas, edificios privados, equipamientos de esparcimiento como cines, algunas escuelas y otros equipamientos más. El siniestro dejó 5 decesos.

- 1985 (septiembre 19) fue un sismo de subducción, con epicentro en las costas de Michoacán y, Guerrero, con una magnitud de 8.10 en la escala de Richter.

Este sismo se sintió en el centro, sur y occidente de la República mexicana, hubo más de 30,000 heridos, 150,000 damnificados, 30,000 viviendas destruidas, y más de 60,000 con daños. De los edificios públicos se sabe que fueron dañados 50 edificios dedicados a la salud, en términos de porcentaje, se tiene la siguiente información: edificios de la administración pública (34% del total), la vivienda (15.7 %), salud (15.4%), infraestructura educativa (11.4%) y la



pequeña industria y el comercio (8.9%). Se vieron afectados todos los sectores productivos, además del sector salud, los servicios de agua, electricidad, teléfono y telecomunicaciones. Los daños, motivo la solidaridad y ayuda de otras regiones del país, y de la comunidad internacional de 45 países. La cifra oficial de muertos fue de 6,000, sin embargo existen diversas fuentes que indican que llegaron a ser hasta 9,500. Se estimó un daño económico de 4,103 millones de dólares.

- 1995 (octubre 9), con epicentro en Colima, con una magnitud de 8.0 en la escala de Richter.

El movimiento telúrico ocasiono daños en Nayarit, además de municipios como Tepic, Jala, Ahuacatlán, Xalisco, y Amatlán entre otros; en Jalisco hubo efectos negativos en Guadalajara, Puerto Vallarta, Barra de Navidad, Zacolaco, Tolimán, y Cihuatlán por mencionar solo algunos; mientras que en Colima, el puerto de Manzanillo fue el más afectado, dejando 58 muertos y más de 45,000 damnificados.

- 1999 (junio 15), El epicentro se ubicó a unos 20 km al sur-suroeste de la ciudad de Tehuacán, Puebla y a unos 55 km al noreste de la ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca; provocó serios daños en la ciudad de Puebla y en las poblaciones cercanas a la región del epicentro. Se consignaron 15 personas muertas.

Otra fuente sobre el mismo sismo nos refiere lo siguiente:

“...El 15 de junio de 1999 a las 15:41:06 horas, ocurrió un sismo de magnitud Mw 7.0, con epicentro al suroeste de la ciudad de Tehuacán, Puebla. El sismo tuvo efectos en un amplio radio geográfico que incluye siete estados de la República. Ocasionó algunas pérdidas de vidas humanas. El número de personas damnificadas que debieron refugiarse en albergues fue también moderado, y debieron permanecer en ellos menos de tres días. Los daños totales, valorados fundamentalmente a costo de reposición, ascendieron a algo más de 1.4 millones de pesos (alrededor de 150 millones de dólares). Más de tres cuartas partes de los daños totales se concentraron en el estado de Puebla, el 15 por ciento de los mismos en Oaxaca y el siete por ciento restante en cinco estados -Morelos, México, Tlaxcala, Veracruz y Guerrero...” (CENAPRED, 1999, pág. IX)



Se trató de un de los sismos con más afectaciones en el territorio, siendo los monumentos históricos, viviendas, escuelas y hospitales, los más dañados; también carreteras, puentes y líneas vitales tuvieron afectaciones. Si bien la actividad económica, se vio afectada, el daño no ocasionó una parálisis económica, aunque la actividad comercial, sobre todo la de pequeños establecimientos, se vio interrumpida por falta de abastecimiento o por cierre, debido a las réplicas. Prácticamente no hubo daños a la agricultura, de ahí que se establece que las pérdidas hayan sido relativamente pequeñas.

La extensa área geográfica en que se sintió el fenómeno natural, afectó un gran número de edificaciones, principalmente iglesias, muchas de las cuales son parte del patrimonio edificado de la nación de los siglos que van del XVI al XIX. Cabe señalar, que si bien el sismo ocasionó daños a los inmuebles, muchos de los efectos se debió a la falta de mantenimiento de los inmuebles, o a defectos constructivos producto de intervenciones anteriores. Incluso se pudo constatar que algunos edificios padecían daños ocasionados por los sismos de 1973 y 1980. La valorización de la pérdida del patrimonio, plantea problemas no solo de tipo constructivo, ya que al ser obras materiales históricas, encierra otros valores que también se pierden, borrando parte de la historia de un sitio o lugar.



3.2.5. EPOCA ACTUAL.

En relación a la preocupación inherente por las afectaciones generadas por los sismos, para el año 2001 se cuenta con una red principal en diferentes partes del país, como la Red de Atenuación Acapulco-México del CENAPRED, otra será la del Instituto de Ingeniería de la UNAM, que opera la red de acelerógrafos en Michoacán, Guerrero y Oaxaca, otra más será la Red Interuniversitaria de Instrumentación Sísmica (RIIS) de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y una más será la red del Noroeste de México

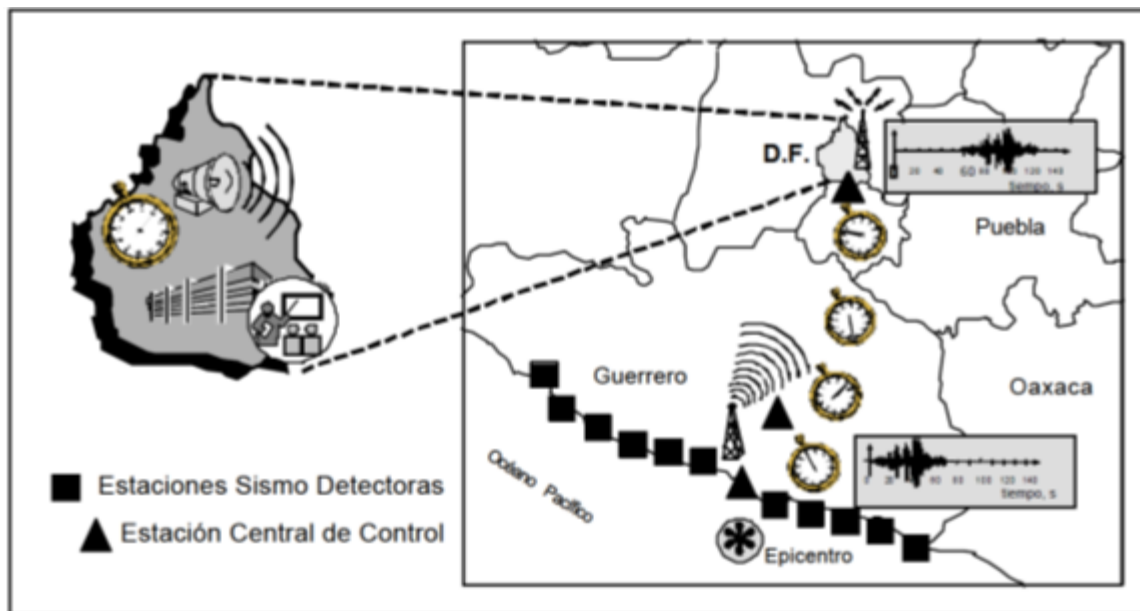


Ilustración 36. Sistema de Alerta Sísmica. Fascículos. SISMOS
Secretaría de Gobernación. CENAPRED, 2014, pág. 33)

(RESNOR) del CICESE de Baja California y la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que en conjunto

cuentan con acelerógrafos con 547 instrumentos que han sido localizados principalmente en la ciudad de México y estados colindantes a ella; siempre a lo largo de la zona de subducción del Pacífico y noreste del país.

Para el año 2002, en la ciudad de México opera un Sistema de Alerta Sísmica desarrollado por el Centro de Instrumentación y Registro Sísmico de la Fundación *Javier Barros Sierra*⁷, el cual se considera único en el mundo. La forma de operar es la siguiente: "... los sismos que más afectan a la ciudad ocurren a gran distancia de la misma, en la costa del Océano Pacífico, por lo que las ondas que producen la vibración del terreno y los daños, tardan cerca

⁷ Nació en la Ciudad de México, (1915-1971) fue un ingeniero, político y escritor mexicano, que fuera rector de la UNAM.



de un minuto en llegar a la ciudad, lo que permite instalar una red de instrumentos a lo largo de la costa, que detecte el sismo en el momento en que ocurre, y envíe una señal de radio a una de 50 estación de control en la ciudad de México, que dispara una señal de alerta con cerca segundos de anticipación a que comience la sacudida en la ciudad ...” (Secretaría de Gobernación. CENAPRED, 2014, pág. 33)

Este sistema ha permitido poner en alerta a la población, y evacuar instalaciones donde hay mayor concentración de personas. También permite alertar a las instancias oficiales para aplicar el protocolo de actuación.

Al momento de escribir estas líneas, se sabe en relación a la preocupación por los sismos y sus efectos que: “... con el apoyo de importantes recursos económicos de la Secretaría de Gobernación, la Coordinación General de Protección Civil, el CENAPRED, la UNAM y el CIRES, se promueve la modernización y ampliación de los sistemas actuales de observación sísmica, así como la integración de los mismos en la Red Sísmica Mexicana...” (Ibidem, 2014, pág. 35).

Cabe destacar que hoy día contamos con la internet, que es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas, además de las redes sociales, mismas que sirven para informar a la población en tiempo real, los sucesos que acontecen, como el caso de los sismos. A continuación se enlistan algunas de las páginas electrónicas que informan con respecto a los temblores o sismos:

- ✓ <http://www.cires.org.mx/index.php>
- ✓ <http://sismos.gob.mx/>
- ✓ <http://www.ssn.unam.mx/>





Ilustración 37. Pagina electronica extraida de <http://www.sismos.gob.mx>

A pesar de todo lo que se ha avanzado en materia de sismos, debemos estar conscientes que no se puede predecir la ocurrencia o el pronóstico de un sismo, o tal como lo señala Cinna Lomnitz:



“... Si la tierra estuviera hecha de cristal y pudiéramos observar directamente todos los procesos que ocurren en su interior, cualquier hijo de campesino podría aprender a predecir terremotos. De hecho, el interior de la Tierra es más inaccesible a nuestras mediciones que muchas estrellas lejanas. Por lo tanto, los esfuerzos para predecir sismos no han fructificado hasta ahora.[...] algunos problemas de predicción, sobre todo desde el punto de vista de la validez científica de los esfuerzos que actualmente se están realizando en otras partes del mundo...” (Lomnitz, 1990, pág. 1)

A partir de todas estas referencias, nos hemos acercado al estudio de algunos sismos históricos, donde los efectos fueron negativos en las personas, equipamientos e infraestructura; además de poder establecer que ha sido durante todas las épocas y siglos, que la actividad sísmica está presente, por lo que se requiere conocer más acerca de estos fenómenos naturales, ya que su efectos en el patrimonio familiar o de la colectividad como los monumentos históricos, puede llegar a ser fatal.



3.3. LA ARQUITECTURA RELIGIOSA.

La arquitectura religiosa son todas aquellas manifestaciones espaciales relacionadas con el culto, cuyas características dependen de la época, región donde se construye y sobre todo la población que va atender, lo que la hace única. Debemos partir de entender que la comunidad cristiana católica está organizada en una estructura jerárquica vertical. La autoridad máxima es por medio de la figura papal, obispo de Roma y máxima autoridad. Los cardenales constituyen la curia Romana que están a la cabeza de las instituciones centrales y administrativas. El obispo ejerce su autoridad, en una casa que habita a la sombra o en las cercanías de la catedral.

Los arzobispos y obispos, están al frente de diócesis que siempre comprenden un territorio, con una ciudad importante como sede. Una diócesis está integrada por varias parroquias, cada una con una jurisdicción delimitada, por lo tanto la diócesis “...son territorios concretos gobernados por un obispo, que es quien debe velar por que a sus feligreses no les falte doctrina ni los sacramentos [...] cuando una diócesis es particularmente importante se le llama archidiócesis y quien la preside

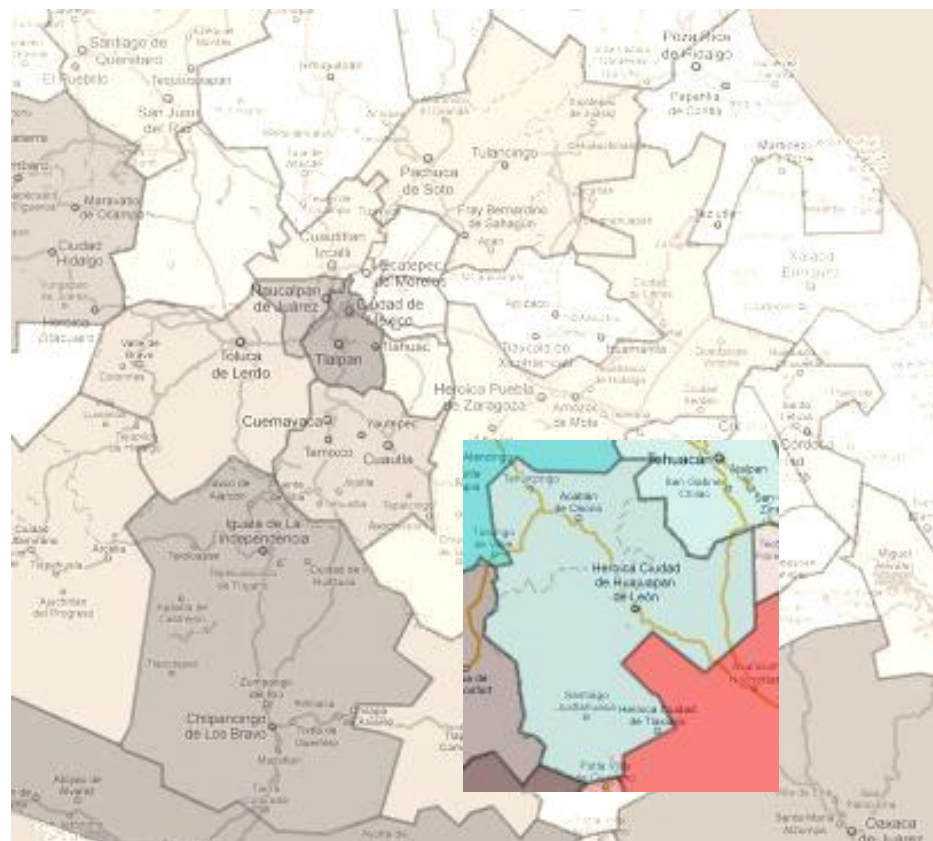


Ilustración 38. Diócesis del centro del país extraído de .
http://acjm.50webs.com/hist/region_centro_acjm.html



arzobispo...” (Artigas J, Et al, 2004, pág. 41)

Al frente de cada templo se encuentra un párroco, ayudado por vicarios y capellanes para atender a la feligresía. En la **parroquia**, la autoridad principal es el cura párroco. La palabra cura viene de latín ‘*cura*’ que significa cuidado, y en relación al tema que nos ocupa, alude a los encargados espiritualmente de una parroquia, que son los que se encargan del cuidado de los fieles obrando en el nombre de Jesucristo. Especialmente, debemos señalar que junto al **templo parroquial** está el curato, que es la habitación del párroco y sus presbíteros. El cuadrante, son las oficinas administrativas de su jurisdicción; mientras que la vicaría, es donde se dan los servicios religiosos. En esta estructura lineal descendente, el último grupo pero el más importante son los feligreses, que corresponde a las personas que pertenecen a una determinada comunidad religiosa (o parroquia).



Ilustración 39. Interior del templo parroquial en una celebración litúrgica. Foto de Gilberto Samuel Hernández (2013)

Otra parte de la estructura administrativa de la iglesia son las diócesis, y para entender el concepto debemos señalar que los templos pertenecen a una parroquia, y varias parroquias perteneces a una estructura mayor reconocida como decanato, las cuales agrupadas forman una diócesis. Por último, la agrupación de varias diócesis se les llama arquidiócesis, toda esta estructura depende de la Santa Sede, y sus tareas en general son la cura de



almas por medio de ceremonias litúrgicas, administración de sacramentos, la predicación y todas las formas de actividad religiosa.

Bajos ésta breve descripción, podemos entender que la arquitectura religiosa, y el programa arquitectónico que se desarrolla es muy amplio, su origen depende del propósito que se tenga, pero ante todo, debe proclamar a su destinatario, que es el Señor (Dios), por lo que debe verse como un espacio destinado al culto divino y la oración. Pero sin duda, el templo viene siendo el edificio principal, ya que es el espacio consagrado para la protección de las imágenes religiosas y reliquias, es el lugar de la comunidad donde se desarrollan los ritos religiosos, es un el sitio de recogimiento y reflexión que debe estar diseñado para poder atender al mayor número de fieles; de ahí su importancia en cualquier localidad.

Luego entonces el templo cristiano es "... el lugar donde los fieles rinden culto, alaban y adoran a Dios, se ha considerado la casa de Dios en la tierra, lugar de su presencia real [...] dicho templo era un emblema representativo del universo y además el eje del mundo..." (Terán, 1998, pág. 87). A este espacio arquitectónico se le denomina incorrectamente iglesia, ya que la iglesia es la institución eclesiástica, se dice que la palabra proviene "... del griego, que originalmente y en el uso común significa 'asamblea' o 'reunión', celebrada previa convocatoria o llamado. En el Nuevo Testamento es Pablo quien usa con frecuencia esta palabra, y significa tanto congregación local de creyentes cristianos como la comunidad cristiana universal. Nunca se llama iglesia al edificio en que los cristianos se reúnen..." (*Ibídem.*, pág. 85).



Ilustración 40. Interior del templo parroquial de San Jerónimo o casa de Dios. Foto de Gilberto Samuel Hernández (2012)



Considerando que la iglesia es la institución que congrega un número importantes de fieles, y el templo donde estos fieles se reúnen, este espacio por siglos ha venido representando, un elemento de cohesión social.

3.3.1. TIPOS DE EDIFICIOS RELIGIOSOS.

La iglesia como ya se ha dejado en claro, es la institución eclesiástica, ésta ha sido productora de subgéneros arquitectónicos tan diversos, como diversa es su estructura jerárquica, su tipología se caracteriza por la función que realiza, y por la ubicación específica dentro de la estructura administrativa. A continuación se explica de manera breve los tipos de edificios religiosos más comunes dentro de la religión católica:

- Catedral. Es un templo edificado de gran magnitud, donde tiene sede o cátedra el obispo, siendo así la iglesia principal de cada diócesis o iglesia particular. La sede o cátedra episcopal es el lugar desde donde cada obispo preside la comunidad cristiana, enseñando la vida de fe y la doctrina de la Iglesia.

| | | |
|--|---|--|
|  |  |  |
| <p>Catedral de Puebla</p> | <p>Capilla del Rosario Puebla</p> | <p>Basílica de Guadalupe, ciudad de México.</p> |



- Capilla. Es la denominación un tipo de oratorio o lugar de culto en la religión católica, arquitectónicamente puede ser independiente o formar parte de un edificio mayor como un templo, colegio u hospital.
- Basílica. Este término se usa para referirse algún templo, generalmente muy importante por sus quehaceres religiosos, a las que se han otorgado ritos especiales y privilegios en materia de culto. En este sentido se utiliza hoy la denominación, tanto desde el punto de vista arquitectónico, como religioso. Además es una construcción de grandes dimensiones
- Templo. Se designa con este nombre a algún edificio consagrado donde se ofrecen servicios religiosos públicos.
- Ermitas. Son templos pequeños dedicados a un santo o a una advocación mariana, situada generalmente en una zona despoblada, a las afueras de una población, y en la que no suele haber culto permanente.
- Santuarios. Es un templo generalmente al que peregrinan numerosos fieles. Es un emplazamiento en el cual se suele venerar una imagen o reliquia de algún santo, o bien un sitio en donde se considera que tuvo lugar un milagro o hecho singular.
- **Parroquia. A pesar de ser una división territorial de las iglesias cristianas, puede definirse como el templo principal de dicha división territorial.**
- Oratorio: según el derecho canónico, es un lugar destinado al culto divino, no erigido, en principio, para la utilidad de todos los fieles.

En un oratorio en sentido estricto, es decir, legítimamente constituido, pueden celebrarse y ha de estar dedicado a la celebración de la misa y otras funciones sagradas.

Existen diversos tipos de oratorios a saber:

- ❖ Público. Han de ser erigidos por el obispo de la diócesis en beneficio de una comunidad o grupo de fieles que acudan allí, al cual también pueden tener acceso otros fieles, con el consentimiento del Superior competente.
- ❖ Semi-público. Aquellos que han sido erigidos para la utilidad de alguna comunidad o reunión de fieles y no es libre a cualquiera acceder a ellos.



- ❖ Privado. Dentro de este grupo encontraríamos las capillas privadas. Son establecidos en casas particulares para su uso por parte de alguna familia o persona, es decir una capilla, no es más que un lugar destinado a la oración y piedad doméstica. Los oratorios de obispos y cardenales tienen los privilegios de los oratorios semi-públicos.



Parroquia de San José Tlaxcala. Se erigió donde inicialmente era una Ermita



Santuario Virgen de Juquila, Oaxaca.



Templo católico cuyo nombre oficial es Oratorio de San Felipe Neri, ciudad de México.

- Humilladero: Lugar devoto, marcado con una imagen o una cruz, que hay en la entrada de algunos pueblos y en la vereda de algunos caminos

Sin corresponder al tipo de edificios que estamos abordando, debemos mencionar a los conventos, edificio religioso de gran trascendencia en México donde los clérigos ya sean frailes o monjas, llevan una vida religiosa en comunidad, y donde generalmente existe una capilla u oratorio para su actividad de oración.



Considerando que el tema que nos ocupa es la Parroquia de San Jerónimo Xayacatlán, resulta importante señalar de dónde y cómo surge este tipo de territorio administrativo con el fin de establecer la importancia que tiene el templo parroquial dentro de la jurisdicción a la que pertenece. Encontrando que a finales del siglo XVI se decide desde España la división territorial eclesiástica que debería administrar un territorio, y de la cual dependerán un sinnúmero de templos más pequeños. El obispado al cual pertenecía Puebla se encontraba en Tlaxcala, siendo trasladado a la muy noble y leal ciudad de Puebla de los Ángeles, por disposición de Fray Julián Garcés (1539). Se sabe que "... El territorio de la diócesis era inmenso, ya que se extendía del golfo de México al Pacífico; dentro de sus límites se encontraba todo el territorio de los actuales estados de Puebla, Tlaxcala, la mayor parte de Veracruz y una parte de Guerrero..." (Lomelí, 2001, pág. 78) de ahí que haya sido considerada la diócesis más rica de la Nueva España hasta la primera década del siglo XVIII.



Fuente: Reconstrucción a partir de Peter Gerhard, *Geografía Histórica de la Nueva España*, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Históricas, 1986, p. 18.

Ilustración 41. División territorial eclesiástica Ramírez, 2013. Pag 65



Luego entonces, el edificio religioso o templo parroquial, tuvo y tiene importancia de tipo administrativo, y religioso, por lo que lo hace un patrimonio único para la región y para la localidad que la ostenta. Tal como sucede con el caso que nos ocupa en la localidad de San Jerónimo Xayacatlán.

3.3.2. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS.

Para conocer acerca de las características constructivas empleadas en la construcción de los diferentes edificios religiosos en la jurisdicción de Puebla, debemos hacer uso de referencias históricas que señalan aspectos relevantes del momento de fábrica de las construcciones religiosas, encontrando que:

“...Los templos de visita dentro de la jurisdicción de los conventos en el obispado de Puebla, al ser transformados en parroquias del clero secular entre los años de 1640 y 1642, sufrieron modificaciones importantes en su estructura. Algunos de ellos cambiaron su techumbre de madera por bóvedas de mampostería, lo cual implico construir contrafuertes o reforzar las pilastras existentes que se acusaban en el exterior para resistir el empuje de arcos y bóvedas. Algunas veces se agregó una cúpula y muchas veces también una torre o campanario sustituyendo a las espadañas conventuales...” (Chanfon, 2004, pág. 306)



Ilustración 42. Vista parcial desde la cubierta de la parroquia, donde se aprecia parcialmente torre campanario. Foto de Gilberto Samuel Hernández (2013)



Es evidente que los edificios construidos por parte del clero secular, debieron seguir lineamientos específicos en cuanto al quehacer constructivo, lo que hace posible que para finales del siglo XVII se contabilicen más de 150 parroquias construidas en el territorio poblano, que en ocasiones, llegaron a obedecer a las técnicas de construcción de acuerdo a los tratados de arquitectura que llegaron a la Nueva España, como a continuación se comenta.

Se sabe que a partir de 1600 hubo una gran difusión de los Tratados de Arquitectura, por medio de ediciones de obras del pasado. Estos documentos serían de gran influencia en los constructores, arquitectos y artistas plásticos del momento; incluso la forma arquitectónica de las nuevas parroquias en la Nueva España, cambian su concepción, ya que la arquitectura debía reflejar un nuevo espíritu, ya no se trata del adoctrinamiento de masas, sino de continuar con los servicios religiosos a una población convertida al catolicismo, y qué mejor momento que el de la secularización de las parroquias para adoptar las ideas que reinaban en Europa al construir los nuevos templos parroquiales, es así que encontramos algunas referencias como la siguiente:

“...Carlos Borromeo, en el siglo XVI mediante un tratado sobre las Instrucciones de la fábrica y del ajuar eclesiásticos, dio a conocer su interpretación sobre lo acordado en el concilio de Trento con respecto a la arquitectura de las parroquias: su orientación, su programa, la forma que debe adoptar la planta, su tamaño, la construcción de torres y campanarios así como del baptisterio. Su influencia, junto a la de otros tratadistas, seguirá siendo definitiva, en la arquitectura del siglo XVII...” (Ibíd., pag 310)

De la cita podemos inferir, que los cambios no son producto de una moda arquitectónica, sino corresponde a principios religiosos establecidos desde las más altas esferas de la iglesia. Es así, que uno pero no el único de los principales cambios formales que se manifestó en los templos fue el empleo de la planta de cruz latina, y sobre otras aspectos constructivos empleados, Chanfón establece lo siguiente:



“... cubierta de bóveda de cañón con lunetos dejando visible en el interior de las naves, pilastras y arcos fajones generalmente de medio punto. La cúpula sobre el crucero dio solución a la intersección de la nave principal y los transeptos: las proporciones de los gruesos de muros y contrafuertes con respecto a la altura de la nave también se modificaron. [...] la distancia entre los contrafuertes de los templos parroquiales construidos como tales durante el siglo XVII, comparándola con la de los templos conventuales es menor. Los entrejes que definen los arcos fajones y los arcos formeros, generalmente forman rectángulos áureos en proporción 1.618, tomando como lado mayor el ancho de la nave. Alberti recomendaba que los templos fueran cubiertos con bóvedas por motivos de dignidad y durabilidad, consejo que fue seguido en la construcción de las parroquias...” (*Ibíd.*, pag 311)



Ilustración 43. Vista de la cubierta y la cúpula de la parroquia de San Jerónimo. Foto de Gilberto Samuel Hernández (2013)

Considerando el amplio territorio que representaba la Nueva España, y la necesidad de templos en todos los asentamientos humanos por el aumento de población (nos centraremos en Puebla), se entiende por qué, la actividad constructiva fue constante y sin precedente; sin embargo cabe hacer notar que no en todos los inmuebles religiosos dedicados al culto, aun siendo templos parroquiales, se siguieron las normas antes mencionadas al pie de la letra.

Aunque nos parece pertinente y necesario establecer las principales características de los templos parroquiales poblanos en el siglo XVII, donde sobresalen los siguientes: “...

- Pilastras para rigidizar los muros, visibles en el interior del templo.
- Contrafuertes de menor sección que de los monasterios.



- Empleo del rectángulo en proporción aurea (1.618)
- Planta de cruz latina, con crucero cubierto con cúpula.
- Nave principal cubierta con bóveda de cañón corrido con intersecciones, sean de arista o con lunetos en sus distintas formas.
- Cúpula con ocho gajos sobre falsas pechinas, formada por la intersección de cuatro bóvedas cilíndricas de igual altura con o sin tambor octagonal, sin ventanas o con cuatro u ocho de ellas.
- Iluminación en el crucero por medio de ventanas o de óculos a menudo hexagonales, que se abren en el tambor, además de las ventanas de la nave y transepto. Cúpulas en algunos casos con óculos o lucarnas, y rematadas por una linternilla que en los templos populares generalmente es ciega.
- Bóvedas de cañón corrido con algún tipo de lunetos, y en caso de tener ventanas rectangulares las proporciones a menudo son de relación 1618 o 1.276.
- Utilización en algunos casos de los espacios de los contrafuertes para alojar capillas.
- Arcos fajones, torales y formeros de medio punto.
- Bautisterio generalmente del lado del evangelio, a un lado de la entrada principal.
- Torre o torres de campanario con escalera interior de caracol. Puede ser de uno, dos o tres cuerpos. Entre las torres se encuentra la fachada, cuyo elemento principales es la portada, cuyo cerramiento suele ser un arco de medio punto. Puede tener la portada de uno a tres cuerpos, con columnas o pilastras que a veces flanquean a nichos. En el segundo cuerpo puede estar un motivo escultórico y, en el tercero una ventana u óculo.
- Entre los huecos que quedan entre los brazos y la cabecera de la cruz, se emplazan los espacios complementarios y las oficinas parroquiales o cuadrante.



- Uso de pináculos y bolas, así como de balaustradas para remates en las fachadas.
- Empleo de azulejo de talavera en las fachadas y en las cúpulas. El uso de aparejo en petatillo de ladrillo o bien de azulejo como recubrimiento de elementos arquitectónicos.
- Profusión de retablos de madera dorada, divididos verticalmente en calles y horizontales en cuerpos, adornados con columnas o estípites, pinturas y esculturas.
- Uso de vidrio laminas delgadas de ónix para cerrar los vanos de las ventanas, en sustitución de los lienzos de papel encerados, anteriormente utilizados para proteger los interiores de la lluvia o el sol..."(Ibídem, pag 313).

De lo anterior expuesto, se puede establecer que existió una tipología arquitectónica para toda la región poblana, logrando con ello una uniformidad, lo cual hace muy peculiar la manera de construir, ya que estos principios se mantienen sin importar la región de que se trate, la diferencia se presenta solo en las características de los materiales empleados, tomando en cuenta que el territorio en el cual se asentaron las parroquias era una zona enorme en términos de extensión territorial.



4. CASO DE ESTUDIO: LA PARROQUIA DE SAN JERÓNIMO.

Los frailes hincados de rodillas en un corral con linda luna, veían dar vaivenes a las casas y los indios daban gritos
Y Fray Jordán asombrado daba voces diciendo: ¡Jesucristo Señor! Por estos perversos cristianos haces esto.

Fray Alonso de Ximénez.



En este capítulo se expone de manera particular la obra arquitectónica, conocida como la parroquia de San Jerónimo Xayacatlán, de los espacios arquitectónicos que componen el conjunto religioso, los materiales y características constructivas, además se analiza cada componente de la estructura, por ser los elementos vulnerables ante algún evento sísmico. Se determina el origen probable de los materiales de fábrica. Y ya para finalizar se aborda la respuesta estructural ante los embates sísmicos que ha soportado este inmueble religioso.



4.1. EL EDIFICIO RELIGIOSO.

Del inmueble religioso conocido como la Parroquia de Xayacatlán, diremos primeramente que está dedicada al Santo San Jerónimo.

De San Jerónimo, se sabe que nació en Dalmacia (Yugoslavia) en el año 342, y su nombre significa “*el que tiene un nombre sagrado*”. Alrededor de los 40 años de edad, Jerónimo fue ordenado sacerdote. Se le reconoce que escribía con gran elegancia el latín, y tradujo a este idioma toda la Biblia, y esa traducción llamada "Vulgata" (o traducción hecha para el pueblo o vulgo) fue la Biblia oficial para la Iglesia Católica durante casi 15 siglos. Los últimos 35 años de vida los pasó en una gruta, junto a la cueva en Belén. Construyó en aquella ciudad un convento para hombres y tres para mujeres, y una casa para atender a los que llegaban de todas partes del mundo a visitar el sitio donde nació Jesús. Murió el 30 de septiembre del año 420, a los 80 años.

Consagró toda su vida al estudio de las Sagradas Escrituras, fue uno de los teólogos más grandes de la iglesia católica. Y para 1295 es nombrado doctor de la Iglesia, que es el título que la Iglesia que a través del Papa o un concilio ecuménico otorga a ciertos santos por reconocerles maestros de la fe para los fieles de todos los tiempos.

En cuanto a su construcción, resulta importante indagar sobre la fecha y antecedentes de la parroquia de San Jerónimo, ya que esto era una decisión en suma importante, toda vez que a decir de algunos autores “...para la erección de un templo se llevaban a cabo varias operaciones: el rito de la fundación, la colocación de la primera piedra, la edificación del mismo y su dedicación...” (Terán, 1998, pág. 89)



Ilustración 44. Señor San Jerónimo dentro del templo parroquial. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2012)



4.1.1. ANÁLISIS HISTÓRICO.

En relación a la historia tan particular que ocurrió en la entidad poblana y más particularmente en la mixteca baja con respecto a los procesos territoriales, nos apoyamos en lo que dice Margarita Menegus, pues a nuestro parecer es una línea de investigación fecunda para determinar el origen y patrocinio para la erección de templos en dicha zona. Esta investigadora expone la tesis siguiente “...Fue una práctica común que los caciques fuesen los benefactores de las iglesias establecidas dentro de sus cacicazgos. A veces lo hacían dando una tierra [...] pero también proveían al templo de imágenes religiosas y de objetos necesarios para el culto...” (Menegus, 2009, pág. 70). Sin duda se debe ahondar en dicha tesis con el fin de determinar lo que aconteció en San Jerónimo Xayacatlán, pero al no ser tema central del trabajo de tesis, nos referiremos a la información que se tiene y que es reconocida por la población.

Con respecto a la construcción de la parroquia, se presentan los siguientes datos, mismos que permiten: primero comparar y confrontar la información recabada, e inferir la época de inicio de la construcción, y de sus procesos de construcción, y en un segundo momento, determinar la fecha de terminación del templo parroquial.



Ilustración 45. Vista del conjunto parroquial. Extraído de Facebook el 2 octubre 2014.



La primera información recabada nos dice; "...y tomando como centro o punto de partida el atrio de dicha IGLESIA en la cruz de piedra que a su efecto edificamos. No podemos precisar si se refiere al actual edificio eclesial (SIC), que desde aquella época ya existía, pues carecemos de datos concretos. Sólo podemos afirmar que para el año de 1703 este pueblo contaba con una Parroquia..." (Pérez, 1985, pág. 3)

La siguiente cita que se menciona, coincide con lo escrito por Pérez García, y refiere lo siguiente:

"...En el pueblo de SAN JERÓNIMO XAYACATLÁN y a los 10 días de septiembre de 1703 años día de nuestro padre San Nicolás Tolentino [...] Yo el capitán Lanceros rey de Don Albino Villegas, juez privativo de tierras y aguas por su majestad de esta provincia de la Puebla de los Ángeles [...] y reunidos a toque de campana a todos los vecinos reunidos en el atrio de esta iglesia de este pueblo[...] y tomando como Centro y punto de partida el atrio de dicha iglesia en la Cruz de Piedra que a su efecto edificamos..." (Mendivil, 2008, pág. 336)

Cabe señalar que la fuente de donde se extrajo la cita anterior, fue consultada en el Archivo del H. Ayuntamiento de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla, en diciembre de 1946, porque Mendivil así lo expresa.

De lo anteriormente expuesto podemos concluir, que si dos autores coinciden en la fecha, y uno de ellos tuvo acceso a información de primera mano, estamos en posibilidad de determinar que la fecha de conclusión de la nave central, es 1703.

Por otro lado, Pérez García hace otra referencia, la cual nos habla de las naves laterales del conjunto religioso, y dice: "...en 1838, el Señor Don Manuel María Díaz de Guzmán donó fuertes cantidades de dinero con los cuales se hizo posible la terminación del suntuoso templo parroquial de tres naves que hoy se contempla. Se asegura que fueron albañiles de Cholula, Puebla, quienes realizaron esta hermosa arquitectura..." (Pérez, 1985, pág. 4) Bajo este señalamiento podemos establecer que la obra no se continuo hasta terminar, sino tuvo momentos de espera constructiva, de ahí las fechas de 1703 y 1838, también es importante resaltar la mano de obra especializada que se usó, ya que los albañiles de Cholula se les reconoce por su habilidad constructiva.



Otra referencia menciona que para "...1846, el Señor Cura Don Miguel Gatica, que de dios, inició la erección de la monumental torre parroquial, que fue terminada en 1851, habiéndola diseñado Don José María Rodríguez. Ejecutaron la obra albañiles de Tecali, Puebla. Tuvo un costo aproximado de \$2, 473.00 pesos..." (Ibídem, pág. 4). Nuevamente destaca la continuación de otros elementos distintivos de la obra como lo es la torre; así como la mano de obra ahora de albañiles de la región.

Por último manifiesta que "...Del 20 de marzo de 1871 al 27 de mayo de 1873 fue levantada la hermosa barda que abarca un amplio atrio del edificio parroquial..." (Ibídem, pág. 6). Esta última actividad es de suma importancia, ya que permitió delimitar el área de la Parroquia.

La siguiente fuente consultada coincide con Pérez García, en cuanto a la ejecución de la torre y la barda atrial, y dice lo siguiente:

"... En este documento se hacía referencia a una iglesia, sin embargo su construcción se realizó en etapas, la primera de ellas corresponde a la culminación de la nave, la cual se terminó en 1830. Su estilo es eminentemente neoclásico encontrándose dentro de sus principales características las siguientes:

Se sitúa dentro de la arquitectura del siglo XVIII, la cual se caracteriza por presentar una sencillez estructural, predominio de la línea recta y evita escrupulosamente las salientes, además de la decoración exterior es inexistente

Posteriormente se inició la construcción del campanario, de 1846 a 1851 y que fue obra de Don José María Rodríguez; finalmente la construcción de los muros que circundan al atrio se construyó de 1871 a 1873..." (Arcos E, Et al, 1989, pág. 28)

Debemos destacar las etapas constructivas del inmueble, lo cual dentro del tema que nos ocupa es de suma importancia, ya que se genera lo que se conoce como *juntas frías*, que corresponde a la unión de un material nuevo con otro que no lo es, y que en caso de algún movimiento telúrico, son áreas vulnerables de la estructura.

Siguiendo con las referencias históricas, la siguiente cita a cargo de Garzón Balbuena dice lo siguiente con respecto a la parroquia: *"...Esta parroquia se halla en el municipio de Xayacatlán en el estado de Puebla y forma parte de la jurisdicción diocesana de Huajuapán de León erigida por León XIII en el año de 1902. La fecha de erección de esta*



parroquia fue el 19 de agosto de 1864. Esta bajo el patrocinio de San Jerónimo y la fiesta parroquial celebra el 30 de septiembre...” (Garzon, 2004, pág. 9)

Y también manifiesta: “...*que el 19 de agosto de 1864 paso a ser cabecera parroquial debido a su nutrido número de almas y a su estratégica posición geográfica. Su torre fue construida de 1846 a 1851 año en que la vemos completamente terminada...*” (Ibídem, pág. 11).

De lo anteriormente expresado debemos destacar dos cosas, la primera que tiene que ver con la jurisdicción, misma que corresponde al estado de Oaxaca (Huajuapán de León) iniciado el siglo XX y no Puebla. Y la segunda, lo numeroso de la población, hecho que se dio desde la época virreinal, y que debido a la ubicación estratégica, continuo hasta 1902.

Podemos inferir entonces, que la parroquia ya tenía construida la nave central con bóveda de cañón corrido para el año de 1703, puesto que para officiar algún evento litúrgico, debiese estar consagrado, puesto que “...una vez concluido el edificio –o por lo menos cuando ya estaba techado-, se procedía a la ceremonia de la dedicación, con la que el templo iniciaba su función como tal ...” (Terán, 1998, pág. 92) Esto se confirma con el libro de registros que existe en la casa cural actualmente denominado *libro primero*, que corresponde al periodo que va del año de 1745 a 1758. Y manifestamos que es el libro primero para nosotros, pero que pudo existir la posibilidad de que existiera algún otro libro previo, pero debido a que el archivo parroquial por muchos años estuvo abandonado, pudo haberse perdido alguna otra información previa. Es importante dar crédito a la organización ADABI México (Archivos y Bibliotecas de México, A.C.), quien organizo y clasifico la documentación del archivo parroquial de San Jerónimo en el 2004, por lo que ahora ya se tiene organizada la información.

4.2. DESCRIPCION ARQUITECTONICA DEL INMUEBLE.

Cabe señalar que la descripción que se presenta a continuación, se ajusta a lo que se observa del conjunto religioso.



El Portal de Acceso

Para acceder a la parroquia desde la calle, se da por medio de un portal de acceso al cual se llega a través de una escalinata, por lo que se aprecia un cambio de nivel de la calle al atrio. El portal se localiza al sur del emplazamiento del gran atrio. Se cuenta con dos accesos secundarios más, uno al oriente y el otro en el poniente en el mismo eje. Generando un eje secundario oriente-poniente.

En cuanto a su descripción arquitectónica podemos decir que se trata de un cuerpo que consta de tres arcos de medio punto enmarcadas por pilastras y remata con un frontis con roleos y medallones por cada arco. El arco central destaca por contener un medallón de mayores dimensiones donde se lee: *“ESTA OBRA SE COMENSO EN 20 DE MARZO DE 70 Y SE CONCLUYO EN 27 DE MAYO DE 1873 POR MEJIA”*

| | |
|---|--|
|  |  |
| <p>PORTADA DE ACCESO, CONSISTENTE EN TRES ARCOS</p> | <p>MEDALLON LOCALIZADO LA PARTE SUPERIOR DEL PORTAL CON FECHAMIENTO</p> |
| <p>Ilustraciones 46 y 47 . Portal de acceso y medallón. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2012)</p> | |



El Atrio.

El atrio, espacio semipúblico del conjunto religioso, es de forma cuadrangular y dimensiones considerables, en la primera mitad del cuadrángulo se localizan los accesos, mientras que en la

segunda mitad es donde se localiza el templo parroquial, disposición característica de casi todos los inmuebles religiosos de este tipo. De la portada de acceso a través de un andador de piso de mosaico se va directo al acceso del templo. Los otros dos accesos (laterales), son a base de piso de tierra. El resto del área del atrio, a pesar que desde 1787 el rey de España expidió cédula que determinaba el derecho de entierro en templos y atrios a difuntos que la iglesia reconocía por sus virtudes; y años después, en el siglo XIX se eliminó esa práctica por ley, hoy día se sigue utilizando para enterrar a los muertos, es decir sigue funcionando como camposanto

Sobre el simbolismo del atrio se dice: “ ...que es el espacio arquitectónico descubierto ubicado en la parte frontal y exterior de cada templo, y que varió en sus dimensiones, es decir no poseía medidas definidas. Según Durero, el atrio significa [a] Cristo por medio del cual se accede a la iglesia. Su principal función era proporcionar al fiel un lugar de preparación para el encuentro espiritual con Dios, por lo que servía para separar lo mundano (calle y vida cotidiana) de lo divino...”(Ibidem, pág. 93)



Ilustración 48. Vista aérea de la parroquia y atrio consultado de google maps (2012)



La Torre Campanario.

De las torres se dice que además del aspecto funcional, poseía un simbolismo ascensional, ya que se elevaba al cielo en un sentido ascensional. Con frecuencia se ha asociado la torre con el campanario, pues era común que las campanas se albergaran en dicho espacio arquitectónico. Algunos autores señalan que la torre o torres pueden ser consideradas como: "...la imagen de los predicadores y prelados que defienden a la iglesia ..." (Ibídem, pág. 93).

En el caso de la torre de la parroquia de San Jerónimo, está constituido por un gran basamento de forma prismática rectangular con dos vanos de diseño diferente y un juego de pilastras en las esquinas que rematan en cornisa. Contiene una escalera de caracol que permite el acceso al coro, y unos escalones más arriba conducen al campanario. Este elemento se conforma por tres cuerpos superpuestos, simétricos en su composición que es a base de arcos rebajados, cornisas y medias columnas. Por último, se observa una cúpula con un pequeño capulín, mismo que recibe una cruz metálica.

Cabe mencionar que el gran basamento que le da sustento a la torre campanario, coincide más o menos en altura con el nivel de corona del muro de fachada, y las referencias históricas señalan que este elemento fue posterior en construcción.



Ilustración 49 . Vista de Torre campanario, Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2012)



El Templo Parroquial.

La planta arquitectónica del templo es de cruz latina de tres naves, y se localiza al centro de los dos ejes de composición, un eje norte sur como eje rector, y otro oriente-poniente que limita el frontis. Éste contenido por el gran atrio.

Del simbolismo del espacio arquitectónico se sabe que "...un templo se delimita mediante pisos, muros y cubiertas [...] la nave, la cual corresponde al espacio comprendido entre la fachada y el crucero del templo [...] la barca o nave es una figura simbólica que representa a la iglesia; su forma y nombre recuerdan al "Arca de Noé" [...] en la que navega la iglesia peregrina en la tierra hacia la vida eterna..." (Ibídem, pág. 94).

En líneas anteriores ya se menciona del tipo de planta arquitectónica con la que cuenta la parroquia, pero resulta relevante algunas otras referencias como la de Elisa Vargas Lugo, que expresa: "...la *planta de cruz* es representativa por excelencia de la arquitectura cristiana y por lo tanto es una de las que más se ha empleado la Iglesia Católica. En México casi todas las parroquias se han edificado sobre plantas de cruz latina, menos, claro

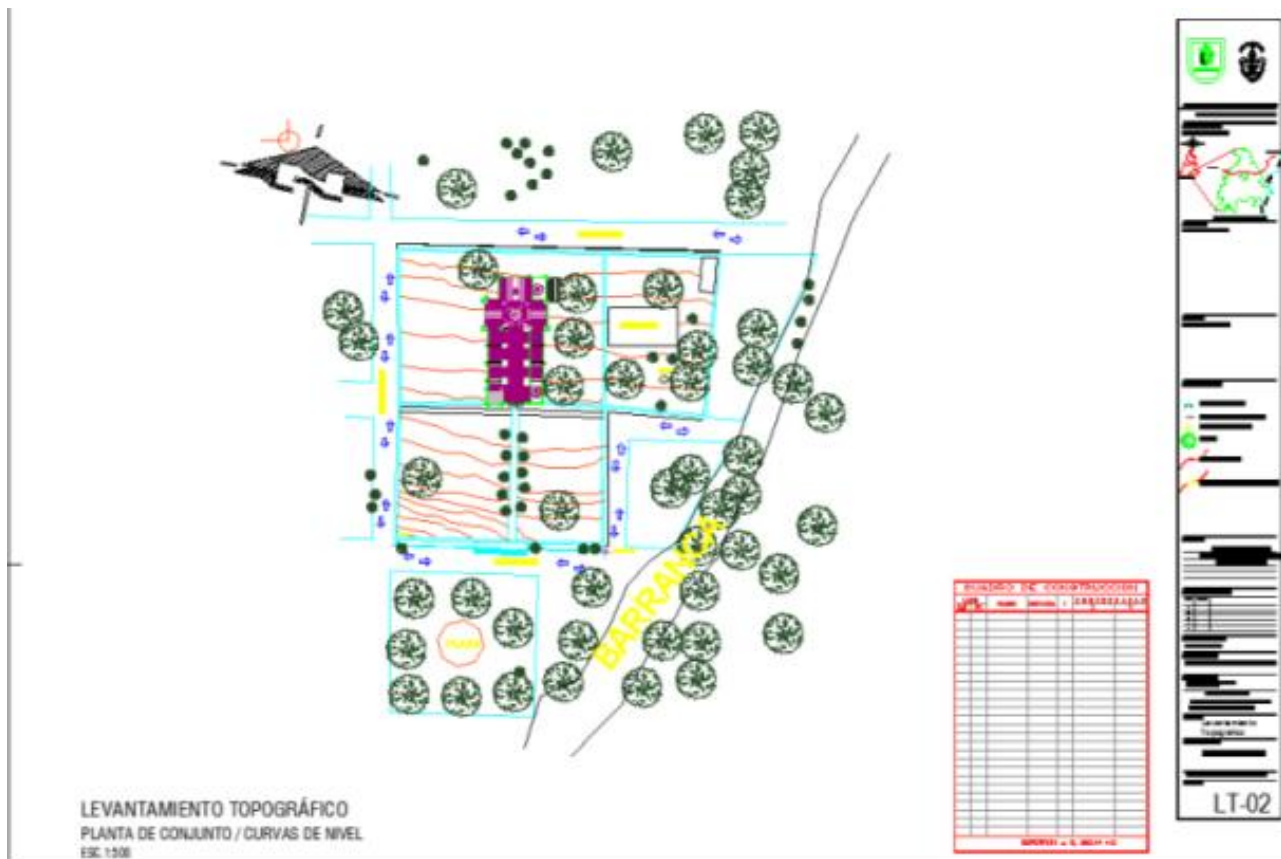


Ilustración 50. Proyecto arquitectónico, conjunto atrial. autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



está, las que se erigieron en iglesias que habían sido antes de conventos....” (Vargas, 1982, pág. 108). Solo basta complementar lo dicho anterior para el caso de la parroquia que se analiza, que además de tener planta de cruz latina, cuenta con dos naves laterales a manera de planta de tipo basilical sin llegar a serlo, caso extraño para la región donde las iglesias parroquiales son de una sola nave. La respuesta estaría sin duda en el número de fieles que la parroquia llegó a tener.

Sobre sus elementos espaciales debemos mencionar además de las naves y el altar, la sacristía situada en el extremo derecho superior de la ilustración, el basamento de la torre campanario al extremo izquierdo de la planta (cerca del acceso), y contrario a éste, se encuentra el baptisterio como tradicionalmente sucedía. Cabe señalar que este espacio da forma al volumen del reloj que se puede observar en la fachada.

Con respecto a los accesos, cuenta con dos, el principal que desde el punto de vista arquitectónico es el de mayor jerarquía, y desde la parte simbólica también, toda vez que de acuerdo algunas referencias “...simboliza al propio Jesucristo, y aludiendo a sus palabras dijo: *Yo soy la puerta por la que entran las ovejas... el que entra por mi se salvará..*” (Terán, 1998, pág. 94) El otro acceso es de menor jerarquía y se sitúa en la fachada poniente.

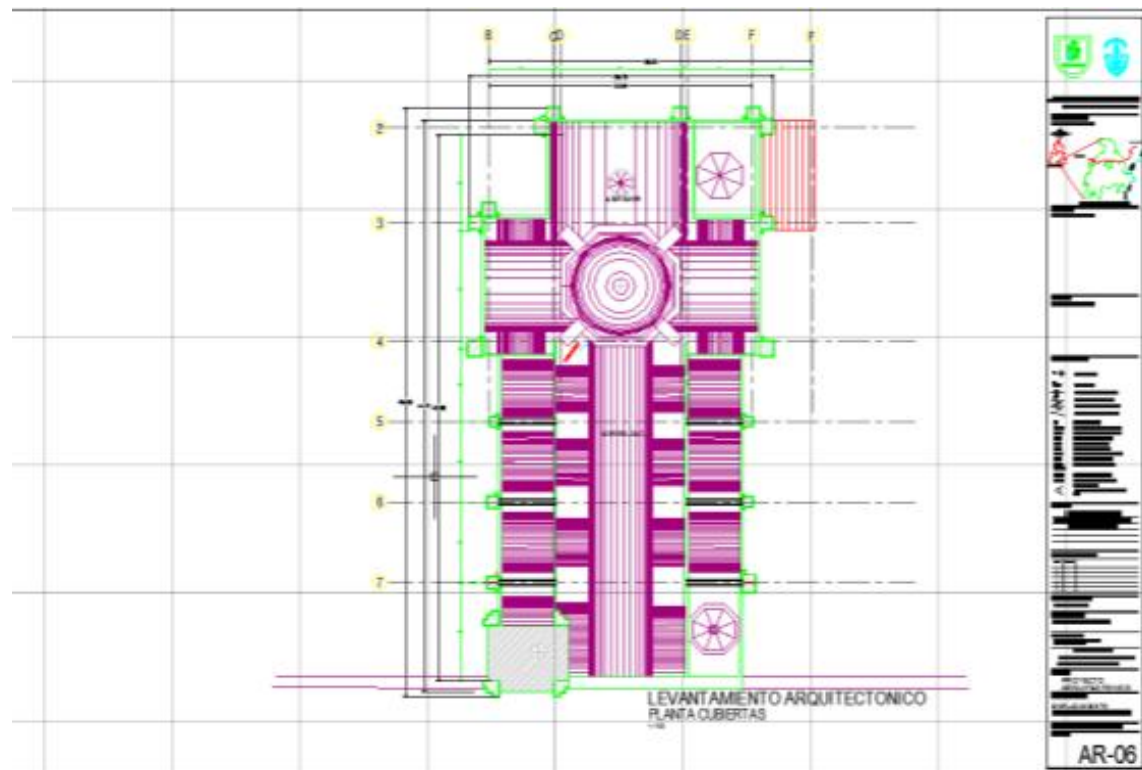


Ilustración 51. Planta arquitectónica de cubiertas

Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



La nave principal tiene orientación norte-sur, se compone de seis entrejes, el primero obedece al bajo coro, después le siguen tres entrejes que corresponden al siguiente orden: la esperanza, la fe y la caridad, llegaríamos al transepto coronado por la cúpula central, y por ultimo pero no menos importante está el ábside. A la nave principal se le adosa naves laterales, por lo que da la impresión de ser una planta de tipo basilical, cuando en realidad se trata de una nave principal y dos laterales. Las cubiertas de las naves son a base de bóvedas de arista en la nave principal como las naves laterales y el transepto.

Los brazos del crucero se apoyan sobre columnas estriadas. La cúpula del dicho crucero es octagonal y descansa sobre un tambor elevado, que se apoya sobre pechinas. Cabe mencionar que la nave central se desplanta o está estructurada a base de pilastras molduradas.

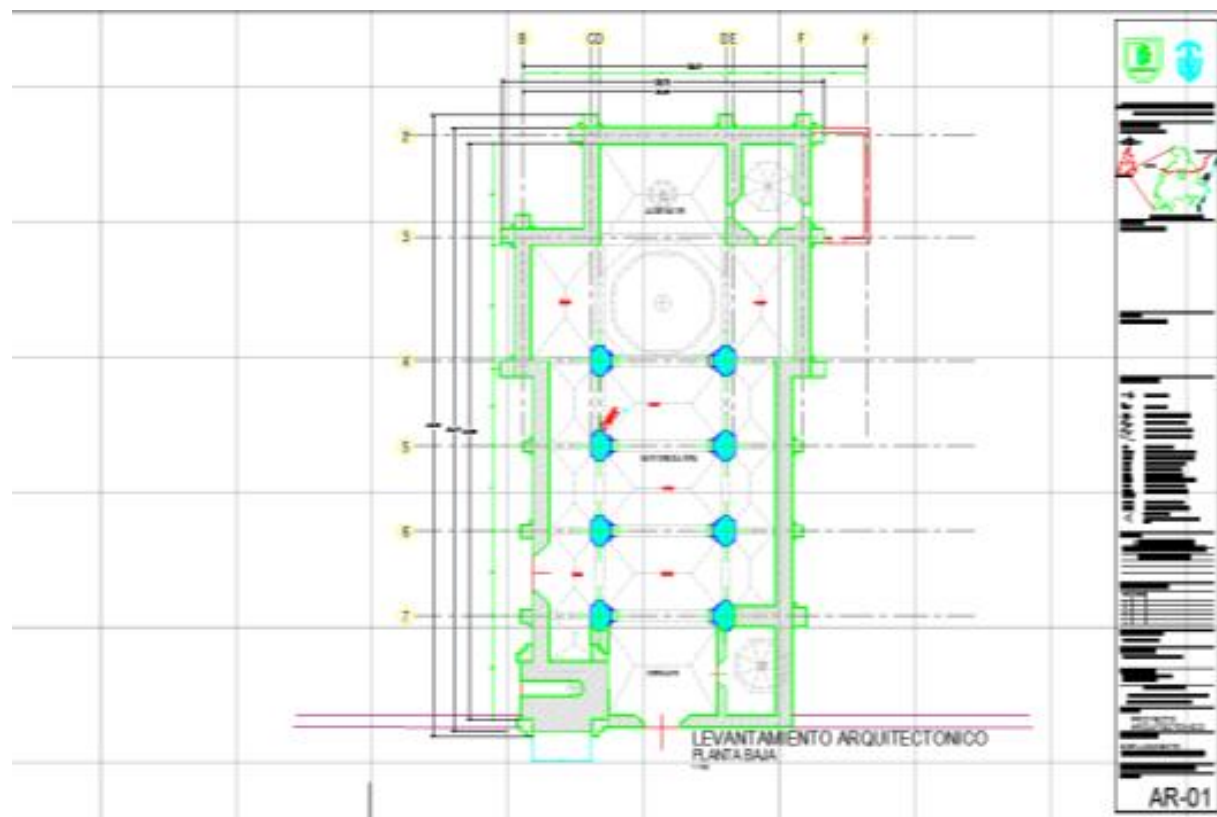


Ilustración 52. Planta arquitectónica nivel +101.00 de la Parroquia,

Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



La Sacristía.

De este espacio arquitectónico podemos decir que su simbolismo va en relación de lo siguiente “...en dicho lugar el sacerdote se revestía para el culto y también ahí guardaba el ajuar litúrgico (los ornamentos, cálices, copones sagrados, incensarios, vinageras (sic), etc.) [...] representa el útero de María Santísima en el que el Cristo tomo la sagrada vestidura...”(Ibídem, pág. 95)

La sacristía se resuelve a través de un rectángulo (ver planta arquitectónica), tiene un acceso desde el atrio, y se localiza en el muro oriente. Cuenta con dos accesos interiores más con derrames, uno de ellos conecta con el presbiterio y el otro con la nave lateral. La solución de la cubierta es a través de una cúpula octagonal sin tambor, desplantada directamente de las pechinas. La iluminación de este espacio es por medio de 4 óculos dispuestos simétricamente y localizados en la cúpula.

Cabe señalar que alrededor de este espacio se adiciono en épocas recientes sin determinar la fecha de construcción, una ampliación realizado con muros ciegos aplanados, un solo vano de acceso y cubierta a base de carrizo y tejas.



Ilustración 53. Interior de Sacristía, vista de accesos interiores. autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



La Casa Cural.

Exento al atrio se localiza la casa cural, consta de un solo nivel con corredor al frente conformado por seis arcos de medio punto orientado al sur, por lo que la fachada también obedece a dicha orientación. Consta de un generoso patio tanto al frente como en la parte trasera de la casa. En el patio frontal se encuentra lo que alguna vez fue el pozo con que se abastecía del servicio de agua, hoy solo queda como testigo de un pasado remoto. Para acceder a la casa a través de la calle, se da por medio de zaguán, pero también cuenta con una comunicación interna hacia el atrio por medio de una puerta de comunicación, que se inserta en el muro del atrio.

Por otro lado es pertinente mencionar que el acervo con el que cuenta la parroquia esta albergado en este espacio arquitectónico, y que a través de Elisa Garzón Balbuena por medio del ADABI MEXICO, se llevó a cabo el rescate, ordenación y clasificación del archivo, el cual quedo estructurado en las siguientes secciones:

- Sacramental
 - Bautismos
 - Confirmaciones
 - Informaciones matrimoniales.
 - Defunciones.

- Disciplinar
 - Canon
 - Circulares
 - Cofradías
 - Cordilleras
 - Gobierno.

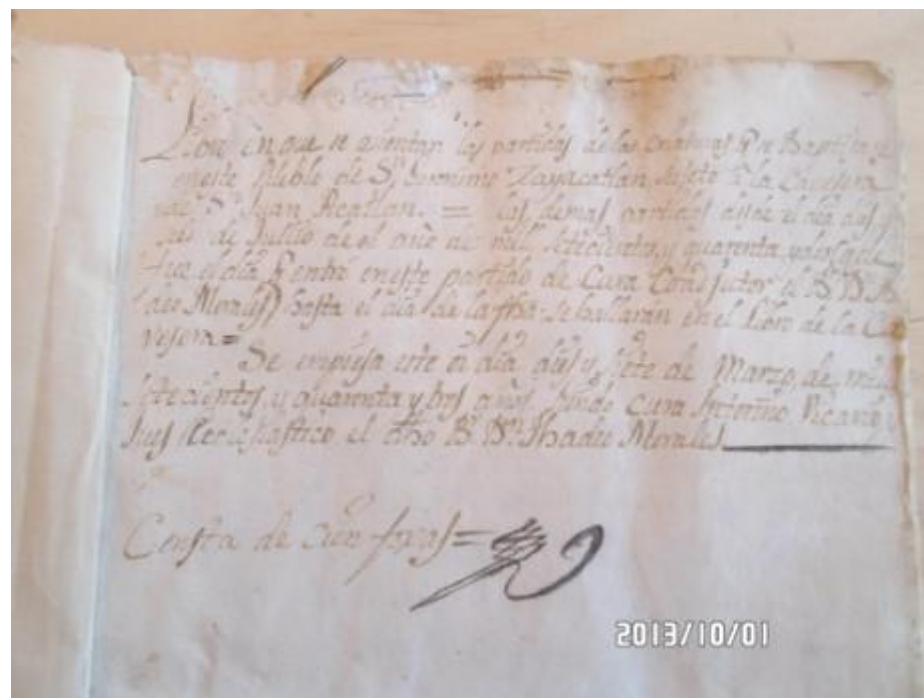


Ilustración 54. Libro uno de bautizos consultado en el archivo parroquial. autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



- Libro de encuadre.
 - Padrón.
 - Varios.
 - Impresos.
 - Partituras musicales
- Biblioteca anexa.
 - Mayordomías.

Mención especial son los años de registros de bautismos documentados desde 1743, confirmaciones desde 1757, matrimonios desde 1788 y defunciones desde 1742, por lo que aseveramos que es una valiosa información histórica que debe cuidarse y valorarse, ya que forma parte integral del patrimonio cultural de Xayacatlán y de la entidad poblana.



Ilustración 55. Trabajo de clasificación del archivo parroquial. Imágenes extraídas de Garzon E (2004). *Inventario de Archivo Parroquial de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla*. México: ADABI. Colección inventario; no 22. Pag 14-15



Los Retablos.

El retablo es la estructura arquitectónica, pictórica y escultórica que se sitúa detrás del altar en las iglesias católicas. La etimología de la palabra proviene de la expresión latina: retro tabula ("tras el altar"). Para designar el mismo término se emplea frecuentemente la expresión "pieza de altar" o la italiana pala d'altare (o ancóna).

Con el nombre de retablo mayor se designa particularmente al que preside el altar mayor de una iglesia; dado que las iglesias pueden tener otros retablos situados en los altares de cada una de las capillas.

Los retablos se han realizado con todo tipo de materiales (toda clase de maderas, toda clase de piedras, toda clase de metales, esmalte, terracota, estuco, etc.), y estos pueden ser escultóricos (en distintos grados de relieves o con figuras de bulto redondo), o bien pictóricos a través de pinturas en lienzos o sobre la superficie de la pared; hay algunos otros que son mixtos, es decir combinando pinturas y tallas.

Desde finales del siglo XIII fueron los elementos más relevantes en la decoración interior de las iglesias, tanto en la Europa septentrional y especialmente en los reinos cristianos de la península Ibérica, donde la retablística alcanzó un desarrollo extraordinario, difundiéndose por las colonias hispano-portuguesas en América. Algunos autores señalan que en los de gran complejidad colaboraron arquitectos, escultores, estofadores, doradores, carpinteros y entalladores, por lo que su elaboración llegó a ser un proceso costoso y lento, sobre todo en ejemplos de envergadura como muchos de los que existen en todo el territorio nacional.

Los retablos suelen adoptar una disposición geométrica, dividiéndose en "cuerpos" (secciones horizontales, separadas por molduras) y "calles" (secciones verticales, separadas por pilastras o columnas). Las unidades formadas por esta cuadrícula de calles y cuerpos se denominan "encasamientos", y suelen albergar representaciones escultóricas o pinturas. El conjunto de elementos arquitectónicos que enmarcan y dividen el retablo se denomina "mazonería". También hay ejemplares que se organizan de forma más sencilla, con una escena única centrando la atención.



El retablo suele elevarse sobre un zócalo para evitar la humedad del suelo. La parte inferior que apoya sobre el zócalo se llama banco o predela, y se dispone como una sección horizontal a modo de friso que a su vez puede estar dividida en compartimentos y puede incluso estar decorada.

El elemento que remata toda la estructura puede ser una "luneta" semicircular o una "espiná" o "ático"; como corresponde a su posición dominante, suele reservarse a la representación del Padre Eterno o a un Calvario. Todo el conjunto se protege a veces con una moldura llamada guardapolvo.

En el caso de la Parroquia de San Jerónimo vemos que cuenta con 3 retablos, como lo indica la ilustración.

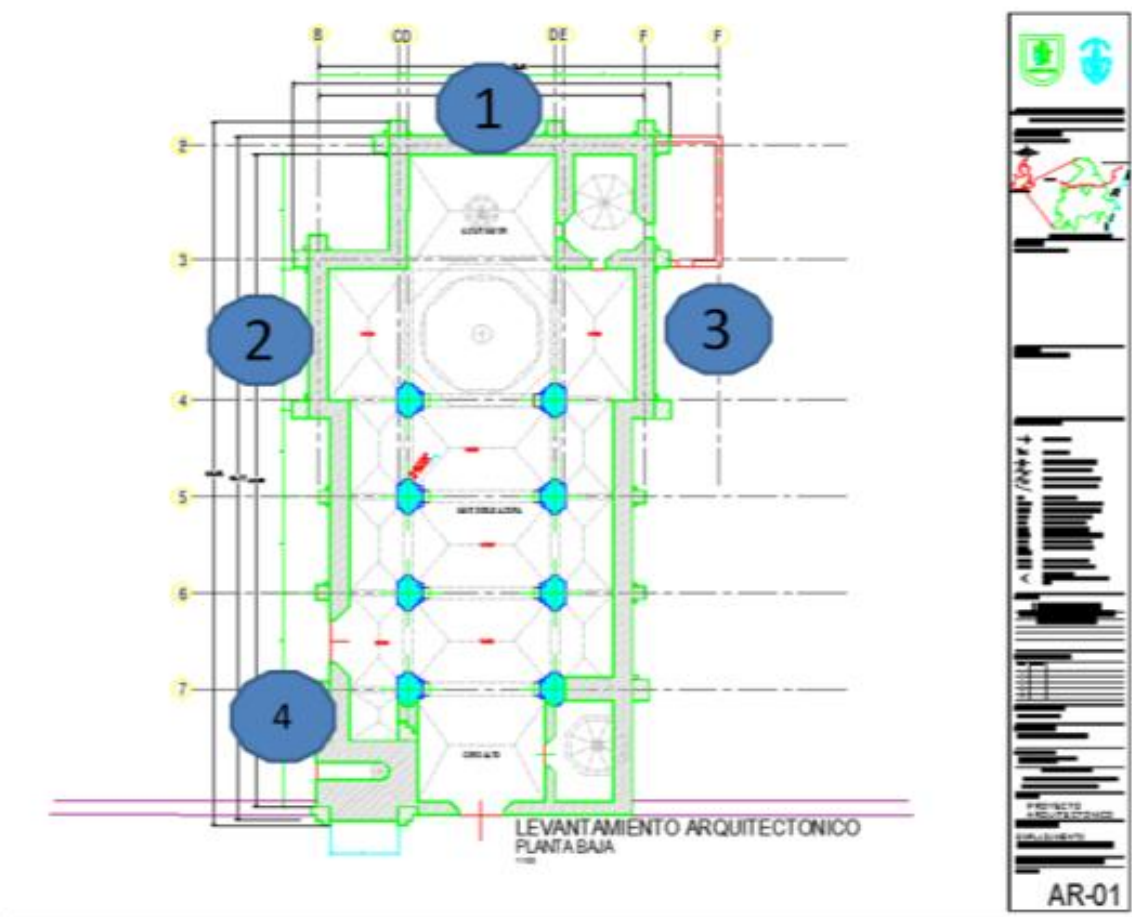


Ilustración 56. Planta de localización de retablos, de Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



El retablo principal está conformado por dos cuerpos y tres calles, se encuentra elevado tal como se mencionó anteriormente. Es de estilo neoclásico, destacando las columnas de orden corintio con fuste estriado en los extremos de las calles, un entablamento clásico en la parte superior en el que descansa una luneta, en ella se localiza la imagen de la Virgen de Guadalupe.

Al centro de las calles laterales se localizan esculturas de bulto de San Juan a la derecha y la Virgen María a la izquierda. Mientras que en el centro, destaca la figura del santo patrono San Jeronimo con sus atributos habituales, como el ropaje y capelo cardinalicio y el libro en la mano.

1



Ilustración 57 Retablo principal. autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



El segundo y tercer retablo se localizan en los brazos de la nave, también referidos como retablos colaterales. La iluminación del espacio se da por medio de un vano localizado en la parte superior de forma rectangular que se integra a la composición del retablo como un elemento más. La disposición de ambos retablos es simétrica, ambos son de estilo neoclásico con dos cuerpos y tres calles. Las entrecalles alojan esculturas de bulto, en el retablo número dos destacan de derecha a izquierda: San Pedro, Sagrado Corazón y San Jerónimo, mientras que en el tercer retablo los santos existentes son, de derecha a izquierda: Jesús Nazareno, la Virgen de la Concepción y la Dolorosa. El remate superior alberga además de un vano o ventana, una pintura en cada extremo.

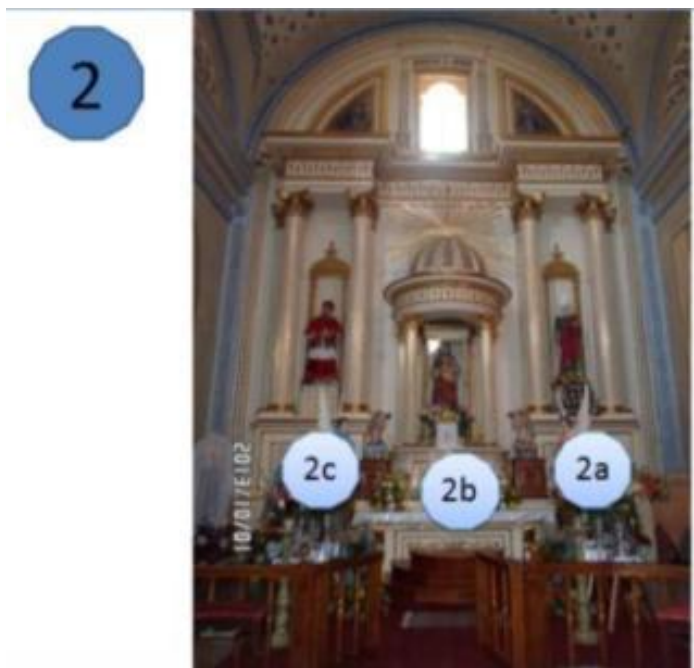


Ilustración 59 Retablo colateral izquierdo. autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)

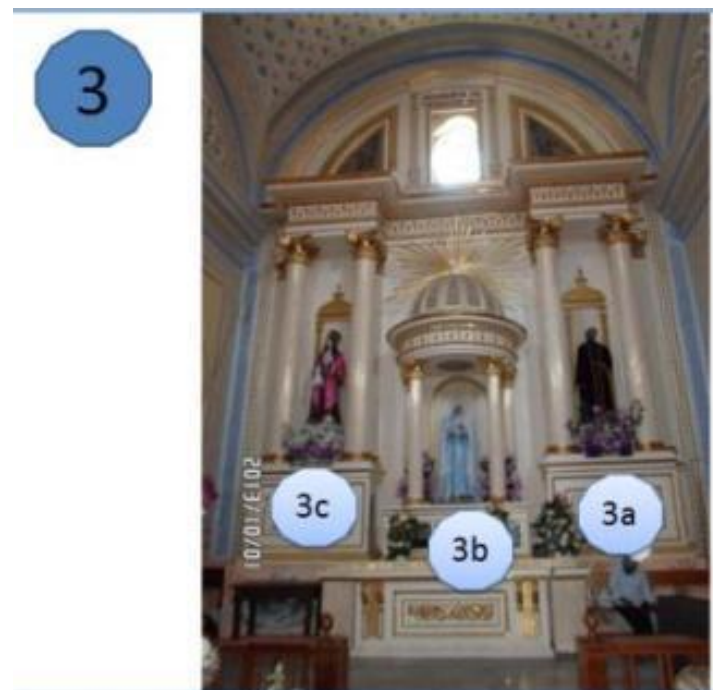


Ilustración 58 Retablo colateral derecho. autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



Existe un cuarto retablo inserto en una pequeña capilla localizada cerca del acceso principal del templo. Su composición merece la atención por su forma gotizante. Es de madera y en su composición destacan especies de pilastras que terminan con unas molduras sencillas desde donde arranca un arco a manera de conopio. También cuenta con un cuerpo que sirve de basamento.

Sólo la imagen de Cristo crucificado conocido como el Señor del Santuario destaca en la composición, éste se encuentra coronado con algunas molduras simples; aunque de manera anexa y exenta se localiza una pequeña escultura de características femeninas que alude a la *Dolorosa* por su posición de oración y su vestimenta de color obscuro que alude tristeza. Del lado opuesto se localiza una pequeña urna donde se encuentra el mismo Cristo de pequeñas dimensiones.

Este retablo nos hace pensar en el planteamiento de todos los neos que existieron en la arquitectura a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, hecho que sin duda se plasmo en este pequeño altar.



Ilustración 60 Retablo con motivos gotizantes.

autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



4.3. COMPOSICION ESTRUCTURAL.

Considerando la temática que venimos abordando, resulta de vital importancia conocer acerca de la composición estructural de la parroquia de San Jeronimo, ya que sin duda serán estos los elementos que tendrán que soportar los embates de la naturaleza en caso de un sismo.

De acuerdo a las referencias históricas encontradas, no debemos perder de vista que este tipo de construcciones estuvo ejecutada en mampostería tipo calicanto para muros y pilastras, y de mampostería de piedra o de ladrillo para las bóvedas. Pero tomando al monumentos religiosos como documento, se analiza y describen los componentes de estructura en cuanto a su posible fabrica y predimensionamiento; además no debemos perder de vista que la fabrica de la parroquia no se ejecuto en un solo momento, antes al contrario, tuvo fases constructivas con una periodicidad desde 1700 hasta 1863 fecha de conclusion de la barda atrial. Por lo que debe quedar claro, que al tener varias fases constructivas, los materiales y la mano de obra no fue la misma, lo que dificulta la unidad constructiva del inmueble, además que técnicamente se generan lo que se conoce como *junta fria*, que son los puntos de conexión que se genera entre la construcción existente y la que se va a construir, lo que impide una unión del material por falta de fusión entre ellas, debido a la solidificación de uno de los materiales por la temporalidad.

4.3.1. CIMENTACIÓN.

Los cimientos son a base de mamposteia de calicanto. La cimentación al situarse por debajo de los muros y ser una extension de los mismos, se denomina subestructura, sabemos que para determinar su peralte, éste va en función a la altura total del muro que va a soportar, por lo que traemeos a colación esta sencilla ecuación, retomada de un curso de Diseño en Estructuras, que dice : $H_{cim} = \frac{H_t}{10}$,

Hcim= peralte o altura de la cimentación

Ht=altura total de la edificación.



La altura de los muros es de 14.00 metros del nivel del terreno natural a la corona del muro de la nave principal. Por lo tanto, aplicando la expresión anterior tenemos que el peralte de la cimentación será de 1.40 metros en toda la estructura muraria de la parroquia, hecho que solo podemos suponer ante la falta de evidencia física, por no permitirnos realizar calas en la cimentación.

La torre del campanario tiene otra dimensión por la altura que se maneja, y en este caso bajo el mismo principio podemos establecer que por lo menos debe ser de 3.50 metros.

4.3.2. MUROS Y CONTRAFUERTE.

En cuanto al espesor de los muros, éste dato se obtuvo al generarse el levantamiento arquitectónico de la parroquia con la intención de realizar el registro planimétrico. De las lecturas directas en tal elemento murario se obtuvo varios anchos, producto en ocasiones del grueso del aplanado, por lo que se determinó establecer anchos de 1.30 metros en promedio que equivale a vara y media.

| Grupo | Tipo de roca. | Resistencia mínima a la compresión (kg/cm ²). |
|-------|--|---|
| A | Caliza, travertino o rocas volcánicas. | 200 |
| B | Areniscas blandas y calizas arcillosas. | 300 |
| C | Calizas compactas, dolomitas, mármol, basalto. | 500 |
| D | Areniscas, cuarzosas. | 800 |
| E | Granito, sienita, diorita, basalto (ígneas en general) | 1200 |

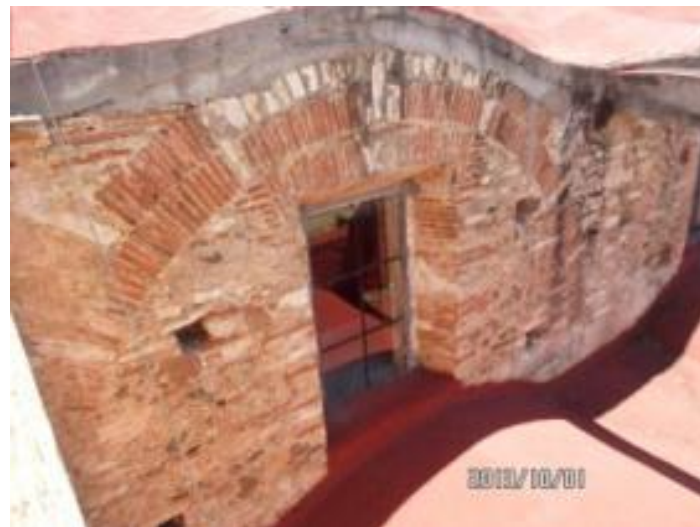
Extraído de Melli R. Ingeniería Estructural. pág 11

Respecto a la fábrica de los muros, se establece que en lo general fueron construidos con mamposteo de piedra del tipo C (ver tabla D), al igual que los contrafuertes, y solo se usó el ladrillo para fabricar los dinteles de cada vano, es decir para librar el claro. El aparejo será de tipo regular (opus incertum)





Ilustraciones 61. Vista parcial de la composición muraria. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2014)



Ilustraciones 62. El uso del ladrillo, para salvar claros. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)

De los contrafuertes, se observa que se desplantan sobre una basa o basamento, después se coloca una moldura o toro y a partir de este nivel se desplanta el contrafuerte como tal, al ser un ensanchamiento del muro cada contrafuerte genera tres planos o caras, y cada esquina se escuadra con piedras regulares, y por cada hilada colocada se genera un amarre (conocidas como rafas), con lo cual se perfila la arista. Las otras variantes de contrafuertes se localizan en la nave principal y estos descansan sobre el muro perimetral, su característica es que se reconoce como arco botarel. Los otros tipos de contrafuertes corresponden a los que se encuentran en el tambor que presentan las mismas características.





Ilustraciones 63. Desplante de contrafuertes. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



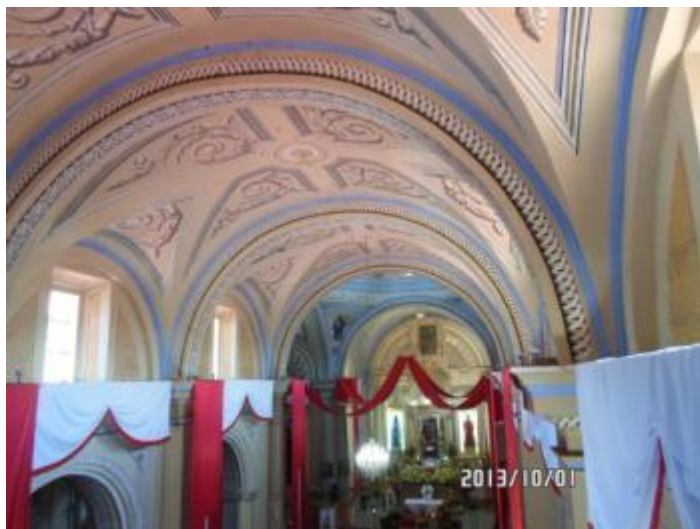
Ilustraciones 64. Vista de contrafuertes tipo botarel. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



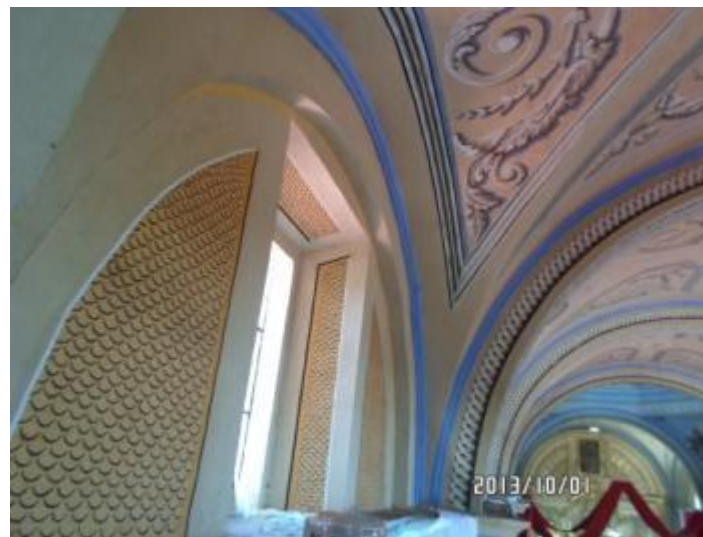
4.3.3.CUBIERTAS.

La solución de la cubierta del templo parroquial se resolvió a base de bóvedas de arista, que es un elemento arquitectónico horizontal, que se utiliza para cubrir espacios generalmente cuadrangulares y resulta de la intersección de dos bóvedas de cañón que se cruzan perpendicularmente. Geométricamente está generada por dos superficies semicilíndricas ortogonales cuyas líneas de intersección o aristas, son arcos de elipse que se cruzan en el vértice superior, y estos mismos arcos distribuyen los empujes de las cubiertas hacia puntos específicos en los muros.

Bajo esta solución arquitectónico-estructural, se resolvió además de la cubierta de la nave principal, las naves secundarias y el trancpto.



Ilustraciones 65. Vista de bóveda y arco fajón. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2014)



Ilustraciones 66. Detalle del arranque para una bóveda de arista. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2014)



4.4. DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

En cuanto a este punto es de suma importancia hablar de la calidad de los materiales para la construcción, por un lado que se procuren ser uniformes ya que con ello se garantiza los defectos de construcción, porque de lo contrario se pueden generar fallas locales o específicas dentro de la misma obra.

La construcción de la parroquia al ser de mamposteo, necesariamente nos conlleva a hablar de las piedras y los morteros con los que se fabrico esta obra. Manifestamos no tener información escrita que hable del tema en lo específico, pero para abordar este punto sin embargo, existe la denominada tradición oral en la cual nos apoyaremos pues nos dan referencia de los materiales de construcción. Además en términos de volumen de material resulta ser una cantidad considerable, sin entrar en los detalles de los acarreos, ya que bajo esta consideración nosotros los entendemos a pie de obra, lo cual me hace pensar en los grandes esfuerzos de mano de obra que participo bajo el denominado sistema de faena o tequio.

Bajo este tenor pasamos al primer material básico para la construcción de la parroquia.



4.4.1. LA PIEDRA Y TABIQUES.

Es importante precisar que la piedra como material de construcción necesariamente es de la región como primer punto, aunque no está demás señalar que se platica por tradición oral o vox *populi* en el poblado, en cuanto a la solución para tener este material, hoy nos lo comenta Don Primitivo Flores, que al “---no tener piedras grandes, para construir la iglesia, se caminaba hasta el Gavilán. Y desde allí se acarreaban---”, en relación a tal testimonio hoy lo interpretamos que se caminaba hacia el nororiente, rumbo a Ixcaquixtla, a una distancia de alrededor de 20 kilómetros hacia el punto de recolección o banco de material.

Habrá que indagar más, sobre lo que dicta la tradición oral a fin de dilucidar a ciencia cierta, si existió tal banco de material, pero no debemos perder de vista que algunos estudios (Aguilar, 1972) señalan que existen afloramientos jurásicos en la sierra de Acatlán y estas formaciones cretácicas consisten esencialmente en calizas compactas.

De los tabiques, solo se sabe que existen buenos barros en la zona, pero tal aseveración no determina si se produjeron in situ, pues no se han encontrado hornos para su elaboración, aunque no debemos olvidar que las referencias históricas señalan que albañiles de Cholula trabajaron en la obra, por lo que la posibilidad de que se produjeran en el lugar es muy alta, más aún si consideramos los barros que la naturaleza proveía, ya que traerlos desde Cholula resultaban jornadas muy largas.

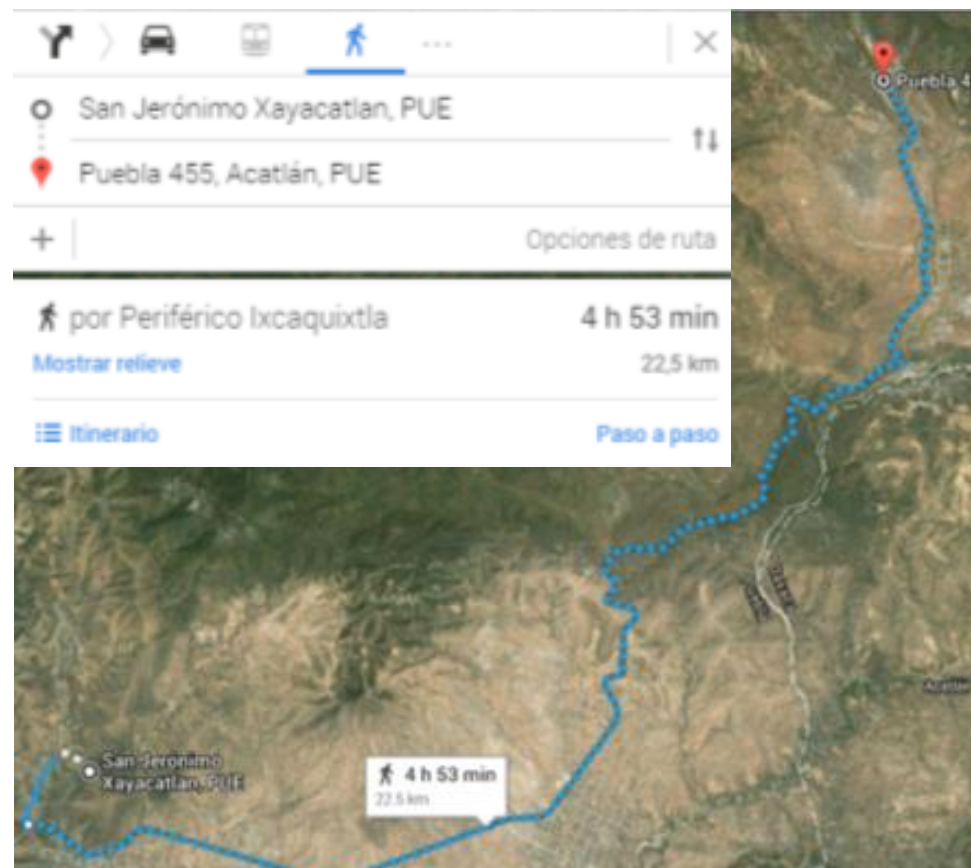


Ilustración 67. Camino que indica el banco de material. Mapa extraído de google maps, el día 2 de octubre de 2014.



4.4.2. AGREGADOS.

Con respecto a la arena nada sabemos de ello pero inferimos que tal abastecimiento estuvo dado por medio de las arenas que provienen del río Tizaa (Tisa'a, que significa "río encenizado"), el cual se localiza al oriente del poblado a escasos 500 metros del templo parroquial, por lo que aseveramos tal hecho, puesto que aún al día de hoy, la población al necesitar tal material de construcción, acude a dicho sitio por la arena

Con respecto a la cal, "...no debemos perder de vista que el valle de Oaxaca estuvo ocupado por un lago y sobre el escudo mixteco había otros más pequeños, en ellos, los sedimentos terciarios son abundantes en areniscas, margas y conglomerados calizos, material base para hacer la cal. En los valles de Acatlán, Matamoros y Chiautla hay zonas cubiertas por formaciones terciarias... ". (Fuentes, 1972, pág. 3) Por lo que se conoce hay una herencia en la fabricación y uso de este material en la región, siendo Izúcar de Matamoros, asentamiento de mayor población y dimensiones, quién contaba con caleras. No debemos olvidar que en el siglo pasado la famosa Calera de San Martín Alchichica abasteció a la mixteca de este material imprescindible en la construcción, incluso se surtía hasta la ciudad capital.



Ilustración 68. El proceso de fabricación de la cal. Extraído de Barba, L. Et al. (2013). *la cal. Pág. 37*

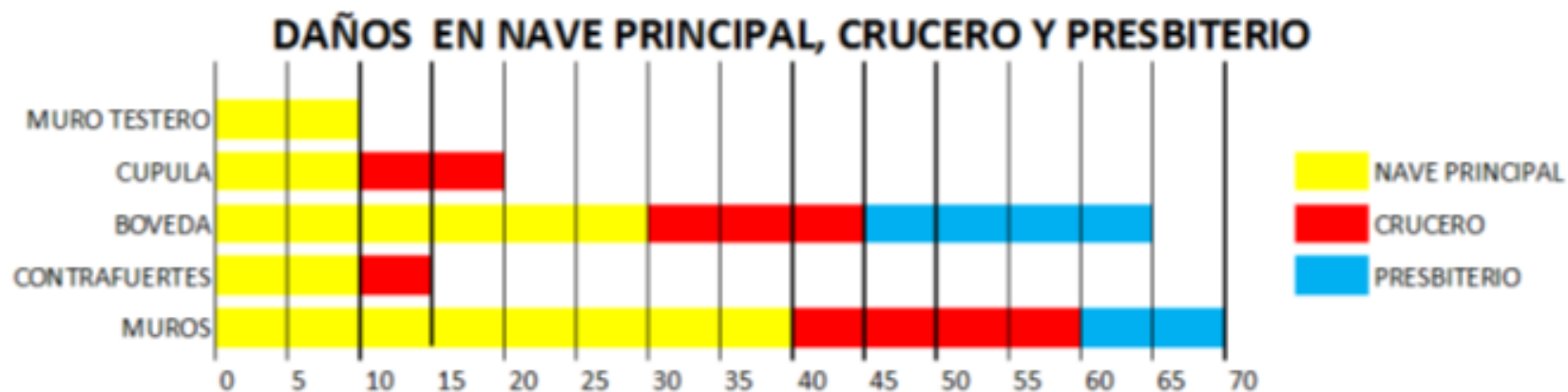
4.5. EL EDIFICIO ANTE LOS EMBATES SISMICOS.

A partir de conocer todo acerca de la estructura del templo parroquial, se pasa a analizar algunas intervenciones que se observa en el edificio, los cuales por transmisión oral no dicen que fueron intervenciones realizadas a partir de los daños que los sismos le hicieron a la estructura. Para ello nos proponemos emplear la información recabada sobre los sismos de mayor intensidad que han afectado la zona de estudio, y se determinó englobar los



componentes de la estructura en dos grupos, uno denominado *daños en nave principal y crucero*; y el otro grupo será *daños en torres y fachadas*.

Del libro *Los conventos mexicanos del siglo XVI* (Melli, 2013), el cual aporta información valiosa sobre los efectos de los sismos a las estructuras históricas a partir de la experiencia sobre los movimientos telúricos del siglo pasado y lo que va de éste, pero teniendo como base los efectos del sismo de 1999 cuya intensidad fue 6.9 en la escala de Richter y considerado de tipo oscilatorio y trepidatorios, y a partir de casos de estudios de templos localizados en el estado de Puebla y Oaxaca, se retoma la siguiente tabla, misma que permite observar cómo, los daños más recurrentes por orden de incidencia en los templos es en muros y bóveda de la nave principal. Considerando que el Templo parroquial de San Jerónimo se encuentra en la zona que afectó el llamado '*sismo de Tehuacán*', estos problemas también se presenta en el edificio religioso de estudio.



Ahora bien bajo estas precisiones comencemos con el análisis del primer grupo, del cual sabemos por la evidencia *in situ*, y tal como se estableció en líneas previas, que en efecto, existe una intervención en los elementos antes mencionados, pero se desconoce si los daños hayan sido por algún movimiento telúrico reciente. Sobre la intervención, poca información oficial se ha encontrado, solo se ha obtenido información de manera verbal que señala que los trabajos se realizaron hace algunos años sin precisar fecha. Cabe señalar que si bien existen los



libros blancos elaborados durante el sismo de 1999, estos al estar bajo custodia del Instituto Nacional de Antropología e Historia, resulta difícil su consulta.

Muros y Contrafuertes

El análisis lo iniciamos con los muros, y considerando que se trata de un elemento portante que soporta el peso de las bóvedas, tambor y cupula, decimos que el ancho del muro y el material de fábrica con el que se construyó, permite suponer que en caso de generarse algún sismo de leve a moderado y de tipo oscilatorio de poca duración, un comportamiento estable sin deformaciones. Mientras que si fuera trepidatorio o mixto, los daños se concentrarían en aquellos puntos de intersección de los elementos estructurales y en los vanos.

Hoy día la estructura muraria se percibe estable, es decir no se observan fallas de rejunteos considerables, desplomes o agrietamientos. Es de mencionar que solo los muros interiores están aplanados en su totalidad y los muros exteriores solo están aplanado parcialmente, como sucede en la fachadas principal, lateral, la torre campanario, el tambor y botareles, por lo que resulta más fácilmente observar alguna patología en los muros a pesar de la altura que estos presentan.

Ahondando en los contrafuertes debemos de recordar que existen de dos tipos, el primero de ellos que corresponde al engrosamiento los muros que sirve para transferir cargas transversales a la cimentación, y los segundos a su vez presentan dos variantes, la primera corresponde a los dispuestos en la nave principal y que descansan en el muro perimetral, los otros contrafuertes son los que se localizan en el tambor y que rematan a la altura del arranque de la cúpula (se les conoce como botarel o arco botarel). Cabe señalar que estos refuerzos eminentemente de tipo estructural son parte de la fábrica original lo que alude experiencia constructiva de los constructores o del conocimiento de la zona y su tradición sísmica





Ilustraciones 69. Muros exteriores con aplanado parcial. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



Ilustraciones 70. Detalle de contrafuertes tipo botarel, que soporta las cargas de la nave central. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)

Sobre estos dos elementos estructurales (muros y contrafuertes), reafirmamos que se observan sin problemas estructurales, por lo que su comportamiento estructural ha venido siendo óptimo hasta el momento a pesar de los sismos de los últimos años, que en ocasiones han rebasado los 6 grados en la escala de Richter.



La cúpula y el tambor.

Con respecto a estos dos componentes comentamos que de la supervisión realizada, se perciben en buen estado por lo que estructural y geoméricamente han funcionado correctamente, es decir no se perciben grietas, o daños que sugiera alguna afectación a la estructura. Cabe destacar una peculiaridad del edificio en esta parte, nos referimos al apoyo adicional que refuerza la estabilidad estructural de la cúpula a base de contrafuerte en forma de arcos botarel. Como ya se mencionó anteriormente, estos son cuatro dispuestos alrededor del tambor. Con respecto a los mosaicos que recubren la cúpula, se perciben en buenas condiciones, aunque existe alguna restitución no siempre con el mismo diseño, ocasionada por la pérdida de alguno de ellos, sin conocer el motivo. Por lo que solo se ve alterado el diseño de fábrica (**esto se visualiza en la ilustración 72**).



Ilustraciones 71. Cúpula y contrafuertes.
Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



Ilustraciones 72. Detalle de cúpula y escalera marina.
Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



Las bóvedas y los arcos.

Como ya se había mencionado anteriormente, la Parroquia cuenta con bóvedas de arista tanto en las naves laterales como en la nave central, la cual se ubica en un nivel más alto con respecto a las laterales, y bajo este diseño, resulta más clara la solución adoptada al reforzar o rigidizar la nave principal a través de adicionar tres arcos botareles por lado, mismos que a su vez funcionan como bajantes de agua pluvial. Al día de hoy, bajo la inspección ocular realizada se perciben estructuralmente y geoméricamente estables. Con respecto a los arcos que finalmente son los que generan cada entreeje en el sentido longitudinal de la nave, resultan geoméricamente estables, y no se hace evidente algún daño, fisura o agrietamiento.

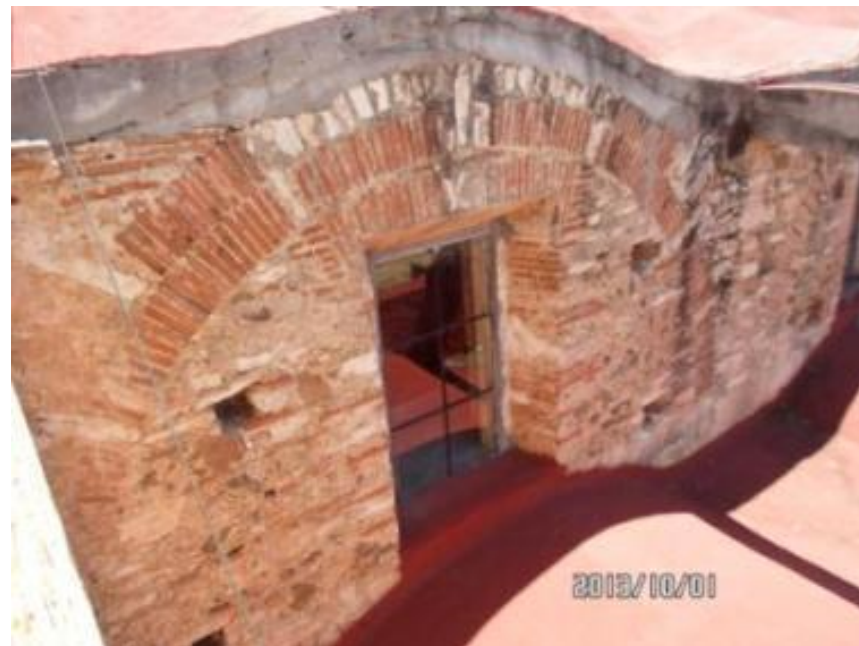


Ilustración 73. Intervención en la nave central.
 Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)

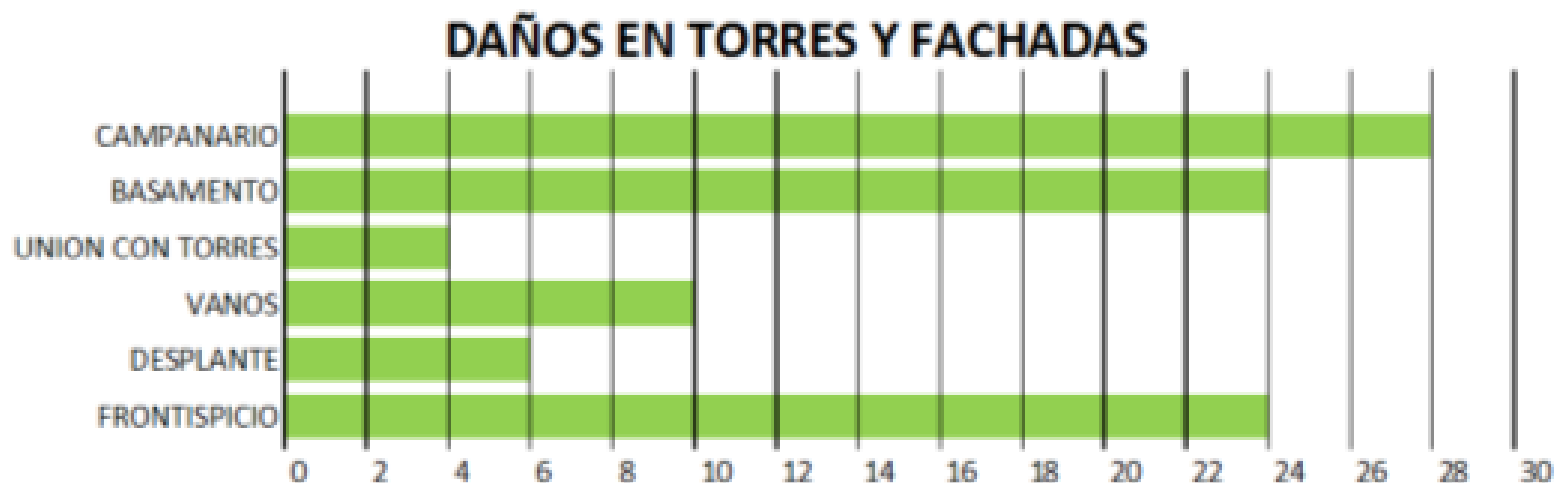
Cabe señalar que la nave central presenta un elemento estructural ajeno a la fábrica original producto de una intervención en su estructura, esta intervención consistió en colocar una trabe en el sentido longitudinal de la nave, esta se ejecuto a base de concreto reforzado, la colocación de la trabe arranca en la intersección con el transepto y culmina a tope con el basamento de la torre, esto se localiza en el poniente de la planta arquitectónica, resulta evidente que por una falla se realiza la intervención. Debido a la escasa información escrita u oral no se puede afirmar que haya sido por un sismo, pero no se descarta esta posibilidad considerando que la torre a decir de la población en un sismo se vio afectada.



Ya para concluir este punto sabemos que los daños que se presentan en bóvedas y arcos a causa de los sismos, es debido principalmente al movimiento de sus apoyos (muros); y los arcos presentan modos de falla similares a los de las bóvedas, situación que se debe tener presente para futuras supervisiones.

Ahora nos toca analizar el segundo grupo aludido al principio que corresponde a la torre y fachada, que agrupa al basamento, campanario y frontis o fachada. La inspección ocular realizada permite establecer que estos elementos en la parroquia se perciben estables, pero se analizaran de manera particular a continuación.

Nuevamente sobre la base del estudio realizado por el doctor Meli, se determina que el campanario es el elemento que sufre las mayores afectaciones en un sismo, así como todo elemento arquitectónico que se encuentre por encima de la nave; aunque no hay que perder de vista que los basamento como el frontispicio siguen en afectación, el primero de ellos por ser el que recibe las cargas y el movimiento del elemento, y el segundo por la falta de elementos estructurantes y la altura que presentan. Por otro lado la unión con torres, vanos y desplantes son los elementos que tienen menor incidencia de danos. Bajo esta situación es que son los elementos que se analizan.



La torre campanario.

Con respecto a la torre en cuanto a su configuración de diseño, presenta una proporción 1:2, es decir que la parte del basamento o cubo donde se alojan la escalera de caracol, es igual a lo que propiamente es el campanario, lo que hace parecer un elemento muy esbelto para una zona de sismicidad, pero a pesar de esta situación y de la altura que presenta (35 metros aproximadamente), al día de hoy el elemento torre se percibe estable geométrica y estructuralmente, tampoco se perciben daños en otros de sus componentes como pilares y arcos.



Ilustraciones 74. Vista del campanario.
Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



Ilustraciones 75. Vista parcial de muro escalonado del basamento de la torre. Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



Se comenta *vox populi*, que tras el sismo que la gente no precisa la fecha del evento o que sencillamente no recuerda cuando sucedió, "... que la torre se movía refeo, y se cayó una parte de arriba de la torre con todo y la cruz que está encima..." (sic), sin precisar si se afectó algo más de la torre, de lo cual interpretamos que el elemento que se perdió tras el sismo fue el capulín y la cruz de remate, además se dice que en el momento de la reconstrucción, ningún albañil externo de la población quería ejecutar tal trabajo, por lo que un albañil oriundo de San Jerónimo Xayacatlán realizó el trabajo. Lo anterior manifestado se refuerza con una referencia localizada en el libro MEMORIA FONDEN que alude tal afectación y signa al poblado de San Jerónimo con el número 512, y dice de los daños: "...fisuras en las claves de los arcos del primer campanario. INTERVENSIÓN: consolidación de grietas y fisuras pos sistema de inyección. Reintegración de mamposterías..." (Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, INAH, 2000, pág. 333)

Resulta importante mencionar que los trabajos de integración fueron de calidad y estructuralmente correctos, pues se logró que la estructura siga funcionando como una sola unidad, y ante los sismos que se han producido en la zona en los últimos años, no se ha visto afectada la torre

La fachada.

Con respecto a la fachada o frontis, se tiene documentado en el libro MEMORIA FONDEN, la afectación a dicho elemento arquitectónico el cual relata que los daños son "...fisuras y grietas en fachada desde el arco hasta el nicho pasando por el vano del coro. Igual en la portada lateral..."(ibídem, pág. 333). Tales afectaciones son derivadas o provocadas por el sismo de 1999. Para una mejor comprensión de los elementos componentes de la fachada principal pasamos a describirlos de manera breve.

La fachada en su composición, consta del primer cuerpo del cual decimos que cuenta con un vano de acceso o puerta el cual esta rematado por un arco aperaltado, columnas pareadas sobre basamento y nicho sin imágenes o esculturas, los intercolumnios complementan la composición y este primer cuerpo se remata con una moldura, que le da transición a el segundo cuerpo. El segundo cuerpo también cuenta con un vano formado por arco de medio



punto y enmarcado por pilastras y un tímpano triangular, ese elemento permite iluminar el coro; la composición de este cuerpo es simétrica a la del primer cuerpo, solo que las columnas se sustituyen por pilastras, los nichos sin imágenes en los intercolumnios también se repiten, al igual que el primer cuerpo, este segundo cuerpo se interrumpe con una moldura. El último cuerpo es el remate de la fachada, consta con un nicho central y dos pilastras dispuestas simétricamente y sobre el enrase del muro se localiza un diminuto remate esférico que acentúa el eje axial de la fachada, que en conjunto se denomina imafronte o frontispicio, que es una porción de la fachada que sobresale por arriba del nivel de la techumbre y que por lo tanto carece de conexión con el resto de la estructura-arquitectónica, y que al ocurrir un evento sísmico es el elemento más inestable dadas las razones anteriores. Hoy día la fachada con sus diferentes cuerpos se perciben estables, tanto estructural como geoméricamente.



Ilustración 76. Vista fachada principal.
Autor Gilberto Samuel Hernández Flores (2013)



5. EL METODO DE EVALUACIÓN Y MANUAL DE MANTENIMIENTO.

...antes de restaurar, pero en vistas de restaurar, es necesario investigar...
Carlos Chanfón.



En este capítulo se habla de la aplicación del método que permita valorar los riesgos de la estructura del templo de San Jerónimo ante un evento sísmico, así mismo se exponen los modos de falla más característicos para las estructuras de mamposteo. Se sugiere además un cuerpo o brigada que intervenga ante la contingencia, y sobre la base de las normas y especificaciones establecidas por el INAH en caso de siniestros, se establece el manual de mantenimiento, con la intención que sean registradas y calendarizadas.



5.1. EL METODO DE EVALUACIÓN.

Como ya se estableció en Capítulo 1 Conceptualización, y más específicamente en el punto 1.4 que refiere a los Métodos y Modelos para la evaluación sísmica de los edificios, existe una serie de métodos para evaluar las estructuras históricas y su comportamiento, por lo que toca ahora centrarnos en el caso de estudio que se ha venido describiendo, con el fin de establecer los daños que pueda sufrir la parroquia en su estructura en caso de una eventualidad sísmica, para lo cual hay que dar los parámetros a calificar, y en ejercicio supuesto o hipotético decimos:

- El sismo oscilatorio dentro del rango de 7.00 a 7.9 en la Escala Sieberg (relación Mercalli-Richter),
- Con epicentro en las costas de Oaxaca.

Estos parámetros hipotéticos se tomaron en razón de la intensidad de los sismos que se han venido presentando recientemente y que según estudios presentados en el mismo capítulo 1 irán en aumento, además de que un sismo de menor intensidad de 7, se ha demostrado que no afectan a la estructura histórica bajo el análisis realizado a su fábrica. Por otro lado, sí se considera un sismo mayor o superior a 8, los estudios establecen que simple y llanamente será catastrófico y nada quedaría en pie (con base a la escala Sieberg [relación Mercalli-Richter]).

Nos parece importante señalar que todos los Métodos son aceptables, y la diferencia estriba en las condiciones que se tiene para su aplicación, hablando tanto de equipo como de personal capacitado. Con el fin de tenerlos presentes antes de aplicar uno de ellos, debemos señalar que estos son:

- Método de Elemento Finito
- Método de Elementos Discretos
- Método de Elementos Rígidos
- Análisis limite
- Análisis Elástico Lineal

Contando con tales situaciones vamos a ponderar entre la intensidad del sismo contra el método que más se apegue a la necesidad del lugar, ya que la población de San Jerónimo Xayacatlán hoy día, sigue siendo una



localidad rural de difícil acceso por cuestiones de topografía y vías de comunicación (carretera). Bajo tales consideraciones y partiendo del parámetro establecido del sismo que va de 7.00 a 7.9 se determina el uso del Análisis Elástico-Lineal (se trata de un estudio sencillo y rápido que sirve solo como análisis preliminar de las estructuras), en virtud a que se apega a las condiciones de la realidad que se vive en San Jerónimo, además que no se debe perder de vista que al existir una catástrofe, el método de evaluación debe ser práctico, concreto, conciso y de valoración *in situ*

Considero importante recordar la recomendación del ingeniero Peña que dice "... la evaluación de la seguridad estructural de un edificio histórico no debe estar basada únicamente en cálculos numéricos; sino también en las evidencias sobre el comportamiento del edificio ante eventos pasados, es decir, con base en su propia historia..." (Peña, 2010, pág. 61). Y que debe quedar presente en la aplicación del método, que a continuación se desglosa.

De este modo, el diagnóstico y evaluación de la seguridad deben estar basados en un análisis integral de la estructura. Cabe señalar que el Análisis Elástico-Lineal debe involucrar diversos aspectos como el análisis de las condiciones pasadas (análisis histórico, análisis de daños e intervenciones), análisis de las condiciones presentes (geometría y materiales), y análisis de las condiciones futuras (posibles cambios o deterioros, riesgo sísmico), ya que forman parte del diagnóstico y evaluación estructural. En este contexto, se requiere que algún especialista (ingeniero o arquitecto) tenga un conocimiento global de la estructura, el cual debe forzosamente incluir: "historia clínica de la estructura", "valoración" y "diagnóstico". De este modo, el especialista en estructuras, se apoya en otras disciplinas como la historia, y la arquitectura.

Con base en esto, se proponen una serie de pasos que se deben ir completando con el fin de superar las dificultades inherentes al análisis numérico de aplicación a nuestra parroquia los cuales son:

Paso 1. Adquisición de datos. En esta etapa se recolecta toda la información disponible. La cual incluye, entre otros: información histórica, materiales, descripción geométrica y estructural, estudios preliminares. Se recomienda la realización de estudios preliminares, fundamentalmente pruebas no destructivas realizadas in-situ.

Paso 2. Selección de las herramientas de análisis. Como se estableció será el Análisis Elástico-Lineal por ser un análisis sencillo, rápido y ampliamente utilizado por los ingenieros de la práctica. Con él se podrá conocer las zonas



débiles de la estructura, así como los elementos que puedan presentar un comportamiento indeseable o poco satisfactorio.

Paso 3. Proceso de calibración y validación. Cabe recordar que todo análisis estructural se realiza haciendo una idealización de la realidad, sea ésta la geometría, el comportamiento del material y la estructura. Es necesario que las idealizaciones elegidas sean apropiadas al problema en consideración (por sismo), de modo que, el modelo matemático resultante sea capaz de representar la realidad que está simulando. En este nivel se hace un proceso de calibración y validación, el cual se puede realizar con pruebas experimentales (in situ o laboratorio), con otros modelos matemáticos, con resultados obtenidos de la literatura (casos previos), etc.

Paso 4. Tipos de análisis. La selección del tipo de análisis dependerá de la herramienta de análisis escogida, de los costos en general (recursos computacionales disponibles, de los tiempos de pre y posproceso para la valoración integral de la estructura). En este nivel se hace un proceso de calibración y validación, el cual se puede realizar con pruebas experimentales (in situ o laboratorio), con otros modelos matemáticos, con resultados obtenidos de la literatura, etc. Los sismos se pueden estudiar con análisis estáticos o dinámicos, sin embargo, como se comentó anteriormente, los análisis inelásticos son indispensables.

Paso 5. Análisis Paramétricos. Algunas veces, las idealizaciones realizadas a los materiales o a las solicitaciones, pudieran ser no del todo satisfactorias. Esto se puede deber, principalmente, a la falta de información (paso 1) o a la variabilidad propia del parámetro (por ejemplo registros sísmicos). En estos casos, para disminuir las incertidumbres derivadas de dichas idealizaciones se recomienda la realización de análisis paramétricos. El objetivo de estos análisis es el de evaluar la influencia de alguna variable o parámetro en el comportamiento estructural.

De acuerdo al método de evaluación aplicado (Análisis Elástico-Lineal), y lo referido por especialistas en el tema de estructuras históricas y su comportamiento ante eventos sísmicos, se debe monitorear con regular periodicidad las partes estructurales que constituyen la obra arquitectónica (parroquia). Ahora toca exponer las fallas en los elementos estructurales que de acuerdo al Método serán evidentes, lo que contribuye al diagnóstico de la obra religiosa en el menor tiempo posible.



Muros

Considerando que el ancho de la estructura muraria es de 1.30 metros, se puede establecer que con esta dimensión está garantizada su estabilidad, misma que se hace aún más fuerte con la adición de los contrafuertes que se describieron con detalle en el capítulo anterior, ya que se rigidiza la estructura muraria aún más. Por lo que solamente apuntamos que el único modo de falla que se haría evidente por grietas y fisuras aparecerían donde existan juntas frías, debido o condicionado por los periodicidad de la construcción o mejor dicho por el largo periodo de construcción de la estructura parroquial, a que no debemos perder de vista que los materiales sí bien son de las mismas características tuvieron una manufactura diferente, al igual que la mano de obra que llevo a cabo la continuación de la obra. Aunque insistimos cada estructura realizada en cal y canto tiene distinta manera de comportamiento ante algún evento sísmico, en el siguiente croquis se advierten algunos modos de falla

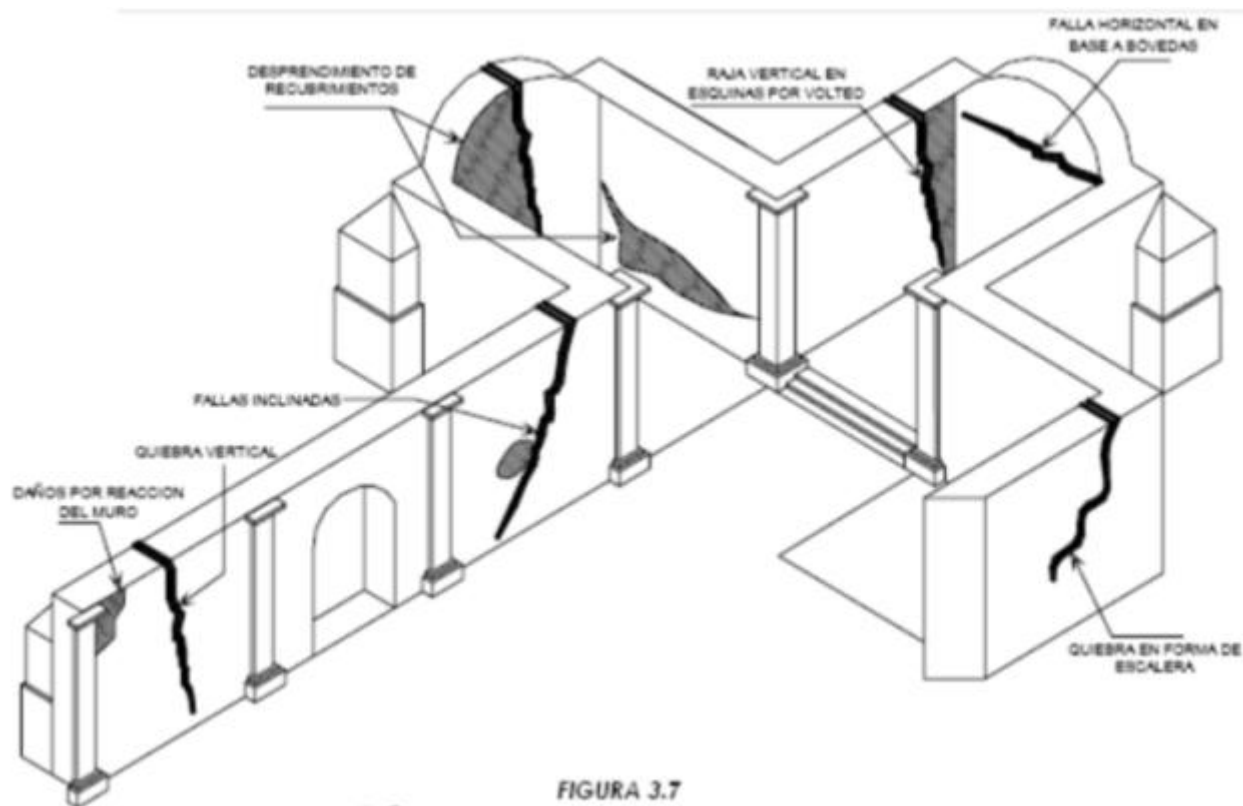


FIGURA 3.7
Daños comunes a lo largo de los muros del templo

Ilustración 77. Dibujos tomados de curso: Rehabilitación de edificios patrimoniales ENCRYM 2013.Arq. Rocha.



La cúpula y el tambor.

De sus modos de falla comentamos que el movimiento de sus apoyos produce grietas a lo largo de sus meridianos, también grietas horizontales en la base del domo y en la parte superior de este. Estadísticamente han sido numerosos los casos en que el daño ha llegado hasta el desprendimiento de parte de la cúpula o a su colapso total. En ese principio la vulnerabilidad sísmica de los domos depende más que de su forma y peso, de la rigidez de su sistema de apoyo.

Considerando que el desplante de la cúpula en la mayoría de los casos es a partir del tambor, la falla se da porque la resistencia del tambor a las cargas no es constante, debidas a los vanos que se tiene para dar iluminación al templo. Por ello, la falla típica es el agrietamiento diagonal de las paredes, además, la cúpula tienden fácilmente a presentar vibración de torsión que agrava las fuerzas en el tambor. Con lo anterior expuesto determinamos que en la dualidad tambor-cúpula, mismas que trabajar estructuralmente como unidad, sera el tambor el que presente la mayor vulnerabilidad.

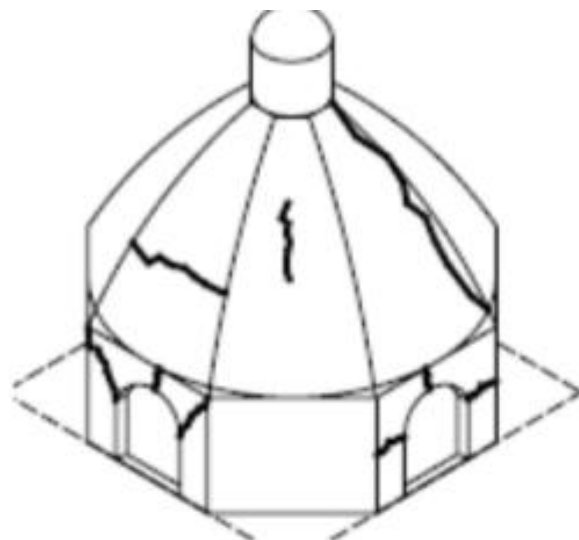


FIGURA 3.29

Modos de apertura en la cúpula de gajos incluyendo los daños al tambor



FIGURA 3.28

Grietas inducidas por el momento sísmico

Ilustración 78. Dibujos tomados de curso: Rehabilitación de edificios patrimoniales ENCRYM 2013.Arq. Rocha.



Las bóvedas y los arcos.

De los modos de falla en este componente estructural, se puede decir que son de dos tipos, dado que un sismo genera movimiento horizontal y vertical. El movimiento horizontal del terreno hace que la bóveda se desplace sucesivamente hacia uno y otro lado, así el desplazamiento lateral de la nave conduce a una distorsión de la bóveda, la que puede producir agrietamientos en la cara interior de uno de sus lados, así como en la cara exterior en el otro lado. Para cuando se da un movimiento vertical, la bóveda se desplaza hacia abajo y se producen empujes que se suman a los del peso de la bóveda. Este movimiento puede producir agrietamiento en la bóveda, en la parte interior de su clave y en la parte exterior de sus riñones, así cuando el movimiento es hacia arriba, los esfuerzos son contrarios a los del peso propio.

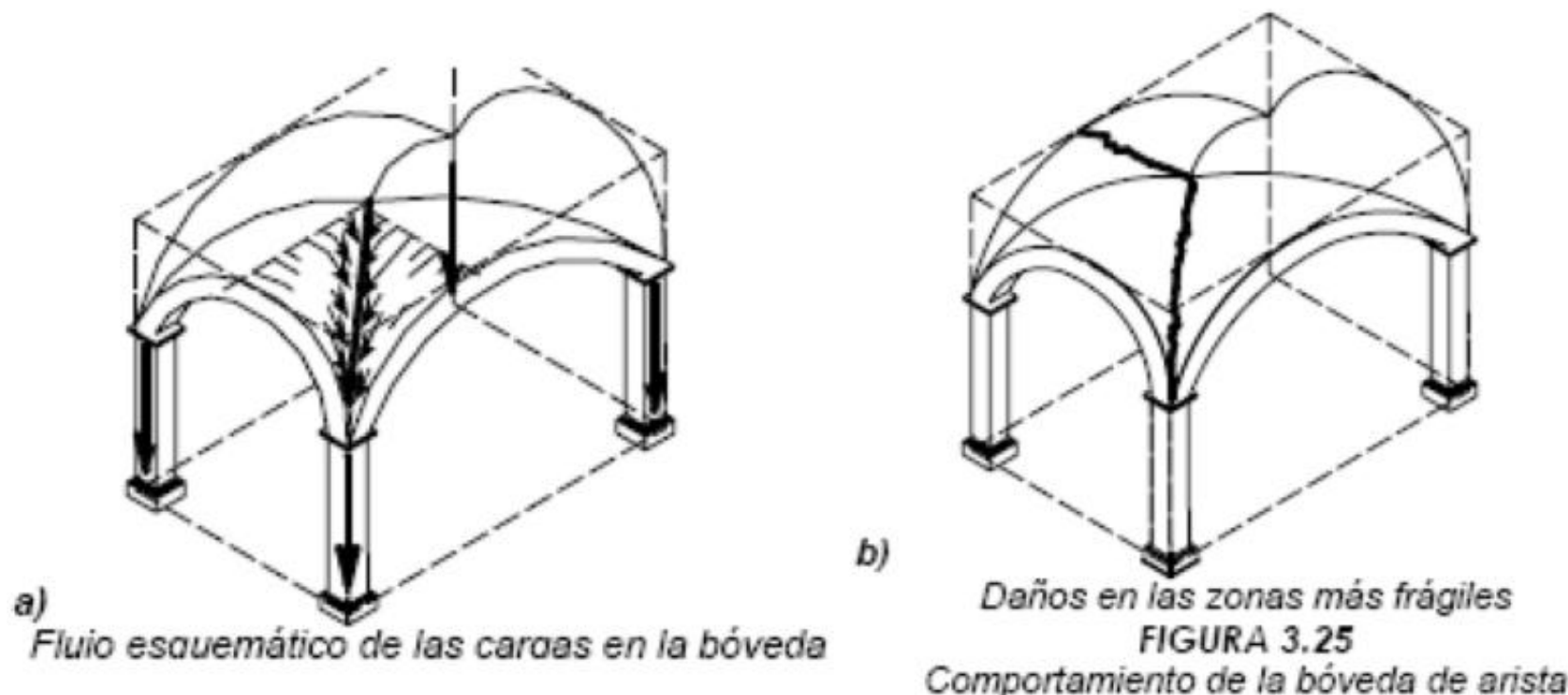


Ilustración 79. Dibujos tomados de curso: Rehabilitación de edificios patrimoniales ENCRYM 2013.Arq. Rocha.



La torre campanario.

En la torre campanario las grietas se presentan principalmente en las columnas que limitan los vanos, así como en los arcos que sirven de dintel sobre dichos vanos.

También se llegan a producir vibraciones de torsión que dislocan los distintos niveles del campanario. Las fuerzas laterales que se generan por la vibración de la parte superior de los campanarios, son transmitidas a la parte inferior de la torre, y tienden a producir agrietamiento diagonal y el consiguiente deslizamiento sobre la grieta inclinada (tal como se observa en la imagen anexa), lo que puede llegar a ocasionar la pérdida (colapso) de la parte que queda por encima (arriba) de la grieta.

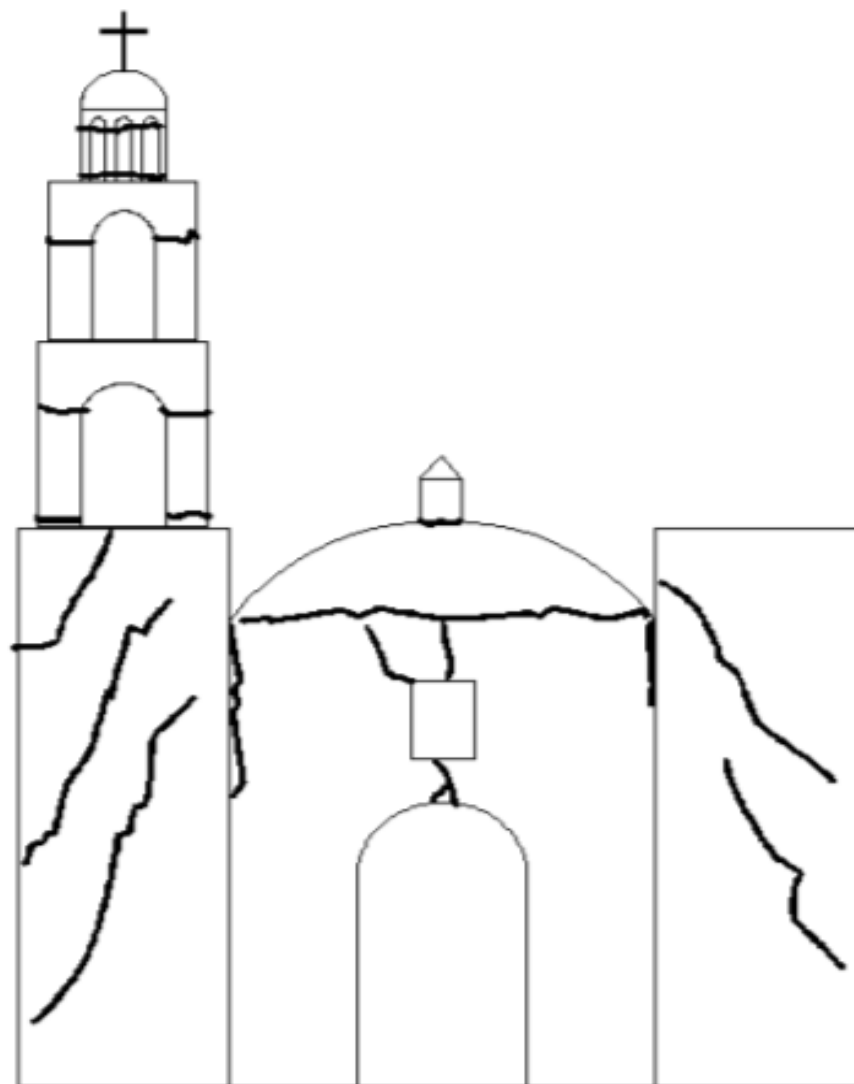


Ilustración 80. CENAPRED, Ingeniería estructural y Geotecnia (1999). Pag 91



La fachada.

De los modos de falla para la fachada, debemos destacar las fuerzas que actúan en el plano del muro y que producen esfuerzos de tracción alternadamente sobre las dos diagonales de la pared, cuando la fachada tiene vanos de puertas y ventanas, llegan a presentarse grietas diagonales que parten de las esquinas de dichos vanos (tal como se observa en la imagen), y pueden llegar al colapso parcial

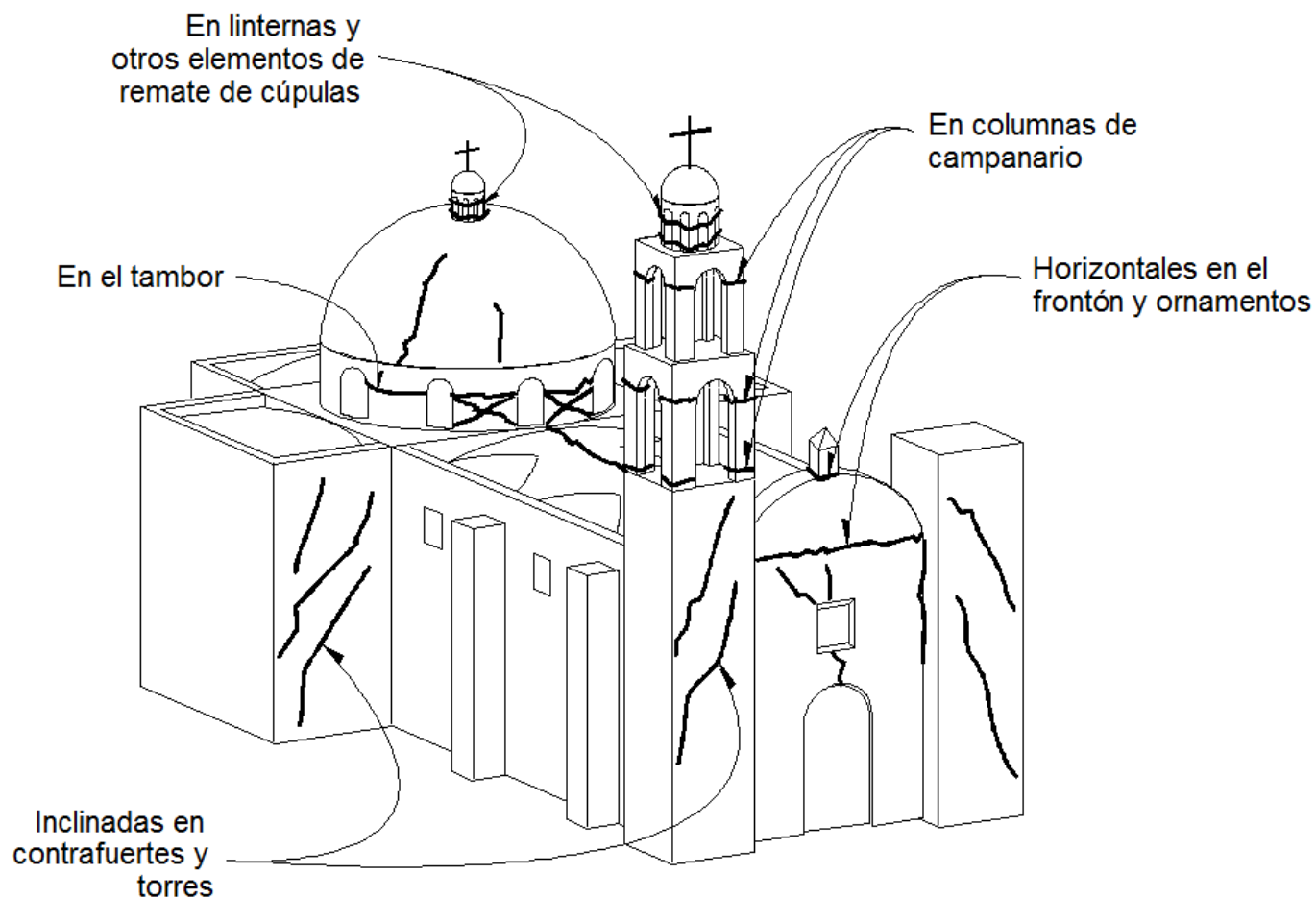


Ilustración 81. CENAPRED, Ingeniería estructural y Geotecnia (1999). Pag 91



De esta manera se puede comprender las fallas que sin duda serán las que se presenten en la Parroquia de San Jerónimo en casos de un movimiento telúrico de intensidad media y alta de tipo oscilatorio, esto permite actuar desde el campo de la materialidad histórica, así como desde el contexto social existente, el cual juega un papel determinante antes, durante y después del siniestro

5.2. GESTION DE RIESGO ANTE EL DESASTRE. (GRD)

En los últimos años, producto de los riesgos a que se enfrenta el hombre y sus bienes ante todo tipo de desastre natural o humano, se ha venido consolidando estrategias de actuación que contribuya a la reducción del riesgo desde la organización de la comunidad, en el caso de los bienes patrimoniales como la Parroquia de San Jerónimo, sobre la base de la estructura comunitaria que atiende el templo es posible llevar a cabo la Gestión de riesgo ante el desastre. Para ello, se parte de la lo que establece la Conferencia Mundial sobre la Reducción de los Desastres Naturales celebrada en la ciudad de Kobe de la Prefectura de Hyogo del Japón en enero de 2005, y su antecedente sobre la Conveniencia de aprobar un instrumento internacional sobre la protección del patrimonio cultural contra las catástrofes naturales y sus consecuencias, realizada en París en 1983, bajo el patrocinio de la UNESCO, documento que aborda como tema central: Estudio preliminar sobre los aspectos técnicos y jurídicos de la preservación del patrimonio cultural contra las catástrofes y otras grandes calamidades.

Del citado documento haremos mención de los puntos que tienen correspondencia y fortalece la propuesta planteada en el trabajo de tesis sobre la gestión de riesgo ante desastres naturales. Es así que, en cuanto a los aspectos técnicos menciona "...para evaluar la vulnerabilidad a los riesgos naturales del patrimonio cultural, figuran; el tipo y calidad de construcción y sus características estructurales y dinámicas; el estado de conservación y las reparaciones o trabajos de consolidación efectuados; los daños sufridos y el comportamiento durante las calamidades naturales anteriores..." (Conferencia General 22, 1983, pág. 7).

Otro punto relevante señala que "...para proteger los monumentos y edificios históricos amenazados por cualquier clase de riesgos naturales, consiste en la preparación documental exhaustivas que incluyan estudios históricos y arquitectónicos, peritajes de las estructuras, levantamientos (SIC) fotográficos y fotogramétricos detallados, así



como diseños arquitectónicos sencillos (planos, alzados, fachadas, etc.) de manera que, en cuanto se produzca algún daño, la existencia de registros y de antecedentes completos pueda facilitar los necesarios trabajos...(Idem)

Además, señala el mismo documento "...debería procederse a la inspección regular de cada monumento y edificio histórico y conservarlos en buen estado: la negligencia en la materia suele aumentar los riesgos de deterioro en casos de catástrofes naturales, especialmente sismos..."(ibídem, pág. 8). De lo anteriormente señalado, podemos establecer que se pretende generar acciones específicas a ejecutar hacia el patrimonio edificado, además de entender que ya existe la preocupación a nivel internacional por el patrimonio cultural, que hoy deriva en lo que se conoce como Gestión de Riesgo ante el Desastre.

Primeramente debe quedar claro que es un desastre, y que es un riesgo. Por lo que se establece que desastre será cuando *"...una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o una sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos..."* (Manual de referencia, 2014, pág. 8), ahora señalaremos que se entiende por riesgo ante un desastre: *"...es producto de la amenaza y la vulnerabilidad. Una amenaza es un fenómeno (como un terremoto o un ciclón) que encierra el potencial de causar trastornos o daños a los bienes culturales, y la vulnerabilidad es la susceptibilidad o exposición de un bien cultural a la amenaza. Mientras que la amenaza es la fuente externa de un desastre, la vulnerabilidad es la debilidad intrínseca del bien del patrimonio..."*(ibídem, pág. 9)



En lo general la Gestión de Riesgo contra Desastres (GRD) tiene por objeto evitar o reducir los efectos negativos de algún desastre en los bienes patrimoniales. La GRD es un plan elaborado que lleva una serie de pasos bien delimitados. Abarca tres etapas que son:

- antes,
- durante
- y después de los desastres (gráfico anterior)

De modo extenso y por ser de interés para el trabajo de tesis, se explica las tres etapas, "...Las actividades de preparación que deben realizarse antes del desastre son la evaluación del riesgo, las medidas de prevención y mitigación para amenazas concretas (mantenimiento y vigilancia, y formulación y aplicación de los distintos programas y políticas de gestión de desastres). La preparación para casos de emergencia antes de un desastre incluye medidas así como la creación

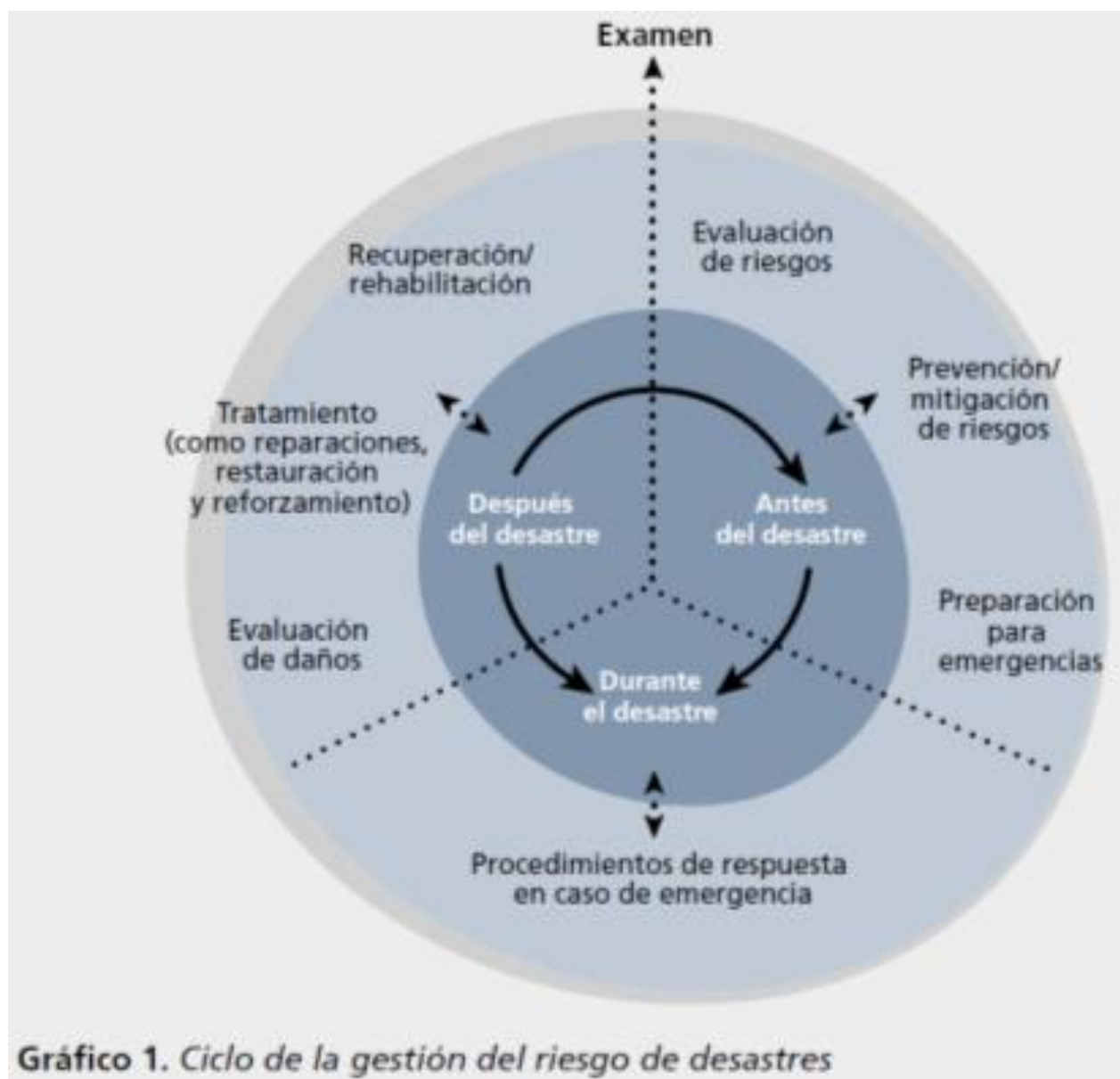


Ilustración 82. Manual de referencia. Gestión del riesgo de desastres para el patrimonio.pag 14.



de un equipo de emergencia, de un plan y procedimientos de evacuación y de sistemas de alerta y almacenamiento temporal, y la realización de ejercicios de simulacro. Ya frente a una situación de desastre -generalmente se considera que se prolonga unas 72 horas después del incidente- es preciso establecer y practicar de antemano diversos procedimientos de respuesta de emergencia para salvar tanto vidas como bienes del patrimonio...”(ibídem, pág. 14)

Para el caso que nos ocupa, se propone implementar un plan piloto para la parroquia de San Jerónimo Xayacatlán, tomando en consideración lo antes expuesto, coadyuvando con ello a reducir los riesgos ante algún embate sísmico que afecte este bien patrimonial, así como las vidas que estén en riesgo, y los bienes materiales (muebles).

Para establecer la programación piloto la pregunta sería por dónde empezar, lo primero será conformar un grupo base que debe estar integrado por el administrador único, que en este caso puede ser el sacristán de la parroquia, por ser el personal encargado del inmueble, y algunos responsables secundarios, que pueden ser los fiscales o voluntarios de la población. Es sumamente importante contar con la participación de la autoridad municipal, dirigentes de la comunidad local, profesionistas locales, la policía, personal de los servicios de salud y los equipos de emergencia. En relación a los involucrados, se realiza un organigrama que establezca la posición y jerarquía dentro de la estructura de mando.

Tomando como principio la estructura de la GRD, se propone enlistar tres etapas. Por lo que en una primera etapa, se pretende:

- Generar conciencia del riesgo sísmico de todos los involucrados.
- Reconocer las consecuencias negativas ante la pérdida parcial del bien inmueble, y los bienes que se encuentran dentro del sitio.
- Hacer del conocimiento de todos los involucrados del método de evaluación sísmica (Análisis Elástico-Lineal)
- Capacitar a una brigada para la aplicación del método
- Revisión periódica de la estructura de la parroquia.
- Capacitación en lo específico a los involucrados ante la eventualidad de un sismo.
- Contar con un directorio de autoridades estatales y federales.



- Tener una sede alterna para resguardo de los bienes muebles.
- Contar con un kit de material de construcción, principalmente madera para apuntalamientos.

Durante el desastre de tipo sísmico se propone:

- Guardar la calma en todo momento.
- No corro, no grito no empujo, si estoy dentro del templo.
- Evitar el pánico.
- Salir en orden si la parroquia esta en uso.
- Preparar el plan de acción, terminado el evento sísmico.

Al término del movimiento telúrico.

- Delimitar el área para no permitir el acceso.
- Y con ello se previene el robo.
- Pedir el apoyo a la policía para apoyar en el control.
- Las brigadas conformadas actuar en su especialidad.
- De ser necesario, asegurar los elementos estructurales en riesgo de caer a través de apuntalamientos preventivos.
- De ser necesario aplicar el método de evaluación: Análisis Elástico-Lineal
- Evaluar la estructura en su totalidad.
- En base a los daños en un segundo momento generar un levantamiento detallado que sirva para gestiones futuras.
- Echar mano del directorio telefónico e informar a las autoridades competentes.
- De ser posible y necesario, consultar a especialistas para una valoración precisa.

Al ser una plan piloto, se deben buscar las sinergias que contribuyan al establecimiento de la Gestión de Riesgo contra Desastres, sabemos de la muestra de organización y solidaridad de la población de San Jerónimo Xayacatlán, por lo que se puede establecer que con un plan de acción se pueden mitigar las afectaciones al patrimonio, pero también a su sistema de vida.



5.3. MANUAL DE MANTENIMIENTO.

Acudimos a la definición dada por el doctor Terán que dice "...El mantenimiento está constituido por acciones cuyo fin es evitar que un inmueble intervenido vuelva a deteriorarse..." (Terán, 2004, pág. 106), bajo tal consideración es de suma importancia el mantenimiento a todo bien inmueble, ya que es una tarea fundamental que permite que tanto la parroquia como los bienes muebles en su interior, se conserven y no se deterioren. Constituye una tarea permanente y cíclica. Ya que un mantenimiento permanente asegura la conservación del inmueble. Es importante señalar que para esto se requiere de la participación activa de la sociedad, evitando con ello que se lleve a cabo intervenciones de mayor envergadura.

Las necesidades básicas de atención al inmueble pueden ser realizadas por toda persona que reciba una capacitación mínima, en caso de acciones menores de mantenimiento, resulta conveniente que se forme un grupo responsable de ello, y se establezca un calendario de actividades, designando a los involucrados, estableciendo la periodicidad con que se debe realizar cada actividad; sin embargo, cuando los deterioros en el inmueble sean mayores y requieran de otras acciones, será necesario acudir a la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos o en su caso al Centro INAH Puebla, para solicitar la asesoría para realizar la obra, o con especialistas en conservación, llevar las medidas preventivas que permitan llevar a cabo el proyecto de intervención integral.

Sobre las acciones menores de mantenimiento se destacan las siguientes:

- Permanentes. Son las efectuadas cotidianamente (de rutina), se trata de operaciones simples en el inmueble parroquial.
- Estacionales. Serán las acciones de revisión más exhaustivas.
- Ocasionales. Se incluyen deterioros sufridos en los elementos arquitectónicos.

De las **acciones permanentes** enlistamos: limpieza en muros, limpieza en puertas, ventanas, pisos, y vidrios; eliminación de desechos. A continuación se desglosa cada una de estas acciones de modo que quede entendidos el alcance de cada trabajo. Nos parece importante destacar que las acciones a las que se aluden, aunque a primera vista resultan evidentes, hace falta mencionarla a modo que quede claro tales puntos.



LIMPIEZA EN MUROS

Consiste en la limpieza de para eliminar el polvo y las telarañas que se acumulan en la superficie de los muros, en el interior de bóvedas y demás elementos arquitectónicos. La limpieza debe realizarse con extremo cuidado y con materiales y herramientas adecuados para no dañar las superficies. Se recomienda ejecutarse estos trabajos con plumeros o brochas las cuales deben ser de materiales suaves para asegurar que no produzcan rayones en las superficies a limpiar



LIMPIEZA PUERTAS Y VENTANAS

Al estar expuestos a la intemperie tanto puertas (madera) como ventanas, sufren de los efectos de la intemperie, la lluvia y demás efectos procedentes del clima primordialmente, por lo que un aseo permanente, aunado con el empleo de una cera, les devuelve la vitalidad y los protege. De la cera mencionada, la formulación será la siguiente.

“...que para preparar un galón de solución se requiere:

- 200 gr de resina dammar
- 200 gr de cera pura de abeja
- 400 mililitros de aceite de linaza.

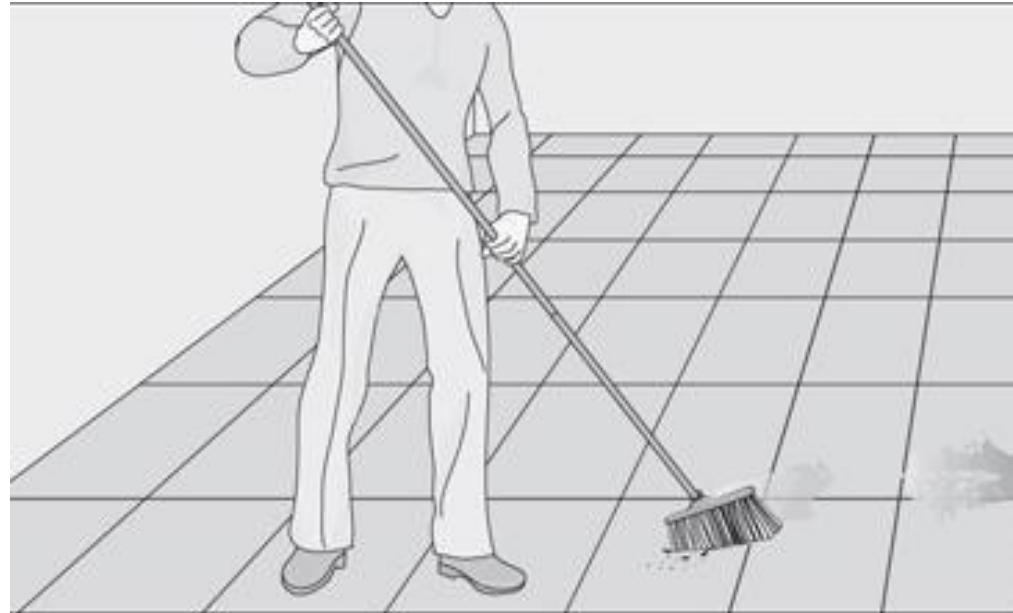
Cantidad de aguarrás de pino necesario para completar la solución.

Manera de preparar; [...] en un bote de lámina de un galón, se funden ambos materiales al calor de una estufa eléctrica, preferiblemente. Primero se coloca la resina dammar, agitando con una pala de madera para que en ningún momento se queme; una vez fundida éste se agrega la cera en pedacitos, se continua moviendo con la pala hasta lograr la fusión de ambas. En ese momento se retira el bote del calor. Se agrega el aceite de linaza y el aguarrás de pino. Tanto las ceras como las resinas, si se sobrecalientan se desnaturalizan perdiendo las propiedades físicas.[...] deberá de entibiarse en baño maría antes de su aplicación [...] la cera se aplica con brocha de pelo teniendo precaución de no manchar muros ni pisos [...] es recomendable realizar esta aplicación en tiempo seco...” (Sandoval, 2010, pág. 36)



LIMPIEZA EN PISOS

Su aseo será diario, al realizar esta operación es necesario cuidar de no ensuciar la base de los muros. Es conveniente el uso de escobas y posteriormente el uso de trapeadores ligeramente humedecidos, pues recogen de manera más eficiente polvos y partículas. Se sugiere no utilizar en exceso agua pues provocan daños o humedades que se trasladan a los muros.



LIMPIEZA EN VIDRIOS

Sea aplicada esta limpieza de manera rutinaria para las zonas donde estén, predominantemente en ventanas.

Se debe reportar cualquier faltante o pieza rota, con el fin de que se proceda a su remoción e integración.

**ELIMINACIÓN DE DESECHOS.**

La basura se debe retirar del inmueble, no debe dejarse multiplicar, ya que aparejado a ella genera contaminación como tal, también genera contaminación visual y da mal aspecto



Pasemos al siguiente rubro que denominamos acciones de **labor estacional**, y que comprende los siguientes aspectos:

LIMPIEZA DE CUBIERTAS Y BAJADAS PLUVIALES

Consiste en la limpieza de bóvedas, cúpulas, gárgolas y de todo elemento horizontal localizado en la cubierta del templo o de la torre campanario. Esta limpieza debe contemplar el retiro de todo obstáculo que impida el estancamiento del agua sobre la superficie de la cubierta, o dicho en otras palabras que el agua de lluvia no tenga impedimento para su libre circulación o desalojo. En muchas ocasiones solo es necesario el retiro de basura de las gárgolas al inicio de la temporada de lluvia



IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTAS

El tener impermeabilizada la cubierta y en buenas condiciones garantiza que efectivamente se supriman muchos problemas derivados de las filtraciones hacia el interior de las naves. A continuación describiremos el método tradicional de jabón y alumbre de los cuales se necesita:

Materiales.

- Jabón de alúmina.
- Herramienta y equipo chulo
- Tambos
- Alumbre
- Escoba y chulo
- Quemadores

“Procedimiento de ejecución: La superficie deberá estar limpia y seca. Se requiere de 1 Kg. de jabón por 12 litros de agua para preparar en un recipiente el jabonado en caliente. Por separado, en otro recipiente se prepara en caliente la solución de 1Kg. de alumbre por 25 litros de agua. En caliente a 10°C como mínimo, se aplica sobre la superficie, con escoba o con chulo la solución de jabón, procurando que no haga espuma. A las 24 horas se aplicará la solución de alumbre con una temperatura de 15°C a 21°C y así sucesivamente cada 24 horas se repetirá la operación hasta completar seis manos en total. El alumbre y el jabón, así combinados, forman una composición insoluble que llena los poros de la superficie. Pruebas, tolerancias y normas: El tratamiento no se hará cuando exista el riesgo de lluvia en las tres horas posteriores a la aplicación de la mano correspondiente...” (Rocha, R. Et al, 1999, pág. 88)



Es necesario comentar que el Instituto Nacional de Antropología e Historia acepta el no seguir con la utilización de la impermeabilización tradicional, siempre y cuando la aplicación de nuevos materiales que existen en el mercado no agreda la integridad de bien patrimonial, y que garanticen la impermeabilización. Es necesario contar con las fichas técnicas y valorarlas. Aunque siempre será mejor las técnicas tradicionales.

RETIRO DE HIERBAS Y OTRAS PLANTAS.

Reconocida como flora parasitaria. La cual nace en la superficie de nuestro inmueble a causa de alguna humedad, alojada en algún recoveco de la construcción y que son propicios para la vida vegetal, llegando a ser desde un musgo, líquen, hierbas que pueden llegar a ser arbustos por lo que la tarea consistirá en su retiro o eliminación.

Para el retiro de líquenes y musgos podrán ser eliminados de las superficies –siempre y cuando no estén decorados- “...cepillando cuidadosamente con agua y cepillos plásticos o de fibras naturales. En ocasiones conviene agregar al agua de lavado 20 % de alcohol o 10 % de agua oxigenada para facilitar la operación; sin embargo nunca eliminaremos definitivamente estos organismos si no logramos erradicar la causa de la humedad...” (Sandoval, 2010, pág. 19)

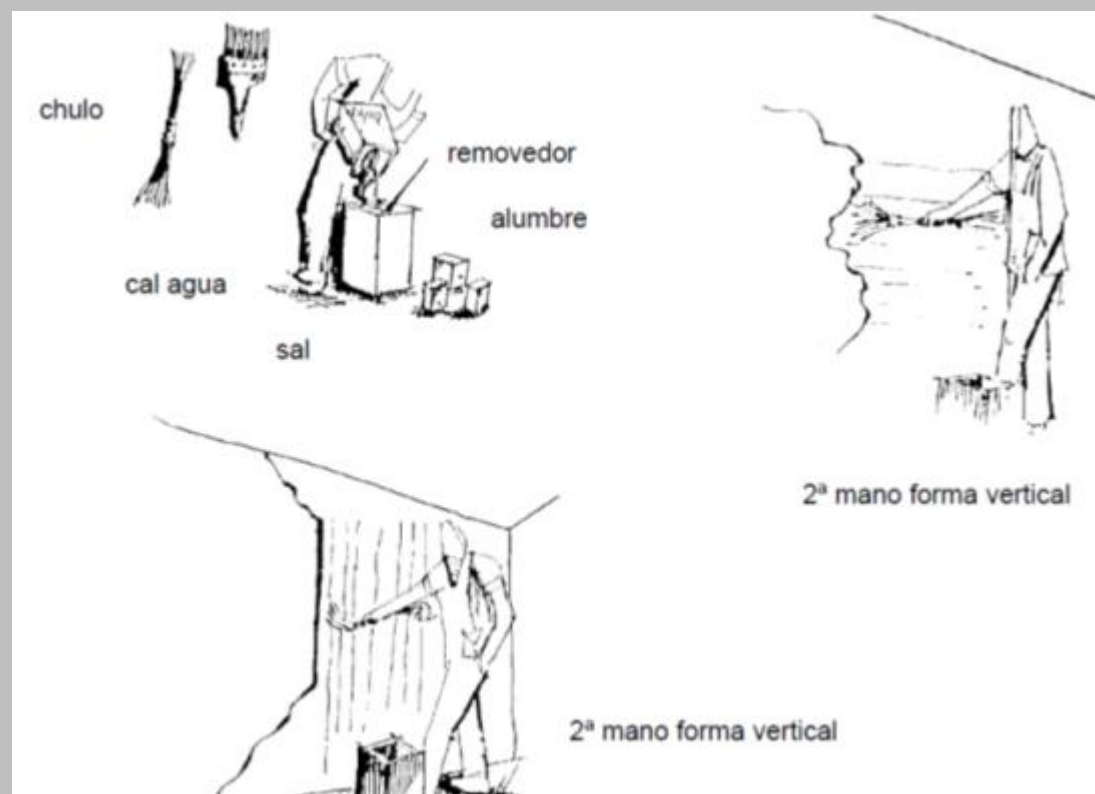
Para el retiro de arbustos deberá retirarse la raíz eliminando todas las raicillas y después se procederá a la reparación de la oquedad procediendo con mortero de cal.



PINTURA A LA CAL.

Además de darle dignidad y buen aspecto a una edificación, no debemos olvidar lo que en varias disertaciones ha comentado el doctor Artigas en el sentido de que: “es la piel de la arquitectura”, por lo cual hay tenerla en buenas condiciones, ya que en términos financieros, resulta más económico ocupar la pintura a la cal que la pintura vinílica comercial, por lo cual se anexa el procedimiento de preparación y aplicación de la pintura a la cal:

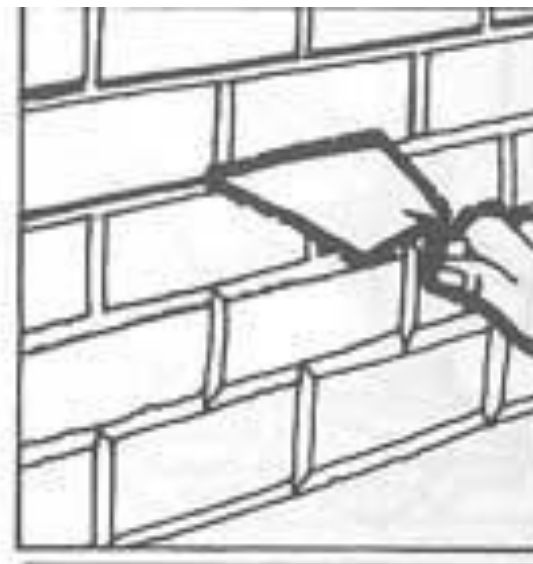
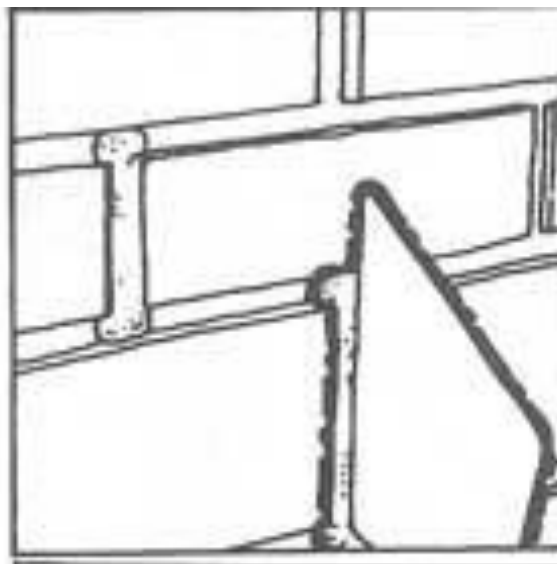
“...Proporción: por cada cubeta de 20 litros de agua se colocará del 10 al 20% de cal viva (apagada) con 10% de alumbre en polvo y $\frac{1}{4}$ de kilo de sal. Aplicación: Se aplicará con chulo de cerda vegetal sobre el aplanado, procurando empalmar las dos manos sobre la superficie limpia de polvo...” (Rocha, R. Et al, 1999, pág. 85). Bajo el criterio antes mencionado, solo basta decir que en relación al área a pintar será la proporción a fabricar.



Faltantes en juntas de mampostería.

Los muros al estar en constante exposición de los factores climáticos, las juntas pierden consistencia y llegar a pulverizarse o desmoronarse, por lo que al detectarse tales situaciones se deberá proceder a su rejunteo. Y se procede como se indica:

1. Limpiar la junta retirando todo material suelto, si es necesario se puede auxiliar de un alambón para raspar y retirar las partes sueltas.
2. Se procede a rellenar las juntas vacías, con una mezcla de cal-arena en proporción 1:4 y cuando la junta sea muy ancha se tiene que rellenar con rajuela de piedra.



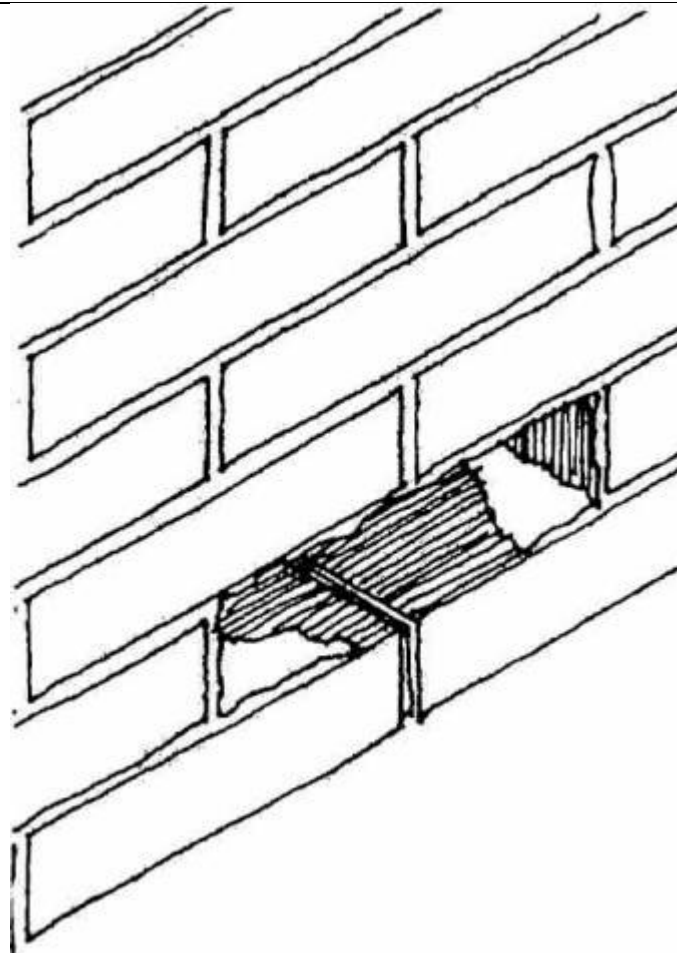
Faltante de piezas de mampostería.

Cuando existan faltantes, por pérdida o daño de alguna parte del muro de piedra, debe de reponerse para evitar daños mayores. Y se procederá como se explica, siendo los:

“..Materiales.

- Piedra.
- Mezcla de cal-arena
- Herramienta de albañil
- Brocha de ixtle
- Ladrillo
- Herramienta y equipo
- Ganchos de alambón con punta

Procedimiento de ejecución: Se retirará todo el material suelto que presenten las juntas, si es necesario se utilizará el gancho para facilitar el trabajo, se cepillará la superficie para retirar el polvo y partículas sueltas, enseguida se humedecerá la superficie hasta la saturación y se dejará escurrir. Después se seleccionará el material igual al existente en dureza y tamaño y se asentará con la mezcla de cal apagada totalmente y arena en proporción 1:4, golpeando ligeramente hasta que apriete al material base y se dejará al paño de las rajuelas existentes [...] Siempre se respetará los perfiles y alabeos de muro, sin sobresalir del paño del mismo... (Ibídem, pág.73).



DE LAS INSTALACIONES

Podemos listar varias instalaciones que a nuestra consideración merecen atención puesto que inciden directamente para el funcionamiento y operación del templo parroquial, pero dado lo extenso del tema solo hare mención de ellas, como por ejemplo sonido, a lo mejor circuito cerrado (dado los problemas de robo de arte sacro). Pero sin más preámbulo consideramos exponer solo la eléctrica de la cual decimos que:

Instalación Eléctrica.

Este es un problema grave, dado que es necesario un diseño, balanceo de cargas, selección de cable indicado, implementación acorde al espacio y operación del sistema eléctrico (fuerza) y de la iluminación. De no darse mantenimiento oportuno la instalación pone en riesgo la seguridad del inmueble y de los bienes que alberga, debido a las condiciones precarias de funcionamiento además que atenta contra el valor estético del espacio o de la obra histórica y/o artística. Pero no todo es pesimismo antes al contrario cuando se opere este mantenimiento es obligado acudir al personal calificado (el proyectista eléctrico, el arquitecto o algún técnico) que nos auxilie para dar soluciones a dichos problemas en todos los niveles. Para mayor referencia técnica consultar el “Manual de iluminación e instalaciones eléctricas en recintos religiosos”.



Con el apartado anterior, damos por sentado las acciones de mantenimiento que resultan necesarias de tomarse en consideración, de tal manera que se apliquen de manera periódica según sea el caso a partir de las acciones permanentes, estacionales y ocasionales.

5.3.1. CALENDARIZACIÓN DE ACTIVIDADES.

Para poder comprender el significado del término que nos ocupa ‘calendarización’, debemos señalar que deriva de la palabra *cronograma*, y ésta emana del griego, y se encuentra conformada por dos vocablos que son: el sustantivo “chronos”, que se traduce como “tiempo”, y la palabra “grama”, que equivale a “mensaje escrito”.

Luego entonces Cronograma es un concepto que se utiliza para mencionar un calendario de trabajo o de actividades. El cronograma, por lo tanto es una **herramienta** importante para darle seguimiento a determinadas actividades. En cualquier caso, el cronograma incluye una lista de actividades o tareas con las fechas previstas de su comienzo y final. La propuesta para el caso que nos ocupa (Parroquia de San Jerónimo) será la siguiente:

| | TRABAJO A REALIZAR | AREA O ESPACIO | FRECUENCIA (TIEMPO) |
|--------------------|------------------------------|-----------------|---------------------|
| PERMANENTES | Limpieza en muros. | Todo el templo. | CADA AÑO |
| | Limpieza puertas y ventanas. | Todo el templo. | DIARIO |
| | Limpieza en pisos. | Todo el templo. | DIARIO |
| | Limpieza en vidrios | Todo el templo. | CADA MES/ DIARIO |
| | Eliminación de desechos. | Zona de acopio. | CADA SEMANA. |



| | | | |
|---------------------|---|-----------------|--|
| ESTACIONALES | Limpieza de cubiertas y bajadas pluviales | Azoteas | CADA AÑO. (al inicio de la temporada de lluvias) |
| | Impermeabilización de cubiertas. | Azoteas | CADA DOS AÑOS. (o antes si se detecta su mal estado) |
| | Retiro de hierbas y otras plantas. | Todo el templo. | CADA AÑO. (o cuando aparezca la flora nociva) |
| | Pintura a la cal. | Todo el templo. | POR LO MENOS CADA CINCO AÑOS.(o cuando se detecte el mal estado) |
| OCCASIONALES | REPOSICIÓN DE FALTANTES DE ACABADOS, EN: | | |
| | partes de Aplanados | Todo el templo. | En cuanto se detecte el mal estado. |
| | En las Juntas de mampostería. | Todo el templo | En cuanto se detecte el mal estado. |
| | Piezas de mampostería | Todo el templo | En cuanto se detecte el mal estado. |
| | De las instalaciones: eléctricas. | Todo el templo | En cuanto se detecte el mal estado.(Un estado riesgoso de la misma instalación) |

Sin duda definir el conjunto de normas técnicas, funciones, procedimientos y responsabilidades de personas y organismos a participar en caso de un movimiento telúrico, contribuye a mitigar los efectos que este le ocasiona al bien cultural (Parroquia de San Jerónimo), sin dejar de considerar la integridad de la población. Estamos mejor informados, pero debemos estar mejor preparados asumiendo que la responsabilidad es de todos.



CONCLUSIONES.

Al elegir el tema de investigación en la Maestría en Conservación del Patrimonio Edificado y que ahora se concreta con el trabajo de tesis intitulado: *Estudio de la vulnerabilidad sísmica en el patrimonio religioso de la localidad de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla*, tenía ciertos conocimientos de los problemas de sismicidad de la zona de estudio, la cual es parte de la mixteca poblana y representa peligro sísmico significativo por encontrarse en la denominada 'placa de cocos'. Pero estos pocos referentes no son suficientes para abordar y desarrollar un tema, por lo que el interés poco a poco se fue convirtiendo en un proyecto de investigación que condujo a enriquecer el conocimiento sobre el tema, a partir de poner en práctica los conocimientos adquiridos en el programa de maestría. Es así, que sobre la base de una metodología planteada, se realizó una investigación histórica a partir de fuentes primarias y bibliografía especializada, de modo que fueron surgiendo datos que permitían la comprensión de hechos hasta hace poco ignorados, como los sismos que a lo largo de la historia han afectado a la zona geográfica donde se encuentra la parroquia de San Jerónimo, en el Municipio de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla.

Considerando el monumento como documento y apoyados en investigación histórica, se llegó a conocer de manera particular la fábrica del templo parroquial, estableciendo que no fue ejecutada la obra hasta su culminación total, sino se desarrolló en etapas y durante un amplio periodo que va de 1703 a 1863, lo que nos refiere en términos de fábrica varias fases de construcción. Hecho que condiciona la unidad estructura del bien patrimonial (por las denominadas juntas frías), y que resulta de importancia al momento de valorar, proteger y conservar la estructura



histórica. Así mismo, el acercamiento al monumento permitió reconocer algunas intervenciones que le realizaron a la estructura del templo parroquial, las cuales tienen su origen a daños producto de eventos sísmicos a decir de la población, que resultó otra de las fuentes consultadas.

A partir de reconocer la vulnerabilidad del caso de estudio, se planteó la necesidad de conocer los Métodos y Modelos para la evaluación sísmica para edificios históricos, estableciendo que todos son aptos para ser aplicados y su uso depende del objetivo que se pretende lograr, así como de las condiciones de personal y equipo que se tenga para llevarlas a cabo.

En el caso particular que se estudia, se optó por el método de evaluación denominado: Análisis Elástico-Lineal, cuya aplicación permitió la evaluación de la estructura de la parroquia en su totalidad, y entender el comportamiento de cada uno de los elementos que la componen. Hoy más que nunca la tecnología y las herramientas computacionales deben estar al servicio del estudio de problemáticas a resolver, garantizando con ello un diagnóstico confiable, que permite proponer acciones preventivas o correctivas.

La sismicidad en la zona es constante, pero a pesar de este hecho y del estudio de deterioros realizado, se pudo constatar que hoy día el inmueble en sus componentes estructurales como muros, contrafuertes, cubiertas, tambor y cúpula, torre campanario y frontis se encuentran estables estructural y geométricamente, pero eso no garantiza que ante algún evento sísmico que se establezca con un parámetro de 7.5 o más en la Escala Sieberg, no llegue a afectar nuevamente la estructura, debido a los agentes de deterioro a los que se enfrenta la estructura día a día.

También debemos ser conscientes que un sismo de magnitud VIII o más en la Escala Sieberg, será sumamente destructor por la magnitud de la energía liberada, que para cualquier estructura de mamposteado que eminentemente



su trabajo es a compresión, le será difícil absorber los embates de tal magnitud, por lo que es importante como medida de protección al templo parroquial además de contar con información documental, y planimétrica, informar a la población para estar preparados ante cualquier eventualidad.

Sobre este último punto, podemos establecer que es necesario el involucrar a la comunidad de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla, así como a sus autoridades civiles y religiosas, que son los que resguardan, usan y custodian el bien inmueble. Hacerlos partícipes de todo tipo de acciones que contribuyan a su valoración y cuidado a través de una brigada encargada de vigilar que el inmueble siga en uso a través del mantenimiento diario, y de acciones de revisión tendientes a verificar las condiciones de la estructura como un todo integral.

Por último, debemos señalar que el desarrollar el estudio de la vulnerabilidad sísmica en el patrimonio religioso de la localidad de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla, teniendo como caso de análisis la Parroquia de San Jerónimo, a partir de la investigación histórica sobre los problemas de sismicidad en la región, la fábrica del monumento, y los daños producidos por los movimientos telúricos, a través del uso de nuevas tecnologías, y el establecimiento de acciones preventivas que mitiguen los daños ante posibles eventualidades sísmicas planteadas en el objetivo general se cumplió.



BIBLIOGRAFÍA.

Aceves, S. Et al. (2011). 2. PATRIMONIO EN RIESGO. La Consecuencia de los Sismos en el Patrimonio Edificado. *Revista América Patrimonio - N°2 Patrimonio y Catástrofes*, 29-43.

Actas de jornadas. (2009). *Conservación preventiva en lugares de culto*. España: Secretaría General Técnica.

Acuña, R. (1984). *Relaciones Geograficas del siglo XVI:Tlaxcala. Tomo segundo*. México: Unam.

Aguilar, L. (1972). *Regiones naturales del estado de Puebla*. México: UNAM.

Aguirre, J. Et al. (2012). El sismo del 20 de marzo de 2012 en su exacta dimensión. *Geotecnia* 224, 37-39.

Alcocer, S. Et al. (julio de 1999). Informes Técnicos. *El sismo de Tehuacán del 15 de julio de 1999*. Puebla, Puebla, México: CENAPRED.

Amerlinck, M. (1986). *Relación historica de movimientos sísmicos en las Ciudad de México* . México: DDF-SOCICULTUR.

Arcos, E. Et al. (1989). *Abasto Popular y mejoramiento urbano del Centro de San Jerónimo XAyacatlán*. Puebla.: Tesis de licenciatura FA-BUAP .

Arroyo, R. (2001). *Patrimonio y sismos.MEMORIA FOTOGRAFICADE LOS SISMOS DE 1999*. Oaxaca.: CONACULTA-INAH.

Artigas, J. Et al. (2004). *Arquitectura Religiosa de la Ciudad de México. Siglos XVI al XX. Una guía*. México: Asociación del Patrimonio Artísitico Mexicano A.C. Secretaria de Turismo.GDF.



- Ayala, G. Et al. (2002). Método simplificado de evaluación sísmica de edificios asimétricos. *Revista de ingeniería sísmica*, 1-23.
- Barba, L. Et al. (2013). *la cal: historia, propiedades y uso*. México: IIA-UNAM.
- Bartolomé, M. Et al. (2008. marzo-abril). El pueblo ÑU SAVI. *Arqueología Mexicana. 15 aniversario*, vol XV. Número 9.
- Borromeo, C. (2010). *Instrucciones de la fábrica y del ajuar eclesiásticos*. México: UNAM- ESTÉTICAS.
- Broto, C. (2006). *Tratado de Broto de Contrucción. Patología de los materiales de Contrucción*. Barcelona: Links-Structure.
- Bühler, D. (1990). *La documentación de Arquitectura Historica*. Puebla, México: UDLAP.
- Carrillo, J. (2002). Los sismos de 1985, una lección para no olvidar. *Conversus. No 14*, 12-16.
- CENAPRED, I. (1999). *Informes Técnicos: el sismo de Tehuacán del 15 de junio de 1999*. México: SEGOB-Cenapred.
- Chanfón, C. (1996). *Fundamentos teóricos de la Restauración*. México: UNAM-FA.
- (2004). *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos. vol. III tomo II*. México, D.F.: UNAM-FCE.
- (2004). *Historia de la arquitectura y el urbanismo mexicanos VOL II*. México: UNAM-FCE.
- Chávez, M. (2010). *Validación experimental de modelos analíticos para el estudio del comportamiento Sísmico de estructuras históricas*. México, D.F.: Tesis de Doctorado. FI -UNAM.
- Chávez, S. (2007). *Análisis sísmico moderno: ética aplicada*. México: Porrúa.
- Comisión Europea. (2000). *Hacia una estrategia europea sobre conservación preventiva*. Finlandia: ICCROM.



- Conferencia General 22. (1983). *Conveniencia de aprobar un instrumento internacional sobre la protección del patrimonio cultural contra las catástrofes naturales y sus consecuencias*. París: UNESCO.
- Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, INAH. (2000). *Memoria Fonden 2000: Rehabilitación de Inmuebles Históricos Dañados Por Los Sismos de Junio y Septiembre de 1999*. México: CONACULTA, INAH.
- Consejo Nacional para la Protección de la Antigua Guatemala. (1985). *Guatemala: Destrucción de sus monumentos por el terremoto de 1976*. Ciudad de Guatemala.: UNESCO, IDAEH, CNPAG.
- De Guichen, G. (1999). La conservación preventiva: ¿simple moda pasajera o cambio trascendental? *Museum Internacional. UNESCO*, 4-6.
- De la paz, C. (2005). *La unidad potencial de un monumento Histórico*. México: Tesis de maestría. FA-UNAM.
- De la Rosa, G. (1990). *Templo parroquial Nuestra Señora de Guadalupe*. Mexico: Tesis de licenciatura ENCRYM-INAH.
- De la Torre, O. Et al. (2004). Evaluación estructural y comportamiento de las reparaciones efectuadas a las edificaciones históricas . *Revista de Ingeniería Sísmica no. 70*, 1-26.
- Diario Oficial de la federación 1972. (15 de abril de 2014). Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricos 1972. Mexico, Distrito Federal, México. Recuperado el 15 de abril de 2014, de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131.pdf>
- Eisenstein, S. (Dirección). (1931). *El desastre en Oaxaca*. [Película].
- Estrada, D. (2005). *Atlas ilustrado de los Pueblos indios de la Nueva España*. México: El Colegio Mexiquense.
- Flores, R. (1999). *La ingeniería en la restauración y conservación de edificios históricos*. Puebla: Tesis de licenciatura. FI- UPAEP.
- Fuentes, L. (1972). *Regiones naturales del estado de Puebla*. México: UNAM.



- Fundación ICA, A.C. (1992). *Catalogo de temblores que han afectado el valle de México del siglo XVI al XX*. México: Limusa.
- García, N. (2007). *Funcionamiento y seguridad estructural de los templos conventuales del siglo XVI en México*. México: Tesis de Doctorado. FI-UNAM.
- García, N. Et al. (2007). Estudio de las bases estructurales para la construcción de los templos conventuales mexicanos del siglo XVI. *Boletín de monumentos Históricas. Numero 11. INAH*, 4-18.
- García, V. Et al. (1996). *Los Sismos en la Historia de Mexico. TOMO I*. Mexico: FCE, UNAM, CIESAS.
- (1996). *Los Sismos en la Historia de Mexico. TOMO II*. Mexico: FCE, UNAM, CIESAS.
- Garzon, E. (2004). *Inventario de Archivo Parroquial de San Jerónimo Xayacatlán, Puebla*. México: ADABI. Colección inventario; no 22.
- (2008). *Acatlán de Osorio y su región a través de sus documentos*. México. D.F.: Adabi de México, A.C.
- Gonzalez , A. Et al. (1985). *Manual Técnico de Procedimientos de Monumentos Históricas en el D.F.* México: INAH-DDF.
- Goti, J. (10 de 2013). Patrimonio Religioso de Interés Cultural. Oviedo, España.
- Guzmán, M. Et al. (2002). Modelado del comportamiento no lineal de una estructura histórica de mampostería mediante elementos finitos. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A.C. XIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, 1081-1090.
- Guzmán, V. Et al. (2011). La importancia de los apuntes arquitectónicos. Sistemas y materiales constructivos en los Monumentos Históricas. *Boletín de Monumentos Históricas. INAH. Tercera época. No.23*, 135-145.
- Herraez, J. (2013). *Conservación preventiva: revisión de una disciplina*. España: Secretaría General Técnica.
- Hülsz, G. (1988). *Manual de mantenimiento de monumentos históricos*. México: INAH-SEP.



- ICOMOS. (octubre de 2003). Principios para el análisis, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico. Zimbabwe.
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Jerónimo Xayacatlán. México.
- Juárez, G. (2000). *La construcción simbólica del santuario en su aspecto procesional en una comunidad de la M P*. Puebla.: Tesis de licenciatura.FFyL-BUAP .
- Kaspe, V. (1986). *Arquitectura como un todo*. México: Editorial Diana.
- Katzman, I. (2002). *Arquitectura religiosa en México (1780 - 1830)*. México: Unam-FCE.
- Kubler, G. (2012). *Arquitectura Siglo XVI*. México, D.F.: FONDO DE CULTURA ECONOMICA.
- Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricos 1972. (15 de abril de 2014). Mexico, Distrito Federal, México. Recuperado el 15 de abril de 2014, de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131.pdf>
- Lomelí, L. (2001). *Breve Historia de Puebla*. México: Colegio de México.
- Lomintz, C. (1999). *Los Temblores*. México: Tercer milenio. CONACULTA.
- (abril de 1990). Predicción de Sismos:Una ojeada al futuro. *GEOS boletín informativo Vol 10 No.2*. México, México.
- López, D. (2013). *Pérdidas Económicas por Sismos Históricos en México*. México.: Tesis de licenciatura. FES Aragón-UNAM.
- Manual de referencia. (2014). *Gestión del riesgo de desastres para el patrimonio*. Francia: UNESCO/ICCROM/ICOMOS/UICN.
- Marroquin, I. (2013). *Metodología para al analisis de vulnerabilidad y riesgo por la accion del viento*. México: Tesis de maestria.FI-UNAM.



- Martinez, C. (2004). *Normas de Restauración para intervenir fachadas de Monumentos Historicos*. México: INAH.
- Mártinez, C. (2011). *Estudio Estadístico de los daños observados en iglesias coloniales del Sureste Mexicano*. México: Tesis de licenciatura. FES Aragón-UNAM.
- Masferrer, E. Et al. (2003). *Etnografía del Estado de Puebla*. Puebla: Gobierno del Estado, Secretaría de Cultura.
- Maya, E. (2014). *Métodos y técnicas de investigación*. México: FA-UNAM.
- Meli, R. (2000). *Ingeniería estructural de los Edifios Historicos*. Mexico: ICA.
- (2011). *Los conventos mexicanos del siglo XVI*. México: Porrúa-Instituto de Ingeniería UNAM.
- Mendívil, R. (2008). *CON MI VOZ Y MI PALABRA. Un mixteco en el camino*. México, D.F.: Artificios.
- Mendivil, S. (14 de Diciembre de 1952). *Síntesis Histórica del pueblo de San Jerónimo Xayacatlán*. San Jerónimo Xayacatlán, Puebla, Mexico: s/e.
- Menegus, M. (2009). *La Mixteca Baja. Entre la revolución y la reformas siglos XVIII-XIX*. Oaxaca: UABJO-UAM-H.CONGRESO DEL ESTADO DE OAXACA.
- Moctezuma, I. (2006). *Puebla York: Historia de la migración Mixteca Poblana*. Mexico: Tesis de licenciatura. FFyL-UNAM.
- Moctezuma, V. Et al. (2009). *San Pedro Tidaá. Una vasta historia en la mixteca Alta*. México: Uam-INAH.
- Mondragon, J. (2008). *Poder y religión en una comunidad de la Mixteca Poblana*. Mexico: Tesis de maestría. ENAH-INAH.
- Morales, M. Et al. (26 de 10 de 2006). *Manual de conservación preventiva de bienes culturales en recintos religiosos*. Cd. de México, D.F., México: CONACULTA-INAH.
- Moreno, G. (2011). *Análisis paramétrico de templos típicos de la época Colonial*. México, D.F.: Tesis de licenciatura. FI-UNAM.



- Muñoz, A. (2012). Unidad de emergencias y gestión de riesgo. *Patrimonio Cultural de España*, 97-106.
- Nava, A. (1998). *Terremotos*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Navarro, K. (2011). *Análisis Fisiográfico: estado de Oaxaca*. México: Tesis de licenciatura. FI-UNAM.
- Neal, P. (2004). *Teamwork for preventive conservation*. Italy: ICCROM.
- Oliveira, M. (2008). *La geotecnia en monumentos históricos*. México: Tesis de licenciatura. FI-UNAM.
- Orduña, A. Et al. (2007). Evaluación sísmica de las construcciones Históricas de mampostería: comparación de tres modelos de Análisis. *Ingeniería sísmica no 77*, 71-88.
- Ortiz, J. (1985). *Curso de rehabilitación. 4 La cimentación*. Madrid: Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.
- Ortiz, R. (2007). *Raíces Mixtecas*. Huahuapán de León: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- Palacios, V. (s.f.). *Manual de iluminación e instalaciones eléctricas en recintos religiosos*. México: CONACULTA-INAH.
- Palladio, A. (1998). *Los cuatro libros de la arquitectura*. Madrid: Akal.
- Paricio, I. (1995). *La construcción de la Arquitectura. Las técnicas*. Zaragoza, España: Cometra.
- Peña, F, Et al. (2012). Criterios para el refuerzo antisísmico de estructuras históricas . *Revista de Ingeniería Sísmica No. 87*, 47-66.
- Peña, F. (2010). Estrategias para el modelado y el análisis sísmico de estructuras Históricas. *Revista de Ingeniería Sísmica No. 83* , 43-63.
- Peña, F. Et al. (2008). I Congreso iberoamericano sobre construcciones historicas y estructuras de mampostería. *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de torres de campanario de iglesias coloniales* (págs. 1-9). Colombia: Universidad Industrial de Santander.



- Peña, F. Et al. (2013). Caracterización dinamica del templo de San Bartolomé Apóstol, Naucalpán. *multidisciplina FES-Acatlán No 14*, 148-178.
- Pérez, A. (1985). *Feria tradicional Anual del cuarto viernes de cuaresma*. Sn Jeronimo Xayacatlán: s/e.
- Ramírez, J. (2013. julio- diciembre). Fundar para debilitar. El obispo de Puebla y las órdenes regulares, 1586-1606 . *Estudios de historia novohispana 49*, 39-82.
- Riegl, A. (1987). *El culto moderno a los monumentos*. España: Antonio Machado.
- Robles, M. (2013). *Análisis Estructural de la parroquia de San Bartolomé Apóstol*. México,D.F.: Tesis de licenciatura.FES-Acatlán-UNAM.
- Rocha, R. (09 de abril de 2013). Rehabilitación Estructural de edificios Patrimoniales. Curso. D.F., Coyoacan, Mexico.
- Rocha, R. Et al. (1999). *Normas y Especificaciones Generales para Aplicar en Edificios Históricos dañados por los Sismos del 15 de junio*. México: CONACULTA-INAH.
- Roeder, G. (1999). *Métodos de análisis para estructuras de mampostería de edificios históricos*. México, D.F.: Tesis de maestría. FI-UNAM.
- Rojas, T. (1987). "Y volvió a temblar" *Cronología de los sismos en México*. México: Cuadernos de la casa Chata.
- Rosquillas, H. (2007). Documentos sobre las iglesias y conventos enla región de la Mixteca Alta, en las cabeceras de Yanhuitlán y Teposcolula, afectados durante el terremoto de 1711. *Boletín de Monumentos Históricos. INAH. No.9 Tercera época*, 101-111.
- San Juan, C. Et al. (1987). *Historias para temblar: 19 de septiembre de 1985*. México: INAH.
- Sánchez, J. (1989). Criterios de intervención estructural en los inmuebles dañados por los sismos. *Boletín de Monumentos Historicos. INAH. no.9*, 52-59.
- Sandoval, B. (2010). *Manual de conservacion preventiva del antiguo convento de Tepoztlán*. Morelos: INAH.



- Santoyo, E. (2010). *Cimentaciones de templos y conventos de los siglos XVI a XVIII. 25 casos*. México.: Tesis de doctorado.FA-UNAM.
- Schauber-Schindler. (2001). *Diccionario Sagrado de los Santos*. Barcelona: Grijalbo.
- Secretaría de Gobernación. CENAPRED. (15 de mayo de 2014). Fascículos. SISMOS. Ciudad de México., Distrito Federal, México.
- Secretaria de Gobernación. CENAPRED. (15 de mayo de 2014). Peligros Naturales y Tecnológicos relevantes durante el periodo 1810-2010. Ciudad de México, Distrito Federal, México.
- Semo, E. (2000). IX. las luchas populares en la Nueva España. En E. Semo, *Mexico: un pueblo en la Historia* (págs. 279-294). Puebla.: Nueva Imagen.
- Souza, J. (2013). *Diseño Sísmico Básico para Arquitectos*. México.: Tesis de maestría.FA-UNAM.
- Stanley-Price, N. (2005). *Conservation of living religious heritage*. Roma: Ugo Quintily S. p. A.
- Tamez, E. Et. al. (1995). *Catedral Metropolitana:corrección geométrica, informe Técnico*. Mexico: Obsidiana-Amigos de la Catedral A.C.
- Terán, J. (1991). Hacia una nueva Historia de la Arquitectura. *Boletín de Monumentos Históricos. INAH. No.13*, 10-19.
- (1998). El templo cristiano: su simbolismo durante el periodo colonial. En B. J. Terán, *Mensaje de las imágenes. Homenaje al doctor Santiago Sebastián. In memoriam* (págs. 83-100). México.: INAH-Colección científica.
- (2004). Consideraciones que deben tenerse en cuenta para la restauración arquitectonica. *Conserva*, 101-122.
- UNESCO. (1931). *Carta de atenas*. Atenas: S/E.
- Vargas, E. (1982). *La iglesia de Santa Prisca de Taxco*. Mexico: Unam-Esteticas.



- Vázquez, P. (2005). *Efectos que originan los sismos en el subsuelo*. México: Tesis de licenciatura. FES Acatlán-UNAM.
- Vega, C. (2002). *Como vemos la catedral Metropolitana de México a principios del siglo XXI*. México: Libra.
- Vega, D. (2005). *Estimación del efecto de sitio y la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Acatlán, Puebla*. México, D.F.: Tesis de maestría. UNAM -FI.
- Villalobos, J. (2012). *Los 100 sitios y monumentos*. México: Matesis.
- Vitruvio, M. (2008). *Los diez libros de Arquitectura*. Madrid: Akal.
- Withington, J. (2009). *Historia mundial de los desastres*. Madrid: Turner.
- XXVII, Cursillo de Intervención en el Patrimonio Arquitectónico del Colegio de Arquitectos. (2004). *RECOMENDACIONES PARA EL ANÁLISIS, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN ESTRUCTURAL DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO*. Cataluña, España: Edición especial.
- Yáñez, D. (2010). *Las hospederías en los Conventos dominicos de la mixteca alta*. México, D.F.: Tesis de maestría. FA-UNAM.
- Zarauz, B. (2010). *Manual de conservación preventiva del antiguo convento de Tepoztlán*. Morelos: INAH.
- Zenteno, A. (1998). Joc-lo en la Mixteca baja. *México desconocido*, 17-24.



http://www.conaculta.gob.mx/monumentos/pdf2013/PROYECTOS_FOREMOBA_2012.pdf

<http://www.smis.org.mx/>

[http://www.wordreference.com/definicion/caracterizacion.](http://www.wordreference.com/definicion/caracterizacion)

http://www.revistaamericapatrimonio.org/biblioteca_virtual_cartas.html

http://www.revistaamericapatrimonio.org/numero_2.html

<http://www.iccrom.org/fr/downloads/>

Diccionario de la lengua española © 2005 Espasa-Calpe:



FUENTES.

| Fuente de información | Tipo de fuente | Tipo de datos | Ubicación de la fuente |
|-------------------------------------|----------------|--------------------------------|--|
| Biblioteca Posgrado FA Unam. | Biblioteca | Textos especializados . | Biblioteca “Lino Picaseño” Tel. 562 20297, 562 20354 Correo: biblio_arquitectura_unam@yahoo.com.mx |
| Biblioteca central UNAM | Biblioteca | Textos especializados , tesis. | Edificio de la Biblioteca Central, Circuito Interior, Ciudad Universitaria, C.P. 04510 México, D.F. Tels. (52-55) 5622 1603 y 5622 1632 Horario: Lun. a Dom. y días festivos. 8:30 a 21:30 |
| Biblioteca FA Unam. | Biblioteca | Textos especializados , tesis. | Biblioteca “Luis Unikel “Anexo de la Facultad de Arquitectura , Tel. 562 30062, Terminaciones 61 y 63 Correo: lrobledag@unam.mx |
| Biblioteca José María Lafragua-BUAP | Biblioteca | Textos especializados | 4 Sur 104 Centro Histórico CP 72000, Puebla, Puebla Tels.: (222) 229 56 00 exts. 5168, 5171 lourdes.gonzalez@correo.buap.mx |



| | | | |
|---|-------------------|---------------------------------------|--|
| <p>Biblioteca Ernesto de la Torre Billar-BUAP</p> | <p>Biblioteca</p> | <p>Textos especializados</p> | <p>2 oriente 410, Tel. 222 2 29 55 00 ext. 5710 y 5711 Centro Histórico, Puebla, Pue., México e-mail: bibliohemeroteca@gmail.com</p> |
| <p>Biblioteca Central – BUAP</p> | <p>Biblioteca</p> | <p>Textos especializados , tesis.</p> | <p>Blvd. Capitán Carlos Camacho Espíritu, Ciudad Universitaria. Colonia San Manuel CP 00000, Puebla, Puebla Tels.: (222) 229-55-00 Ext 2901 Fax s/n silvia.jaime@correo.buap.mx</p> |
| <p>Biblioteca SHCP: Miguel Lerdo de Tejada</p> | <p>Biblioteca</p> | <p>Textos especializados</p> | <p>República de el salvador 49 col. centro histórico c.p. 06020 delegación cuauhtemoc</p> |



| | | | |
|--|------------|-----------------------|---|
| Biblioteca "Paul Coremans" de la Coordinación Nacional de Restauración del Patrimonio Cultural | Biblioteca | Textos especializados | Dirección: Xicotécatl y Gral. Anaya S/N, Col. San Diego Churubusco, Del. Coyoacán, C. P. 04120, México, D. F. Teléfonos: 50 22 34 10 ext. 413218 Horario: Lunes a Viernes de 8:00 a 20:00 hrs. Responsable de la Biblioteca: Lic. Noé Moreno Espinosa E-mail: noe_moreno@inah.gob.mx |
| Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía | Biblioteca | Textos especializados | Dirección: Calle General Anaya número 187 Col. San Diego Churubusco, Coyoacán C. P. 04120, frente Ex-Convento de Churubusco, México, D. F. Teléfonos: 56 04 51 88, 56 05 26 63 (Fax) y 56 04 51 63 Ext. 4521 y 4523 Horario: Lunes a viernes de 9 a 19:45 hrs. Responsable de la Biblioteca: Lic. Paola Karina Gutiérrez Benítez. E-mail: paola_gutierrez@inah.gob.mx |
| Biblioteca "Guillermo Bonfil Batalla" de la Escuela Nacional de Antropología e Historia | Biblioteca | Textos especializados | Dirección: Periférico Sur y Calle Zapote S/N, Col. Isidro Fabela, Del. Tlalpan, C. P. 14030, México, D. F. Teléfonos: 56 06 91 03 y 56 06 04 87 ext. 229 y 272 Horario: Lunes a viernes de 8 a 20 hrs. Sábado de 10 a 14 hrs. Responsable de la Biblioteca: Lic. Rocío Araceli Sánchez Hernández. E-mail: biblioteca.enah@inah.gob.mx y ap_academico.enah@inah.gob.mx |



| | | | |
|---|-------------------------------|------------------------------|--|
| <p>Biblioteca Nacional de Antropología e Historia "Dr. Eusebio Dávalos Hurtado"</p> | <p>Biblioteca</p> | <p>Textos especializados</p> | <p>Dirección: Paseo de la Reforma y Calzada Gandhi S/N, Col. Polanco, C. P. 11560, México, D. F. Teléfonos: 55 53 63 42, 55 53 68 65, 55 53 63 42 y 55 86 17 43 (Fax) Horario: Lunes a viernes de 9 a 21 hrs. Responsable de la Biblioteca: Lic. Gerardo Mercado Palomares, Jefe de Servicios al Público. E-mail: servicios.gerardo_mercado@inah.gob.mx</p> |
| <p>AGN</p> | <p>Biblioteca, Hemeroteca</p> | <p>ARCHIVOS.</p> | <p>Eduardo Molina 113 (entrada por Héroe de Nacozari), Col. Penitenciaría Ampliación, Deleg. Venustiano Carranza, C. P. 15350, México, D. F. Tel 5133 9900</p> |



ARCHIVOS.

A.G.N. Archivo General de la Nación.

I.N.A.H. Instituto Nacional de Antropología e Historia.

M.N.A.H. Museo Nacional de Antropología e Historia.

A.P.S.J.X. Archivo de la Parroquia de San Jerónimo Xayacatlán.

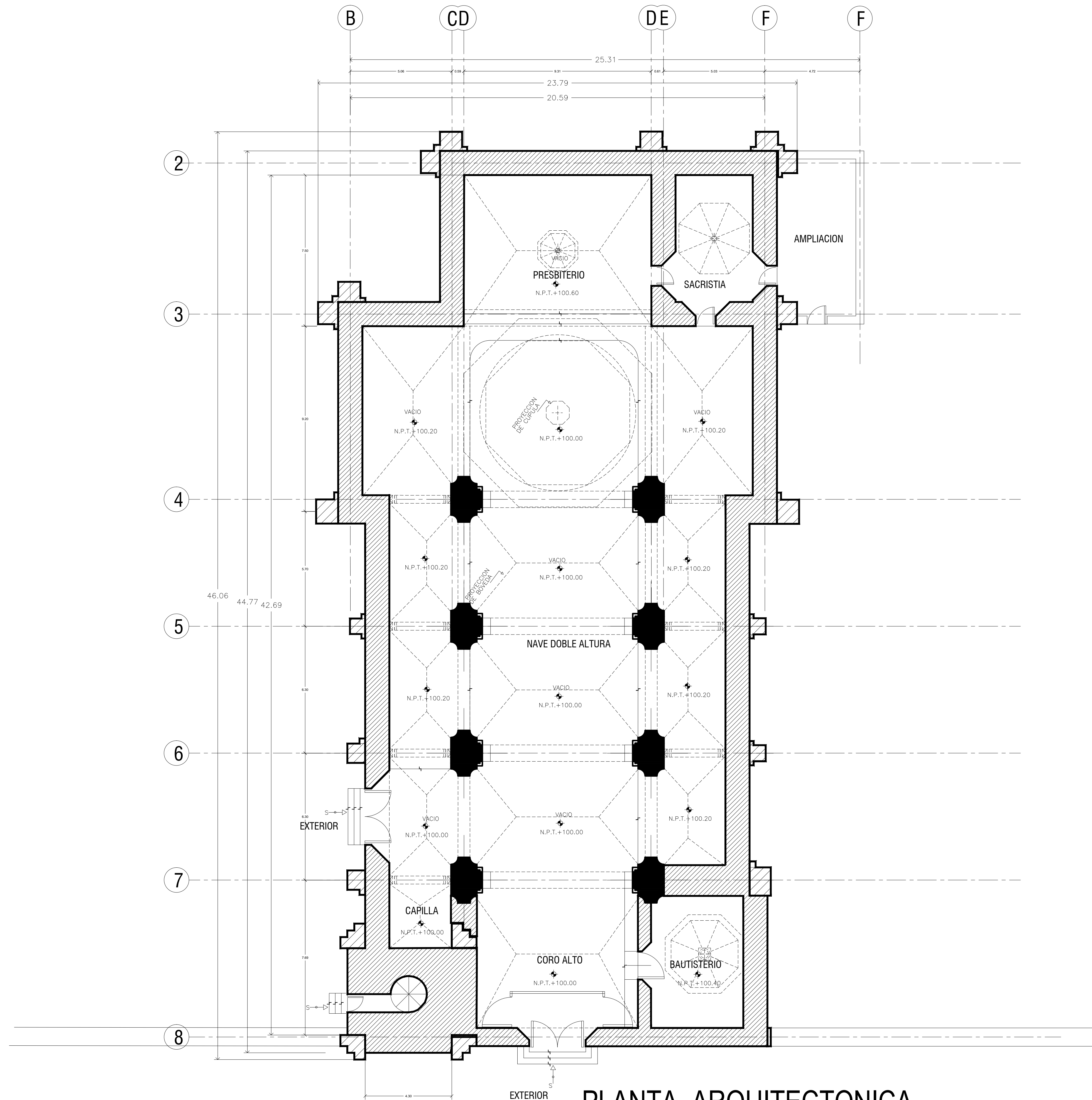
A. M.S.J.X. Archivo Municipal de San Jerónimo Xayacatlán.



ANEXOS.

1. Plano topográfico, con clasificación LEVTOP -01 (topográfico del atrio)
2. Plano arquitectónico, planta nivel +100.00, con clasificación ARQ -01 (planta baja de la parroquia)
3. Plano arquitectónico, planta nivel +115.00, con clasificación ARQ -02 (planta de cubierta de la parroquia)
4. Plano arquitectónico, planta nivel +116.00, con clasificación ARQ -03 (planta arquitectónica de la torre)
5. Plano de alzado arquitectónico, con clasificación ARQ -04 (alzado de puerta secundaria de la parroquia)
6. Plano de alzado arquitectónico, con clasificación ARQ -05 (alzado de acceso secundarios hacia el atrio)
7. Plano de alzado arquitectónico, con clasificación ARQ -06 (alzado de portal principal que da acceso hacia el atrio)
8. Levantamiento fotográfico de la parroquia:
 - Barda atrial
 - Atrio y áreas exteriores
 - Cubierta exterior.
 - Fachada principal
 - Torre campanario
 - Escalera de caracol de torre campanario
 - Interior de la parroquia
 - Coro y órgano
 - Imágenes: santos y santas
 - Casa cural





PLANTA ARQUITECTONICA
NIVEL + 100.00
 1:100

RESPONSABLE EJECUTIVO DEL PROYECTO
 ARQ. GILBERTO SAMUEL HERNÁNDEZ FLORES

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

PLANTA ESQUEMÁTICA

CORTE ESQUEMÁTICO

SIMBOLOGÍA

- N.P.T. Nivel en planta
- N.C.P. Nivel en corte
- N.C.M. Cambio de acabado en piso
- N.C.F. Cambio de nivel en plafón
- N.S.L. Cambio de acabado en plafón
- N.T. Cambio de acabado en muro
- N.C.M. Nivel techumbre
- N.C.P. Nivel coronamiento de muro
- N.P.T. Nivel de piso terminado
- N.S.L. Nivel superior de losa
- N.T.V. Nivel de tierra vegetal
- N.A.V. Nivel antepecho de ventana
- B.A.P. Bajada de agua pluvial
- B.A.N. Bajada de aguas negras
- N.L.B.P. Nivel lecho bajo de losa
- N.L.B.T. Nivel lecho bajo de trabe
- Toma Fotográfica
- Ver plano de referencias fotográficas A-03

NOTAS

- Ver especificaciones y procedimientos constructivos en memoria descriptiva

| REV. | FECHA |
|------|-------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |

PROPIETARIO
 PROPIEDAD FEDERAL

PROYECTO
 PARROQUIA DE SAN JERONIMO

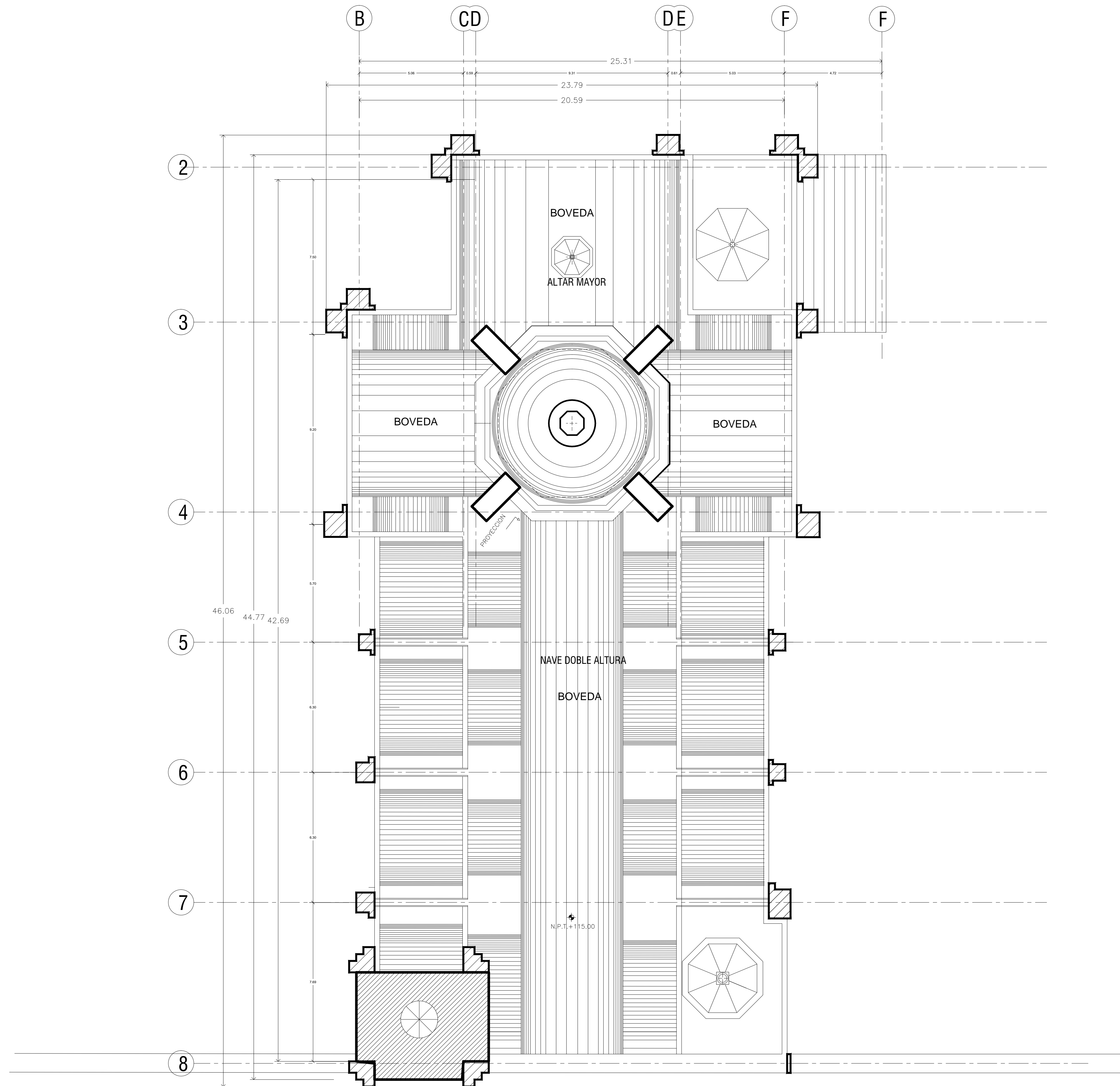
UBICACIÓN
 SAN JERONIMO XAYACATLAN
 ESTADO DE PUEBLA

PROYECTO DE
 ACADEMICO: MAESTRIA EN CONSERVACION
 DEL PATRIMONIO EDIFICADO- BUAP

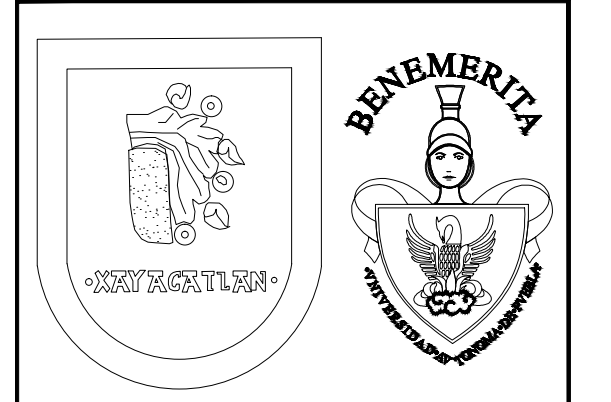
ETAPA
PROYECTO ARQUITECTONICO

CONTENIDO
 EMPLAZAMIENTO
 PLANTA, ALZADOS Y DETALLES

ESCALA 1:100 / OCT 2013
 CLAVE
ARQ-01

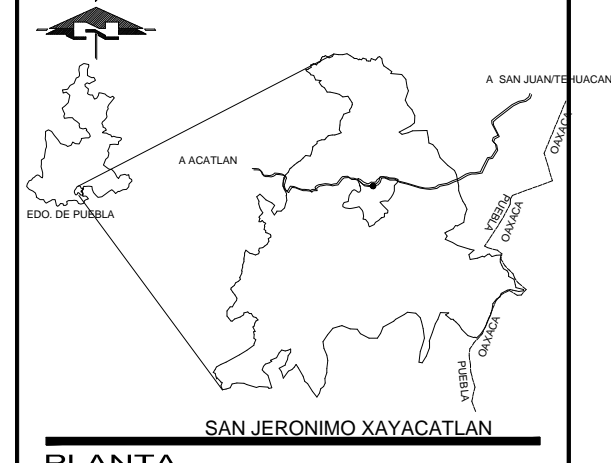


PLANTA ARQUITECTONICA
NIVEL + 115.00
 1:100



RESPONSABLE EJECUTIVO DEL PROYECTO
 ARQ. GILBERTO SAMUEL HERNÁNDEZ FLORES

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



PLANTA ESQUEMÁTICA

CORTE ESQUEMÁTICO

SIMBOLOGÍA

- N.P. Nivel en planta
- N.C. Nivel en corte
- ↕ Cambio de acabado en piso
- ↕ Cambio de nivel en plafón
- ↕ Cambio de acabado en plafón
- ↕ Cambio de acabado en muro
- N.T. Nivel techumbre
- N.C.M. Nivel coronamiento de muro
- N.C.P. Nivel coronamiento de pretil
- N.P.T. Nivel de piso terminado
- N.S.L. Nivel superior de losa
- N.T.V. Nivel de tierra vegetal
- N.A.V. Nivel antepecho de ventana
- B.A.P. Bajada de agua pluvial
- N.L.B.P. Bajada de aguas negras
- N.L.B.L. Nivel lecho bajo de losa
- N.L.B.T. Nivel lecho bajo de trabe
- Toma Fotográfica
- Var plano de referencias fotográficas A-03

NOTAS

- Ver especificaciones y procedimientos constructivos en memoria descriptiva

MODIFICACIÓN

| REV. | FECHA |
|------|-------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |

PROPIETARIO

PROPIEDAD FEDERAL

PROYECTO

PARROQUIA DE SAN JERONIMO

UBICACIÓN

SAN JERONIMO XAYACATLAN
 ESTADO DE PUEBLA

PROYECTO DE

ACADEMICO: MAESTRIA EN CONSERVACION
 DEL PATRIMONIO EDIFICADO- BUAP

ETAPA

PROYECTO ARQUITECTONICO

CONTENIDO

EMPLAZAMIENTO
 PLANTA, ALZADOS Y DETALLES

ESCALA 1:100 / OCT 2013

CLAVE

ARQ-02

7

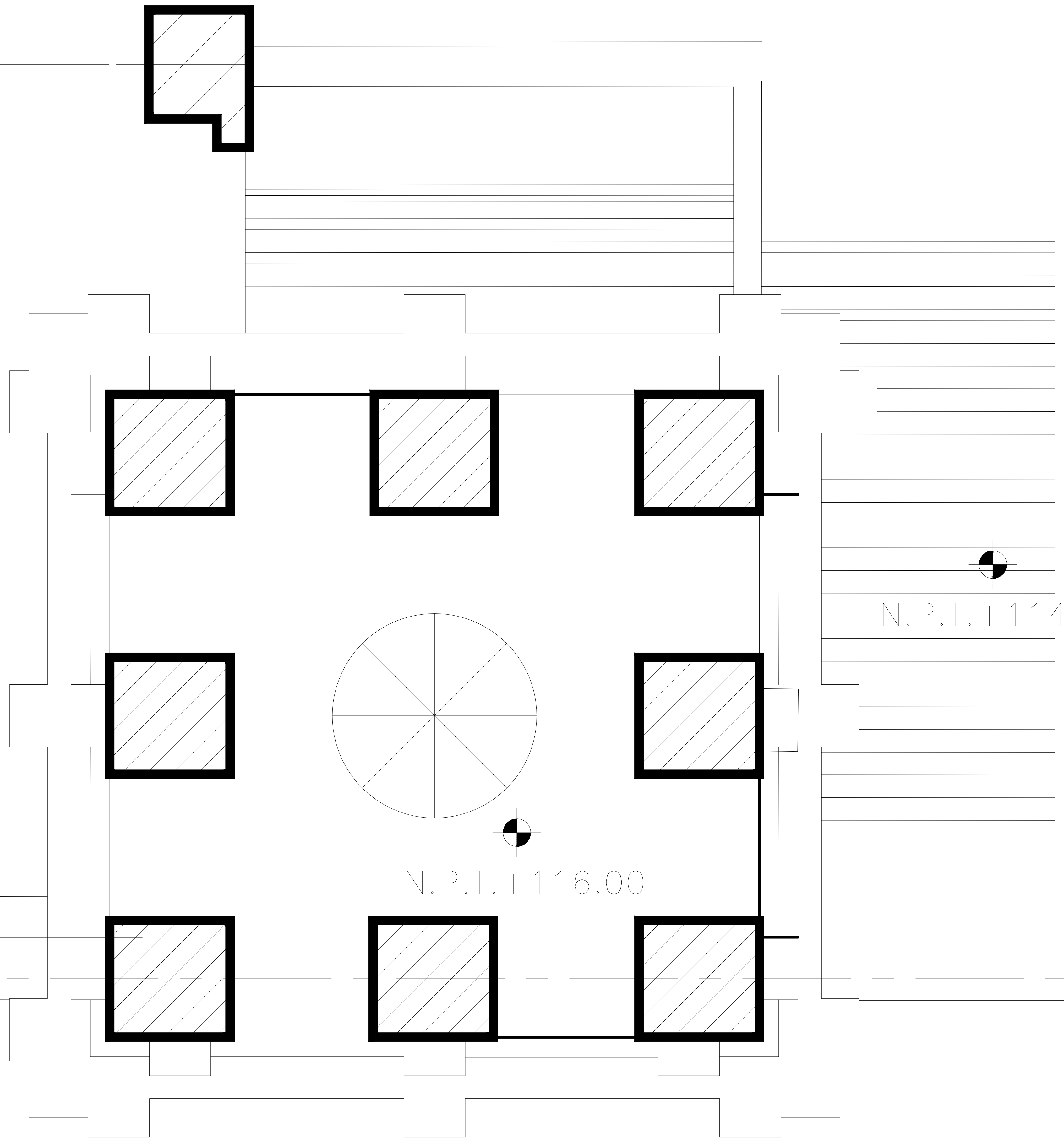
7'

8

7.69

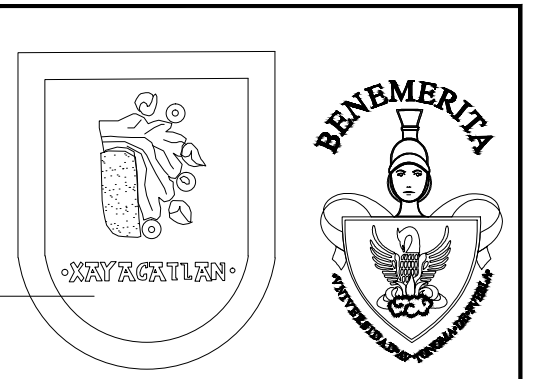
N.P.T. +114.00

N.P.T. +116.00

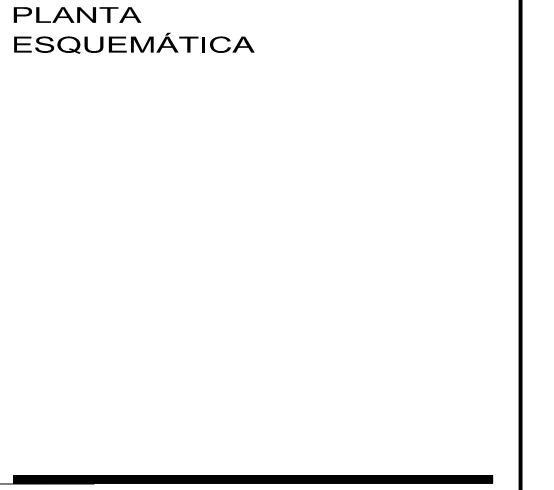
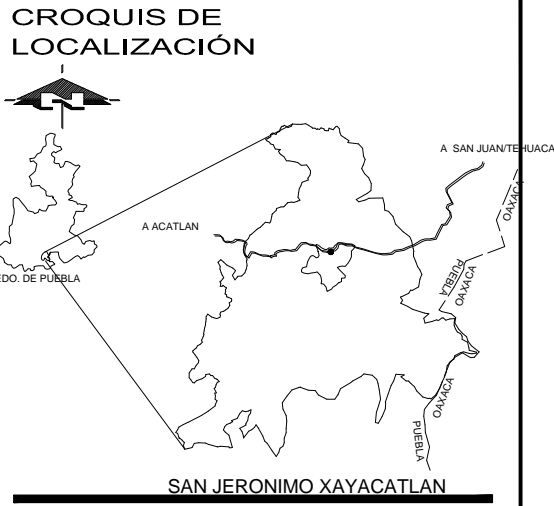


PLANTA ARQUITECTONICA
TORRE CAMPANARIO NIVEL +116.00

1:20



RESPONSABLE EJECUTIVO DEL PROYECTO
 ARQ. GILBERTO SAMUEL HERNÁNDEZ FLORES



SIMBOLOGÍA

| | |
|----------|--|
| | Nivel en planta |
| | Nivel en corte |
| | Cambio de acabado en piso |
| | Cambio de nivel en plafón |
| | Cambio de acabado en plafón |
| | Cambio de acabado en muro |
| N.I. | Nivel techumbre |
| N.C.M. | Nivel coronamiento de muro |
| N.C.P. | Nivel coronamiento de perfil |
| N.P.T. | Nivel de piso terminado |
| N.S.L. | Nivel superior de losa |
| N.T.V. | Nivel de tierra vegetal |
| N.A.V. | Nivel antepecho de ventana |
| B.A.P. | Bajada de agua pluvial |
| B.A.N. | Bajada de aguas negras |
| N.L.B.P. | Nivel techo bajo de piso |
| N.L.B.L. | Nivel techo bajo de losa |
| N.L.B.T. | Nivel techo bajo de trabe |
| | Toma Fotográfica |
| | Ver plano de referencias fotográficas A-03 |

NOTAS

- Ver especificaciones y procedimientos constructivos en memoria descriptiva

MODIFICACIÓN

| REV. | FECHA |
|------|-------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |

PROPIETARIO
 PROPIEDAD FEDERAL

PROYECTO
 PARROQUIA DE SAN JERONIMO

UBICACIÓN
 SAN JERONIMO XAYACATLAN
 ESTADO DE PUEBLA

PROYECTO DE
 ACADEMICO: MAESTRIA EN CONSERVACION
 DEL PATRIMONIO EDIFICADO- BUAP

ETAPA
 PROYECTO ARQUITECTONICO

CONTENIDO
 DETALLES ARQUITECTONICOS

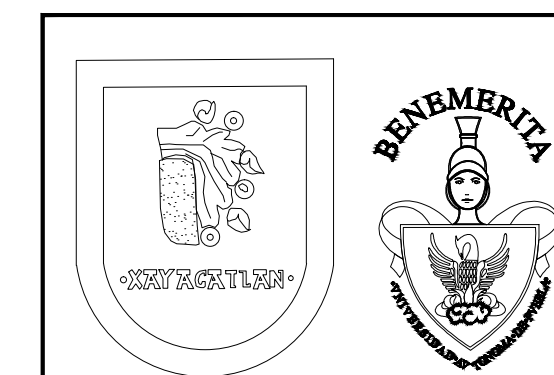
ESCALA 1:20 / JULIO 2014

CLAVE
ARQ-03



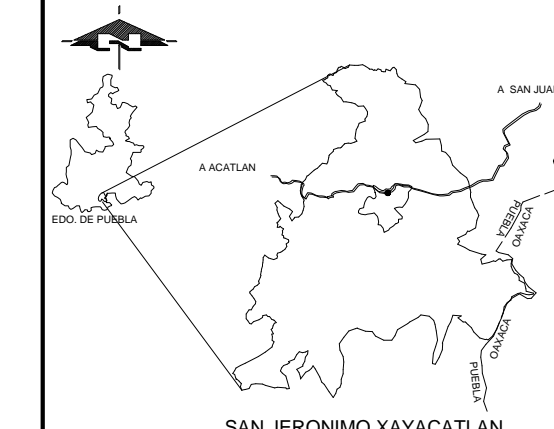
FACHADA ACCESO LATERAL PUERTA LATERAL DE LA PARROQUIA

1:20



RESPONSABLE EJECUTIVO DEL PROYECTO
ARQ. GILBERTO SAMUEL HERNÁNDEZ FLORES

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



PLANTA ESQUEMÁTICA

CORTE ESQUEMÁTICO

SIMBOLOGÍA

- N+ Nivel en planta
- N- Nivel en corte
- ↕ Cambio de acabado en piso
- ↕ Cambio de nivel en plafón
- ↕ Cambio de acabado en plafón
- ↕ Cambio de acabado en muro
- N.L. Nivel techumbre
- N.C.M. Nivel coronamiento de muro
- N.C.P. Nivel coronamiento de pretil
- N.P.T. Nivel de piso terminado
- N.S.L. Nivel superior de losa
- N.T.V. Nivel de tierra vegetal
- N.A.V. Nivel antepecho de ventana
- B.A.P. Bajada de agua pluvial
- B.A.N. Bajada de aguas negras
- N.L.B.P. Nivel techo bajo de piso
- N.L.B.T. Nivel techo bajo de trabe
- Toma Fotográfica
- Ver plano de referencias fotográficas A-03

NOTAS

- Ver especificaciones y procedimientos constructivos en memoria descriptiva

| REV. | FECHA |
|------|-------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |

PROPIETARIO
PROPIEDAD FEDERAL

PROYECTO
PARROQUIA DE SAN JERONIMO

UBICACIÓN
SAN JERONIMO XAYACATLAN
ESTADO DE PUEBLA

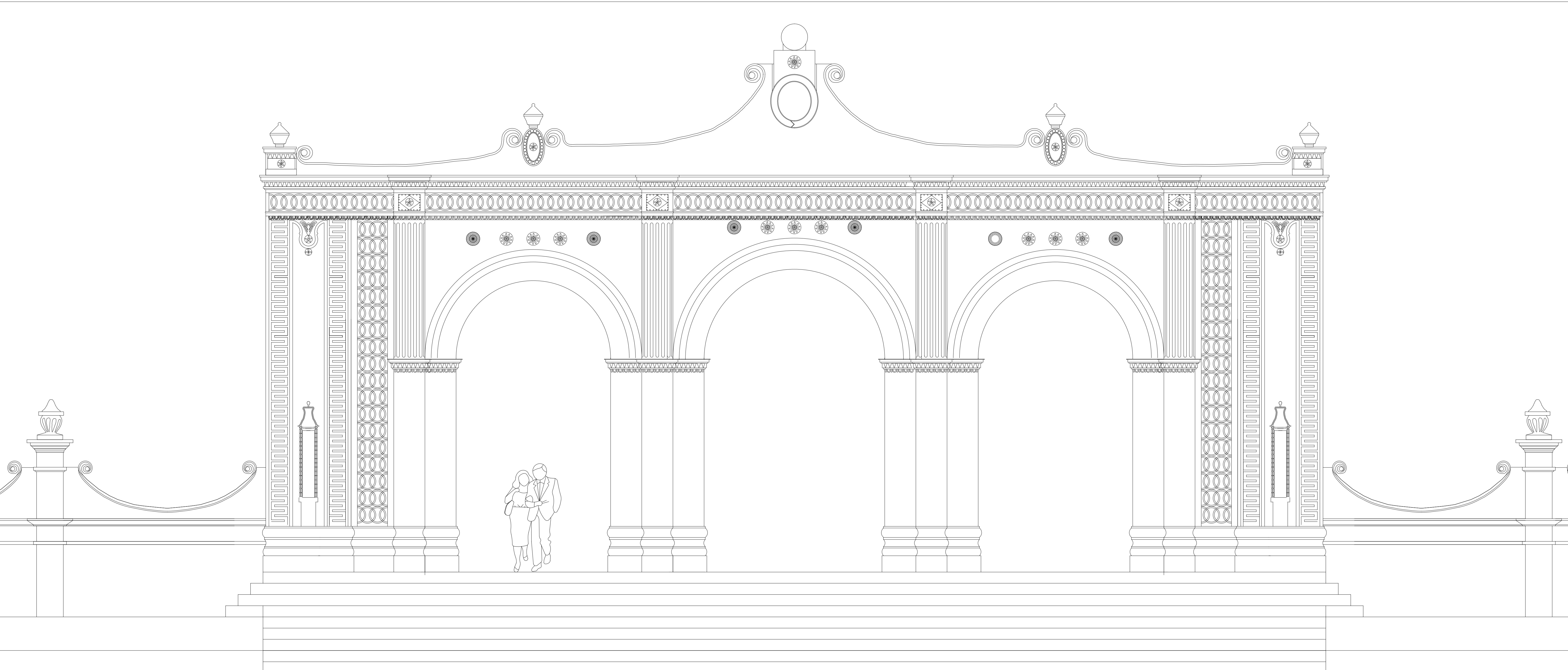
PROYECTO DE
ACADEMICO- MAESTRIA EN CONSERVACION
DEL PATRIMONIO EDIFICADO- BUAP

ETAPA
PROYECTO ARQUITECTONICO

CONTENIDO
DETALLES ARQUITECTONICOS

ESCALA 1:20 / JULIO 2014

CLAVE
ARQ-04



FACHADA DE PORTADA PRINCIPAL
ACCESO A PARROQUIA DE SAN JERONIMO
 1:20

RESPONSABLE EJECUTIVO DEL PROYECTO
 ARQ. GILBERTO SAMUEL HERNANDEZ FLORES

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

PLANTA ESQUEMATICA

CORTE ESQUEMATICO

SIMBOLOGIA

- ↕ Nivel en planta
- ↕ Nivel en corte
- ↕ Cambio de acabado en piso
- ↕ Cambio de nivel en plafón
- ↕ Cambio de acabado en plafón
- ↕ Cambio de acabado en muro
- N.T. Nivel techumbre
- N.C.M. Nivel coronamiento de muro
- N.C.P. Nivel coronamiento de pared
- N.F.L. Nivel de piso terminado
- N.S.L. Nivel superior de piso
- N.L.V. Nivel de tierra vegetal
- N.A.V. Nivel antepecho de ventana
- S.A.P. Borde de agua pluvial
- S.A.S. Borde de agua negra
- N.L.B.P. Nivel techo bajo de piso
- N.L.B.T. Nivel techo bajo de trabe
- T.H. Trazo Horizontal
- V.G. Vaso de referencia topográfica
- A.S. Asa

NOTAS

- Ver especificaciones y procedimientos constructivos en memoria descriptiva

| MODIFICACION | REV. | FECHA | DESCRIPCION |
|--------------|------|-------|-------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

PROPIETARIO
 PROPIEDAD FEDERAL

PROYECTO
 PARROQUIA DE SAN JERONIMO

UBICACION
 SAN JERONIMO YUCATAN
 ESTADO DE YUCATAN

PROYECTO DE
 ACADEMICO MAESTRIA EN CONSERVACION
 DEL PATRIMONIO EDIFICADO- BUAP

ETAPA
 PROYECTO ARQUITECTONICO

CONTENIDO
 DETALLES ARQUITECTONICOS

ESCALA 1:20 / JULIO 2014

CLAVE
ARQ-06



**LEVANTAMIENTO FOTOGRAFICO,
PARA TRABAJO DE TESIS.**

**PARROQUIA DE SAN
JERÓNIMO XAYACATLÁN,
PUEBLA.**





BARDA ATRIAL























ATRIO Y EXTERIOR































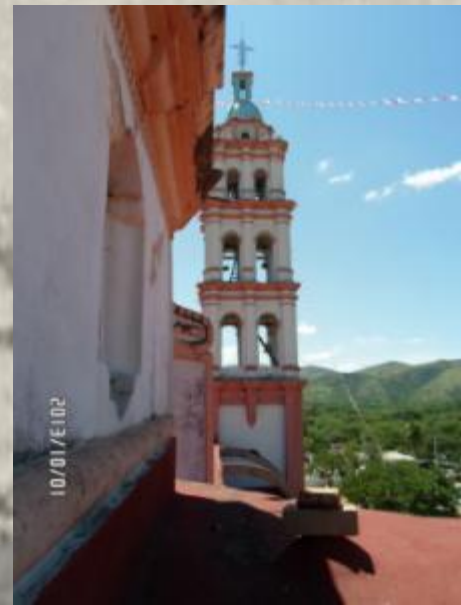


EXTERIOR (CUBIERTA)

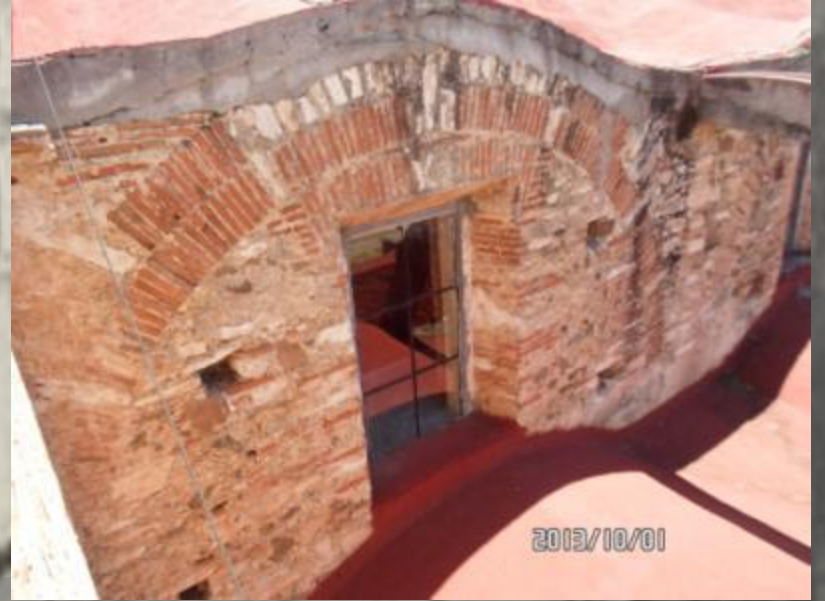




















FACHADA PRINCIPAL O FRONTIS















TORRE | CAMPANARIO







ESCALERA DE CARACOL DE TORRE CAMPANARIO







INTERIOR DE LA PARROQUIA





































CORO Y ÓRGANO











IMÁGENES: SANTOS Y SANTAS













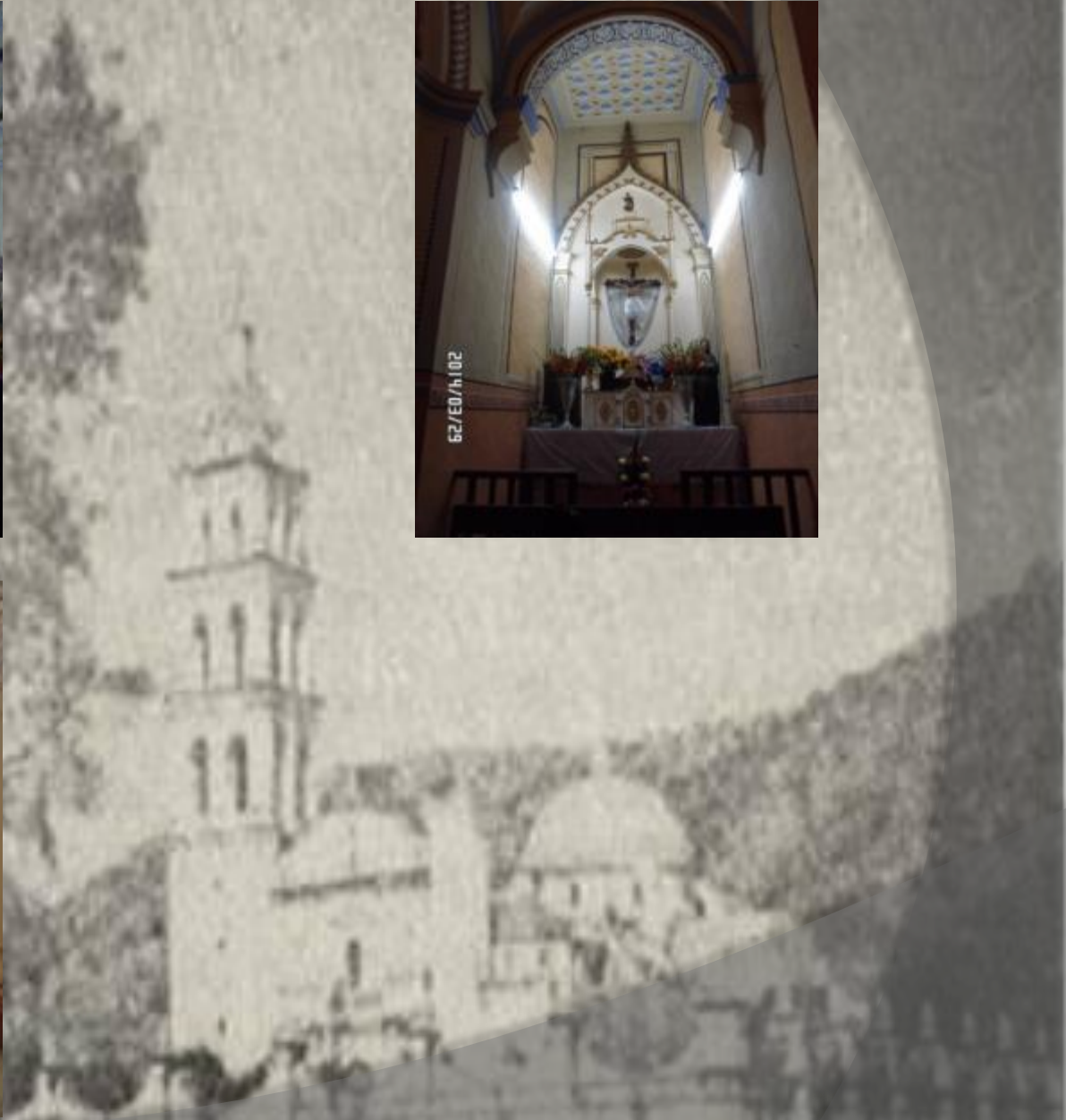












CASA CURAL







