

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

DIVISIÓN DE POSGRADO

Tesis: Estrategias para la Revisión del Estado de Deterioro de Inmuebles Virreinales Construidos con Mampostería de Piedra

Que presenta: CARLOS PASINDO GÓMEZ

Para obtener el grado de: Maestro en Arquitectura, Investigación y Restauración de Sitios y Monumentos Históricos.

Asesor: Dr. Luis Alberto Torres Garibay

Morelia, Michoacán febrero de 2010.

INTRODUCCIÓN..... 4

CAPÍTULO I. Estrategias para la revisión del estado de deterioro de inmuebles virreinales construidos con mampostería de piedra..... 10

I.1. Aproximación al objeto arquitectónico. Secuencia general I... 10

 I.1.1. La investigación histórica.....11

 I.1.2. El levantamiento arquitectónico.....11

 I.1.3. Propiedades de la roca..... 13

 I.1.4. La madera..... 20

 I.1.4.1. Propiedades de la madera..... 21

 I.1.5. Argamasas..... 22

 I.1.5.1. La cal apagada..... 22

 I.1.5.2. Mortero aéreo..... 23

 I.1.5.3. Mortero..... 23

I.2. La investigación y el análisis del entorno ambiental..... 28

I.3. Inspección visual del estado de deterioro. Secuencia II..... 33

 I.3.1. La configuración constructiva de un inmueble de mampostería de piedra..... 34

 I.3.1.1. Generalidades de los análisis estructurales..... 34

 I.3.1.2. El análisis volumétrico y estructural de un inmueble de mampostería de piedra..... 38

I.4. La elaboración de un diagnóstico preliminar..... 42

 I.4.1. La inspección visual del estado de deterioro..... 43

 I.4.2. Deterioro de materiales constructivos..... 43

 I.4.2.1. Deterioro de materiales pétreos..... 44

 I.4.2.1.1. Factores intrínsecos..... 45

 I.4.2.1.2. Factores extrínsecos..... 47

 I.4.2.2. Deterioro de madera..... 49

 I.4.2.3. Deterioro de argamasas..... 50

I.5. La caracterización de materiales. Secuencia III.....56

 I.5.1. La caracterización de materiales pétreos.....56

 I.5.2. La caracterización de argamasas o morteros antiguos..... 60

CAPÍTULO II. Aplicación de la estrategia a la unidad de análisis..... 65

II.1. Aproximación al objeto arquitectónico..... 65

 II.1.1 El ex convento de Ucareo, un inmueble con valor histórico..... 69

II.2. Levantamiento arquitectónico del inmueble..... 71

 II.2.1. Levantamiento del templo..... 73

 II.2.2. Levantamiento de la portada del templo..... 74

 II.2.3. Levantamiento del atrio..... 77

II.2.4. Levantamiento del convento...	77
II.3. Análisis de materiales y sistemas constructivos	
estructurales de la unidad de análisis.....	80
II.3.1 Infraestructura.....	80
II.3.2. Superestructura.....	81
II.3.3. Cubierta.....	82
II.4. Investigación y análisis del entorno ambiental	
del ex convento de Ucareo.....	84
II.5. Configuración constructiva del conjunto	
conventual de Ucareo.....	89
II.6. Levantamiento de deterioros del ex convento	
de Ucareo.....	91
II.7. Diagnóstico preliminar del estado de deterioro	
del ex convento de Ucareo.....	93
II.8. Propuestas para la caracterización de materiales.....	97
CAPÍTULO III. Interpretación de resultados.....	102
CONCLUSIONES.....	106
BIBLIOGRAFIA.....	109

INTRODUCCIÓN

El legado histórico-arquitectónico de generaciones pasadas es una muestra fehaciente de la riqueza cultural de México, manifestaciones como la arquitectura, la pintura, la música, etc., son algunos ejemplos de un pasado que merece ser conservado y valorado. La manifestación central de este proyecto es la arquitectura y tiene como unidad de análisis una obra conventual erigida por la orden agustina en el siglo XVI, se trata del ex convento de Ucareo, localizado en la población que lleva el mismo nombre. El inmueble forma parte de una de las muchas muestras materiales que dan ejemplo del encuentro de dos culturas, el cual, forma parte de nuestra historia como mexicanos.

El objeto arquitectónico de este proyecto se puede considerar como un documento histórico, de ahí que resulte necesario proteger las características arquitectónicas e históricas particulares que posee y como tales se pueden considerar como patrimonio cultural. La UNESCO define como patrimonio cultural lo siguiente:

“El patrimonio cultural de un pueblo comprende las obras de sus artistas, arquitectos, músicos, escritores y sabios, así como las creaciones anónimas, surgidas del alma popular, y el conjunto de valores que dan sentido a la vida, es decir, las obras materiales y no materiales que expresan la creatividad de ese pueblo: la lengua, los ritos, las creencias, los lugares y monumentos históricos, la literatura, las obras de arte, y los archivos y bibliotecas¹”

Por otro lado, el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS, por sus siglas en inglés), dentro de los criterios que señala para considerar un bien cultural, éste debe:

“... ser la manifestación de un intercambio considerable de valores humanos durante un determinado periodo o en un área cultural específica, en el desarrollo de la arquitectura, las artes monumentales, la planificación urbana o el diseño paisajístico².”

¹ Definición elaborada por la Conferencia Mundial de la UNESCO sobre el Patrimonio Cultural, celebrada en México en 1982.

² Sin Autor, “La Convención del Patrimonio Mundial”, ICOMOS, [20 de Junio de 2007], <<http://www.icomos.org.mx/patrimonio.php>.

Tomando en consideración las definiciones anteriores, se puede establecer que la unidad de análisis para este proyecto cumple con los requisitos para ser considerada como un bien cultural que forma parte del patrimonio cultural del país.

El trabajo hace énfasis sobre la importancia de la restauración de bienes inmuebles de carácter histórico. La carta internacional sobre la conservación y la restauración de monumentos y de conjuntos histórico-artísticos señala que los principios que deben presidir la conservación y la restauración de los monumentos, deben ser establecidos de común y formulados en un plan internacional, dejando que cada nación cuide de asegurar su aplicación en el marco de su propia cultura y de sus tradiciones. En el artículo 9^a señala:

“La restauración es una operación que debe tener un carácter excepcional. Tiene como fin conservar y revelar los valores estéticos e históricos del monumento y se fundamenta en el respeto a la esencia antigua y a los documentos auténticos. Su límite está allí donde comienza la hipótesis: en el plano de las reconstituciones basadas en conjeturas, todo trabajo de complemento reconocido como indispensable por razones estéticas o técnicas aflora de la composición arquitectónica y llevará la marca de nuestro tiempo. La restauración estará siempre procedida y acompañada de un estudio arqueológico e histórico del monumento³.”

A la definición anterior se le podría agregar la importancia que representa el conocimiento técnico, no solamente el aspecto teórico de los fundamentos de restauración. En la arquitectura, la restauración y/o conservación de edificios históricos demanda el sabio manejo de recursos, criterios y claro sentido de proporción⁴. Aunado a estos parámetros, el conocimiento de técnicas de manufactura así como el de los materiales constructivos usados, han propiciado un desarrollo en las prácticas de la restauración basadas en un principio por experiencias y técnicas sujetas a prueba y error.

Con el desarrollo de la ciencia y la aparición de nuevas tecnologías, así como con la interpretación de los tratados de construcción, se ha logrado adquirir un conocimiento más científico al momento de intervenir un bien inmueble, se han elaborado metodologías de intervención que, aunque no son normativas universales, en esencia contienen aspectos similares usados en la mayoría de las intervenciones.

³ Fragmento tomado de la Carta Internacional sobre la Conservación y la Restauración de Monumentos y de Conjuntos Histórico-Artísticos en el II Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos, Venecia 1964 Aprobada por ICOMOS en 1965.

⁴ M. Feilden, Bernard, Conservation of historic building, Butterworth Heinemann, 2003.

Una acción importante recurrida dentro de estas metodologías, es el diagnóstico del estado de deterioro de los materiales, principalmente pétreos, ya que son los que se encuentran en mayor proporción en las obras arquitectónicas construidas durante la época colonial de México, aunque hay que observar que no son solamente las rocas los únicos materiales. Durante el proceso de evangelización de la Nueva España, se dio un auge importante en la construcción de espacios para poder realizar tal tarea, estos espacios o inmuebles, fueron edificados utilizando cuatro principales materiales: la madera, las argamasas, la roca y la tierra (el adobe). Tres características definieron el uso de estos materiales: sus propiedades, su disponibilidad y su valor estético.

El problema que representa elaborar un diagnóstico confiable de un bien inmueble no se resuelve solamente con el registro del deterioro de los materiales que lo constituyen, es necesario abundar más en la problemática de su patología, determinar las causas que originan su deterioro. Para ello, es necesario tomar en cuenta diversos factores que pueden afectar su comportamiento, así como establecer una secuencia de revisión que involucre a estos factores para facilitar tal labor.

Hoy en día, existen diversas metodologías de revisión que se han aplicado en diferentes trabajos de restauración, algunos de estos sistemas poseen secuencias similares, que resultan ser obvias en una primera instancia. Consideraciones como levantamientos arquitectónicos, levantamientos de deterioro, inspecciones visuales de los materiales etc. son estrategias ampliamente reconocidas y abordadas.

Sin embargo, es necesario no separar la investigación del deterioro con las características tanto históricas como arquitectónicas del inmueble, así como con la alteración que éste ha sufrido. No se puede abordar el trabajo de la restauración con el conocimiento simplemente de los materiales, ni tampoco con el de la investigación histórica y/o arquitectónico, estas acciones se deben realizar de forma conjunta.

Al abordar el tema del deterioro de los materiales, sus características, la elaboración de un diagnóstico patológico y las consideraciones que deben hacerse hacia el objeto arquitectónico visto como un documento histórico, se fincan una serie de preguntas de investigación. Referente al deterioro específicamente del material, se cuestiona ¿Qué

factores en común intervienen en el proceso de deterioro de un inmueble histórico para establecer una metodología universal de revisión integral, en aras de dictar un correcto diagnóstico? ¿Cuáles son necesarias y de que factores dependen las pruebas de laboratorio y adecuadas para establecer una revisión integral con miras a completar un diagnóstico? y finalmente una vez resuelto el aspecto material y al conjuntarlo con la visión histórica del bien inmueble surge la pregunta ¿Qué criterio de intervención, de acuerdo a la teoría de la restauración y el respeto al monumento, es recomendable seguir al momento de realizar las pruebas de laboratorio?

Este trabajo de investigación plantea la creación de una estrategia de análisis de deterioro de los materiales en un inmueble de carácter histórico, con miras a determinar un correcto diagnóstico, de forma clara e integral, para sentar las bases de la experimentación en laboratorio sobre el deterioro de sus materiales. Se propone una ruta a seguir mediante la utilización de una serie de tablas y fichas que agilizan el trabajo de revisión de deterioro. Dichas tablas fueron hechas mediante una recopilación de información en torno a las características de los materiales, su deterioro y las consideraciones necesarias para establecer la metodología.

La unión de este proyecto con la práctica de la restauración resulta indudable, ya que siguiendo un proceso metodológico para un proyecto de restauración, el estudio de los materiales y sistemas constructivos, se puede elaborar un diagnóstico adecuado del estado de deterioro de la obra arquitectónica. La diagnosis adecuada del estado actual de un edificio antiguo precisa de un reconocimiento profundo de los materiales empleados en su construcción⁵.

A manera de resumen, se puede decir que intervenir una edificación considerada como un bien patrimonial debe ser una tarea científica realizada por especialistas, restaurar es una práctica que conserva y en ocasiones realza las cualidades artísticas y/o históricas del inmueble. La restauración y/o conservación de edificios históricos debe ajustarse al respeto de su esencia histórica, al uso de un sistema constructivo y de materiales dado, así como diferenciar lo antiguo de lo contemporáneo en la obra arquitectónica.

⁵ Fernández París, José Manuel; “*Diagnosis del edificio antiguo y sus condicionantes*”. *Parte I: Consideraciones técnicas sobre los materiales en edificios antiguos*, CURSO DE MECÁNICA Y TECNOLOGÍA DE LOS EDIFICIOS ANTIGUOS, COAM, Madrid, 1987, p. 257-286

Sin embargo, no es faena simple tener un conocimiento integral en todos los aspectos que deben tomarse en cuenta para llevar a cabo una adecuada restauración. Las tareas o acciones de intervención son muy diversas, de ahí que sea un trabajo multidisciplinario que involucre tanto a ingenieros como a historiadores, químicos, estructuristas, arquitectos, especialistas en materiales etc. Éste trabajo está enfocado al aspecto técnico en el rubro de los materiales.

Las obras arquitectónicas, aún siendo apropiadas para soportar las cargas y exigencias para las cuales fueron construidas, no dejan de presentar algunos problemas serios de mantenimiento durante su utilización. Inspeccionar, evaluar y diagnosticar son tareas que deben ser realizadas sistemáticamente, de modo que sus resultados puedan contribuir efectivamente para llevar a cabo un correcto proyecto de restauración.

De ahí la importancia de conocer el deterioro de los materiales constituyentes de un edificio o monumento. Éstos pueden ser afectados mediante tres principales agentes: bióticos, abióticos y antrópicos. Sin embargo, el principal agente de deterioro es el clima (condiciones ambientales) aunado a que con el paso del tiempo, las propiedades estructurales de los materiales decrecen. Por otra parte mientras más tiempo de vida útil tiene una construcción, más probabilidades tiene de experimentar fenómenos naturales como sismos o inundaciones, en otras palabras la resistencia de los materiales es afectada con la exposición y el envejecimiento.

En los últimos tiempos la acción de la restauración ha ido formando equipos multidisciplinarios con mayores conocimientos técnicos y científicos, de tal suerte que se pueden establecer algunas causas de deterioros. Pero el problema en este aspecto material de la restauración no se puede resolver con el simple conocimiento de los materiales, en lo referente a sus características físicas, para mayor conocimiento a nivel técnico se necesita, por un lado, entrar en toda la problemática de la patología, tanto funcional como traumática, Por otro lado, analizar aspectos como su geometría, el de los sistemas constructivos y el entorno al que están expuestos los materiales permitirá, a través de todo un proceso anátomo-fisio-patológico, introducir la terapéutica adecuada.

Observando la manifestación del deterioro presente y el conocimiento del material se puede comprender mejor el proceso de alteración y los agentes que participan en él, en aras de establecer una correcta metodología de intervención restauradora del inmueble en cuestión. La ejecución de ensayos, tanto en la obra como en el laboratorio, tiene como objetivo el interpretar las alteraciones o deterioros que se producen en los materiales.

El interés por abordar éste tema, se originó por la necesidad de que el campo de la ingeniería participe en los trabajos de restauración no solamente a nivel de supervisión, sino que también se involucre en las tareas de diagnóstico, al ser una área que domina el tema de los materiales.

La aportación de este trabajo es proponer una metodología de revisión del estado de deterioro, de manera ágil, mediante el uso de diversas tablas donde se enuncien los principales determinantes que ocasionan el deterioro de los elementos constructivos y cuyo uso sirva para ir elaborando, en conjunto con el levantamiento de deterioros y alteraciones, un diagnóstico patológico de la obra arquitectónica, además de ampliar la visión técnica hacia la investigación histórica y también apoyarse de las herramientas que ofrece el laboratorio de materiales.

El tesis está dividida en tres capítulos, en el primero se aborda la estrategia de revisión del estado de deterioro los materiales constructivos de un inmueble de carácter histórico, las propiedades de sus materiales y las características de su deterioro. Es en este primer capítulo donde se establecen las tablas y fichas necesarias para realizar las acciones que persigue el proyecto, se fundamentan y quedan especificadas su uso.

El segundo capítulo versa sobre la metodología aplicada a la unidad de análisis, se hace uso de la estrategia y se utiliza información tanto documental como de campo no solo del bien inmueble sino de su entorno. Finalmente el tercer capítulo está dedicado a la interpretación de los resultados obtenidos producto del uso de la estrategia metodológica a la unidad de análisis, se analiza el impacto que tuvo cada ficha, las reflexiones del producto final y sugerencias que se deben tomar en cuenta al momento de la realización de la metodología. Se integró también un breve apartado con las conclusiones finales del proyecto.

CAPÍTULO I. Estrategias para la revisión del estado de deterioro de inmuebles virreinales construidos con mampostería de piedra.

La estrategia planteada para este trabajo tiene varias secuencias que se describen en las siguientes líneas, cada una se fundamenta con aportaciones bibliográficas y la elaboración de tablas y fichas que siguen un orden determinada, al final de la redacción de este capítulo, se presenta la gráfica con la ruta general de la metodología propuesta.

El diagnóstico del estado de deterioro o alteración de un inmueble es el punto medular en cualquier actividad de restauración. Es una secuencia que requiere: del conocimiento previo del inmueble, de sus materiales, de la experiencia propia, entre otras cosas. Los resultados de ensayos de laboratorio pueden ser de gran valía en la interpretación y/o corroboración de este diagnóstico. Sin embargo, es necesario conocer que características tiene el inmueble, que deterioros se observan y otras tantas consideraciones para decidir que tipo de ensaye es el conveniente a ejecutar.

La estrategia de revisión debe abordarse partiendo de lo general a lo particular, comenzar con un acercamiento al bien inmueble, tanto a nivel de investigación histórica como de prospección en la edificación; familiarizarse con sus espacios. Esta primera aproximación nos permite identificar las fases de construcción, cambios de sistemas constructivos, etc., información que, aunque es aún muy general, resulta valiosa para leer la edificación y comprender algunos procesos de deterioro que se pudieran presentar.

I.1. APROXIMACIÓN AL OBJETO ARQUITECTÓNICO. Secuencia general I

El primer gran paso que se debe tomar en cuenta, en cualquier trabajo de restauración, es la aproximación al bien inmueble en cuestión, resulta importante conocer la vida que ha tenido, así como los factores que dieron origen a su creación. Toda edificación que conlleve una relevancia histórica o artística contiene en esencia dos tipos de historia: una global (macro historia) y una particular (micro historia). Aunado a esto, es

necesario conocer el inmueble en dos etapas importantes: el como era y como es en la actualidad, para así poder identificar los cambios que éste ha sufrido.

I.1.1. La investigación histórica

La historia global de un inmueble comprende aspectos muy generales de su construcción, aspectos referentes enfocados más a la época y regiones donde la obra se encuentra, en tanto que en su historia particular, pueden encontrarse las razones de su origen y existencia, sus condiciones de permanencia, sus criterios de factura, su validación social o cultural, etc.⁶ Así mismo, es importante en esta fase recopilar y estudiar datos relativos a la construcción, descripciones de la configuración constructiva primaria, intervenciones efectuadas, modificaciones al sistema constructivo, entre otras sobre el bien inmueble a intervenir.

I.1.2. El levantamiento arquitectónico

Conocidas la historia global y particular del bien inmueble, se hace necesario elaborar el registro gráfico de la edificación. El registro y levantamiento de monumentos, sean de carácter histórico o artístico, tiene como objetivo principal conocer las características y dimensiones de éstos, para realizar intervenciones, no solo de restauración, sino también de investigación histórica o de registro. El levantamiento de un bien patrimonial no se reduce a la simple toma de lecturas del largo, ancho y alto de sus espacios, sino que conlleva la medición y el estudio exhaustivo de cada espacio y cada elemento significativo del edificio⁷.

Saber leer el inmueble facilitará la interpretación de los espacios, se podrá tener una aproximación de las causas de deterioro presentes y se podrán identificar espacios perdidos. El levantamiento debe incluir la planta del inmueble, sus cortes, fachadas, registro de materiales y sistemas constructivos, niveles de piso así como la descripción arquitectónica del conjunto, entre otras consideraciones.

⁶ Fernández, Roberto, "Notas para una Introducción a la Teoría y Práctica Restauradora" en Antonio Fernández Alba, et al., Teoría e Historia de la Restauración, Madrid, Alianza Editorial, 1988, p.48.

⁷ Dunn Márquez, Carlos, Nelson Melero Lazo, "El levantamiento arquitectónico", *La documentación arquitectónica, un método para la elaboración de la documentación preliminar de los proyectos de restauración Arquitectónica*, Cuba, especialistas, Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, Ministerio de Cultura, 1992, p. 37.

Objetivos puntuales engloban la acometida principal. De acuerdo con Carlos Dunn⁸, existen cinco fines que todo levantamiento arquitectónico debe perseguir:

- * Documentar de manera gráfica el sistema de estudio plasmado en planos de planta, elevaciones, secciones y detalles.
- * Facilitar la lectura del inmueble,
- * Documentar las evidencias de deterioro o pérdida,
- * Facilitar labores posteriores de intervención a partir de una sólida información gráfica,
- * Garantizar la documentación del inmueble como un estudio individual de sus valores artísticos, arquitectónicos y urbanísticos.

El reconocimiento de los espacios a simple vista no es tarea fácil, se debe tener conocimiento de ciertas referencias sobre el patrón arquitectónico con el que el ingeniero, restaurador, arquitecto o investigador se va a encontrar en la edificación.

La poca o vasta documentación histórica que exista resulta ser de gran valía para el reconocimiento del inmueble. Sin la documentación histórica es difícil realizar una correcta cronología de la obra y las evidencias de la misma pueden confundirse en su interrelación o datación, despreciando lo que es importante y jerarquizando lo intrascendente⁹.

Desde nuestro punto de vista, a partir de esta primera etapa se puede intuir de manera relativamente aproximada el posible deterioro que se presenta en la obra. Un punto fuerte para esta labor es conociendo el tipo de material pétreo localizado, entendiendo a la roca como cualquier masa sólida de materia mineral que se presenta de forma natural en el planeta¹⁰. Su naturaleza y aspecto responden a los minerales que la constituyen. A su vez, esa composición mineral entre otras características son

⁸ Ibidem, op.cit. p.38.

⁹ Viñuales, Graciela y Ramón Gutiérrez, “La documentación histórica en la restauración de monumentos”, en Cuadernos de Arquitectura y conservación del patrimonio artístico, serie ensayos N° 2, México, SEP, INBA, DACPAN, 1979, p.7.

¹⁰ J.Edward Tarbuck,; Lutgens F. K., *Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física*, Madrid, Pearson Education, 2005, p. 79.

indicadores de los procesos geológicos en que se formó, de ahí que se éstas se suelen clasificar en tres grandes grupos: ígneas, sedimentarias y metamórficas.

La importancia de esta clasificación para el tema de la restauración radica en que cada tipo de roca puede ser atacada de diversa manera y por diferentes agentes, es decir cada clasificación tiene comportamiento diferente. Para lograr identificarlas se pueden utilizar técnicas no tan complejas cuando no se cuenta con la experiencia de un geólogo. Resulta entonces necesario conocer las características que distinguen cada clasificación.

Rocas ígneas (ignis: fuego).- Son rocas que se han formado a partir del enfriamiento y solidificación del magma. Dentro de esta clasificación, al igual que en los otros dos tipos de rocas, existe una sub-clasificación de acuerdo a la ubicación del magma al momento de su enfriamiento.

Rocas sedimentarias.- Como su nombre lo indica la palabra sedimentaria indica la génesis de este tipo de roca. Del latín sedimentum, hace referencia al material sólido que se deposita por gravedad a partir de un fluido. Se puede decir entonces, que las rocas sedimentarias se forman por la acción de la meteorización mecánica y física de la materia mineral depositada formando una roca sólida.

Rocas Metamórficas.- El metamorfismo es un proceso químico que involucra modificaciones de la estructura mineralógica y composición de la roca. Entonces, las rocas metamórficas son rocas que sufrieron estos cambios influidos por desequilibrios drásticos y elevados de temperatura y presión.

I.1.3. Propiedades de la roca

Como se observa en las definiciones anteriores, cada tipo posee una sub-clasificación, que nos permite identificar de manera confiable el carácter de la roca en estudio. Este trabajo no pretende ser un tratado de los tipos de rocas, pero es necesario conocer las características generales de cada división y su forma de identificación. Es decir, las rocas presentan particularidades en cada clasificación, de acuerdo a su génesis.

Dentro de las características más importantes destacan: el tipo de textura, minerales presentes, nombre del sedimento, el tamaño de grano, entre otras. Transitoriamente se describe cada una y posteriormente se resumirá la información en una tabla.

Textura. Es una característica propia de las rocas que define la apariencia en general y la sensación al tacto de la misma. Está condicionada por la forma, el tamaño y el ordenamiento de sus cristales. Esta característica es importante para la identificación de muestras en campo, en donde no haya equipo sofisticado.

Contenido mineral.- Los minerales son la materia fundamental de la cual están compuestas las rocas. Son sólidos formados por procesos orgánicos y/o inorgánicos, poseen una disposición ordenada de átomos y composición química definida que le proporcionan un conjunto único de propiedades físicas¹¹, químicas, mecánicas, ópticas, entre otras.

Nombre y tipo del sedimento.- Existen dos tipos de sedimento de acuerdo a su origen. Los que se forman por acumulación y transportación de material en forma de clastos sólidos derivados de la meteorización mecánica y química¹². Los depósitos formados por este fenómeno se denominan detríticos y las rocas formadas se denominan rocas sedimentarias detríticas. El otro tipo se forma por la meteorización química de la materia base soluble, formando las rocas sedimentarias químicas.

Con el conocimiento de estas características y su reconocimiento en el material se puede ubicar el tipo de roca. Las siguientes tablas fueron tomadas de un trabajo de clasificación establecido en donde de acuerdo con parámetros como los antes señalados y ayuda de una lupa se pudo distinguir el tipo de material. Cada clasificación se representa en una tabla. La primera de ellas refiere a la clasificación de rocas ígneas y usa como principales parámetros la composición mineral y la textura. La segunda involucra la clasificación de rocas sedimentarias divididas en dos grandes grupos de acuerdo al origen del sedimento. La última tabla hace referencia a las rocas metamórficas más comunes.

¹¹ *Ibidem*, p. 88.


¹² *Ibidem*, p. 203.

Tabla1.- Clasificación de los principales grupos de rocas ígneas según su composición mineral y su textura. Las rocas de grano grueso se denominan plutónicas y se solidifican debajo de la superficie. Las rocas de grano fino se denominan volcánicas. Las rocas ultramáficas son oscuras y densas, compuestas casi en su totalidad por minerales que contienen hierro y magnesio, aunque son relativamente poco comunes en la superficie terrestre, éstas rocas son constituyentes principales del manto superior.¹³

Composición química		Granítica (félsica)	Andesítica (intermedia)	Basáltica (máfica)	Ultramáfica	
Minerales dominantes		cuarzo feldespato potásico plagioclasa rica en sodio y calcio	anfíbol plagioclasa rica en sodio y calcio	Piroxeno plagioclasa rica en calcio	Olivino Piroxeno	
Minerales accesorios		Anfíbol moscovita biotita	piroxeno biotita	anfíbol olivino	Plagioclasa rica en calcio	
T E X T U R A F a n e r í t i c a (grano grueso) A f a n í t i c a (grano fino) P o r f í d i c a (grano fino) V í t r e a P i r o c l á s t i c a (fragmentaria)		GRANITO	DIORITA	GABRO	PERIDOTITA	
		RIOLITA	ANDESITA	BASALTO	KOMATITA (poco común)	
		"porfídico" precede de cualquiera de los nombres anteriores siempre que haya fenocristales apreciables				Poco comunes
		Obsidiana (vidrio compacto) Pumita Vidrio vacuolar				
		Toba (fragmentos de menos de 2 mmm) Brecha volcánica (fragmentos de más de 2 mm)				
	Color de la roca (basado en el % de minerales oscuros)		0% a 25%	25% a 45%	45%a 85%	

¹³ *Ibidem*, p. 117

Tabla 2.- Identificación de las rocas sedimentarias. Las rocas sedimentarias se dividen en dos grupos principales: detríticas y químicas, según el origen de sus sedimentos. El principal criterio para denominar las rocas sedimentarias detríticas es el tamaño de los clastos, mientras que la distinción entre las rocas sedimentarias químicas, se basa, primordialmente en su composición mineral. ¹⁴

ROCAS SEDIMENTARIAS DETRÍTICAS			
Textura clásica Tamaño del clasto		Nombre del sedimento	Nombre de la roca
Grueso (más de 2mm)		Grava (clastos redondeados)	conglomerado
		Grava (clastos angulosos)	Brecha
Medio (de 1/16 a 2 mm.)		Arena (si el feldespato es abundante la roca se denomina arcosa)	Arenisca
Fino de 1/16 a 1/256 mm)		Limo	limolita
Muy fino (menos de 1/256 mm)		Arcilla	Lutita

¹⁴ *Ibidem*, p. 214.

ROCAS SEDIMENTARIAS QUÍMICAS		
Composición	Textura	Nombre de la roca
Calcita CaCO ₃	No clástica: cristalino de fino a grueso	Caliza cristalina travertino
	Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón visibles, cementados débilmente	Coquina
	Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón de diversos tamaños cementados con cemento de calcita	Caliza fosilífera
	Clástica: caparazones y arcilla microscópicos	Creta
Cuarzo SiO ₂	No clástica: cristalino muy fino	Rocas silíceas (silex) (color claro) Pedernal (color oscuro)
Yeso CaSO ₄ 2H ₂ O	No clástica: cristalino de fino a grueso	Yeso
Halita NaCl	No clástica: cristalino de fino a grueso	Salgema
Fragmentos vegetales alterados	No clástica: materia orgánica de grano fino	Hulla

B
I
O
C
Q
A
U
L
I
M
Z
I
A
C
A

Tabla 3.- Clasificación de rocas metamórficas comunes en base a su textura y tamaño de grano.¹⁵

Nombre de la roca	Textura	Tamaño de grano	Observaciones
Pizarra		Muy fino	Pizarrosidad excelente, superficies lisas sin brillo
Filita		Fino	Se rompe a lo largo de superficies onduladas, brillo satinado
Esquistos	Foliada	Medio a grueso	Predominan los minerales micáceos, foliación escamosa
Gneis		Medio a grueso	Bandeado composiciónal debido a la segregación de los minerales
Migmatita		Medio a grueso	Roca bandeada con zonas de minerales cristalinos claros
Milonita	Poco foliada	Fino	Cuando el grano es muy fino, parece sílex, suele romperse en láminas
Metaconglomerado		De grano grueso	Cantos alargados con orientación preferente
Mármol		Medio a grueso	Granos de calcita o dolomita entrelazados
Cuarcita		Medio a grueso	Granos de cuarzo fundidos, masiva, muy dura
Corneana	No foliada	Fino	Normalmente, roca masiva oscura con brillo mate
Antracita		Fino	Roca negra brillante que puede mostrar fractura concoide
Brecha de falla		Medio a muy grueso	Fragmentos rotos con una disposición aleatoria

Ahora bien, reconocidas son las características y clasificaciones del material pétreo pero aún falta la aplicación de este conocimiento. Como se mencionó, cada tipo de roca puede ser atacada de diversa manera, mediante la recopilación de información sobre el deterioro de este material se logró elaborar la siguiente tabla en donde se muestra cada clasificación con sus diferentes nombres de roca y los deterioros más comunes que éstas presentan.

¹⁵ *Ibidem*, p. 238.

Tabla 4.-Principales agentes de deterioro en los diferentes tipos de roca.

Tipo de roca	Deterioros más comunes
<p>Ígnea</p> <p>Félsicas</p> <p style="padding-left: 40px;">Granito</p> <p style="padding-left: 40px;">Riolita</p> <p style="padding-left: 40px;">Obsidiana</p> <p style="padding-left: 40px;">Pumita</p> <p>Intermedias</p> <p style="padding-left: 40px;">Andesitas</p> <p style="padding-left: 40px;">Diorita</p> <p>Basálticas</p> <p style="padding-left: 40px;">Basalto</p> <p style="padding-left: 40px;">Gavro</p> <p>Piroclásticas</p> <p style="padding-left: 40px;">Toba</p> <p style="padding-left: 40px;">Ignimbrita</p>	<p>*Son coherentes, firmes y no porosas, siendo en consecuencia estables al contacto con el agua</p> <p>*Su estabilidad disminuye con los cambios de temperatura</p> <p>*La erosión resultante de la expansiones y contracciones alternadas e irregulares, las hace porosas, a partir de la superficie hacia el interior, lo cual las vuelve accesibles al agua.</p> <p>*El granito y el basalto son marcadamente vulnerables a esta clase de deterioro</p> <p>*Aunque las rocas ígneas no contiene pirita, ésta puede contaminarlas de varias maneras y luego atacarlas con los productos de oxidación e hidrólisis.</p> <p>*Con excepción del granito son muy resistentes a la corrosión</p>
<p>Sedimentarias</p>	
<p>Detríticas</p> <p style="padding-left: 40px;">Lutita</p> <p style="padding-left: 40px;">Arenisca</p> <p>Conglomerado</p> <p>Químicas</p> <p style="padding-left: 40px;">Caliza</p> <p style="padding-left: 40px;">Coquina</p> <p style="padding-left: 40px;">Creta</p> <p style="padding-left: 40px;">Carbón</p>	<p>*Severamente atacadas por el agua, ya que no permiten el movimiento de soluciones acuosas.</p> <p>*La aparición de una eflorescencia escasa, blanquecina o amarillenta se debe a inclusiones calcáreas que comprende la acción de microflora reductora de hierro.</p> <p>*Pueden mostrar corrosión debido a ácido carbónico, que se aprecia en las paredes expuestas a la lluvia.</p> <p>*Las areniscas se intemperizan en gran escala en un ambiente desfavorable.</p> <p>*En diversas especies de calizas se producen costras que consisten en un gran número de hojuelas, la contaminación atmosférica así como los sulfatos en el agua del suelo pueden ser responsables de las costras de yeso.</p> <p>*En las rocas calizas las áreas que permanecen húmedas por largo tiempo, son las que primero desarrollan costras de yeso y rápidamente se ennegrecen con el polvo y la suciedad.</p> <p>Conductividad hidráulica puede ser alta.</p> <p>Las lutitas se distinguen por ser fisibles; tendencia a romperse en planos muy poco espaciados y paralelos, es decir, se rompe en láminas.</p> <p>Otro problema es el desgaste (slaking) al ser expuesta a condiciones ambientales</p> <p>*Las rocas cortadas en tal forma que no permitan la colocación paralela de sus</p>

	estratos con respecto al nivel del suelo, se degradan rápidamente.
Metamórficas	
Pizarra Filita Esquisto Gneis Mármol Cuarcita	*Las calizas y el mármol que contienen compuestos de hierro muestran decoloraciones amarillentas y eventualmente se desintegrarán en cuanto los compuestos de hierro entren en contacto con la humedad.

En lo referente a los otros materiales de construcción, su estudio no ha sido tan abordado como el del material pétreo, sin embargo, es necesario tener en cuenta las características que cada uno posee.

I.1.4. LA MADERA

La madera es un material de construcción de origen orgánico renovable, uno de los más usados en forma constante en la edificación durante la época virreinal, hasta que paulatinamente se ha ido sustituyendo por acero y concreto reforzado. Sin embargo, se resiste a abandonar su participación en la construcción contemporánea, al usarse como cimbra y andamiaje, y en elementos arquitectónicos como son los pisos de duela, lambrines, portones, etc.

Las poblaciones que tendrán un manejo más favorable de la madera serán las que se encuentren en cercanía con los bancos de este material. Los árboles que proveen de este recurso son las coníferas y latifoliadas. Las primeras crecen en climas templados o fríos y tienen una estructura en la que predominan las fibras longitudinales y mayor homogeneidad celular, mientras que las segundas crecen en zonas cálidas y su estructura es menos homogénea y poseen mayor diversidad celular.

La madera aparece en las edificaciones dentro de la función estructural tanto en forma de apoyos verticales y horizontales, como en techumbres, así como en entrepisos y pisos.

Las cubiertas o techumbres hechas a base de madera usadas en algunas regiones de la Nueva España van adquiriendo nombres diferentes de acuerdo a la disposición y al

trabajo estructural de sus elementos. Tenemos por ejemplo: cubiertas planas, de armadura de tijera, media tijera, de par y nudillo, etc. Estas estructuras siguen una serie de patrones específicos, por ejemplo, las denominadas gualdras son vigas de dimensiones amplias, tiene la función de una trabe, las vigas de arrastre son piezas de madera colocadas en la parte más alta del muro para recibir otras vigas o las armaduras de las cubiertas; tienen la función de una dala de cerramiento.

En lo que respecta a la nomenclatura estructural de elementos de madera, la estructuración de la viguería cambia de nombre según las cargas que recibe y la separación que hay entre viga y viga obedece a un ritmo. Entre viga y viga, se le denomina viga, es decir, que entre el paño de una viga y el de la siguiente mide el espacio del ancho de la misma viga¹⁶. Así también tenemos que por viga parada se entiende cuando entre el paño de una viga y la siguiente existe el espacio equivalente al peralte de la misma viga.

1.1.4.1 Propiedades de la madera

Al hablar de este material nos estamos refiriendo solamente a una fracción del árbol. La madera es la porción leñosa y rígida situada internamente a la corteza de los tallos, que tiene crecimiento secundario en grosor y, en especial de los troncos de los árboles¹⁷. Está compuesta principalmente de celulosa y lignina, sustancias que son las formadoras de las paredes celulares, su contenido de agua varía según se trate de la especie vegetal, el fragmento del tronco cortado, la época de corte, los medios de tratamiento, etc.

Para efectos de conocer algunas propiedades, tenemos que la madera es un material no conductor o poco conductor del calor, propiedad que puede ser usada como aislante. Cuando está en estado seco también puede ser una mala conductora de la electricidad. Otra propiedad que interesa es la densidad, la cual puede variar según la especie desde 0.04 hasta 1.40. En este sentido, se pueden distinguir dos grandes grupos: maderas ligeras y maderas pesadas.

¹⁶ Ricardo Prado Núñez, *Procedimientos de restauración y materiales*, México, Trillas, 2000, p. 151.

¹⁷ *Ibidem*, p.152.

Las denominadas maderas ligeras poseen un peso específico menor de 0.50, mientras que las maderas pesadas rebasan el valor de 0.70. Otra propiedad es su dureza, la cual depende de la robustez de sus membranas celulares y está en relación con la propiedad de la densidad. Poseen, también, la propiedad de la rigidez, que se define como la capacidad que tienen las células de la madera para resistir en forma colectiva curvaturas o retorcimiento, la firmeza, por ejemplo, solicitaciones por aplastamiento, por la tensión o por la rotura transversal¹⁸, en este sentido la firmeza o la resistencia contra el aplastamiento es la de mayor importancia.

En lo referente a las características físicas de la madera, son dos las principales: la textura y el grano. La primera se refiere a la dirección o al acomodo de las células llamadas fibras¹⁹, mientras que la segunda se define como de grano grueso a más de 250 micras o grano fino o cerrado a menos de 250 micras.

I.1.5. Argamasas

También se les denomina como morteros antiguos y su función principal es la de unir los mampuestos de una edificación, además de que pueden usarse como blanqueadores de fachadas y como protección de los muros contra la intemperie mediante los morteros de enlucido.

Su estudio resulta importante para conocer sus propiedades físicas y mecánicas así como los mecanismos de alteración y las causas. Con la caracterización y el conocimiento de los morteros se pueden elaborar las nuevas argamasas que sustituyan los materiales usados en la práctica de la restauración²⁰. Existen diferentes tipos de argamasas, y el manejo de uno o más de ellos producen otros morteros.

I.1.5.1. La cal apagada

Este elemento es el resultado de la calcinación de las piedras calizas (roca sedimentaria). La roca caliza está formada por carbonato cálcico y otros minerales en

¹⁸ *Ibidem*, p.153.

¹⁹ *Idem*, p.153.

²⁰ Aureli Alvarez, *Materiales y técnicas de caracterización modulo 2. Morteros*, Curso de trainmonher, Morelia, p. 1.

menor proporción. Es el material más antiguo usado por el hombre para diversos tipos de trabajo y aplicaciones.²¹

Su obtención inicia con la combustión del mineral calcita presente en la roca para formar el óxido de calcio, posteriormente se obtiene el hidróxido de cal al adicionarle agua al óxido de calcio. El dióxido de carbono que se encuentra presente en la atmósfera reacciona con este hidróxido para formar nuevamente la calcita.

Cuando el óxido de calcio se mezcla con agua y arena se obtiene el mortero. Cuando se acaba de formar tiene una apariencia de una pasta la cual se coloca entre los sillares y gradualmente se va endureciendo.

I.1.5.2. Mortero aéreo (mortero o hidráulico)

Sigue el mismo proceso que la cal apagada, es decir, se inicia con la calcinación de la caliza para formar el hidróxido de calcio (cal viva), si en la calcita originaria no hay presencia de arcillas, la cal obtenida se denomina aérea y a diferencia de la cal apagada no debe haber una reacción con el agua sino solamente con el dióxido de carbono mediante un proceso de carbonatación. Existen dos tipos de cal aérea: cal grasa y cal magra.

La primera se refiere a la cal aérea que contiene un elevado contenido de calcio. Es blanda, porosa, permeable y plástica. Se usa para morteros de unión, para morteros de relleno, tanto en el interior como en el exterior y para recubrimientos internos²². La segunda suele contener impurezas como carbón o cenizas de madera, se usa principalmente en recubrimientos exteriores²³.

I.1.5.3. Mortero

Los morteros más antiguos eran obtenidos a partir de la caliza calcinada en un horno y sumergiéndola durante largo tiempo en agua para formar la llamada cal apagada (hidróxido). Ello era necesario para facilitar la maniobrabilidad del mortero. La arena era añadida a la cal apagada para formar al auténtico mortero de cal, la cal absorbe el

²¹ *Idem*, p.1.

²² *Ibidem*, p. 2.

²³ *Ibidem*, p. 2.

CO₂ del aire para formar nuevamente calcita (carbonato)²⁴. Este proceso era abortado y frecuentemente inhibido en aplicaciones submarinas (debajo del agua).

Este mortero era usado para fabricar muros de ladrillos o bloques de piedra. Se convertía en un producto fuerte, duradero, capaz de mantener el muro intacto y creaba una barrera resistente al agua. El mortero era colocado entre los ladrillos o bloques de piedra y formaba la estructura del edificio. Estaba normalmente formado por arena limpia y otros ingredientes que lo transformaban en un buen material de unión y lo protegían de la erosión producida por la lluvia y por el viento²⁵. Antes de la introducción del cemento Portland a comienzos del siglo XIX, el único material de unión utilizado era el mortero de cal.

En suma, estas son las características generales de los materiales usados en las construcciones virreinales de La Nueva España. No fue el caso el hacer un compendio extenso de cada uno de ellos, sino proporcionar información de las propiedades generales de cada uno de ellos.

Ahora bien, se manifestaron las consideraciones necesarias para comenzar con el levantamiento del inmueble, se procede entonces a la actividad propia usando una ficha como el siguiente ejemplo:

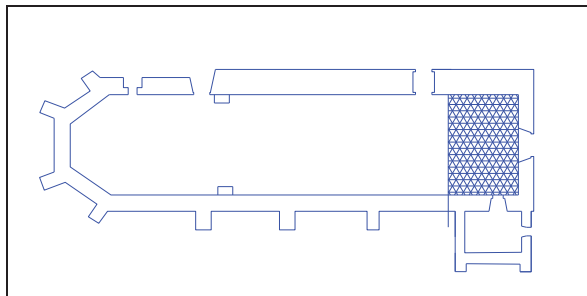
²⁴ *Ibidem*, p. 3.

²⁵ *Ibidem* p. 4.

Ficha 1.- Ficha de registro de materiales.

FICHA DE REGISTRO DE MATERIALES	NOMBRE DEL INMUEBLE
--	----------------------------

Nombre del espacio :	LOCALIZACIÓN.		
Número de Ficha: 01			
Foto No.: 01			



Espacios originales	Espacios no originales

Origen de la roca.

Textura	Minerales observados	Tamaño de grano	Color
Marque el tipo	Ígnea	Sedimentaria	Metamórfica

REGISTRO DE MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS.

1.- CIMIENTOS:	Continuos	<input type="checkbox"/>	Aislados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES:	<input type="text"/>				
<input type="text"/>	<input type="text"/>				

2.- APOYOS (MUROS):	De Carga	<input type="checkbox"/>	Aislados	<input type="checkbox"/>	Continuos	<input type="checkbox"/>	Divisorios	<input type="checkbox"/>
MATERIALES:	<input type="text"/>							
Tipo de roca:	Sillar de Cantería	<input type="checkbox"/>	Mampostería de piedra irregular	<input type="checkbox"/>	Adobe	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ACABADO INICIAL:	Aparente	<input type="checkbox"/>	Aplanado cal-arena	<input type="checkbox"/>	Aplanado cemento arena	<input type="checkbox"/>	Yeso	<input type="text"/>
ACABADO FINAL:	Bruñido	<input type="checkbox"/>	Pintura vinílica	<input type="checkbox"/>	Pintura esmalte	<input type="checkbox"/>	Pintura a la cal	<input type="text"/>
	Lambrín de madera	<input type="checkbox"/>	Chapa de cantería	<input type="checkbox"/>	Color:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

3.- PISOS :	<input type="text"/>							
MATERIALES BASE:	Piso de tierra compactada	<input type="checkbox"/>	Piso de tepetate	<input type="checkbox"/>	Empedrado	<input type="checkbox"/>	Entortado cemento-arena	<input type="checkbox"/>
	Firme de concreto	<input type="checkbox"/>	Entrepiso de madera	<input type="checkbox"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
ACABADO INICIAL	Duela de madera	<input type="checkbox"/>	Baldosa de cantería	<input type="checkbox"/>	Mosaico de pasta	<input type="checkbox"/>	Vitropiso de cerámica	<input type="checkbox"/>
ACABADO FINAL	Barnizado	<input type="checkbox"/>	Aparente	<input type="checkbox"/>	Martelinado	<input type="checkbox"/>	Otros	<input type="checkbox"/>

4.- VANOS:	Puerta	<input type="checkbox"/>	Ventana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
CERRAMIENTOS:	Dintel	<input type="checkbox"/>	Capialzado	<input type="checkbox"/>	Platabanda	<input type="checkbox"/>	Arco	<input type="checkbox"/>

ACABADO	Enladrillado	Teja de barro	reco-	Mosaico		Impermeabilizante
FINAL		cido				

6.- INSTALACIONES EXISTENTES				OBSERVACIONES	
Eléctrica:	Visible	<input type="checkbox"/>	Oculto		
Hidráulica	Visible	<input type="checkbox"/>	Oculto		
Sanitaria	Visible	<input type="checkbox"/>	Oculto		
Audio y Video:	Visible	<input type="checkbox"/>	Oculto		
Observaciones Generales:					

7.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO		
--	--	--

<u>Figura</u>	<u>Figura</u>	<u>Figura</u>
APOYOS	CERRAMIENTOS	ENTREPISOS

A la par del reconocimiento de los espacios, de los materiales y sistemas constructivos se puede comenzar con la investigación del entorno geográfico y ambiental del inmueble, tomando en cuenta que no se puede observar la obra aislada, sino que forma parte de un conjunto, tanto arquitectónico como ambiental, y que lo que suceda en ese entorno repercute directa o indirectamente en el inmueble.

I.2. LA INVESTIGACIÓN Y EL ANÁLISIS DEL ENTORNO AMBIENTAL

Como se dijo, el entender las causas de deterioro de un inmueble es una labor que puede intuirse desde el momento mismo del levantamiento arquitectónico. Analizar no solamente al edificio, sino a todo su entorno, tanto geográfico como ambiental, permite tener una aproximación al diagnóstico patológico del mismo.

La investigación ambiental no debe remitirse a la simple colecta de datos ofrecidos por los centros meteorológicos, sino que se deben analizar demás aspectos sobre las condiciones ambientales a los que han estado expuestos los materiales en su entorno y situación. La lluvia, la climatología, la dirección de vientos dominantes, la composición de la atmósfera y la posición de naves industriales cercanas al inmueble, entre otros, son aspectos que deben estudiarse para descartarlos o tomarlos en cuenta en la apreciación del agente de deterioro observado.

El análisis del entorno ambiental también debe involucrar los impactos de origen natural, sean de origen geológico o hidrogeológico. La siguiente tabla, producto de una recopilación de información de diversos autores, muestra las consideraciones que deben tenerse en cuenta en el estudio de la situación ambiental en que está inserta un bien patrimonial. La primera columna determina el tipo de condición ambiental, la segunda columna muestra las características de esa condición y finalmente en la tercera columna se muestra la fuente emisora de esas condicionantes ambientales.

Tabla 5.- Análisis del entorno natural y geográfico.

Condición Ambiental	Características	Emisor
<i>Contaminantes atmosféricos</i> ²⁶ :		
SMOG	Es un tipo de contaminación a gran escala causado por reacciones químicas, especialmente en periodos de calma atmosférica.	Parque vehicular, emisiones industriales.
LUVIA ÁCIDA	Se produce cuando un contaminante se combina con el agua de la atmósfera	Parque vehicular
PARTÍCULAS NOCIVAS: Óxidos de nitrógeno	Causan baja calidad del aire	Combustión de materiales fósiles, generación de electricidad, transporte.
Dióxido de azufre		Combustibles fósiles, las manufacturas que emplean o producen ácido sulfúrico, la conversión de pulpa de madera en papel, la incineración del azufre

²⁶ Briansó, José Luis, *Contaminación atmosférica y otros impactos sobre los monumentos*, Curso de trainmonher módulo 3, Morelia, p. 3-5.

Dióxido de carbono	<p>Cuando la combustión de combustibles fósiles es eficiente, los mayores productos resultantes son el dióxido de carbono junto con agua. En presencia de un pequeño aporte de oxígeno, una incompleta combustión produce monóxido de carbono. Este producto es emitido normalmente por los vehículos cuando su avance es muy lento, cuando la topografía o el proyecto geométrico lo obligan.</p>	
<i>Impactos de origen natural: geológicos, hidrogeológicos²⁷.</i>	<p>La influencia de catástrofes naturales imprevisibles muy frecuentemente origina serios problemas o incluso el colapso de las estructuras de los monumentos</p>	<p>Terremotos Grandes corrimientos de tierras Formación y fracturas de los embalses naturales Avalanchas Vibraciones Cambios en las líneas de costa Subsidencias terrestres Vulcanismo²⁸</p>
<i>Sales²⁹</i>	<p>Las sales disueltas en el agua contribuyen de forma muy significativa en los procesos de degradación de los Monumentos.</p>	<p>Nitratos: Proceden de materia orgánica: establos, vertederos... Cloruros: Proceden de ambientes marinos en general, de efectos muy negativos sobre las rocas al cristalizar en los poros Carbonatos: Asociados a la disolución de materiales de construcción o de rocas y minerales Sulfatos: Proceden de los suelos o terrenos que contienen sulfatos (yesos). son agresivos porque al cristalizar ejercen presiones en los poros.</p>
<i>Temperatura</i>	<p>Los sucesivos cambios de frío a calor, y viceversa, en los materiales si actúan a largo plazo terminan afectando a los materiales.</p>	<p>Clima regional</p>

²⁷ Ibidem, p. 12.

²⁸ Clasificación de los mayores factores de riesgo para los sitios históricos en conferencia internacional "The Engineering Geology of Ancient Works, Monuments and Historical sites", Atenas, 1988.

²⁹ Ibidem, p.17.

<i>Vientos dominantes</i>	La erosión eólica es una forma de deterioro ya que el viento arrastra partículas de polvo y tierra o contaminantes de alguna fábrica cercana.	Medio ambiente
---------------------------	---	----------------

En resumen, estas son las principales condiciones ambientales que deben estudiarse, o mejor dicho analizarse, para saber si son una de las causas del deterioro observado en el bien inmueble. Se debe resaltar que no es tarea del restaurador el hacer una investigación sobre estos datos, sino que debe tener en cuenta estos aspectos y solicitarlos a los especialistas encargados de la materia; el trabajo multidisciplinar es fundamental.

Otra de las consideraciones ambientales de la cual es necesario prestar especial atención es la de la humedad presente en un inmueble, dado que los problemas que más se plantean en la restauración y conservación de bienes inmuebles se deben a este fenómeno. La humedad es el aspecto que más lesivamente incide en la degradación o deterioro de los materiales constructivos³⁰. El elemento que provoca las humedades es el agua en colaboración con las sales que contiene los propios materiales, también tienen gran influencia los agentes atmosféricos combinados con la presencia de humedad.

Existen 3 principales tipos de humedad: por capilaridad, por origen del nivel freático y por condensación. Cada una tiene características particulares y se producen por diferente circunstancia. La siguiente tabla muestra la definición de cada tipo y sus características que deben tomarse en cuenta en la revisión del estado de deterioro en un bien inmueble patrimonial.

³⁰ [http://www.procediminetos-knapen.es/Ficheros/Patologias\(1\).pdf](http://www.procediminetos-knapen.es/Ficheros/Patologias(1).pdf).

Tabla 6.- Características de las humedades en edificios históricos o antiguos, tomada y depurada de [http://www.procediminetos-knapen.es/Ficheros/Patologias\(1\).pdf](http://www.procediminetos-knapen.es/Ficheros/Patologias(1).pdf).

Tipo (definición)	Características
<p>Humedad por capilaridad procedente del terreno</p> <p>Es el resultado de la ascensión del agua a través de un tubo capilar como consecuencia de la tensión superficial. El origen de esta humedad es siempre el agua contenida en el terreno, pero sin que el nivel freático del mismo llegue a ser alcanzado por la cimentación.</p>	<p>La humedad se presenta en planta de sótano o en planta baja. La humedad adopta la forma de un zócalo de altura aproximadamente uniforme en las partes bajas de los muros pudiendo alcanzar cotas altas en edificios antiguos. Siempre se manifiesta, en muros homogéneos, por ambos paramentos y con alturas similares, sin embargo, el contenido de humedad suele ser algo mayor en el interior del muro que en los paramentos. En el caso de muros no homogéneos, esta altura puede diferir e una superficie a otra e incluso puede variar en mismo paramento. Los muros más húmedos suelen estar orientados al norte cuya superficie, por lo general, puede adquirir coloración si está colonizada por algas, hongos, líquenes, musgo, etc. El elemento constructivo afectado por esta circunstancia contiene humedad pero nunca se moja la mano al contacto, otra característica de este tipo de humedades es la ausencia de olor.</p>
<p>Humedades por condensación</p> <p>Se produce como resultado de la ascensión de gases, fundamentalmente vapor de agua, a través de los rellenos internos de los muros, o bien de los morteros de las juntas, etc. En su ascenso, llegan a un punto de rocío a determinada altura, condensándose dando lugar a cromatizaciones o manchas húmedas elevadas sobre la base del muro. el origen de estas humedades suele estar provocado por el vapor producido por personas, aparatos o máquinas. En climas húmedos la causa puede ser también el vapor de agua contenido en el ambiente exterior.</p>	<p>Estas humedades se manifiestan con frecuencia en los cerramientos de edificios y pueden presentarse a diferentes alturas. Las manchas que se producen adquieren formas y extensión muy variables, sobre su superficie suele formarse moho, pueden aparecer especialmente en épocas húmedas y en recintos donde la infiltración del agua motivada por una o diversas causas provocan un elevado contenido de agua y donde, además, el local esté poco ventilado. De existir este tipo de humedad, pueden producirse despegues de pinturas, papeles, pudrición de madera, etc.</p>
<p>Humedad por origen del nivel freático</p> <p>El origen de esta humedad está provocado por la circunstancia de que los elementos constructivos que constituyen la cimentación del edificio o estancias de sótano quedan dentro de la zona de</p>	<p>Las manchas producidas por este tipo de humedad son de gran extensión, pueden presentarse en forma de zócalo uniforme incluso llegar a cubrir toda la superficie del paramento. Suelen ser más intensas en la proximidad de las grietas, juntas,</p>

<p>variación u oscilación del nivel freático del terreno. Hay veces que estas situaciones se dan en muros situados junto a pendientes o situados en vaguadas. En otras ocasiones la existencia de periodos de lluvia intensa, de deshielo o variaciones estacionales provocan modificaciones en el nivel freático que afectan circunstancialmente la edificación.</p>	<p>encuentros, agujeros, etc., llegando incluso a gotear. Las superficies húmedas pueden presentar la existencia de eflorescencias y, por tanto, el material superficial puede tener aspecto pulverulento de color blanco, esta patología suele aparecer sin cambios de colores en las manchas, ni olores.</p>
---	--

Otro de los aspectos a analizarse en esta primera etapa de aproximación al bien inmueble, es el estudio del entorno geográfico. La identificación de los bancos de material y de las características geográficas, a nivel macro, permite hacer uso de ese banco para futuras intervenciones. Para tal efecto, se puede recurrir a las cartas de uso de suelo, topográfico y edafológico que proporcionan organismos como el INEGI, así como la ayuda de imágenes satelitales.

Una vez realizados los trabajos de reconocimiento del inmueble, sus características constructivas, el análisis de su entorno geográfico y ambiental, y teniendo la mayor cantidad posible de estas acciones, se procede a la inspección visual del estado de deterioro de sus materiales.

I.3. Inspección visual del estado de deterioro. Secuencia II

El paso más complejo de realizar es la inspección visual del deterioro. Su complejidad no estriba en las tareas de su realización, sino en la subjetividad con la que se lleve a cabo. Dentro de esta secuencia se deben tomar en consideración una serie de características tanto del material como de la configuración constructiva del inmueble.

Para abordar esta secuencia es necesario observar al inmueble como un conjunto y separar cada parte para poder estudiar su deterioro de manera más fácil que en conjunto, aunque hay que siempre tomar en cuenta el trabajo estructural que el todo el inmueble posee.

I.3.1 La configuración constructiva de un inmueble de mampostería de piedra.

I.3.1.1 Generalidades de los análisis estructurales

En líneas anteriores se abordó el tema referente a los materiales de una manera aislada, cada uno se estudió por separado para comprender mejor sus características, sin embargo, esta circunstancia dista mucho de la condición real que se presenta en un inmueble y no basta con estudiarlos de ese modo.

Hay que tomar en cuenta que los materiales trabajan en forma conjunta, lo que permite originar un desarrollo estructural adecuado siendo la estabilidad el requisito primordial en toda obra arquitectónica. Un campo que se ha estudiado poco en la investigación y trabajos de restauración es el análisis y diagnóstico estructural de los edificios históricos, principalmente enfocados a intuir su comportamiento ante cargas dinámicas.

Para que se pueda desarrollar la labor estructural en un inmueble histórico se necesita de la interacción de los diferentes materiales que hemos estudiado en temas anteriores. Cada uno de ellos cumple una función específica. La mampostería de piedra (colocación de las rocas con la mano) es el principal elemento presente en un edificio; el esqueleto de la obra, desde la infraestructura hasta la superestructura. Su diseño se basa para sustentar cargas gravitacionales, usando el peso propio para estabilizar las cargas laterales producidas por el viento y/o los sismos, de ahí que sean elementos de considerable espesor.

Las argamasas o morteros cumplen con la función de cementante o aglutinante entre los materiales pétreos. Por último, la función que tienen los elementos estructurales de madera es muy importante, principalmente la cubierta, ya que sirve para formar el sistema estructural completo que se genera entre los muros y la propia cubierta.

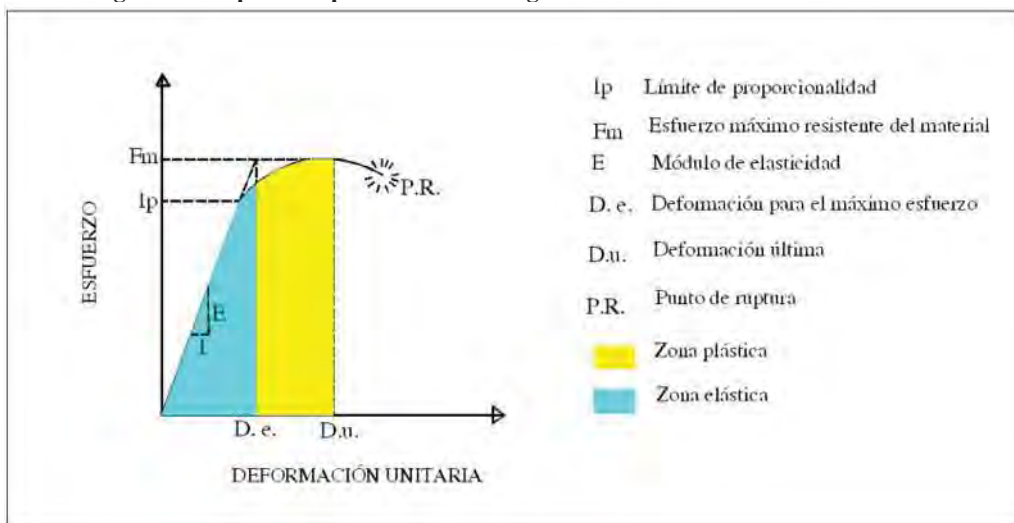
El diseño estructural se basó en un primer inicio en obras sujetas a prueba y error. Desde la construcción de los megalitos de Stonehenge, en 2500 a.C., hasta la construcción del Panteón de Roma en 125 a.C. (por citar algunos ejemplos), la experiencia ganada a través de procedimientos empíricos permitió establecer principios más científicos en el diseño estructural. El conocimiento de las propiedades

estructurales de los materiales ha ayudado al establecimiento de éstas bases teóricas, no solamente para el diseño, sino también para su análisis.

Los materiales poseen propiedades estructurales que les permiten establecer una serie de ecuaciones que describen los estados de respuesta (esfuerzos) del material ante cargas, lo cual manifiestan en un patrón de deformaciones, antes de llegar a las condiciones de falla. Es decir, antes de llegar a la falla total, el material manifiesta deformaciones ante determinados estados de carga, cuando las fuerzas de acción cesan, el material regresa a su forma natural pero una vez rebasada la capacidad de esfuerzos, la configuración del material cambia y por lo tanto sus propiedades disminuyen.

De tal forma que si graficáramos el comportamiento de las condiciones mostradas en el párrafo anterior (Esfuerzos Vs. Deformaciones unitarias), se establecerían dos zonas: la zona elástica, donde los esfuerzos no provocan una deformación permanente del material; éste regresa a su forma original, y la zona plástica, que es donde ocurre la deformación permanente del material y si se sigue incrementando o acelerando la carga, el material llegará a un punto de ruptura como se observa en la siguiente figura.

Figura 1.- Esquema representativo de la gráfica esfuerzo vs. deformación unitaria.



Como puede observarse en la gráfica, los materiales presentan un tramo inicial de forma lineal que permite establecer un parámetro conocido como módulo de elasticidad, el cual se define como la pendiente del mencionado tramo recto. Dicho parámetro es trascendental en los análisis estructurales, ya que de él depende la rigidez

que se puede lograr en la estructura. Su valor se incluye en las metodologías de análisis, por lo que un valor erróneo dará como resultado un incorrecto análisis estructural.

Desafortunadamente, en México no existen referencias acerca de los valores del módulo de elasticidad en los materiales de los inmuebles históricos, por lo que se han adoptado valores obtenidos en Europa. La siguiente tabla muestra algunos parámetros.

Tabla 7.- Propiedades mecánicas de algunos tipos de mampostería en edificios históricos. Tabla proporcionada por El Dr. Guillermo Martínez Ruiz durante el seminario de Criterios de Intervención Estructural en Edificios Históricos.

Material	Peso Volumétrico (ton/m³)	Resistencia a compresión (kg/cm²)	Resistencia a cortante (kg/cm²)	Módulo de Elasticidad (kg/cm²)
Adobe	1.8	2-5	0.5	3000
Bloques de tepetate con mortero de cal	1.8	5-10	0.5	5000
Ladrillo con mortero de lodo	1.6	5-10	1.0	5000
Ladrillo con mortero de cal	1.6	15-20	2.0	10000
Mampostería de piedra irregular con mortero de cal	2.0	10-15	0.5	5000
Mampostería de piedra de buena calidad	2.0	30	2.0	20000

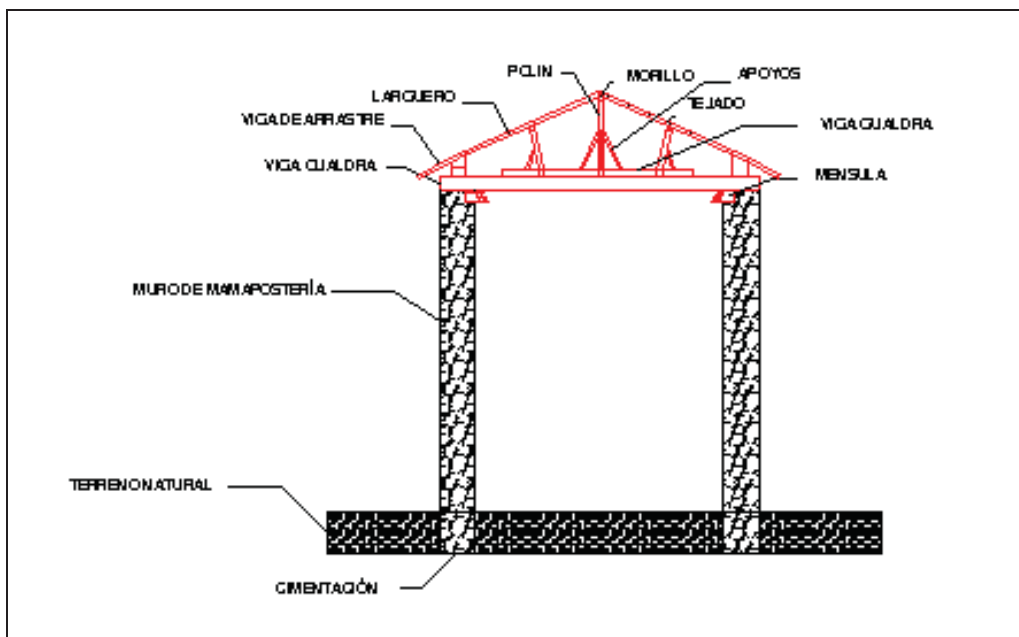
Al analizar la tabla encontramos ciertas ambigüedades. El problema estriba en que no se especifica que tipo de rocas son las componentes de la mampostería mencionada. Además de no detallar en que condiciones climáticas y bajo que circunstancias se encontraban los materiales al momento de ser caracterizados.

Ahora bien, no todos los materiales se comportan de la misma manera según el tipo de esfuerzo a que estén sometidos. En el acero, por ejemplo, las resistencias a cargas de

compresión y tensión son prácticamente iguales, en tanto que en los materiales pétreos las resistencias a fuerzas de compresión son muchos mayores que a esfuerzos de tensión, caso contrario ocurre en la madera. En síntesis, podemos decir que los materiales pétreos resisten o trabajan mejor a compresión, mientras que la madera trabaja de superior manera a esfuerzos de flexión.

El empleo en conjunto de estos dos principales materiales, más las argamasas, forma un esquema estructural adecuado y acorde a las propiedades de cada material. La siguiente figura, producto del levantamiento del templo de la unidad de análisis, da ejemplo de lo anteriormente dicho.

Figura 2.- Sistema estructural formado por la interacción de los materiales en un inmueble histórico.



I.3.1.2. El análisis volumétrico y estructural de un inmueble de mampostería de piedra

Como se ha comentado en párrafos anteriores, los análisis estructurales, no obstante su gran valía, presentan el problema de que requieren un refinamiento en los datos que demandan para su ejecución. El estudio en laboratorio de las propiedades de los materiales es un tema que requiere de mayor investigación para el área de la restauración.

Sin embargo, el comportamiento estructural, su problemática y su estudio pueden abordarse, como una primera aproximación, desde otro enfoque; el análisis volumétrico de las masas, así como el sistema constructivo empleado y los cambios que éste ha sufrido a lo largo del tiempo. Con el estudio de estos parámetros se puede inferir de manera aproximada y confiable determinada causa de deterioro en este rubro del aspecto estructural.

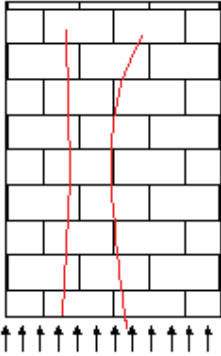
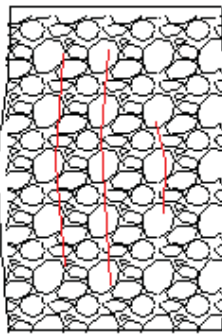
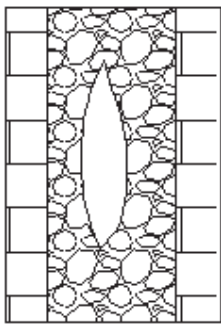

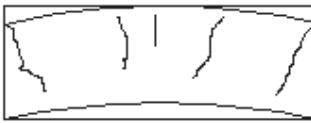
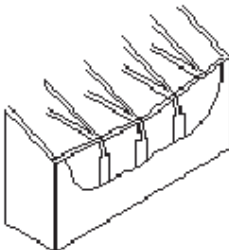
Una forma de realizar tal tarea es separar el inmueble en macroelementos, lo cual permitirá observar de mejor manera los deterioros, entendiendo por macroelementos a aquellos elementos arquitectónicos repetitivos caracterizados por tener una respuesta sísmica que es autónoma del resto del edificio³¹. El mecanismo de deterioro en general del inmueble, así como del comportamiento sísmico observado, será entonces la suma de los deterioros observados en cada macroelemento.

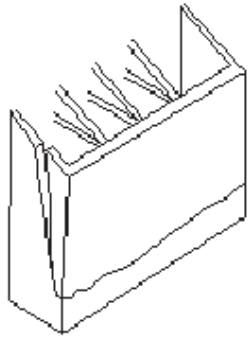
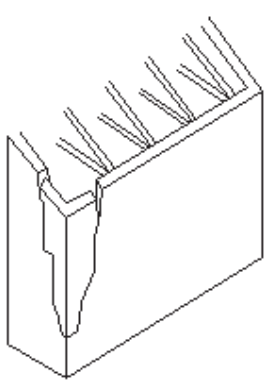
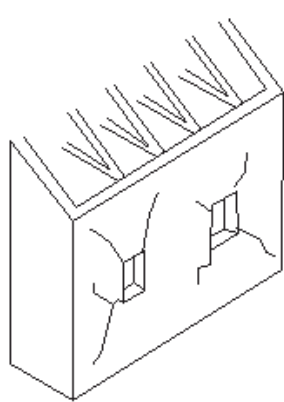
Para el reconocimiento de ese mecanismo de deterioro en cada elemento, existen ciertas referencias de actuación, que van de acuerdo a las deformaciones, grietas y fisuras observadas, lo que permite evaluar el problema estructural que se generó. Son las grietas las que constituyen, principalmente, la manifestación de algún defecto en las edificaciones y pueden deberse a una multitud de causas y factores. Con el análisis morfológico de las grietas podremos comprender los movimientos que ha sufrido la estructura y así diagnosticar sobre el origen del problema.

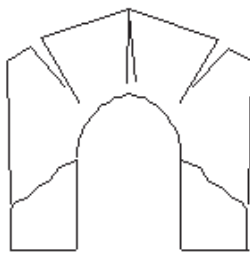
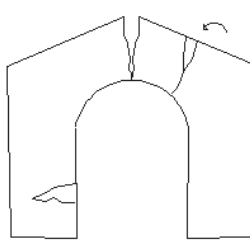
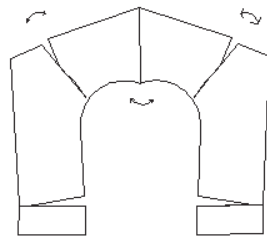
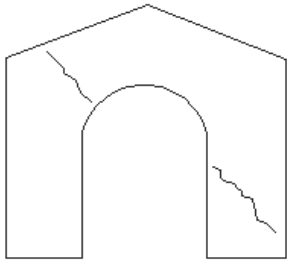
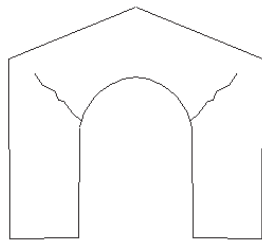
³¹ Definición dada por el Dr. en I. Guillermo Martínez Ruíz durante el seminario de Criterios de Intervención Estructural en Edificios Históricos.

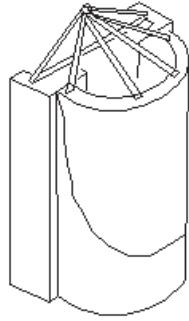
La siguiente tabla muestra las condiciones de deterioro que pueden presentarse y sus causas, tal información ha sido adquirida en base al conocimiento del sistema estructural, su forma de trabajar y la experiencia adquirida.

Tabla 8.- Propiedades mecánicas de algunos tipos de mampostería en edificios históricos. Tabla proporcionada por el Dr. Guillermo Martínez Ruiz durante el seminario de Criterios de Intervención Estructural en Edificios Históricos.

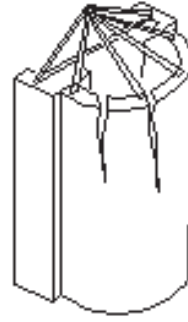
Mampostería		
 <p>Falla por tensión transversal</p>	 <p>Falla por abultamiento</p>	 <p>Falla por separación sobre el plano débil</p>
Muros		
 <p>Agrietamiento por asentamiento en la parte central del muro</p>	 <p>Agrietamiento por asentamiento del muro en sus extremos</p>	 <p>Volcamiento fuera del plano de muro libre en la parte superior por efecto de martillamiento de la cubierta</p>

 <p>Volcamiento fuera del plano de muro libre en sus tres caras</p>	 <p>Expulsión de la esquina</p>	 <p>Deterioro por cortante</p>
--	--	---

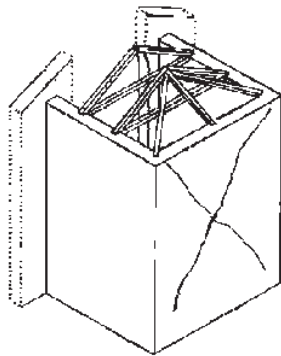
Arco triunfal		
 <p>Falla por cortante bilateral simétrico</p>	 <p>Rotación monolateral de un apoyo</p>	 <p>Rotación bilateral simétrica de los apoyos</p>
 <p>Falla por tensión diagonal o cortante</p>	 <p>Rotación o deformación localizada en el arco</p>	
Ábside		



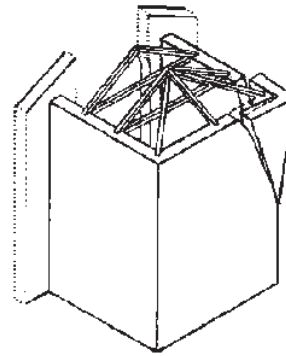
Traslación o roto traslación de la parte superior del ábside con separación a los largo de un plano inclinado



Traslación o rototraslación fuera del plano en ángulo (ábside circular) o en bandas verticales

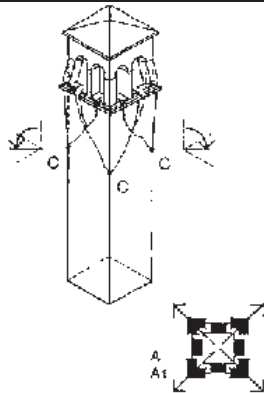


Mecanismo de falla por cortante en el plano con formación de lesión oblicua (cruz de San Andrés)

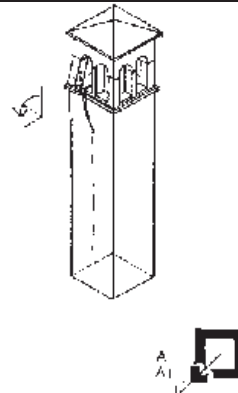


Rotación hacia el exterior como consecuencia de la acción fuera del plano

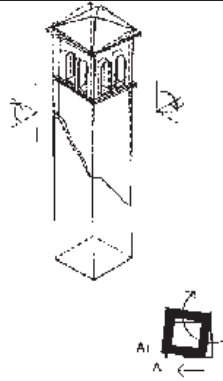
Torre campanario



Rotación hacia el exterior (de las zonas en ángulo) alrededor de los puntos de esquina formando articulaciones en la parte inferior del mecanismo global



Rotación hacia el exterior de una o más esquinas con ángulo de rotación horizontal paralelo al lado o a la diagonal



Rotación de la parte superior de la torre resultante de la combinación de un giro en torno al eje vertical y de una rotación alrededor de un eje horizontal

I.4. LA ELABORACIÓN DE UN DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

Esta secuencia se realiza una vez hechas las etapas anteriores. Es una aproximación que resulta ser a veces la única y fidedigna, aunque también está sujeta de ser comprobada y/o complementada, es un paso importante en la elaboración de cualquier proyecto de restauración y está basada en el análisis del deterioro de la obra arquitectónica. Tendrá que valorar la calidad de la habitabilidad global y el estado de la consistencia y la condición del patrimonio existente³². Los ensayos de laboratorio sobre los materiales pueden ser de gran valía para tales acciones de esta etapa, en el establecimiento del diagnóstico patológico del inmueble.

El diagnóstico preliminar puede realizarse solamente después de ejecutar las etapas de levantamiento, reconocimiento de los sistemas constructivos, del estudio de la volumetría del inmueble, etc. para que, mediante la inspección o análisis visual, hacer un levantamiento de deterioros.

Como se ha venido mencionando, todo este proceso se hace partiendo de lo general hacia lo particular, es decir, observar el inmueble en conjunto, analizar cada macroelemento, para después identificar el deterioro particular en cada componente. Se puede desarrollar de manera similar en cualquier edificación y la superficie de la roca

³² Baglioni A, Guarnerio, La rehabilitación de edificios urbanos, Colección Arquitectura/Perspectivas, Editorial Gustavo Pili, Barcelona, 1988, p.22.

constituye el aspecto particular más importante a analizar. Una vez iniciada la acción de los factores de deterioro, se producen los mecanismos de alteración en la estructura de los materiales, lo cual origina cambios en su organización física y química. Sin embargo, no podemos deducir con facilidad si estos cambios son de estructura física o química o ambas. Para ello, es necesario conocer los tipos de indicadores de deterioro que se presentan en los materiales.

De primera instancia, solo poseemos la apreciación visual, la que, aunque es muy subjetiva, nos permite recoger información del deterioro que de otra forma no se podría hacer en una primera aproximación.

I.4.1 La inspección visual del estado de deterioro de los materiales constructivos

La identificación de los indicadores de deterioro es la herramienta básica de la inspección visual, es una etapa muy importante pero que presenta una problemática al ser un trabajo que concierne a diversos especialistas: químicos, petrógrafos, ingenieros, restauradores, etc. Cada campo posee una nomenclatura diferente y sus percepciones sobre los deterioros ocurridos en la roca de igual forma son variables. Para dar inicio a la identificación de los indicadores de deterioro, es necesario conocer los factores que producen esta circunstancia en los materiales, solo así podemos comprender el efecto y su causa.

I.4.2 Deterioro de materiales constructivos

Los materiales tal y como se les localizan en la naturaleza se encuentran en equilibrio termodinámico con el medio que los rodea. Pero al ser extraídos, labrados, cortados o manipulados, se origina una inestabilidad con ese medio ambiente, quedan expuestos a factores de deterioro diferentes y en ocasiones más agresivos, lo cual disminuye sus propiedades y por consiguiente el tiempo de vida útil como materiales de construcción. Cada material posee propiedades distintas y su uso está determinado por la función estructural, constructiva o arquitectónica que se requiera en la construcción.

Los materiales usados para la construcción se encuentran sujetos a un proceso de deterioro natural, que comienza desde el momento de su extracción y manipulación. Sin embargo, existen factores (bióticos, abióticos y antropogénicos) que incrementan y aceleran esta condición, hay los que son intrínsecos del material y los extrínsecos. El arquitecto-restaurador debe saber identificar las causas del deterioro y sus mecanismos de acción, para poder determinar la secuencia necesaria a seguir en el proyecto de restauración. Cada tipo de material puede ser atacado por el mismo agente de deterioro pero mostrar diferente sintomatología. Para facilitar la comprensión acerca del deterioro sobre los materiales, es necesario dividir su estudio en cada material constructivo.

I.4.2.1. Deterioro de materiales pétreos

La roca es el material que más se ha usado en las construcciones históricas o monumentales al ser un material resistente, durable y con gran valor estético. En su forma natural busca estar en equilibrio con el medio ambiente que lo rodea. Si características como humedad, presión, etc. permanecen constantes y en las condiciones en que se ha generado, su alteración será lenta³³, produciéndose en el material deterioros en periodos de tiempo largos que a la corta vida del ser humano quizás pasen desapercibidos. Pero cuando estos factores deterioro se incrementan, el proceso de alteración se acentúa en pocos años.

Los factores de alteración son múltiples y se manifiestan de diversa forma producidos mediante determinados mecanismos de acción. Dichos factores pueden definirse como parámetros que inducen a la roca a experimentar cambios irreversibles en sus propiedades y a condicionar su comportamiento como elemento constructivo³⁴. Existen factores de deterioro o alteración que son propios de la roca, factores intrínsecos, pero su alteración en ocasiones está vinculada por factores externos o extrínsecos.

³³ Bernis, Mateu J., "Patología y cuidado de los materiales de construcción" en *II Curso de Conservación y Restauración de Monumentos y Ambientes, de re Restauratoria*, Barcelona, 1972, pp.95-107.

³⁴ M. Gracia Gómez de Terreros Guardiola, Manuel Alcalde Moreno, *Metodología de estudio de alteración y conservación de la piedra monumental*, Sevilla, Universidad de Sevilla Secretariado de Publicaciones, 2000 p. 12.

I.4.2.1.1. Factores intrínsecos

Estas causas o factores de deterioro radican en el propio material. Contiene causas relacionadas con el tipo, tratamiento y/o uso de los materiales³⁵. Son factores internos, aunque debe observarse también que algunos dependen de la intervención de la mano del hombre. Pueden agruparse en los siguientes rubros:

Composición química.- Resulta necesario conocerla para entender la posible tendencia a deteriorarse. Para determinar la composición química se realizan análisis en muestras de la misma roca. Estos análisis nos permiten establecer por ejemplo si una roca es de carácter básico, como lo son las calizas, y que son materiales más propensos a ser afectados a los gases ácidos que aquellas que son de carácter ácido. De acuerdo con Arnais y Martín se puede establecerse una correlación entre el grado de alteración y la composición química de la piedra en capas a distinta profundidad³⁶.

Composición mineralógica.- Es un conocimiento más detallado del material, ya que un mismo compuesto, según sea la forma en que haya cristalizado, ofrece distintas resistencias frente al medio donde se encuentra, e incluso un mismo cristal se comporta diferente según sus orientaciones³⁷.

Características petrográficas.- El tipo de roca, dado por su origen y la heterogeneidad presentes en su masa son factores de deterioro, ya que de estas dos características se definen su tamaño de grano, tipo de cementación, compacidad, etc. Granos grandes en una matriz microcristalina proporcionan mayor alterabilidad y más rápida progresión de la misma³⁸.

Propiedades físicas.- Dentro de las más significativas sobresalen las que tienen que ver con la circulación y presencia de agua. La principal propiedad física es la permeabilidad, la cual depende de la porometría y de la interconexión de los poros del material rocoso. Farrán considera una infra-porosidad relacionada con las acciones

³⁵ Andres Mage, *Impactos medioambientales y técnicas de restauración*, Curso de trainmonher módulo 3, Morelia, p. 1.

³⁶ Arnais, M; Martín A., *Alteración de materiales pétreos en obras monumentales. Acción de la contaminación ambiental*, Madrid, Instituto Torroja, 1977, p. 340.

³⁷ M. Gracia Gómez de Terreros Guardiola, Manuel Alcalde Moreno, *Metodología de estudio de alteración y conservación de la piedra monumental*, Sevilla, Universidad de Sevilla Secretariado de Publicaciones, 2000 p. 13.

³⁸ *Ibidem*, p. 13.

químicas y una micro-porosidad con una superficie menor que la anterior, pero que da lugar a los fenómenos de transporte de materia³⁹.

Propiedades mecánicas.- Son propiedades, que en los materiales pétreos se consideran como parámetros de su calidad. Es decir, sollicitaciones externas como: la resistencia a la compresión, a la flexión, tracción, adherencia, al esfuerzo cortante, entre otras.

La disposición de los materiales.- La disposición de los materiales está relacionada con la orientación y colocación del edificio. Las zonas que se encuentran expuestas a mayor cantidad de horas sol sufrirán menos deterioro que las que se encuentren en zonas donde no ocurra tal acción, ya que los materiales disminuyen sus capacidades más rápidamente. La humedad atmosférica se condensa en las partes más frías, las diferencias en las expansiones o dilataciones térmicas sobre los materiales, llegan a producir desperfectos estructurales en los edificios⁴⁰.

Mala elección o uso inadecuado de los materiales rocosos.- La elección de materiales inadecuados o mala colocación de los mismos puede producir deterioro acelerado en ellos. La heterogeneidad de las rocas en elementos estructurales es causa de daño, ya que pueden presentarse distintas resistencias mecánicas en los distintos tipos de roca, lo cual origina zonas más débiles que otras, así también, no se logra tener un adecuado sistema de unión entre los materiales pétreos.

La dirección del apilamiento siempre debe ser perpendicular a los estratos naturales dentro de las rocas, de otro modo los esfuerzos terminan rompiendo las rocas. Las anomalías naturales en las piedras (como venas minerales y micro-fracturas) también tienden a provocar daños.

Errores de construcción.- Importante resulta la capacidad de carga del suelo donde está desplantado el edificio. Cuando se construye sobre capas de suelo no homogéneas o con baja capacidad de carga pueden producirse hundimientos diferenciales o

³⁹ Farran, J;et. Al., *L'alterabilité des roches: ses facteurs, sa pervision*, Paris, Ann. Ins. Tech. Bat. Et Trav. Publics, Vol. 215, 1965, pp. 153-154

⁴⁰ Andres Mage, *Impactos medioambientales y técnicas de restauración*, Curso de trainmonher módulo 3, Morelia, p. 2

inestabilidad en la construcción, provocando una distribución no equitativa de cargas hacia los paramentos verticales y horizontales, dando como consecuencia deformaciones, rupturas y en ocasiones colapsos.

I.4.2.1.2 Factores extrínsecos

Son aquellos que no se originan por las características propias del material. Su origen radica principalmente en los agentes ambientales y la participación de la mano del hombre, la cual es notable tanto directa como indirectamente. Pueden agruparse en cuatro grandes grupos: ambientales, estructurales o de uso, biológicos y de incompatibilidad⁴¹.

Factores ambientales.- Aunque su nombre pareciera indicar que son debidos a los originados únicamente por el medio ambiente, se pueden diferenciar los que son de origen natural y los que son antropogénicos. Los primeros ejercen una acción de tipo físico o químico en gran periodo de tiempo⁴². Entre ellos podemos citar a las variaciones de temperatura, humedad, viento, etc. Mientras que los segundos son los que pueden afectar de forma tanto química como mecánica, destacan la contaminación atmosférica y las vibraciones mecánicas y acústicas. Para facilitar el manejo de información referente a los factores ambientales se realizó la siguiente tabla, que involucra el factor de deterioro y sus características propias.

⁴¹ M. Gracia Gómez de Terreros Guardiola, Manuel Alcalde Moreno, *Metodología de estudio de alteración y conservación de la piedra monumental*, Sevilla, Universidad de Sevilla Secretariado de Publicaciones, 2000 p. 13.

⁴² *Ibidem*, p. 14.

Tabla 9. Factores ambientales y características de acción del deterioro.

Factor	Características
Térmico	La magnitud y frecuencia de las oscilaciones térmicas son factores a considerar, así como de la porosidad y conductividad ⁴³ . Se han observado aumentos de porosidad del 40 al 50% en mármoles sometidos a ciclos con variaciones térmicas de 50°C ⁴⁴ . Estos factores están relacionados con indicadores de deterioro como las rupturas, disyunciones y deformaciones. ⁴⁵ Los mayores daños no tienen lugar de forma inmediata, sino en conjunción con otros parámetros ambientales como el agua ⁴⁶ .
Hidráulicos	Las humedades son los principales tipos de este factor. Los materiales rocosos y las argamasas son, en general, permeables y porosos al vapor de agua y al agua ⁴⁷ . La cual es transportada a través de los poros. En el curso de este movimiento, las sales solubles llenan los espacios al producirse la evaporación del agua, quedando depositadas las sales que, al cristalizarse, cambian de volumen y producen fracturas internas en la roca. Las demás humedades como la higroscópica y por capilaridad tienen el mismo efecto. La lluvia puede llegar a la superficie pétreo por penetración, percolación y chorreo. El impacto continuo causado por las gotas de lluvia rompe las uniones entre las partículas de la roca y va reduciendo su relieve ⁴⁸ . El agua está relacionada con la mayoría de los indicadores de alteración.
Viento	El factor viento puede afectar de dos principales maneras: como una carga extraordinaria y como acción erosiva. Por un lado se relaciona con la evaporación, formación y transporte de sales. Por otro lado la presión del viento sobre un área de un edificio es proporcional al cuadrado de la velocidad del viento ⁴⁹ . En la superficie de contacto (barlovento) el viento crea una sobrepresión, mientras que en la superficie opuesta (sotavento) se crea una succión.
Contaminación atmosférica	Es el factor más grave relacionado con la alteración de los materiales pétreos ⁵⁰ . Es responsable de la sulfatación de rocas y la aparición de costras negras. Los contaminantes más importantes son los gases: Anhídrido sulfuroso, anhídrido carbónico, óxidos de nitrógeno, amoníaco, y los aerosoles de ácidos, sales, metales y partículas carbonosas ⁵¹ .
Otros factores ambientales	Aunque no son tan comunes o su influencia no repercute continuamente como los anteriores, pueden provocar mayores daños en menor cantidad de tiempo como incendios, terremotos, inundaciones, volcanes, etc.

⁴³ *Idem*, p. 14.

⁴⁴ *Idem*, p. 14.

⁴⁵ F. Ortega, *Patología de la construcción. La obra de fábrica*. Sevilla, 1983, pp. 59-63.

⁴⁶ Andrés Mage, *Impactos medioambientales y técnicas de restauración*, Curso de trainmonher módulo 3, Morelia, p. 4.

⁴⁷ T. Stambolov,; J.R.J. Van Asperen, *El deterioro y la conservación de materiales porosos de construcción en monumentos. Una revisión bibliográfica*, Trad. Luis Torres M., México, UNAM, 1984, p. 10.

⁴⁸ M. Gracia Gómez de Terreros Guardiola, Manuel Alcalde Moreno, *Metodología de estudio de alteración y conservación de la piedra monumental*, Sevilla, Universidad de Sevilla Secretariado de Publicaciones, 2000 p. 14.

⁴⁹ T. Stambolov,; J.R.J. Van Asperen, *El deterioro y la conservación de materiales porosos de construcción en ... Op. Cit.* p. 38.

⁵⁰ M. Gracia Gómez de Terreros Guardiola, Manuel Alcalde Moreno, *Metodología de estudio de alteración y conservación ... Op. Cit.* p. 15

⁵¹ *Ibidem*, p. 15.

Factores biológicos.- El deterioro producido por estos agentes conlleva tanto a la destrucción física, así como a los cambios en las características químicas del material. Abarca desde los microorganismos hasta vegetaciones y fauna nociva. Los microorganismos más agresivos son las cianobacterias, que aportan la materia orgánica necesaria para el asentamiento de organismos como hongos, líquenes y actinomicetos⁵². Las raíces de plantas y árboles pueden llegar a desprender materia de los elementos pétreos. La formación de materia orgánica provoca cambios químicos (metamórficos).

Factores de incompatibilidad.- Son factores que dependen del uso de materiales diferentes y que pueden provocar deterioros o mal funcionamiento estructural en el edificio. Se pueden producir distintos cambios volumétricos entre los distintos materiales así como diferentes grados de rigidez, reacciones químicas en la interfase y/o diferentes coeficientes de dilatación térmica.

Factores estructurales o de uso.- Los cambios de uso, o mejor dicho cambios de sollicitación estática, en un inmueble histórico pueden acarrear una sobrecarga en su sistema estructural como lo son: la implantación de archivos y equipos pesados en segundos niveles, la colocación de pisos de concreto que no permiten respirar al suelo y que por tanto la humedad tenderá a subir, por capilaridad, a través de los muros. Las vibraciones de maquinaria pesada cercana al inmueble también producen daños en su estructura, al emitir vibraciones que pueden coincidir con el periodo natural de vibración del edificio, produciéndose así el efecto de resonancia que puede llevar al colapso.

I.4.2.2 DETERIORO DE MADERA

Los principales agentes de deterioro de la madera son los cambios climáticos, ya que provocan variaciones en sus dimensiones, particularmente dilatación en la capa superficial de la madera, lo cual genera agrietamientos y afecta el grano de la madera. Dentro de estos agentes de deterioro por cuestiones climáticas la contaminación y la luz ultravioleta son los más dañinos.

⁵² *Ibidem*, p. 17.

Luz Ultravioleta.- Cuando impacta la energía de la luz ultravioleta se producen reacciones químicas en el interior, rompen enlaces en moléculas orgánicas, lo cual afecta la estructura celulosa de la madera⁵³.

Contaminación.- la contaminación atmosférica contiene sustancias que, al ser transportadas por el agua de lluvia y el aire, penetran en la madera y atacan la celulosa. Las principales sustancias presentes en la contaminación atmosférica son: el anhídrido sulfuroso y sulfúrico y los compuestos del nitrógeno⁵⁴.

Otros agentes de deterioro son el fuego, la humedad- que permite la proliferación de vida- los insectos xilófagos y los hongos. Todos ellos atacan de manera diferente a la madera. Para que los hongos puedan ocasionar deterioro y pudrición es necesario que se presenten las siguientes circunstancias: que la temperatura en la madera sea de entre 20 y 30 °C, que la madera posea un contenido de humedad mayor al 20% y que contenga un pH entre 4.5 y 5.5⁵⁵.

I.4.2.3. DETERIORO DE ARGAMASAS

Las argamasas pueden ser atacadas a nivel químico y/o mecánico. Cuando las raíces de vegetación (plantas de orden superior) penetran en las juntas, tienden a disgregar las argamasas, perdiéndose así éste material.

Otro factor de alteración es la incompatibilidad entre diferentes tipos de argamasas. Los contemporáneos, como son los hechos a base de una mezcla de cemento-arena, tienen una mayor rigidez, por lo que al producirse cambios volumétricos entre las rocas, éstos no permiten los movimientos, lo cual crea una sobrecarga en las argamasas antiguas y tienden a disgregarse de manera más rápida.

El agua también afecta la constitución de las argamasas, ya que pueden originarse reacciones químicas entre los compuestos de éstas y las partículas que pueda contener

⁵³ Ricardo Prado Núñez, *Procedimientos de restauración y ... Op. Cit.*, p. 153.

⁵⁴ *Ibidem*, p. 153.

⁵⁵ *Ibidem*, p. 155.

el agua. Además circunstancias como la carbonatación producen cambios a nivel químico que degeneran en la estabilidad de este material.

Diversos autores han sistematizado sus términos sobre los indicadores de deterioro e incluso manejan un glosario donde se explica sus conceptos. Martín y Alcalde agruparon su estudio en dos capítulos, el primero corresponde a conceptos genéricos como alteración, degradación, etc. Mientras que el segundo versa sobre los indicadores visuales de alteración⁵⁶.

Los términos sobre alteración o deterioro, se usan para designar de forma general cambios en el estado del material que pueden implicar una pérdida de las propiedades propias del mismo, debido a su uso en la construcción de obras arquitectónicas y/o escultóricas. Los indicadores visuales son la primera apreciación del estado de deterioro del material pétreo.

Es importante señalar que los deterioros se definen por diversas características o parámetros básicos, entre los principales están:

*El tipo o clase de deterioro observado (la nomenclatura del deterioro: grieta, mancha, exfoliación, etc.),

*La ubicación en donde se encuentra el deterioro observado,

*La forma que posee el indicador visual del deterioro,

*La extensión, superficie o longitud afectada puede describir el origen del agente de deterioro,

*La intensidad, aunque este parámetro es muy subjetivo, puede intuir de manera visual el grado de de deterioro,

*La cronología del deterioro, para saber si el deterioro tiene una dinámica que pueda ocasionar un problema más serio en un tiempo determinado.

*La dirección que sigue la grieta es necesario conocerla para inferir su comportamiento

⁵⁶ M. Gracia Gómez de Terreros Guardiola, Manuel Alcalde Moreno, *Metodología de estudio de alteración y conservación ... Op. Cit.* p. 17.

Manuel Alcalde Moreno⁵⁷ ha clasificado en cuatro apartados los indicadores visuales de deterioro: modificaciones superficiales, eliminación de materia, deformaciones y separaciones. Algunos conceptos de esta terminología han tenido gran aceptación a nivel mundial, otros conceptos están sujetos a discusión. La siguiente tabla presenta un esquema depurado y modificado a nuestra consideración, de los indicadores que se han aceptado para la descripción del deterioro en la roca.

Tabla 10.- Tabla para la identificación del deterioro en materiales pétreos. Tomada y depurada de la obra de Manuel Alcalde Moreno.

Indicadores visuales de alteración			
Modificación superficial	Cromatización		moteado
	Depósito		pátina
	Costra		eflorescencias
			calcín
Pérdida de material	Con exposición de espacios(huecos)	mecánica	estriado
		físico-química	acanalado
	Sin exposición de espacios (huecos)	mecánica	picado
		nula cohesión	erosión
			pulverización disgregación
Deformación			pandeo hinchamiento
Separación	Ruptura		fracturas grietas exfoliación

Pudiera surgir una pregunta: ¿Basta con conocer los tipos de indicadores de deterioro? ¿Cómo diferenciarlos unos de otros? Para la identificación del deterioro la tabla anterior es de gran valía, pero se debe tener un conocimiento previo del significado del indicador visual y de las características que éste posee para poder distinguirlos de manera clara y ágil, de acuerdo con el apartado de deterioro en que se ubique. La siguiente tabla presenta de manera resumida las características generales de los cuatro apartados y sus indicadores visuales.

⁵⁷ Manuel Alcalde Moreno ha realizado y aplicado la sistematización en los conceptos sobre deterioro, la cual ha usado en la descripción de la morfología de deterioro de las catedrales de Andalucía con gran aceptación.

Tabla 11.- Características generales de los indicadores de deterioro. Elaborada con los datos de la obra de Manuel Alcalde Moreno.

<i>Modificación superficial</i>					
Afecta principalmente al aspecto exterior de la roca sin provocar, generalmente, modificación en la materia subyacente.					
Cromatización.- modificación superficial muy ligera, con cambios de coloración y lustre.	El moteado se presenta en pequeñas áreas y es de origen biológico.	La pátina.- representa el envejecimiento natural y se presenta como un cambio de textura original.	Depósito.- acumulaciones de materiales extraños de diversa naturaleza.	Eflorescencias.- depósito de sales solubles.	Costra.- es una transformación superficial que forma una corteza endurecida, distinta a la zona interior. Varían sus características, físicas, químicas y mineralógicas.
<i>Pérdida de material</i>					
Se supone una pérdida de materia en el material pétreo, según formen huecos o no.					
Con exposición de huecos			Sin exposición de huecos		
Puede deberse a acciones mecánicas externas, acciones de origen físico- químico o ambas.			Se manifiesta en forma de una pérdida de cohesión intergranular. Puede darse por acciones mecánicas externas o por decohesiones. Las mecánicas son producidas por agentes atmosféricos.		
Estriado, se manifiesta por la formación de surcos horizontales de menor adherencia del cementante natural original	Acanalado, es un estriado con surcos grandes	Alveolización: formación de pequeñas cavidades semejantes a un panal de abejas.	Picado: formación de pequeñas cavidades	Erosión: remoción y transporte de materiales debida a procesos físico y/o químicos produciendo reducción del relieve.	
Sin exposición de huecos por decohesiones					
Se producen por pérdidas de cohesión intergranular, por microfisuración del constituyente o por pérdidas de adhesión.					

Pulverulencia. - caída de material en forma de polvo	Disgregación. - caída o desprendimiento de granos o cristales bajo cargas mínimas.	
<i>Deformación</i>		
Alteración general mente producida en la capa externa de la piedra, como consecuencia de una separación interna.		
Pandeo. - es la deformación plástica del material que afecta a todo el espesor de la roca.	Hinchamiento. - levantamiento de la superficie de la roca en forma de curva continua, de color y consistencia variable.	
<i>Separación</i>		
Alteración de la roca que implica separación de partes de la misma. Puede producirse perpendicularmente o paralelamente a la superficie de la roca.		
Fracturas. - se manifiesta en la formación de soluciones de continuidad en la roca generalmente sin desplazamiento relativo de las dos partes.	Grietas. - se manifiesta en la formación de soluciones de continuidad en la roca con desplazamiento o separación de las partes.	Exfoliación. - separación abierta del material en varias láminas delgadas, superpuestas y de espesor uniforme.

En suma, estas son los principales indicadores de deterioro que pueden estar presentes en un bien patrimonial. No obstante la descripción general de cada uno de ellos, solamente con experiencia se podrá tener un dominio en el manejo de la tabla y lógicamente, su aplicación en la intervención.

Ahora bien, para facilitar el registro de los deterioros o incluso las alteraciones presentes en el inmueble, se debe elaborar un registro que permita plasmar los datos referentes de una manera práctica y eficiente y que además involucre a todos los factores antes mencionados. La siguiente ficha da ejemplo de esta circunstancia.

Ficha 2.- Ficha práctica de registro de alteraciones y deterioros.

FICHA DE REGISTRO DE ALTERACIONES Y DETERIOROS

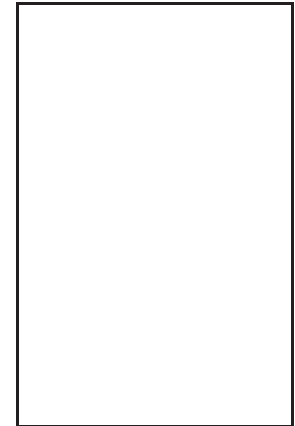
ESPACIO:	
FICHA No.	
FOTO No.	

LOCALIZACIÓN

Entorno	Rural	Urbano		
Tipo de Roca	ígnea	Sedimentaria	Metamórfica	

DETERIORO	ALTERACIÓN		
-----------	------------	--	--

TIPO DE DETERIORO O ALTERACIÓN (EFECTO):	
AGENTE	
CAUSA	



DETALLE FOTOGRAFICO

SIMBOLO	
----------------	--

ubicación

intensidad

forma

Extensión

Zona sísmica	A	B	C
Condición ambiental	Características	Emisor	

Detalle del deterioro:

Características de la humedad		
OBSERVACIONES:		

I.5. La caracterización de materiales. Secuencia III

La caracterización de los materiales es otro paso importante en la estrategia para evaluar el estado de deterioro de los mismos. Sus resultados pueden servir para: corroborar, complementar o confrontar un primer diagnóstico establecido y así definir el diagnóstico final. La realización de ensayos y experiencias, tanto in situ como en laboratorio, van dirigidas a interpretar las alteraciones que se producen en la piedra⁵⁸.

I.5.1. La caracterización de materiales pétreos

No existe una metodología normalizada para estudiar el deterioro de los materiales pétreos que permita establecer un procedimiento de intervención general. Los especialistas han abordado el tema de la caracterización desde diferentes puntos de vista, esto se debe a que en cada estudio que se hace trata de profundizar en un aspecto específico. Angelis D'Ossat plantea el análisis desde tres puntos de vista: artístico, constructivo e histórico, relacionándolos entre sí, Antonio Martín propone una metodología muy rigurosa pero muy particular, y en el mismo tenor se pueden encontrar otros autores que manejan la investigación con diferentes consideraciones.

Sin embargo, la mayoría coincide en una serie de directrices - no normas- a tomar en cuenta, que parten de una investigación del monumento, después un examen ocular para posteriormente realizar una toma de muestras y finalmente proceder a la caracterización y emisión de resultados para establecer el diagnóstico.

⁵⁸ M. Gracia Gómez de Terreros Guardiola, Manuel Alcalde Moreno, *Metodología de estudio de alteración y conservación... Op. Cit.* p. 33.

Hay que entender que, en el caso de los materiales pétreos, la finalidad de la caracterización no se limita solamente a clasificarlos, sino que además, atiende a aquellas características que condicionan su comportamiento⁵⁹. Es decir, también se enfocan en determinar la naturaleza y características de la roca, en evaluar sus propiedades, investigar las causas de deterioro y también probar la eficacia de algunos métodos de conservación.

Las pruebas de laboratorio para caracterizar material pétreo son numerosas y han sido clasificadas en base a los objetivos que se pretenden alcanzar. Se pueden dividir en tres grandes grupos: físicas, químicas y mecánicas, aunque pueden extenderse un poco más, como lo hace Alcalde Moreno al dividir las en: química y fisico-química, mineralógico-petrográfica, de la compacidad, mecánica, térmica y eléctrica y de comportamiento frente al agua⁶⁰. La siguiente tabla muestra las características principales de cada uno de las caracterizaciones enunciadas en líneas anteriores.

Tabla 12.- Tipos y características de pruebas de laboratorio in materiales pétreos.

Caracterización Química	
La determinación de la composición química de las rocas puede proporcionar información esencial en las variaciones de la composición de sus elementos debidas a la exposición a la intemperie, enriquecimiento por aportes de fuentes externas como la contaminación etc.	
<p>Componentes mayoritarios.</p> <p>Para la caracterización química de las rocas, es necesario establecer su composición en función de sus componentes mayoritarios expresada en porcentaje en peso de los siguientes parámetros: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O, K₂O y SO₃</p>	<p>Componentes minoritarios</p> <p>Para la determinación de los distintos componentes minoritarios o componentes traza de una muestra de roca existen diversos métodos fisico-químicos, siendo los basados en su composición microquímica los que ofrecen mayor interés.</p>
<p>Sales solubles</p> <p>La determinación de sales solubles presentes en la superficie de la roca, se utiliza para el estudio de su alteración. La identificación de sales puede efectuarse por diversos métodos instrumentales.</p>	<p>Determinación de otros materiales</p> <p>De especial interés es la aplicación de la microscopia en la investigación de los organismos vivos en los procesos de deterioro de la roca. El microscopio óptico permite reconocer la</p>

⁵⁹ Sherwood, S., Dolske, D, *Acid deposition impacts on marble monuments at Gettysburg*, 7th International Congress of Deterioration and Conservation of Stone, Vol. I, pp. 247-227.

⁶⁰ M. Gracia Gómez de Terreros Guardiola, Manuel Alcalde Moreno, *Metodología de estudio de alteración y conservación... Op. Cit.* p. 37.

	morfología de cada grupo de organismos y microorganismos (algas, líquenes, bacterias, etc)
Caracterización de la compacidad	
Conocer la compacidad de los materiales pétreos es de gran interés, ya que la penetración del agua en su interior desempeña un papel muy importante en su deterioro.	
Porosidad La porosidad es una propiedad que se pone de manifiesto a través de su capacidad de absorber agua por inmersión. Se define como la relación entre el volumen de poros y su volumen total, expresado en porcentaje.	Porometría Estudia la distribución volumétrica de los poros, según su tamaño de radio o diámetro, suele expresarse como un porcentaje del volumen total o por unidad de peso de la muestra.

Permeabilidad Se define como la capacidad de un material de ser atravesado por agua o aire, es una característica de cada material y las variaciones producidas en el mismo deteriorado, en relación con el de cantera, da una idea de la medida en la que los poros han sido taponados como consecuencia del aporte de distintos materiales ⁶¹ .	Densidad absoluta y aparente La determinación de las densidades de los materiales pétreos permiten su caracterización y cuantificar de alguna forma las variaciones sufridas. La densidad absoluta es la relación entre el peso de la muestra y su volumen impermeable, mientras que la aparente es la relación entre el peso de la muestra y su volumen aparente.
Caracterización Mecánica	
Al caracterizar mecánicamente un material pétreo y evaluar su estado de alteración interesa conocer su comportamiento superficial y su comportamiento como un todo frente a fuerzas externas	
Dureza superficial Las propiedades mecánicas superficiales están ligadas a la dureza lo que implica los tres siguientes conceptos de dureza: al rayado, al desgaste y por rebote.	Resistencia global directa La resistencia global directa de las rocas determina su comportamiento frente a la acción de fuerzas mecánicas externas, siendo función de sus componentes mineralógicos y de sus conexiones intercristalinas
Resistencia global indirecta	
Se trata de métodos no destructivos de ensaye que permiten conocer con buena precisión la calidad y heterogeneidad de los materiales pétreos y detectar las fisuras o microfisuras invisibles a simple vista y aquellas alteraciones que afectan al corazón del material.	

Caracterización térmica y eléctrica
Algunos daños producidos en las rocas pueden atribuirse con toda certeza a características como la

⁶¹ Biscontin, G., Riva, G., *Study about water vapour permeability in stone materials after protective treatments*, II International Symposium of Conservation of Stone, Bologna, 1981, p. 698.

expansión térmica. Igualmente el gradiente térmico de temperatura en el interior de los muros es un factor que influye en la condensación de agua de los edificios.	
<p>Expansión térmica</p> <p>Es la característica más fácil para valorar las propiedades térmicas de la roca y su determinación es importante si la piedra está expuesta a cambios rápidos de temperatura durante ciclos.</p>	<p>Análisis termohigrométrico</p> <p>En un bien inmueble, consiste en medir la temperatura y humedad relativa dentro y fuera del mismo.</p>
<p>Conductividad eléctrica</p> <p>La roca es un material aislante en estado seco. la conductividad eléctrica se debe exclusivamente a la presencia de un electrolito, como lo es el agua. Este ensaye tiene interés para comparar rocas del mismo tipo, y puede aplicarse para evaluar tratamientos de hidrofugación.</p>	

<p>Caracterización del comportamiento frente al agua</p>	
<p>La humedad es uno de los principales factores de deterioro de los materiales pétreos, por lo que es necesario determinar y controlar su contenido en el material.</p>	
<p>Métodos directos de determinación de humedad</p> <p>En estos métodos la muestra de material húmedo se pesa y se lleva , a una temperatura dada hasta peso constante. la diferencia entre ambos pesos determian la humedad del material</p>	<p>Métodos indirectos de determinación de humedad</p> <p>Estos métodos miden distintas características de los materiales, y mediante las relaciones establecidas entre las mismas y la humedad, determinan su contenido.</p>
<p>Absorción de agua por inmersión</p> <p>Permite conocer la porosidad de un material, y con ello su posible contenido de agua u otro material.</p>	<p>Absorción de agua por higroscopicidad</p> <p>El comportamiento higroscópico es causa también de cambios de volumen del material que pueden derivar en la formación de grietas y desprendimientos. El ensaye permita valorar la extensión en que se producen determinado deteriro.</p>
<p>Absorción de agua por capilaridad</p> <p>Es la cantidad de agua en forma líquida absorbida por la superficie de un material inicialmente seco en contacto con agua libre.</p>	

Conocidos los resultados de las diversas pruebas o ensayos de laboratorio, se deben analizar en conjunto para volver a realizar un examen visual en los puntos críticos de daño. Se podrá entonces determinar las propiedades del material sano y las variaciones del deteriorado, así también se podrán establecer los factores de deterioro que sufre el material así como de la interpretación de los mecanismos que producen ese deterioro.

I.5.2. La caracterización de argamasas o morteros antiguos

Por lo general, el deterioro presentado en las argamasas implica su restitución por morteros de reemplazo o sustitución, sin embargo, estos últimos tienen que ser duraderos y compatibles con los materiales originales. De tal suerte, resulta importante comprender las características químicas, físicas y mecánicas de los morteros antiguos⁶². Así también, el conocimiento de estas propiedades sirve para evaluar el grado de deterioro de la argamasa. El aspecto de la caracterización química se centra más en evaluar los componentes de los morteros mediante sofisticadas pruebas, lo cual permite obtener datos sobre los componentes químicos y minerales que pudieran ocasionar el deterioro al reaccionar con los propios del material pétreo.

Por otro lado, las propiedades físicas o mecánicas permiten evaluar las características que deben reunir los morteros de sustitución, proporcionando las formulas adecuadas de los componentes del material. Desafortunadamente existen problemas para caracterizar este material por la dificultad que representa obtener una muestra uniforme y coherente dada su baja cohesión y forma irregular. Sin embargo, se han elaborado trabajos donde se describen métodos de ensayo para este tipo de materiales y donde se han obtenido buenos resultados. Son dos las principales pruebas de laboratorio las que permiten evaluar de manera confiable el material⁶³: la prueba de absorción capilar por contacto y la prueba de resistencia a la compresión.

De acuerdo con el estudio mencionado, en las argamasas completamente carbonatadas el coeficiente de capilaridad sirve para medir la compacidad del mortero de enlucido y por tanto su resistencia, es decir, suponiendo que un mortero se encuentre completamente carbonatado, un índice bajo de huecos y los valores correspondientes del coeficiente de capilaridad y resistencia, permiten hacerse una idea del estado de conservación del material⁶⁴.

⁶² Magalhaes, A., *Caracterización física y mecánica de los morteros antiguos. Aplicación a la evaluación del estado de conservación*. Materiales de construcción, Vol. 59, 2009, p. 2.

⁶³ De acuerdo con un estudio realizado por el Laboratorio Nacional de Ingeniería Civil de Portugal en su informe titulado *Caracterización física y mecánica de los morteros antiguos. Aplicación a la evaluación del estado de conservación*

⁶⁴ Magalhaes, A., *Caracterización física y mecánica... Op. cit.*, p.2.

A manera de conclusión y contando con la información obtenida, depurada y analizada podemos establecer una ruta de intervención en la cual los pasos quedan determinados por una serie de actividades que se elaboran para perseguir el fin de revisión el estado deterioro. Las siguientes tres gráficas exponen de manera representativa lo que se abordó en este primer capítulo, se dividen en tres grandes aspectos o secuencias de la estrategia general y cada una contiene actividades que se ligan y las recomendaciones que se deben tener en cada paso.

Secuencia 1. Aproximación al objeto arquitectónico

Identificar espacios nuevos, cambios del sistema constructivo y etapas de construcción

Levantamiento de materiales y sistemas constructivos (ficha 1)

Identificación del material petreo constructivos (Tabla 1, 2 y 3)

Recorrido y reconocimiento del inmueble

APROXIMACIÓN AL OBJETO ARQUITECTÓNICO.

Si es ígneo
Basalto
Granito

Si es sedimentario

Si es metamórfico

Revisar problemas de erosión y porosidad del material

Revisar los análisis de contaminación atmosférica.

Revisar las condiciones de humedad

Análisis del entorno geográfico y ambiental. (Tabla 4)

inmediato al inmueble

hacia el inmueble

de contaminantes atmosféricos

Ubicación de industria en la zona del inmueble

Existe

Análisis de la precipitación pluvial

No existe

Oscilación de la temperatura

Muy alta

Recomendable revisión de la porosidad del material

Nitratos (proceden de materia orgánica: establos, vertederos, etc.)

Cloruros (se encuentran en ambientes marinos)

Carbonatos (producto de la disolución de materiales de construcción)

Sulfatos (proviene de suelos que contienen sulfatos -yeso-)

Revisar presencia de sales

Muy alta

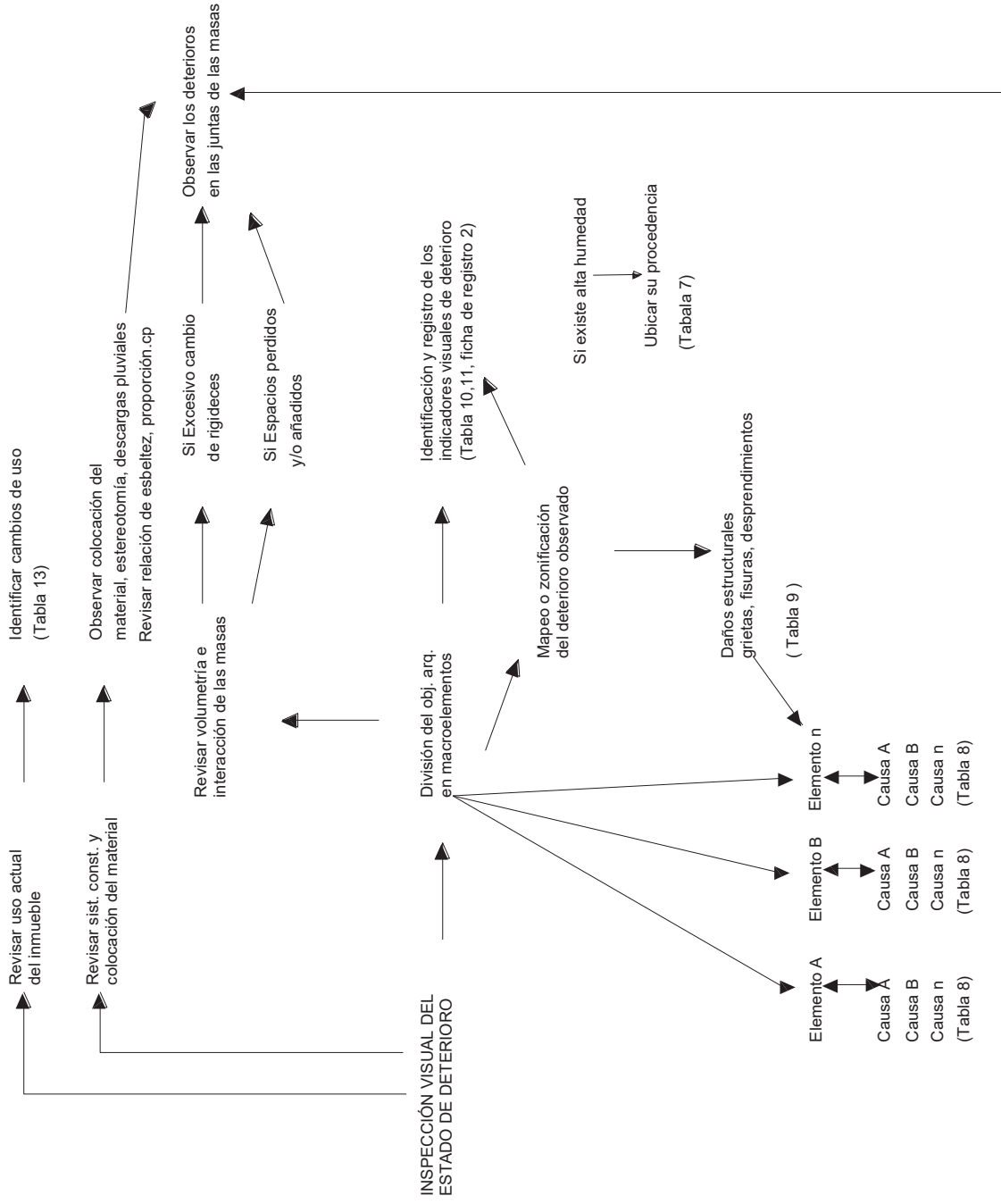
Recomendable hacer análisis estructural, de vulnerabilidad sísmica

C ó D

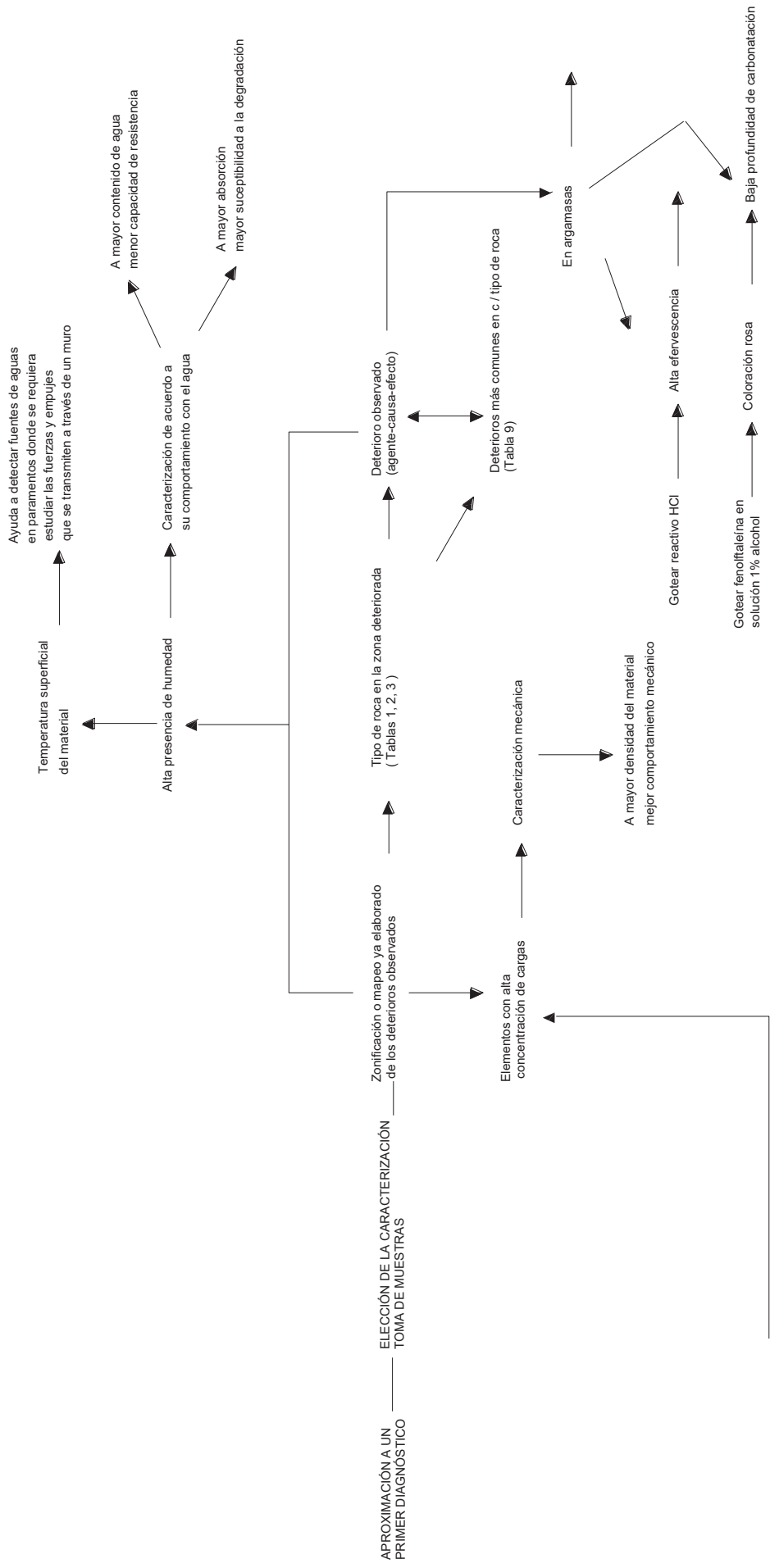
Zonificación sísmica

Existen

Vibraciones cercanas al inmueble



Secuencia 2. Inspección visual del estado de deterioro



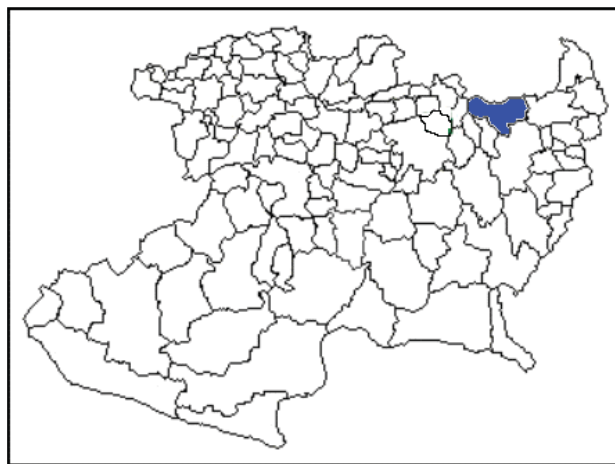
Secuencia 3. Elección de la caracterización

CAPÍTULO II. APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA A LA UNIDAD DE ANÁLISIS.

II.1. Aproximación al objeto arquitectónico

El inmueble u “objeto arquitectónico” de éste proyecto es el ex convento de Ucareo, obra erigida por los frailes mendicantes de la orden Agustina a mediados del siglo XVI, hoy parroquia de San Agustín de Obispo de la localidad de Ucareo. Se localiza en la tenencia del mismo nombre, municipio de Zinapécuaro en el estado de Michoacán.

Figura 3.- Macro y micro localización



En su esencia de macro historia, el ex convento de Ucareo fue construido en respuesta a las necesidades de contar con un lugar para la evangelización de los indígenas de la región. Por otro lado, en cuanto a su micro historia, resulta que su establecimiento respondió a diversas circunstancias, se destaca el corto tiempo que se tomó para su construcción. El inmueble resalta por su escala monumental, al ser la edificación más grande e importante de la región, así también, fue lugar de celebración de importantes acontecimientos en la historia eclesiástica de Michoacán.

Aunque este trabajo no pretende estudiar ni a la Orden Agustina, ni a las manifestaciones del pensamiento renacentista de la época, es necesario hacer una pequeña semblanza que nos permita entender el origen de nuestra unidad de análisis: un inmueble religioso denominado convento.

La historia de la llegada de los frailes mendicantes a la Nueva España ha sido muy estudiada. Éstos llegaron una vez iniciada la conquista militar por parte de las tropas españolas que arrasaron con las costumbres de la mayoría de las culturas mesoamericanas, sin embargo quedaban bastantes indígenas sometidos a los que se les debía de educar para dar inicio a una nueva sociedad, producto del pensamiento utópico del Renacimiento que se estaba gestando en Europa. Hacia 1550, a una generación de la conquista de México, se levantaba sobre las ruinas de la civilización indígena un Estado colonial⁶⁵.

Sin embargo, el establecimiento de este Estado no fue tarea fácil, se suscitaron animadversiones. Por un lado, los colonizadores querían controlar el trabajo del indio, mientras que por el otro, la Corona se empeñaba en conservar la libertad del indígena. En esta lucha, los defensores del indio, fueron, por un tiempo, los frailes mendicantes de las órdenes franciscana, dominica y agustina⁶⁶.

Los frailes necesitaban de espacios en donde pudieran llevar a cabo los requerimientos del proceso de evangelización, para tal efecto construyeron como parte los conventos y las capillas de visita, ajustándose a las condiciones sociales y ambientales. Como ya se mencionó, el “documento histórico” que se analizará corresponde a una obra erigida por la Orden Agustina. Sus miembros se dedicaban a hacer investigaciones eruditas, a fomentar el aprendizaje y a realizar misiones en el extranjero⁶⁷.

La intención de establecerse en lo que hoy es la tenencia de Ucareo puede obedecer a diversos motivos religiosos, científicos o militares, ya que desde la etapa prehispánica el establecimiento se dio en el punto más alto del valle (hoy valle de Juárez, en el

⁶⁵ Kubler, George, *Arquitectura Mexicana del siglo XVI*, México, Fondo de Cultura Económica, 1983, p.13.

⁶⁶ Idem, p.13

⁶⁷ Zambrano, González, Ma. de los Ángeles, “Capillas de visita Agustina en Michoacán 1537-1770”, Tesis de Maestría en Arquitectura, Investigación y Restauración, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Arquitectura, 1999.

oriente de Michoacán) se podían observar los astros, pero quizás la importancia de su establecimiento fue la de observar el paso de guerreros mexicas con la intención de llegar al corazón del imperio purépecha. El poblado de Ucareo servía de frontera al Caltzontzi contra el emperador de México Moctezuma, por que era puerto y paso por donde le podían entrar en su reino, y así escogía dél (sic) la gente más belicosa y bien dispuesta, y la avecindaba en este pueblo y en sus Visitas, y si no era para impedir el paso, para otra ninguna no era a propósito el puesto.⁶⁸

Los franciscanos fueron los primeros mendicantes que se encargaron de la labor evangelizadora en este lugar hacia 1530 siendo Fray Martín de Jesús el primer religioso que llegó a esta zona, aunque “de paso entró a sus montes”⁶⁹, y quien predicó en Ucareo durante sus viajes entre Tzintzuntzan y México. Sin embargo, después de éste fraile, rara vez acudían a bautizar frailes de Ciudad Hidalgo y Acámbaro.

Se cree que debido al corto tiempo que permanecieron en el lugar, los franciscanos no construyeron un edificio conventual, pero sí una capilla elaborada con materiales perecederos, destinada a la evangelización y a celebrar la misa. Este tipo de edificaciones era muy común en los edificios religiosos primitivos, Beaumont las describe como:

... unas choclitas de adobe, cuando mucho cubiertas de palmas y céspedes, que disponían, como capillas aseadas en lo posible; plantaban su cruz y colocaban alguna imagen de nuestra Señora o de algunos santos y celebraban el santo sacrificio de la misa. Untaban a los indios para catequizarlos, les predicaban la palabra de Dios por medio de algunos interpretes, se valían de donados indios (educados por el V.P. Fr. Pedro de Gante), hasta que aprendían bien la lengua de aquellas naciones.⁷⁰

Sin embargo, el número de frailes franciscanos era muy escaso para tan grandes dimensiones de la zona a evangelizar. Por esta razón, la misión pasó a manos de los Agustinos, siendo éstos los constructores del conjunto conventual.

⁶⁸ Basalénque, Fr Diego de, Historia de la Provincia de San Nicolás de Tolentino de Michoacán (Crónica de 164), México, Ed. Balsal, 1989, p.171.

⁶⁹ Benedict Warren, La conquista de Michoacán 1521-1530, Tr. Agustín GarcíaA., Morelia, Fimax Publicistas, 1977, p.10.

⁷⁰ Beaumont, Pablo, Crónica de Michoacán, Tomo II, México, Archivo General de la Nación, 1932, p. 294.

La construcción fue promovida por Fray Juan de Utrera hacia el año de 1554⁷¹, quien utilizó un método de construcción hasta ese entonces poco conocido. Este método consistía en labrar los materiales pétreos y la madera en el mismo lugar de su cantera o banco de material, para posteriormente trasladarlo y armarlo en el lugar establecido. Una particularidad en la construcción fue el poco tiempo que se utilizó en levantar este monumento, ya que el provincial agustino de la región solamente había concedido un año para la edificación. Sin embargo, se cree que debido al proceso constructivo mencionado, se logró construir un convento de singular belleza:

Al fin acabase Ucuareo en poco más de año con esta industria; y a mí no me admira tanto la presteza (que es de admirar) cuanto la traza de la casa, que es para asombrar y había que quedar por modelo de conventos de religiosos. Porque en el compás corto que tiene, hay convento y hospedería, cada cosa con sus oficinas; de modo que para estimarlo, es necesario verlo y ver la hermosura que todo tiene que ésta no cabe debajo de pluma., sino de vista de ojos.⁷²

Por lo que se refiere al templo, las crónicas señalan que fue construido con mampostería de piedra y su cubierta hecha de madera. Basalenque señala: “La iglesia se fue haciendo después de madera porque el suelo no sufriera bóveda, mas como señores del monte tiene unas madres por vigas también labradas, que en ésta materia no tiene semejante, no es de tijera, sino enmaderado, llano y encima bien enladrillado.”⁷³

Es importante señalar las interpretaciones que se deben hacer a las crónicas, se observa en primera instancia que el templo fue construido posteriormente a la edificación del convento. Se menciona que el inmueble fue elaborado con mampostería, esto hace suponer que los bancos de material no se encontraban muy lejanos de lugar de la edificación.

Otro aspecto a notar es la riqueza forestal que había, hoy en menor medida quizás, en el lugar, lo que originó que los pobladores fueran especialistas en el manejo de este material. Finalmente, se puede interpretar que se suponía que el suelo no presentaba

⁷¹ Basalenque, Fr Diego de, Historia de la Provincia de San Nicolás de Tolentino de Michoacán (Crónica de 1644), México, Ed. Balsal, 1989, p.171.

⁷² Ibidem, pp.172-173.

⁷³ Ibidem, p.173.

una gran resistencia a las cargas, al optar por utilizar un sistema constructivo que generará menos peso hacia al terreno.

II.1.1. El ex convento de Ucareo, un inmueble con valor histórico

Se había indicado con anterioridad que el inmueble posee cualidades que lo hacen merecedor de ser llamado monumento, definiendo como monumento a un bien cultural y tangible destacado dentro de su área por ostentar una importancia relevante dentro de una estructura socio cultural, en este sentido, el convento fue testigo de un importante acontecimiento. Según la obra de Sergio Soto⁷⁴, un escritor local de la comunidad, el poblado de Ucareo fue la cuna de la provincia Agustina del estado de Michoacán.

Dentro de la unidad conventual se llevó a cabo el inicio del proceso de formación de la Provincia de San Nicolás de Tolentino. La decisión de separar la provincia de Michoacán de la de México se había tomado el 10 de septiembre de 1601 cuando el reverendo Padre General de la Orden Agustina, fray Fulgencio de Asculano, nombró a fray Miguel de Sosa como el encargado de ejecutar tan importante decisión⁷⁵.

Para ello, se celebró en el inmueble el primer capítulo general de la nueva Provincia. Siendo el día 22 de junio de 1602⁷⁶ el día elegido para llevarse a cabo la celebración mediante una reunión. El relato de esa convocatoria lo hace el padre Navarrete de la siguiente forma:

De acuerdo a la convocatoria que, juntamente con el Decreto de erección canónica, había expedido a toda la Provincia el Delegado General P. Mtro. Fr. Miguel de Sosa, para iniciar su primer Capítulo Provincial el 22 de junio de 1602, reunieronse en el magnífico Monasterio de Ucareo 21 vocales-19 Piores y 2 Discretos-. Era un sábado lluvioso, por ser tiempo de aguas y estar enclavado el Convento en lo alto de la sierra michoacana.

En flamante Sala Capitular de 23 x 8 mts., de bóveda de cañón con magnífica acústica, resonó la voz timbrada del orador elocuentísimo que era el Presidente Fr. Miguel de Sosa, anunciando la buena nueva del bautismo y confirmación de la segunda Provincia Agustiniense de la Nueva

⁷⁴ Soto Nuñez, Sergio, Ucareo, cuna de la provincia agustiniana de Michoacán, México, Daga Editores, 2007, 143 p.

⁷⁵ García, Esteban Fray, Libro Quinto: Crónica de la provincia del santísimo nombre de Jesús de México, S.E, 1997.

⁷⁶ Ibidem.

España, confiada al taumaturgo San Nicolás de Tolentino, y exhortando “a elegir el primer Provincial cual convenía”. (...) ⁷⁷

Resulta importante esta descripción, desde el punto de vista histórico, confirma la afirmación de considerar al poblado de Ucareo como cuna de la provincia Agustina de Michoacán. Por otro lado, desde el punto de vista material, se observa que la sala provincial, a diferencia del templo, sí poseía una cubierta de bóveda de cañón, resulta lógico suponer que se encontraba en el área del claustro.

Finalizando la descripción y el desenlace que tuvo la celebración, se tiene que:

(...) electos y confirmados y juramentados los escrutadores que fueron los PP Fray Diego de Soto, Fr. Dionisio de Robledo y Fr. Martín de Vergara, se procedió luego a la votación jurídica. Se disponía el Presidente a emitir su voto, cuando se dio cuenta de que la Asamblea elegía Provincial por aclamación al P. Fr. Pedro de Vera. Entonces mandó acallar voces aclamadoras y dispuso de que todas maneras se hiciese votación secreta, cuyo resultado fue el mismo de la aclamación: unanimidad en la elección del que debía promover la marcha inicial del la Provincia (...) ⁷⁸

Es así como se describe este hecho tan importante para la comunidad ucareense y quizás, se podría decir, para el estado de Michoacán y para el país. Reconocido es, pues, el valor histórico del inmueble, la información escrita en crónicas nos da un pequeño indicio, una luz muy tenue de la concepción material de la edificación. Lamentablemente, los datos referentes a los sucesos históricos que han ocurrido del inmueble son pocos y no del todo confiables.

Lo que sí se puede afirmar, es que el inmueble ha sufrido varias transformaciones y ha sido intervenido en diversas ocasiones, el estado de deterioro en que se encontraba el convento hasta hace algunos años ha dificultado la reconstrucción de la traza original. Según un autor local, las principales causas de destrucción fueron un incendio acaecido en la segunda mitad del siglo XVIII y los temblores que azotaron a la región entre los años de 1872 a 1873 ⁷⁹.

⁷⁷ Navarrete Nicolás, Historia de la provincia agustiniana de San Nicolás de Tolentino de Michoacán, México, Porrúa, 1978.

⁷⁸ Ibidem

⁷⁹ Heredia Solís, Irineo, Ucareo, época prehispánica - el convento agustino, México, Instituto Michoacano de Cultura, 2001, p. 107.

II.2. Levantamiento arquitectónico del inmueble

Como se había acotado en el capítulo precedente, para facilitar el trabajo de un correcto levantamiento arquitectónico, es necesario conocer la tipología de la construcción, bien sea por una prospección a la edificación o con el conocimiento del patrón arquitectónico o con la combinación de ambos. Para nuestro caso de estudio, se revisaron obras de autores como Angulo Iñiguez y Manuel Toussaint⁸⁰, quienes señalan que tres grandes partes constituyen una unidad conventual: un gran patio que se extiende al frente, el templo y el monasterio o convento.

Cada uno de estos grandes espacios generales contiene inserto locales particulares que cumplían con una función específica. Así, se tiene que el gran patio, conocido como atrio, fungió como un espacio público para llevar a cabo la evangelización de los indios así como de cementerio. El templo, en el siglo XVI, a menudo era de una sola nave en forma rectangular con cubierta ya sea de bóveda de cañón corrido o de madera. Por lo general, al sur del templo se levantaba el convento construido en torno al patio claustal. Alrededor del claustro bajo se disponen las oficinas necesarias para la vida monástica: la “sala de profundis”, la cocina, las bodegas. En tanto que, alrededor del claustro alto se encontraban los dormitorios⁸¹. En resumen, esa fue la tipología general de las edificaciones conventuales en México, en el siglo XVI. Aunque cada conjunto puede presentar variantes en su disposición.

Para realizar la labor de la investigación referente a la tipología arquitectónica de nuestra unidad de análisis, se hizo una prospección (recorrido) en el inmueble y, además, se consultó en el Archivo Histórico Manuel Castañeda Ramírez una descripción del conjunto conventual en el año 1758, dicha acción fue realizada para las actividades de secularización de la doctrina de Ucareo, concretando en pocas palabras el significado de la secularización, se puede establecer como la entrega de los bienes y las doctrinas del clero regular (frailes mendicantes) al clero secular (obispos). La descripción antes mencionada versa así:

⁸⁰ Toussaint, Manuel, *Arte colonial en México*, México. UNAM, Instituto de investigaciones estéticas, 1983, p. 47.

⁸¹ *Ibidem*, p.47.

“El atrio o cementerio tendrá según regulación prudente sientos y veinte, y cinco varas por cada lienzo y dos varas de alto (...) cercada por muros de tierra y lodo de un metro de grosor con dos puertas de acceso, una al norte y otra al sur (...)”⁸². Además, la descripción menciona “una cruz de piedra de cantería, de tres varas con su peana de cal y piedra”⁸³.

Se debe tener cuidado al analizar las referencias históricas ya que se pueden encontrar elementos de medida o nomenclatura, diferentes a los usados actualmente, las medidas usadas anteriormente son diferentes y el arquitecto, ingeniero o restaurador que estudia planos y documentos y que además se encarga de medir inmuebles arquitectónicos o civiles se topa con la dificultad de comprender su dimensionamiento. En este sentido, se debe tener en cuenta que la unidad más común usada en las construcciones del siglo XVI fue la vara castellana, la cual procede de medidas antropométricas y tomando como base a la vara lineal, cuyo origen parece resultar de tomar tres veces la medida de la mano de una persona adulta, equivale a 0.838 m.⁸⁴.

Por lo tanto, existe la necesidad de hacer las conversiones a unidades que se usan actualmente para tener una mejor “comprensión” del dimensionamiento. Podemos analizar entonces, que el atrio que posee 125 varas que equivalen a poco más de 104 m. en cada lienzo y que la altura de su barda atrial tiene dos varas de alto equivalentes a poco menos de 1.70 m.

Siguiendo con la descripción, otro fragmento encontrado alude que:

Las paredes de dicho corral de piedra y lodo de cuatro varas de alto con puerta al campo (...) la huerta con tres árboles de nogal, y veinte y quatro o veinte y seis, de pera, con cerca baja de piedra suelta y al parecer puede tener sien varas de largo y cuarenta de ancho, poco más o menos (...) En la portería un transito o corredor, que tendrá quince o dies y seis varas de largo, con cinco pilares de piedra de cantería, cuatro arcos de cal y piedra cubierta de bigas y texado de texamanil, con puerta de madera ordinaria y arco de cal, y piedra (...) dos puestas en dicha portería con techo de bigas, y puertas de madera ordinarias. (...) un lienzo de la Purissima Ymagen de Nuestra Señora de Bethlem, con su marco dorado, que está en el remate de una de las escaleras que tendrá una y media varas de largo.⁸⁵

⁸² AHMCR, fondo diocesano, sección gobierno, series religiosas, subserie Agustinos, caja 199, exp. 69, año 1758, sin folio, “Autos hechos para la secularización de la doctrina de Ucareo”.

⁸³ AHMCR, ... *op.cit.*

⁸⁴ Icaza Lomelí, Leonardo, s.f., La vara, material mecanográfico, México, p.39.

⁸⁵ AHMCR, ... *op.cit.*

Otra descripción hecha por Fray Matias de Escobar menciona lo siguiente:

los claustros bajos se componen de ocho pilares fuertes de cal y piedra, en quadro con dies y seis medios de lo mismo sus techos de viga de treinta baras de largo poco más, o menos con dos escaleras de piedra para subir a los altos, cuyos pisos y techos con de la misma naturalesa con la diferencia de que en éstos se quentan veinte y cuatro medios arcos de cal y piedra (...) dos transitos o dormitorios de bigas bien tratadas, techadas de los quales, el uno tendrá sesenta baras poco más o menos, con siete seldas y una de ellas con su traselda, todas con puertas (...) El otro dormitorio o transitio se compone de seis seldas, en sinquenta baras poco más, o menos, que puede tener de largo; en el qual se halla una puerta para ir al chorro, y dos piasas de dies y seis o dies y ocho baras.

En los vajos se halla un corredor que mira al corral con siere arcos de cal y piedra y tejado de bigas en cuyo remate se halla la cosina, con otro quartito que le sigue. Por el lado contario a dicho corredor seis piasas (...) se reconocieron el refrectorio, que tendrá dies y seis o dies y ocho baras, y un cuarto de sinco o seis (...) En el corral que tendrá seis baras de largo y treinta de ancho, se halla un aljibe de agua su terráneo en donde se recoge mucha agua, con una noria y pila de cal y piedra.⁸⁶

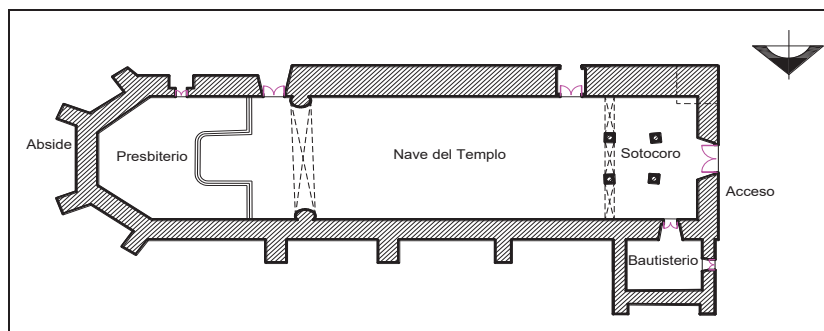
Si bien no existe un documento gráfico que indique la planta arquitectónica del inmueble, la presente descripción nos permite identificar algunos espacios característicos en este tipo de inmuebles y a la vez de reconocer otros que se han perdido o que no se han podido reconocer. Tal es el caso de las dos escaleras mencionadas que se ubicaban en el claustro bajo cuyo establecimiento no ha sido posible determinar con certeza. Realizado el trabajo en campo, el levantamiento arquitectónico arrojó los siguientes resultados:

II.2.1. Levantamiento del templo

El templo es de una sola nave, de planta rectangular en proporción 1:4 con ábside en forma poligonal. El interior se encuentra profusamente ornamentado por diversos retablos, siendo el ubicado en el muro del ábside el de mayores dimensiones. Posee los diferentes espacios y elementos característicos de un templo del siglo XVI, es decir: coro, sotocoro, bautisterio, presbiterio y arco triunfal como se observa en la figura 4.

⁸⁶ Escobar, Matías de, O.S.A. *Americana Thebaida, Vitas Patrum de los Religiosos Hermanos de Nuestro Padre San Agustín*, Edición de Gregorio Gallardo López, México, 2002

Figura 3. Levantamiento de la nave del templo.



II.2.2 Levantamiento de la portada del templo

En la parte sur de la portada se levanta la torre campanario de aproximadamente 23 metros de altura, está hecha con mampostería de piedra irregular y acabado final con elementos de cantería y rematada por una cruz de hierro. Posee tres cuerpos adornados con columnas coronadas con capiteles jónicos, en dichos cuerpos se alojan campanas y esquilas de diversas fechas. En lo referente a la fachada del templo, ésta consta de una portada de tres cuerpos hecha con material de cantería y piezas dispuestas a manera de sillares.

El primer cuerpo consta de un vano que sirve como acceso del templo con un cerramiento de arco de medio punto, a cada lado se encuentran dos pilares desplantados sobre un pedestal rectangular, coronados con un capitel de forma poligonal y de fustes lisos, sobre los capiteles descansa una cornisa.

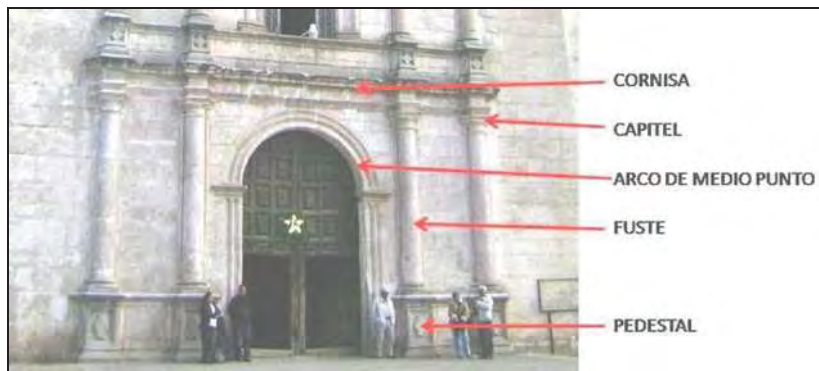


Figura 4. Elementos del primer cuerpo de la portada del templo.

En el segundo cuerpo se localiza otro vano, alineado con el eje del primero, y corresponde a la ventana coral enmarcada por un arco de medio punto. A cada lado se ubican dos pilares que siguen el eje de los del primer cuerpo, se encuentran sobre pedestales rectangulares, coronados con capiteles de forma poligonal y fuste liso, sobre los que se encuentra una cornisa y rematados cada uno por un pináculo. En medio de cada par de pináculos se localiza dos tableros, ubicados uno del lado del Evangelio y otro del lado de la Epístola y ambos rematados con cruces.

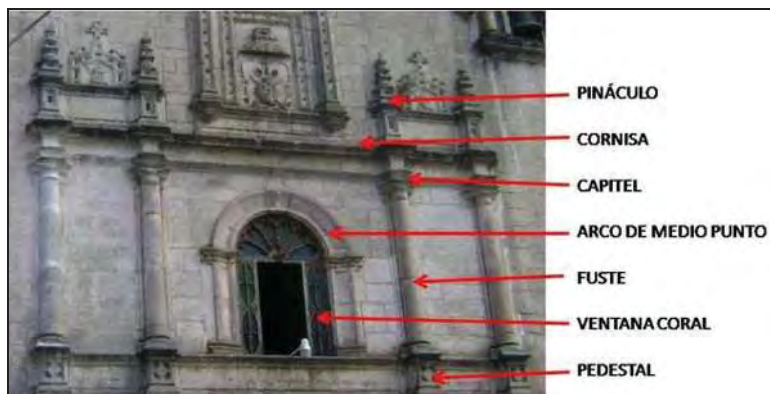


Figura 5. Elementos del segundo cuerpo de la portada.

El tercer cuerpo es el más pequeño, se encuentra enmarcado por dos pilastras alineadas sobre las jambas de la ventana coral y no descansan sobre la cornisa del segundo cuerpo sino sobre un par de ménsulas. Las pilastras junto con la moldura inferior y la cornisa superior sirven de marco al tablero, donde se encuentra el corazón agustino atravesado por dos flechas, debajo un capelo episcopal con sus cordones y borlas, con incrustaciones de obsidiana. Sobre la cornisa de este cuerpo se observa una mitra al lado izquierdo, un báculo al centro y un libro pontifical al lado derecho, corona a la portada el imafrente rematado por un reloj.

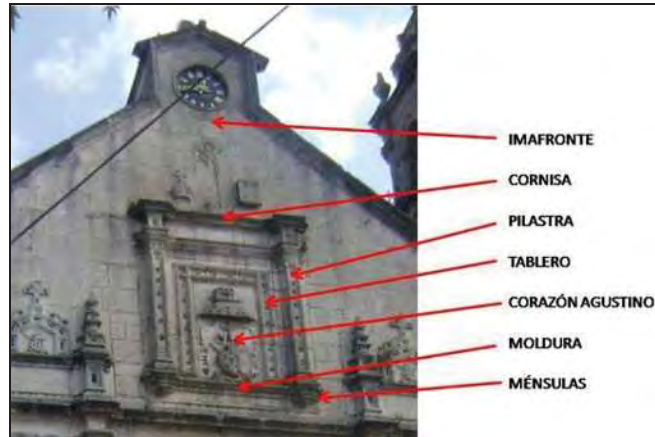


Figura 6. Elementos del tercer cuerpo de la portada

II.2.3 Levantamiento del atrio

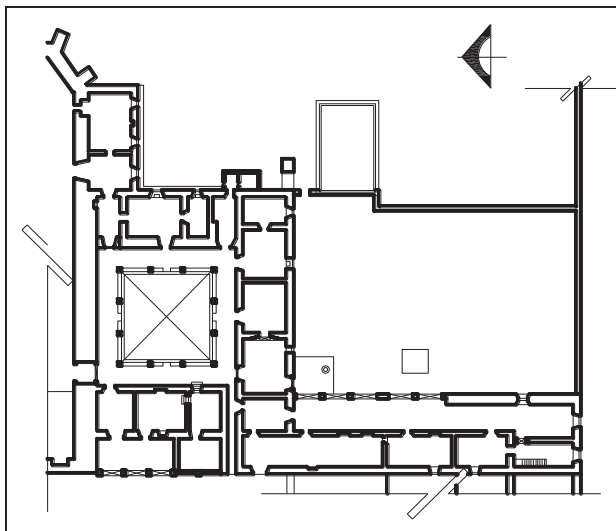
El atrio, que originalmente fungió como cementerio es de considerables dimensiones, que lo convierten en el espacio público abierto más amplio de la comunidad. Se encuentra delimitado por una barda atrial construida de mampostería de piedra irregular asentada con mortero cal-arena, con acabado aparente al exterior y aplanado de cal-arena hacia el interior. En el cruce de los ejes norte-sur y oriente-poniente se ubica la cruz atrial construida con piedra de cantería y símbolos pasionarios da ejemplo de la pasión de Cristo.

II.2.4 Levantamiento del convento

En la parte del convento se perdieron los espacios ubicados en los costados norte y oriente del claustro alto. El claustro está dispuesto en torno al patio mediante corredores que dan acceso a los diferentes espacios como la cocina, el refectorio y la sala de profundis, así como al interior de la nave del templo. En el costado sur se

conserva aún el claustro alto, sin embargo ha sufrido modificaciones espaciales que impiden el acceso a sus diferentes locales, estos locales en su costado sur poseen vanos con cerramiento en forma conopial enmarcados por una pequeña cornisa.

Figura 7. Planta arquitectónica del área del convento



Es importante recalcar que, no obstante la investigación histórica es el primer gran paso de aproximación al objeto arquitectónico, ésta no queda sujeta de no seguir analizándose, no debe quedarse como un primer paso olvidado en las demás secuencias, sino que puede intervenir nuevamente en el proceso global.

En este sentido, durante el levantamiento arquitectónico del inmueble en estudio, se volvió a consultar la publicación local hecha por Ireneo Heredia⁸⁷ donde se establece que de 1885 a 1890 se construyeron los actuales corredores y en la ruinas del claustro bajo se acondicionaron las diferentes secciones de la entonces casa cural.

Así mismo, se describe también que una amplia puerta de madera encuadrada en un arco de cantera de medio punto, situada frente al arco sur de la portería, da acceso a un pasadizo por el cual se llega al corredor norte del claustro bajo del primer patio. Las arcadas primitivas de ambos claustros de este patio han desaparecido completamente.

⁸⁷ Ireneo Heredia fue un historiador de la localidad que en 1974 publicó un artículo en el Boletín Bibliográfico de la Secretario de Hacienda y Crédito Público titulado “El convento agustino de Ucareo”

En 1890, aún se conservaba en el convento la mayor parte de su pintura primitiva, la cual hoy se encuentra bajo varias capas de cal.

Se logró entonces, identificar un espacio que no corresponde a la estructura original del conjunto conventual, éste espacio se localiza en un segundo patio, donde se encontraba la huerta y que durante muchos años era utilizado como zahúrdas o caballerizas y fue el párroco José María Núñez quien lo limpio.

De 1947 a 1949 el obispo Fidel Cortés acondicionó las antiguas caballerizas para darles un nuevo uso, “La Casa de los Ejercicios Espirituales”, en este espacio se albergaba a cientos de fieles católicos durante su estancia en la parroquia en tiempo de cuaresma. Actualmente esta sección se compone de grandes salones, los cuales se utilizan para impartir la doctrina a los niños de la comunidad. De 1976 a 1978, se realizó una restauración del conjunto conventual⁸⁸. Las últimas intervenciones han sido de mantenimiento y solamente en el interior del templo.

Otro aspecto a tomarse en cuenta dentro del levantamiento arquitectónico es el referente a los materiales y sistemas contractivos, ya que el deterioro que pueda presentarse en un inmueble puede depender de estos parámetros. El conocimiento de los materiales, la especialización en su tratamiento y la abundancia de recursos naturales dan cómo resultado la creación un sistema constructivo, entendiendo a éste como el procedimiento empleado por el constructor para edificar algo⁸⁹.

Además es importante conocer la forma y la época en que se usan determinados materiales constructivos de un inmueble, ya que constituyen una pista que normalmente va ligada a los sistemas constructivos.⁹⁰ El uso de un determinado sistema constructivo representa un adelanto tecnológico en cada época del hombre.

⁸⁸ Heredia Solís, Irineo, *Ucareo, época prehispánica ...op cit.*

⁸⁹ Chanfón Olmos, Carlos, *Pistas materiales de datación*, Centro Churubusco, México, 1978, p.2.

⁹⁰ *Ibidem*,... op.cit.

II.3. Análisis de materiales y sistemas constructivos estructurales de la unidad de análisis

Para realizar estos análisis, el inmueble en estudio se dividió en tres grandes partes: infraestructura, superestructura y cubierta.

II.3.1. Infraestructura.

Los cimientos constituyen la parte más importante de cualquier edificación. El inmueble se encuentra asentado sobre mampostería continua de piedra brasa (volcánica) de cantería asentada con un mortero de cal-arena. El sistema de cimentación se remata con un sobrecimiento cuya función es crear una zona de transición entre el muro y el cimiento para evitar el contacto directo del primero con el suelo, así como de fungir como guía de la nivelación que tiene la nave debido a la irregularidad del terreno. (Figura 9).

Figura 8. Detalle del sobrecimiento de la nave del templo.



Debido al acomodo bien ejecutado que siguen las piedras en la parte del muro podemos deducir que ese mismo acomodo se sigue en el cimiento, es decir, no presenta escarpio. Sobre la cimentación están distribuidas todas las cargas de la superestructura del inmueble y las cuales son transmitidas hacia el suelo.

II.3.2. Superestructura

Tanto el templo como el convento están contruidos a base de muros de carga (elementos sujetos a fuerzas de compresión) tanto en el eje transversal como en el longitudinal con mampostería de piedra brasa irregular asentados con un mortero de cal – arena y un aplanado de cal con acabado final de pintura vinílica en su interior y aparente al exterior. Las cargas de la cubierta son transmitidas hacia los muros y estos a su vez los transmiten junto con su peso propio hacia la cimentación, propiciandoo así un trabajo estructural homogéneo.

Los muros tienen un espesor variable que van desde el 1.80 metros en el costado norte de la nave del templo hasta los 2 metros en el costado sur, contiguo a la torre. Los aplanados del interior de la nave tienen un acabado final de pintura vinílica variando los colores y formas en todo el espacio de la nave, prevaleciendo el color azul. En anteriores intervenciones se aplicaron diversas capas de pintura vinílica.

Los vanos del interior de la nave que comunican al patio claustral y al bautisterio tienen cerramiento de platabanda de cantería labrada, interiormente presenta derrames y capialzado, el vano del acceso principal de la portada del templo se libra por medio de un arco de medio punto.

Los muros del resto del conjunto conventual están contruidos con mampostería de piedra irregular, aunque se han identificado diferentes etapas de construcción y de manufactura disímil a la original. Esto se puede apreciar en la arquería del anexo al conjunto adosada al costado sur del claustro en forma perpendicular. En la planta alta del anexo se localizan vanos que dan vista a la huerta. Los vanos se libran por arcos conopiales, hacia el interior presentan derrame y capialzado.

Figura 9.- Anexo actualmente usado como oficinas parroquiales y para labores de doctrina.



Otro muro de diferente temporalidad se ubica en el tapiado de un arco del portal de sacramentos. Tiene un aplanado de tierra con paja, presenta un vano que carece de derrame y capialzado.

Figura 10.- Vano tapiado en el portal de sacramentos



El muro del cual se compone la barda atrial es de mampostería de piedra irregular asentada con mortero de cal- arena, aunque en unas zonas se puede apreciar el uso de rajueleo. Al interior del atrio se encuentra aplanada con acabado final de pintura vinílica y hacia el exterior con acabado aparente.

II.3.3 Cubierta

Debido a que el inmueble se encuentra enclavado en las cercanías de una área montañosa, el principal material usado en la cubierta es la madera, para lo cual se necesitó de un conocimiento importante en su manejo, corte, trazado y colocación, ya que, en el espacio correspondiente al templo, el claro que debe salvar es amplio; aproximadamente 12 metros.

El tipo de techo que corresponde al templo es plano de viga y tabla sobre zapatas. Consta de 73 gualdras de sección aproximada de 30 x 60 cm. separadas a cada 45 cm. Las gualdras se encuentran apoyadas sobre zapatas, las cuales poseen un labrado decorativo hacia el interior del templo llamados canes.

Sobre la parte superior de las gualdras se desplantan tablas mientras que por la parte interior están colocadas pequeñas fajillas que en el lado que da la vista al templo están pintadas para formar el decorado del techo de la nave. Encima de las zapatas está

colocada una viga de arrastre, que recorre todos los lados excepto el lado oeste que es donde se encuentra la fachada, esta viga sirve como soporte a los largueros de la cubierta y es la que transmite el peso de la cubierta a los muros.

La cubierta es a dos aguas y está soportada por una estructura de tijera que consiste en una serie de caballetes en la parte alta, el cual está soportado por puntales, también llamados tornapuntas de sección cuadrada de 30 cm.

Sobre el caballete o morillo están colocados largueros que forman la pendiente de la cubierta. A la mitad de los largueros se encuentran otra serie de caballetes a lo largo de la nave. Estos están soportados por tornapuntas inclinados y siguen el mismo eje de los puntales de la parte central. Todas las tornapuntas o puntales están sobre vigas de amarre unidas formando así una retícula.

El sistema de cubierta en la parte del convento varía aunque se siguen usando los mismos materiales: madera y teja de barro como acabado final. Sin embargo, al tener claros de menor longitud, el sistema se basa en la colocación de un caballete apoyado sobre los muros transversales. Sobre el caballete va colocada una retícula de tablas de madera sobre las cuales se coloca el tejado.



Figura 11. Detalle de las zapatas y las fajillas de madera.



Figura 12. Caballete soportado por puntales a 4 y 4.5 metros.

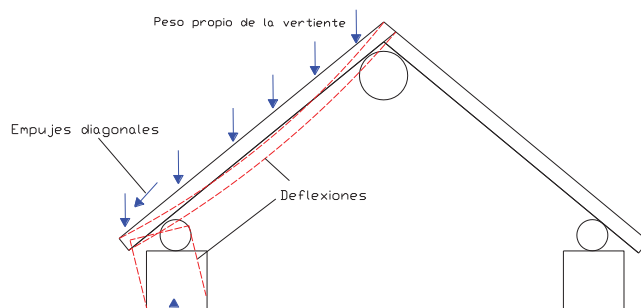


Figura 13. Cargas sobre la cubierta.

II.4. Investigación y análisis del entorno ambiental del ex convento de ucareo

Los datos referentes a la situación ambiental en que se ubica el poblado de Ucareo son escasos y longevos, solamente publicaciones locales y un estudio hidrogeológico elaborado a finales de los años 40 ubican datos sobre la precipitación media anual, que varía entre los 750 y 800 mm. de lámina de agua y una temperatura media anual que oscila entre los 16 y 18 ° C⁹¹. Estos datos se puede constatar en las gráficas generales que elabora la Comisión Nacional del Agua, sin embargo, es necesario contar con una estación meteorológica en la localidad y más aún, en la proximidad del inmueble para conocer de manera más particular el comportamiento del clima, principalmente de la temperatura, de una manera más eficiente y completa.

En cuanto a la condición de los contaminantes atmosféricos, se tiene que es un problema que prácticamente no existe, ya que en la zona no se tiene un parque vehicular lo suficientemente alto o industria como para generar considerables emisiones de smog, por lo que también resulta lógico pensar que no existen en el ambiente partículas nocivas que provoquen lluvia ácida.

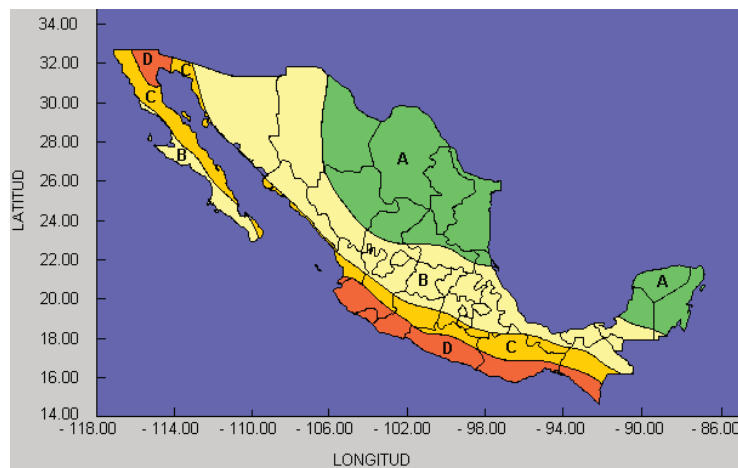
Analizando a la influencia que pudieran tener los impactos de origen natural, como se vio en el capítulo anterior, se tiene que su comportamiento es impredecible así como los daños que puedan ocasionar. El principal impacto a tomar en cuenta es el que

⁹¹ Hernández, Apolinar, *Estudio hidrogeológico de Ucareo, Estado de Michoacán*, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo X, 1938, p.1.

pueda producirse por los movimientos telúricos, ya que el inmueble se encuentra en una zona con actividad sísmica media (entre zona C y D) de acuerdo a la clasificación de zonas sísmicas de la Comisión Federal de Electricidad.

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división (Figura 15) se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de la frecuencia de los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo.

Figura 14. Regionalización sísmica de la República Mexicana⁹²



⁹² La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones.

Ahora bien, la descripción anterior hace referencia general de la zona, pero ¿Qué ocurre con el entorno geográfico inmediato? Se acotó que las condiciones naturales de la geografía de la zona de Ucareo permitían observar el paso de grupos invasores hacia el reino purépecha, de ahí la elección de su emplazamiento en este lugar. Pero, ¿fue solamente ese factor el que permitió a los frailes mendicantes elegir ese lugar para ser sede de un conjunto conventual? La respuesta se puede obtener mediante la interpretación geográfica del paisaje natural. Estamos hablando que si trazáramos un círculo imaginario de aproximadamente 30 km, tomando como centro al poblado de Ucareo, no se estableció otra edificación religiosa de la magnitud del convento de Ucareo. Esto se debió a la dificultad de acceder a este lugar para el proceso de evangelización. Además, en las orillas de este círculo imaginario se establecieron cuatro poblaciones importantes, que hoy fungen como cabeceras municipales.

Acceder desde estos 4 poblados hacia Ucareo era tarea muy complicada debido al paisaje agresivo con que se encontraban los frailes. Estamos hablando que hacía el norte con dirección a Acámbaro se ubica un monte con pendiente muy fuerte y presencia de una gran cantidad de árboles. Al este, con dirección a Zinapécuaro, se ubica parte la sierra montañosa por donde el clima es muy frío. La extensión hacia el poblado de Maravatío en dirección oeste era muy extensa y hacia el sur con dirección al poblado de Ciudad Hidalgo, se encuentra la zona montañosa de Los Azufres. De ahí que se hizo imperante el levantamiento del conjunto conventual que fungiera como cabecera doctrinal en la zona de Ucareo para la labor evangelizadora en esta zona. La figura siguiente da ejemplo de lo anteriormente escrito.

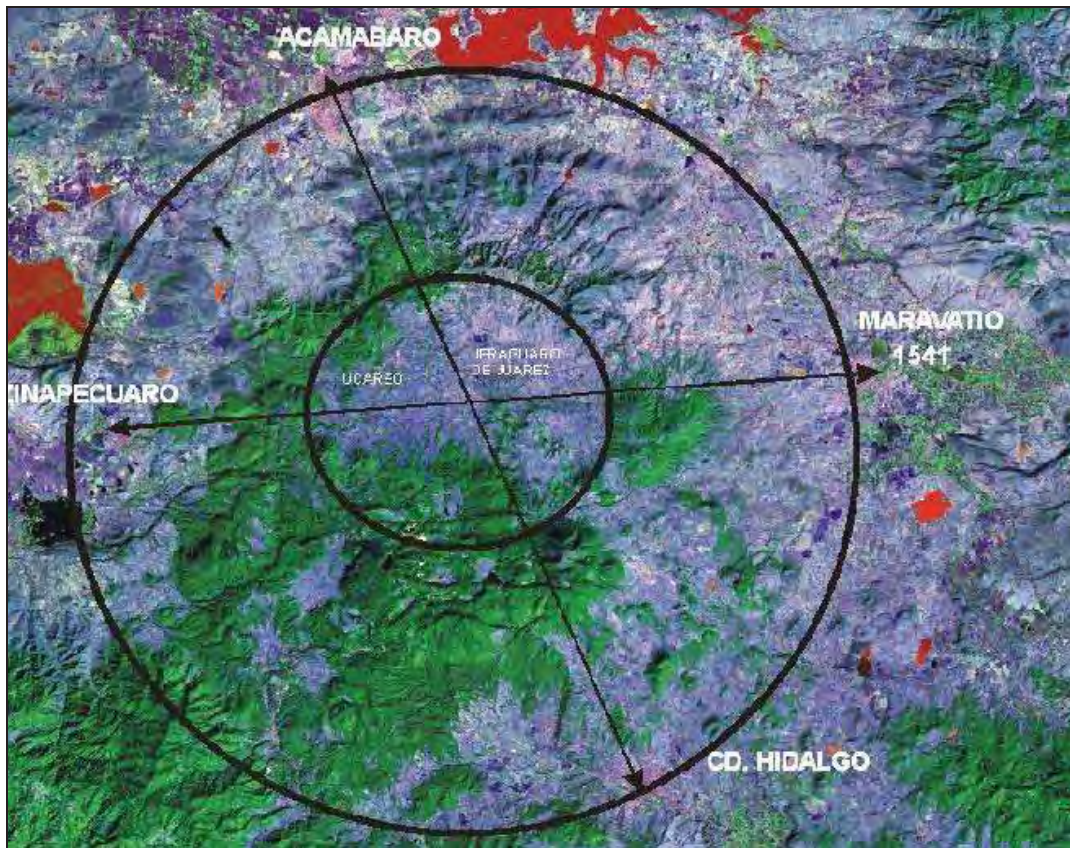


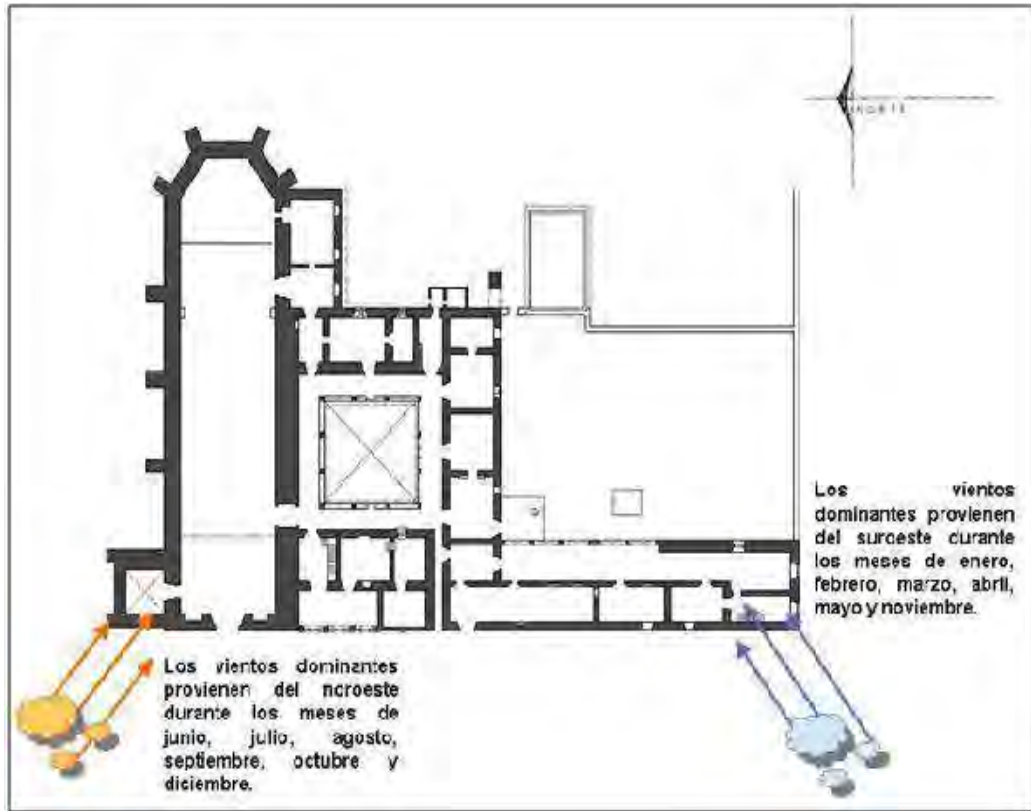
Figura 15.- Archivo personal Maestro Carlos Arredondo.- Nótese la ubicación del poblado de Ucareo al centro del círculo imaginario y las condiciones geográficas hacia los demás poblados

Dejando a un lado la visión macro del entorno del inmueble, se analiza a éste en forma más particular. Los espacios que conforman un conjunto conventual estaban orientados de forma que los usuarios pudieran sentirse cómodos, aprovechando las ventajas de aspectos como asoleamiento y dirección de vientos dominantes. Por otro lado, estas características deben analizarse para entender un posible origen de deterioro, por lo que resulta importante hacer los análisis arquitectónicos del inmueble.

El aspecto de los vientos dominantes, así como el del asoleamiento es muy importante, ya que pueden tener influencia directa en el deterioro de los materiales al arrastrar partículas nocivas o provocar la erosión de los elementos arquitectónicos. Mientras que el asoleamiento influye en los cambios de temperatura y condensación de humedad en algunas zonas del inmueble.

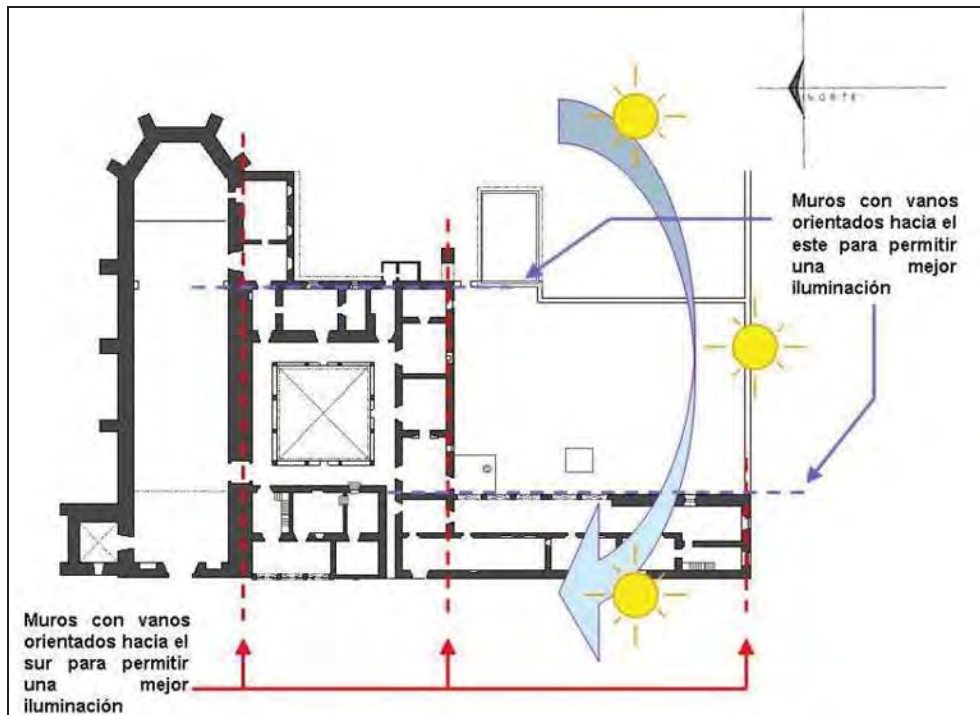
Durante los meses de junio y julio, los vientos dominantes provienen del noroeste, mientras que en los meses de enero a mayo y el mes de noviembre provienen del suroeste. En los meses de agosto, septiembre, octubre y diciembre los vientos dominantes provienen del noroeste con una velocidad promedio de 28 m/seg. Obsérvese la siguiente figura donde se muestra la acción de los vientos dominantes.

Figura 16.- Incidencia de los vientos dominantes en el conjunto conventual.



Para satisfacer las necesidades de iluminación durante el día, las ventanas fueron diseñadas de manera que se pudiera aprovechar al máximo la luz solar y lograr un ambiente agradable mediante el uso de derrames y capialzados. Además los vanos del muro sur del convento y los de la nave del templo están orientados hacia el sureste mientras que los vanos de las celdas del muro este se orientaron hacia el oriente. De esta manera, los espacios mencionados reciben luz natural gran parte del día. (Figura 17).

Figura 17. Incidencia del asoleamiento en el conjunto conventual.

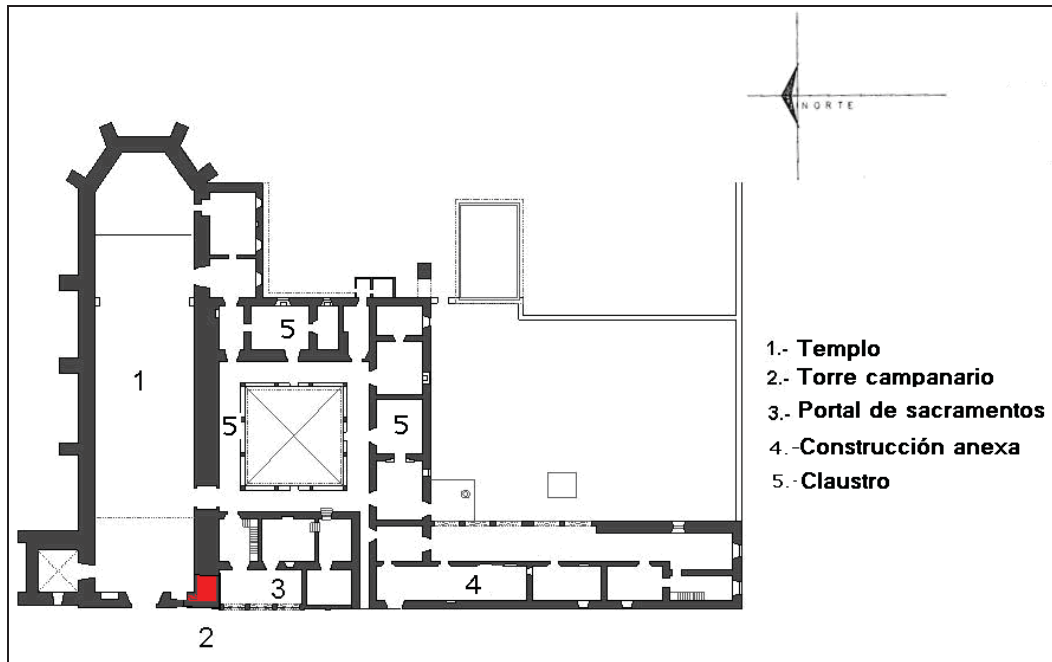


II.5 Configuración constructiva del conjunto conventual de Ucareo.

El inmueble posee los espacios característicos de un conjunto conventual del siglo XVI, sin embargo, algunos de estos locales o espacios han desaparecido, lo cual pudiera desencadenar problemas de tipo estructural, ya que cada uno de ellos cumplía con un trabajo estructural específico. De ahí que se tenga a necesidad de hacer una inspección visual más a detalle en éstas zonas y un análisis estructural por alguno de los métodos usados para tal efecto.

Como se hizo notar en el capítulo anterior, resulta importante hacer un análisis o estudio de la volumetría del edificio. Para éste estudio, el inmueble se puede dividir en macroelementos lo cual facilita el análisis de la interacción de las masas en todo el conjunto conventual. De tal suerte que los grandes espacios o volúmenes se componen de esta manera: Templo, torre campanario, portal de sacramentos, construcción anexa no original y claustro.

Figura 18.- Identificación de los volúmenes de la unidad conventual.



Analizando la interacción de los volúmenes, se puede observar que existe un cambio de masas, y por lo tanto de rigideces, muy importante entre los espacios torre campanario, portal de sacramentos y la construcción anexa. Por un lado la torre campanario es el elemento más alto de toda la construcción, por otro lado, la construcción anexa es la de mayor dimensión en un sentido, ambas se encuentran en los dos costados del portal de sacramentos, que además es de dimensiones inferiores a los otros dos elementos. Esta situación, combinada con movimientos telúricos o cambios volumétricos puede desencadenar problemas de deterioro (principalmente estructural) en el portal, el cual a diferencia de los otros dos volúmenes, no es un sólido completo como tal.

Otro aspecto a analizar es la pérdida de espacios que pudieran desencadenar problemas estructurales. Si se observa el área del templo, en su costado norte posee una serie de contrafuertes que permite asegurar la estabilidad del muro en ese frente. Sin embargo, en el costado sur, el área correspondiente al claustro (tanto bajo como alto) ha desaparecido, se pudiera pensar que esa construcción perdida tuvo un trabajo estructural a manera de contrafuerte, su desaparición pudiera influir en el comportamiento del muro sur del templo, sin embargo, también se puede observar que

éste lado, el muro es de mayor anchura que el resto de la nave, lo cual pudiera paliar un poco la situación del espacio perdido.

II.6. Levantamiento de deterioros del ex convento de Ucareo

Una vez hechos los levantamientos arquitectónicos, analizados los aspectos referentes a la situación ambiental y estudiada la configuración constructiva, se puede tener una idea sobre los agentes de deterioro que pueden provocar daños en el inmueble. El levantamiento de deterioros se hizo usando la ficha propuesta en el capítulo anterior para tal acción.

En cada espacio se realizó un recorrido para el levantamiento de alteraciones presentadas usando la inspección visual para identificar los indicadores visuales de deterioro, con ayuda de las tablas tratadas en el capítulo precedente. Una vez elaboradas las fichas de registro es necesario proceder a su análisis y plasmar toda la información recabada en los planos, hacer un mapeo, que permita identificar las zonas con mayor deterioro, así como sus características, para poder establecer un diagnóstico.

En cada espacio se dio cuenta del registro de deterioro observado, su manifestación, su causa y su efecto. Se destaca el deterioro observado en el portal de sacramentos, ya que desde el análisis volumétrico se intuía que pudiera existir una anomalía estructural y en efecto, el entrepiso del portal presenta un desalineamiento en sus vigas de madera además de un desfase de los arcos que componen la arcada, producto del movimiento de dos grandes masas que confluyen en este espacio, aunado a un nulo mantenimiento y alta presencia de humedad.

Figura 19. Deterioro presentado en el entrepiso del portal de sacramentos.



Al ser un bien patrimonial y dado que se encuentra en una zona con actividad sísmica media y que pudiera en un futuro originarse un movimiento telúrico, es necesario hacer hincapié en el análisis estructural con el fin de modelar la estructura y observar su comportamiento ante carga dinámica. El análisis del comportamiento sísmico de la estructura permitirá reforzarla en puntos críticos la misma.

Ahora bien, el deterioro de los materiales de un espacio puede originarse asimismo por las transformaciones que éste ha sufrido. Dichas transformaciones implican cambio en el sistema constructivo, pérdida de elementos estructurales, cambio de uso o poco mantenimiento. Para analizar la información obtenida del levantamiento de deterioros, es necesario plasmarla en una tabla que implique la circunstancia descrita en el inicio del párrafo y complementada con la información de las fichas de deterioro.

Tabla 13.- Recopilación del levantamiento de deterioro del ex convento de Ucareo

Espacio	Uso Original	Uso Actual	Trans.	Deterioro	Manifestación	Factor
<i>ATRIO</i> Cruz atrial	Explanada para la congregación de los indios Elemento simbólico	Cancha de. basketball y área pública Mismo	Simbólica. Ninguna			
<i>CLAUSTRO BAJO</i> <i>Sala de profundis</i> <i>Refectorio</i> <i>Cocina</i>	Espacio de oración Espacio para la toma de alimentos Espacio para la preparación de alimentos	Perdido Almacén Almacén	Espacial, estructural De uso Espacial, estructural	Alteración en muro Alteración en muro Alteración de muro	Picado Picado Picado	Antropogénico Antropogénico Antropogénico
<i>CLAUSTRO ALTO</i>	Área donde se ubicaban las celdas de los religiosos	Almacén Perdido	De uso Espacial, estructural	Perdida de elemento		Antropogénico
<i>PATIO CLAUSTRAL</i>	Espacio para el esparcimiento de los religiosos y donde a veces se ubicaba el aljibe	Sin servicio ni mantenimiento	De uso	Abandono	Espacio sin uso	Antropogénico
<i>PORTAL DE SACRAMENTOS</i>	Espacio para celebración eucarística	Vestíbulo para salones habilitados para la comunidad	De uso Estructural	Confinamiento del espacio	Grietas, fracturas	Movimiento de masas
<i>TEMPLO</i>	Espacio para la celebración de la misa	Mismo	Ninguna	Humedad	Presencia de líquenes, manchas	Abiótico
<i>Huerta</i>	Área para cosecha de frutos	Área verde	De uso			

II.7 Diagnóstico preliminar del estado de deterioro del ex convento de Ucareo

El diagnóstico del inmueble parte de la condición de conocer la situación actual del edificio para buscar las mejores alternativas de intervención que garanticen la permanencia del hito histórico o arquitectónico.

El diagnóstico explica las condiciones de los síntomas del objeto en estudio y los agentes patológicos que las generan, de tal suerte que se puedan emitir una serie de actividades de intervención ajustadas a los principios de la restauración. Para la elaboración de este diagnóstico, el conjunto conventual se dividió en diferentes elementos; el primero corresponde al atrio, el segundo al templo, mientras que el tercero pertenece al claustro.

ATRIO

En este espacio se aprecian alteraciones y deterioros producidos principalmente por factores antropogénicos. Para su descripción dividiremos el espacio en: pavimentos, jardinería y señalización.

Pavimentos.- En general se observa un buen estado de los pavimentos, construidos con baldosas de cantería de 30cm x 20cm asentadas sobre un firme de concreto. No se observa desgaste significativo por uso continuo.

Jardinería.- Las partes con áreas de jardín del convento presentan un mantenimiento regular. Sin embargo, se observa la incrustación de flora no existente en la región, además de que la vegetación es escasa en comparación con la magnitud del atrio.

Señalización.- Existen pocas señales en el atrio, las que hay contienen faltas de ortografía y no siguen un diseño uniforme entre ellas provocando una contaminación visual.

Barda atrial.- Se observan deflexiones significativas en algunas zonas de la barda con riesgo a desplomarse, además de que en algunos tramos las juntas se han ido degradando.

TEMPLO

Este espacio es el de mayor uso por la comunidad, fue intervenido recientemente. Sin embargo, se pueden observar algunas deficiencias en las prácticas de restauración. Para su descripción lo dividiremos en coro, sotocoro, bautisterio, nave y presbiterio.

Coro.- La vigería del coro presenta separación con respecto del muro en los flancos norte, sur y poniente. En esta área se observan manchas de humedad, algunas producidas por el agua de lluvia dado que la ventana coral en ocasiones permanece abierta.

Sotocoro.- Se aprecia un buen estado de conservación en esta área en lo referente a pisos y techo. Sin embargo las intervenciones anteriores sobre los muros han tenido deficiencias al observarse desprendimientos de aplanados. Otra característica que rompe con la tradición de los usos de aplanados antiguos es la presencia de un acabado final de pintura vinílica, la decoración dibujada con este acabado distorsiona la percepción visual que se tiene del espacio.

Bautisterio.- Existe un deterioro en la pintura mural antigua. Se aprecia un aplanado de cal, sin embargo existen marcas de impacto en toda la superficie del espacio que origina un estado pobre de conservación de la pintura mural.

Nave.- La nave presenta las mismas características del sotocoro en cuanto al estado de conservación, con la presencia de cableado eléctrico en los muros para la alimentación de lámparas y bocinas.

Al exterior de la nave, en el costado norte, los muros presentan alta presencia de humedad, al observarse manchas de musgos, líquenes y eflorescencias de sales, debido a que está instalada una jardinera contigua al muro. En costado sur de la nave, el muro no presenta humedad, pero se aprecia deterioro de la pintura mural cubierta con capas de cal.

Presbiterio.- Se observan las mismas consideraciones del estado general de conservación que las de la nave.

FACHADAS

El estado de conservación de las fachadas en general es bueno. Se observan principalmente alteraciones de carácter visual como la formación de pátina, dando una apariencia de envejecimiento a la portada. No obstante el desprendimiento de material en algunas zonas de las cornisas de los diferentes cuerpos es evidente, no representa un deterioro mayúsculo.

Existe la instalación de una lámpara en el vano de la ventana coral, que desfigura con la composición del vano. Aunado a que los cables que la alimentan de corriente eléctrica se encuentran sin protección de cinta aislante en sus amarres. El marco de madera de la ventana coral no presenta ataque por microorganismos, sin embargo, no recibe mantenimiento regular.

Los pedestales de la portada contienen humedad, reflejado en manchas que deforman la percepción visual de los mismos. Algunos tienen adicionados una capa de lechada de cemento en su parte superior, la cual rompe con la uniformidad del elemento en cuestión.

La torre presenta diferentes tipos de material y manufactura en la parte correspondiente al campanario. La estereotomía de estos arcos es diferente a los que encontramos en el portal de sacramentos (claro ejemplo de que se trata de una construcción muy posterior al resto del conjunto), espacio visible también en la portada del conjunto. Se aprecia el uso de capiteles del orden jónico en las columnas del campanario, rompiendo con la armonía de la torre. Los cables de acero con que están sujetas las campanas y esquilas presentan oxidación pero sin riesgo de rompimiento.

CLAUSTRO

El estado de conservación que se observa en el convento es deficiente. Se aprecia un abandono de los espacios cuya mayoría son usados como bodega de materiales, herramientas y muebles que probablemente se encontraban en la nave del templo. Existen también reconstrucciones con materiales y sistemas constructivos diferentes al

resto del edificio. Dividiremos para su estudio en: patio claustal, claustro bajo y claustro alto.

Patio claustal.- Se encuentra en total abandono, dentro de él se hallan una cantidad importante de piedra brasa y ausencia de flora propiciando una contaminación visual del espacio.

Claustro bajo.- Los espacios que integran esta área aún se conservan. Sin embargo la mayor parte de ellos en mal estado y algunos de ellos en abandono o utilizados como bodega. En general, estos espacios se han deteriorado por falta de un uso adecuado, lo cual ha conducido al deterioro de los mismos elementos que los integran.

Claustro alto.- Los costados norte y oriente han desaparecido por completo, quedando solamente algunos restos de pintura mural, algunos elementos estructurales como las repisas en consola y algunos machinales.

El costado sur del claustro alto ha sufrido modificaciones en sus espacios y cubiertas. Actualmente no se puede acceder a los locales existentes cuyas ventanas presentan ruptura de cornisas y en algunos casos faltante de vidriería. Del costado oriente sólo se conservan en regular estado restos del antiguo muro con presencia de macro flora.

En el lado poniente del claustro alto, algunos espacios se encuentran en abandono total al ser usados como bodegas de material y algunos muebles. Humedad e instalaciones eléctricas en mal estado son algunos deterioros observados. Se pueden encontrar también espacios reconstruidos dañados con excremento de palomas.

GENERALIDADES

A excepción del templo, que tiene un uso y mantenimiento continuo, el edificio presenta una cantidad importante de espacios sin usar, con deterioros en sus aplanados, amontonamiento de mobiliario y material, así como una alta humedad. Las intervenciones hechas recientemente no han tenido un control de calidad óptimo. Lo anterior se manifiesta en la mala calidad de los aplanados y la integración visible de

elementos que rompen con la armonía del conjunto monacal, como tuberías de PVC y canaletas de lámina galvanizada.

En el aspecto estructural, el ábside de la nave del templo presenta una grieta vertical aproximadamente a la mitad y abarca casi la totalidad del muro, de acuerdo con la tabla 8, capítulo II, ésta situación puede deberse a una rototraslación fuera del plano del muro o a un asentamiento diferencial. Sin embargo, la grieta está cubierta con una lechada de mortero cemento-arena y a simple vista no se observa un movimiento dinámico, sería recomendable monitorear el deterioro para conocer si tiende a moverse, lo cual pudiera desencadenar un problema más grave.

El portal de sacramentos recibe carga por ambos lados, se confina producto de dos grandes masas que confluyen en él. Se aprecian grietas y fisuras producto de esta situación. Así también se tiene reconstrucciones de muy mala calidad

II.8. Propuestas para la caracterización de los materiales.

La elección de las pruebas de laboratorio está sujeta al deterioro observado y las dudas que existan sobre su origen, comportamiento o estado en que se encuentre al momento de ser analizado. No es necesario aplicar todas las pruebas que existen en cada proyecto de restauración, sería una práctica costosa y muy poco viable y en ocasiones innecesaria.

Para ello, se debe tener la certeza de que es lo que se pretende hacer con el deterioro observado, primeramente, agotar todas las dudas sobre sus características (origen, morfología, estado de degradación, etc.), saber interpretar los resultados que se van a obtener y aplicar, en base a los mismos, las técnicas necesarias para la correcta restauración del elemento o del conjunto arquitectónico en estudio. En el tema referente a las sales, es necesario hacer un reconocimiento más profundo de éstas durante la inspección visual, ya que de primera instancia se observa su presencia en el sobrecimiento del muro norte de la nave del templo. Habrá que identificar la procedencia de las mismas para definir que tipo de sales son las que se encuentran.

Para poder llevar a cabo una buena elección de las pruebas de laboratorio, es importante comenzar con el establecimiento de una zonificación de los principales

deterioros. Se puede hacer mediante un mapeo del inmueble donde se representen los principales deterioros de manera general y donde exista incertidumbre de sus características y que dará la pauta para elegir la prueba necesaria. Es necesario aclarar que esta representación gráfica es general y se basa en la identificación de los deterioros más graves observados, una aproximación más amplia se hace en el momento de generar las fichas técnicas y el volumen de la obra de restauración, aspectos mucho más técnicos. En las siguientes figuras se muestra la representación gráfica de los principales deterioros del conjunto conventual en análisis. Las primeras figuras tienen que ver con las plantas arquitectónicas, tanto la baja como la alta, las siguientes se refieren a los cortes del templo mientras que la última se enfoca en la fachada.

Figura 20.- Representación de deterioros principales en planta alta del conjunto conventual.

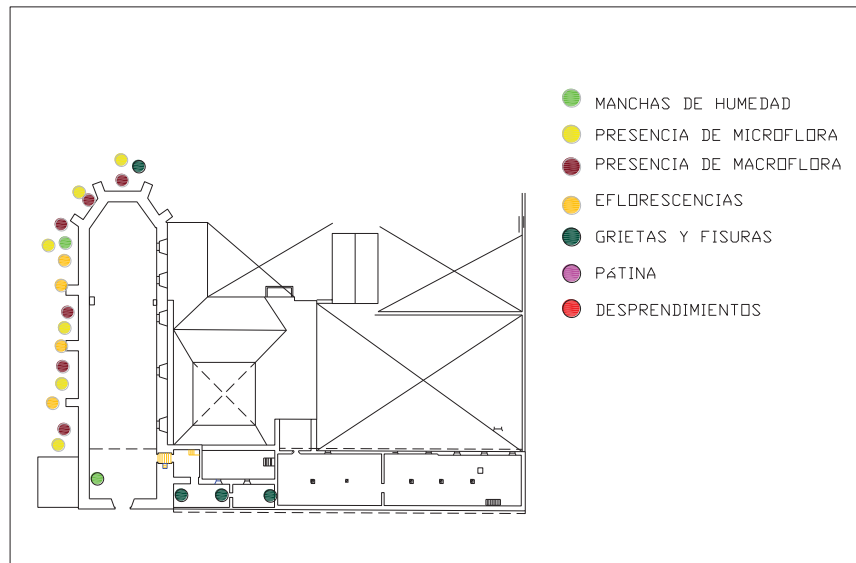


Figura 21.- Representación de deterioros principales en planta baja del conjunto conventual.

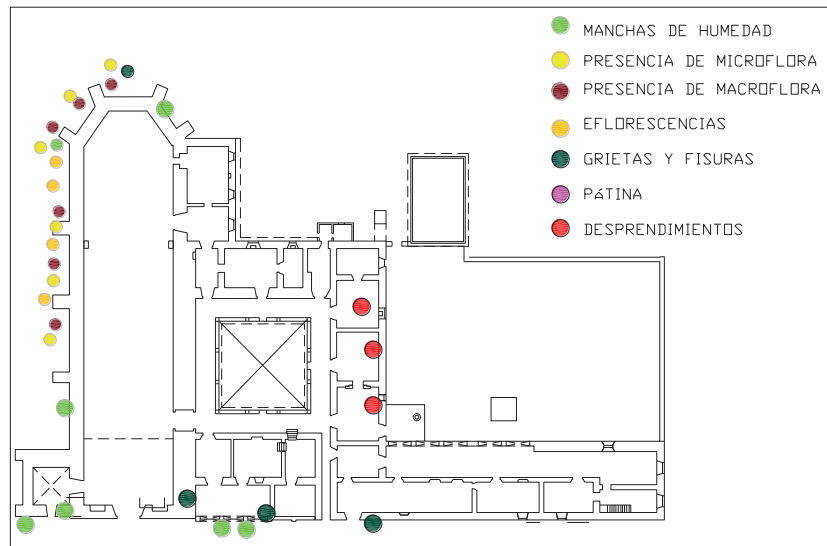


Figura 22.- Representación de deterioros principales en el muro norte de la nave del templo.



Figura 23.- Representación de deterioros principales en el muro sur de la nave del templo.

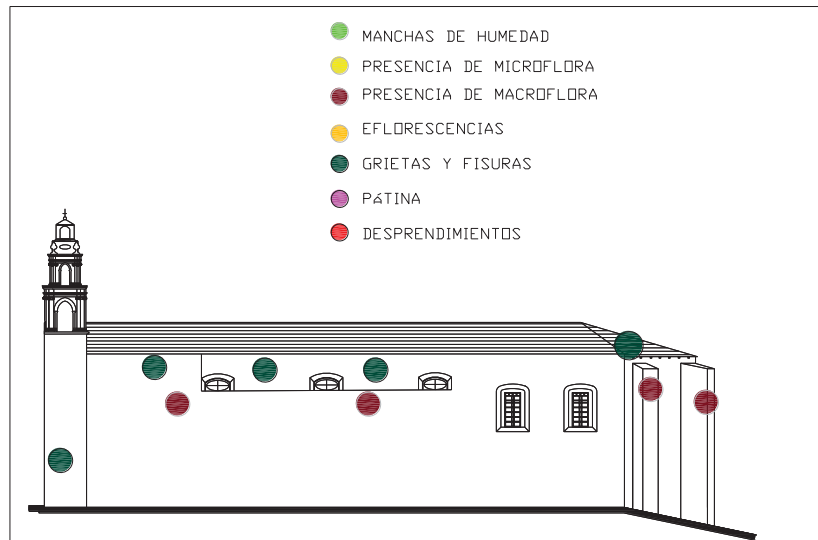
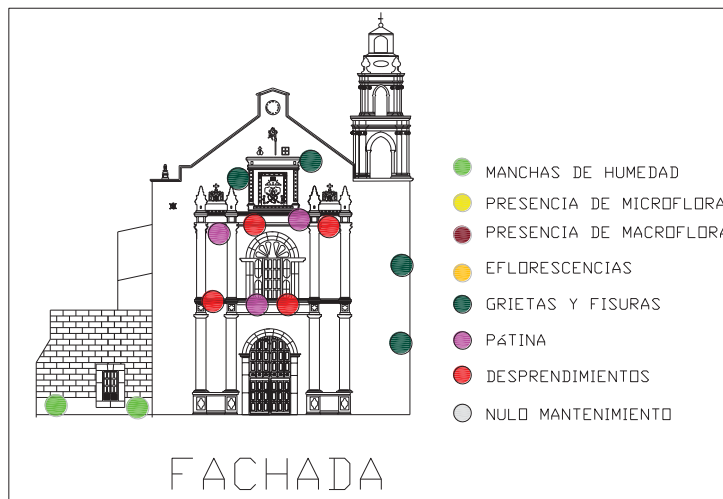


Figura 24.- Representación de deterioros principales en la fachada del templo.



Si se analizan las fichas del levantamiento de deterioros y la representación gráfica de éstos en el conjunto conventual, se observa que el principal problema en algunas zonas es la humedad, y donde hay humedad hay presencia de micro y macro flora, ésta circunstancia pudiera estar generando en el material problemas de deterioro quizás a nivel físico, quizás a nivel químico. Por otro lado, la grieta ubicada en el ábside pudo haber dañado el material pétreo a nivel mecánico. Así también, la sub-utilización de

algunos espacios ha ocasionado que se presenten manchas de humedad y en algunos casos, intervenciones hechas anteriormente, solamente han ocasionado el desprendimiento y separación de material en los muros, producto del desmedido uso de herramientas como cincel y martillo.

Otro aspecto a analizar es el de las argamasas, principalmente las que se ubican en torno a las grietas o donde se han perdido producto del lavado continuo de agua de lluvia o humedad.

En suma, detectados los problemas principales, la elección de los ensayos gira en torno a aspectos de deterioro que pudiera causar la humedad y de resistencia mecánica en los lugares donde se cree que pudiera existir un problema estructural, así como también monitoreo del estado de humedad ambiental para intuir cuan grave es esta situación.

La aplicación de esta metodología en la unidad de análisis, tuvo resultados satisfactorios, durante su procedimiento no fue necesario hacer todas y cada una de las actividades propuesta, pero esto no quiere decir que no sea necesario hacerlas en otras unidades de análisis, el universo de aplicación es muy amplio y así mismo se pueden ampliar las actividades.

Capítulo III. Interpretación de resultados

La elaboración del diagnóstico final es la base para una correcta práctica de restauración. Es una secuencia muy subjetiva, pero con la participación de los diferentes especialistas se puede lograr un acertado diagnóstico. En lo referente a este trabajo, los resultados de la metodología planteada en el primer capítulo arrojan una luz hacia la elaboración del diagnóstico final. Solamente restó la caracterización del material para completar tal acción. Sin embargo es necesario recalcar algunos resultados y su interpretación.

En lo referente a la primera secuencia, se pudo identificar material pétreo en su mayoría de origen ígneo, como basaltos, los cuales son muy susceptibles de ser atacados por el agua y la humedad. Estas dos últimas acciones se presentan de manera continua en la región donde se localiza el inmueble, de ahí la gran cantidad de eflorescencias y manchas de humedad. Hay que aclarar que la identificación del material pétreo resulta ser una práctica subjetiva y puede prestarse a diferentes interpretaciones. La experiencia en este rubro permitirá una aproximación mayor, lo que permitirá intuir el tipo de deterioro.

Otras de las acciones de la primera secuencia son las referentes a las investigaciones del entorno geográfico y ambiental. Para el caso de estudio se contó con poca información, los datos recabados son antiguos y los que actualmente se publican en instituciones como la CONAGUA son muy generales, regionales, por ello no se logró tener más datos específicos del entorno inmediato. Por tanto, es difícil hacer un estudio del comportamiento del clima a lo largo del tiempo, lo cual puede intuir a la afectación que pudieran tener los materiales.

La inspección visual hecha para este proyecto, secuencia segunda, apoyada en la tabla de indicadores visuales fue de gran valía, aunque es importante decir que fueron pocos los indicadores observados y encontrados, sin embargo, se deja constancia de un mayor umbral de identificación para futuras inspecciones en otros proyectos. Así mismo, el resultado de dividir en macroelementos el conjunto arquitectónico, proyectó una mayor aproximación del deterioro. Se debe aclarar que aunque cada caso es distinto, la experiencia ganada a través de los años por parte de los especialistas en este tipo de

construcciones y las características del deterioro observado en muchas intervenciones, han contribuido a identificar un patrón de deterioro que puede ser útil en el establecimiento del diagnóstico.

La aplicación de la metodología propuesta en el primer capítulo se llevó a cabo hasta el establecimiento de un diagnóstico preliminar. El diagnóstico preliminar se realizó en base al trabajo de campo realizado en el inmueble, a las actividades propias de la secuencia sugerida. Sin embargo, para lograr establecer un diagnóstico final, es necesario sentar las bases para la caracterización de los materiales donde se requiera y fundamentar esas acciones para garantizar un resultado final óptimo.

Es en este punto donde se debe tener especial cuidado, ya que pruebas o ensayos destructivos, aún siendo necesarios, no podrán ejecutarse dado el respeto que se le debe dar al bien inmueble como documento histórico. Para la elección de la caracterización se debe comprender perfectamente la patología detectada.

Deterioros como la humedad, son los más comunes y constantes en este tipo de inmuebles. Los casos de humedades en edificios antiguos son graves y difíciles, pero con alguna frecuencia se pueden resolver mediante métodos naturales o ingeniosos como la ventilación⁹³. Esto puede hacerse al interior de los espacios, pero cuando se presenta la humedad en paramentos exteriores, y sobre todo en aquellos que posean un acabado aparente, la solución no es tan sencilla.

El material que ya está impregnado de agua, puede contener sales en su interior que, en ciclos de secado, se cristalizan y rompen la estructura de la roca. Por tanto es necesario ubicar la fuente de humedad y determinar el alcance que ha tenido en el material.

Ahora bien, para nuestro caso de estudio como se vio con anterioridad el problema de la humedad es el que más abunda, así como las intervenciones hechas en épocas pasadas de manera desorganizada y sin ningún fundamento técnico ni apegadas al respeto de la esencia del inmueble, han contribuido para que el inmueble se encuentre

⁹³ Rivera, Javier...et. al, Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías, , Valladolid, Secretariado de publicaciones e intercambio científico, 1999, p.139.

en condiciones de sub- utilización de la mayoría de sus espacios. Sin embargo, el problema más visible se halla en el muro norte de la nave del templo.

La siguiente tabla muestra la propuesta general para aplicación de las pruebas de laboratorio en aras de complementar el diagnóstico preliminar.

Tabla 14.- Propuestas de caracterización.

Espacio	Deterioro Observado	Prueba Propuesta	Objetivo
Muro exterior norte de nave del templo	Incrustación de micro y microflora, eflorescencias y manchas de humedad.	Medición de la temperatura ambiental. Prueba de resistencia mecánica mediante el esclerómetro	Determinar el estado de humedad del material. Determinar la absorción del material. Determinar la resistencia mecánica del material
Ábside de nave del templo	Grieta y separación del material pétreo, presencia de diferentes morteros	Prueba de resistencia mecánica	Determinar la resistencia mecánica del material, y las características de la argamasa.
Muro sur de la nave del templo	Pérdida de espacios	Análisis estructural	Determinar la condición de estabilidad de la estructura
Coro	Humedad	Medición de humedad	Determinar el grado de humedad presente en el ambiente.

La tabla anteriormente mostrada se puede especificar aún más, mencionando las pruebas específicas para llevarse a cabo. La caracterización mecánica sobre basaltos, como los encontrados en el inmueble, puede realizarse con esclerómetro. Los valores más comunes de este tipo de rocas oscilan entre los 300 a 600 kg/cm². Otro aparato es el point load, una prueba destructiva para calcular la resistencia de ruptura de las rocas sin labrar. Se coloca entre dos puntos y se aplica carga puntual, los restos producto de la falla se pueden someter a pruebas de porcentaje de humedad, absorción, peso volumétrico y densidad aparente.

En cuanto a las pruebas relativas con la humedad, se puede hacer uso de sensores que se conectan superficialmente en los muros y se hace la lectura directa. También puede hacerse uso del a cámara de infrarrojo, la cual, mediante la toma de imágenes digitales da una idea aproximada de la temperatura y partir de ella puede deducirse la cantidad de agua absorbida en los poros y de forma directa puede identificarse la altura de mancha de humedad capilar.

Ahora bien, apegándose al respeto hacia el documento histórico y respetando tanto la primera historia del inmueble, la solución dada al problema presentado en el portal de sacramentos, es la más adecuada. La junta constructiva implica la rasuración de material, si bien se propone hacer en un espacio corresponde a la segunda historia, no representa un valor sustancial del inmueble.

En ese tenor giran las recomendaciones para futuras intervenciones, existen varios elementos con espacios que fueron reconstruidos con materiales y técnicas constructivas diferentes a la del resto de la obra. Pueden liberarse sin afectar la composición arquitectónica.

Conclusiones

La práctica de la restauración debe seguir una secuencia ordenada y coherente entre cada una de las acciones a realizarse. Los bienes inmuebles considerados como bienes patrimoniales, no obstante que presentan problemáticas particulares, pueden abordarse, con miras a su restauración, teniendo en cuenta algunas estrategias de revisión que si bien no se pueden considerar como universales si facilitan la tarea de revisión del estado de deterioro de un inmueble. La metodología propuesta presenta ciertas condiciones que deben observarse y que a su vez pueden ayudar a elaborar un diagnóstico completo y correcto.

Sin embargo, algunas consideraciones deben hacerse en torno a éste trabajo. En términos generales resultó completo y adecuado, pero solamente se ha aplicado a una obra por lo que el precedente dejado pudiera aplicarse a otras unidades de análisis y observar los resultados. La comparación en este tipo de proyectos es de gran valía para el reconocimiento de las hipótesis fundadas, ya se ha mencionado que cada obra presenta una problemática diferente, pero el fin es el mismo, poseer elementos que faciliten el establecimiento de un diagnóstico.

Otra consideración que debe hacerse es la relativa al estudio de la configuración constructiva y estructural. A pesar de que resulta adecuado revisar partiendo de lo general (división en macroelementos y volúmenes) a lo particular (revisión de juntas, goteos, niveles, cambios de uso, etc.), es importante reconocer dicha configuración de acuerdo a los tratados de construcción establecidos en la temporalidad de la obra. El reconocimiento de los tratados pero sobretodo su interpretación en la obra arquitectónica es fundamental para reconocer los espacios y/o sistemas estructurales perdidos, o en su defecto añadidos.

Un aporte importante en esta estrategia propuesta es el dimensionar la relevancia que tienen los análisis estructurales cuando no se tiene certeza del daño observado o cuando nuestra unidad de análisis se encuentre afectada por movimientos sísmicos o cerca de fuentes de vibración. Pero se debe acotar que estos análisis requieren de un refinamiento en sus datos, la importancia de un levantamiento arquitectónico exacto y de valores obtenidos por el laboratorio de materiales in situ, son elementos que

complican un análisis exacto. Sin embargo, cuando se logra conjuntar al máximo estos elementos, los resultados que arrojen los análisis son una herramienta enorme para establecer un diagnóstico, pudiera servir entonces, esta consideración para futuras investigaciones hasta encontrar el mejor método de análisis estructural.

Otra conclusión que arrojó esta metodología fue que se basó principalmente en los materiales pétreos, que aunque son los principales en construcciones históricas, se debe tener en cuenta el trabajo de los demás materiales constructivos, puede servir entonces esta propuesta metodología para ser enriquecida con el trabajo más a fondo sobre los otros materiales con el objetivo de lograr una metodología lo más integral y eficaz posible.

Resolviendo la preguntas iniciales de investigación podemos decir que existen una serie de deterioros que se presentan en común en los materiales constructivos de este tipo de inmuebles, no quiere decir que cada caso presente el mismo problema, lo que se diferencia es el agente, por ello, la recopilación de información sobre deterioro y su aplicación en las fichas pueden dar pauta para la identificación del deterioro, que puede ser universal. El agente que lo provoca dependerá en cada caso, analizándose todas las circunstancias descritas a lo largo del documento.

Las pruebas de laboratorio son numerosas y cada una se utiliza por diversas circunstancias (humedades, sales, estudios petrográficos, resistencia mecánica, etc.). Sin embargo, su aplicación en la práctica de restauración no es tan fácil, deben realizarse en zonas de los edificios donde no se afecte en primera instancia la capacidad estructural, (de ahí la importancia de los análisis estructurales). Así también en zonas donde la primera historia no se vea afectada, en caso de que no exista posibilidad de esta circunstancia y que sea imperante la realización de la práctica se deben encontrar los bancos de material que cumplan con las características de los existentes en el inmueble.

La circunstancia anteriormente descrita fue un producto de esta tesis. Mediante la investigación del entorno geográfico, conjuntado con descripciones históricas, es posible ubicar los bancos de materiales originales. Esto servirá para futuras intervenciones así como para el estudio más profundo de las características del

material. El material encontrado en los bancos puede someterse a pruebas de laboratorio sometido, bajo control, a cambios de temperatura y condiciones de humedad iguales a la del entorno del inmueble, de ahí la importancia de obtener datos referentes a las condiciones ambientales lo más certeros y amplios posibles. Sin embargo, aún con toda esta información, debe hacerse cierta calibración de las condiciones en que estará los materiales en el laboratorio, para deducir el comportamiento que han tenido en el inmueble. El material sufre un comportamiento diferente en contacto con la naturaleza que en su labor constructiva. Así pues, esta circunstancia debe ser motivo de otra investigación.

A manera de resumen, se puede establecer que se logró constituir una buena metodología en un primer intento y desde un punto de vista más de ingeniería que arquitectónico. Sin embargo, ésta puede mejorarse y ser completada con las consideraciones enunciadas en párrafos anteriores. Los elementos faltantes o que requieran mayor profundidad en su investigación son temas que pueden guiar futuras investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Andres Mage, *Impactos medioambientales y técnicas de restauración*, Curso de trainmonher módulo 3, Morelia, 2009.

Arnaiz, M; Martin A., *Alteración de materiales pétreos en obras monumentales. Acción de la contaminación ambiental*, Madrid, Instituto Torroja, 1977.

Aureli Alvarez, *Materiales y técnicas de caracterización modulo 2. Morteros*, Curso de trainmonher, Morelia, 2009.

Baglioni A, Guarnerio, *La rehabilitación de edificios urbanos*, Colección Arquitectura/Perspectivas, Editorial Gustavo Pili, Barcelona, 1988.

Basalencque, Fr Diego de, *Historia de la Provincia de San Nicolás de Tolentino de Michoacán (Crónica de 164)*, México, Ed. Balsal, 1989.

Beaumont, Pablo, *Crónica de Michoacán, Tomo II*, México, Archivo General de la Nación, 1932.

Benedict Warren, *La conquista de Michoacán 1521-1530*, Tr. Agustín GarcíaA., Morelia, Fimax Publicistas, 1977.

Bernis, Mateu J., "Patología y cuidado de los materiales de construcción" en *II Curso de Conservación y Restauración de Monumentos y Ambientes, de re Restauratoria*, Barcelona.

Biscontin, G., Riva, G., *Study about water vapour permeability in stone materials alter protective treatements*, II International Symposium of Conservation of Stone, Bologna, 1981.

Briansó, José Luis, *Contaminación atmosférica y otros impactos sobre los monumentos*, Curso de trainmonher módulo 3, Morelia, 2009.

Dunn Márquez, Carlos, Nelson Melero Lazo, "El levantamiento arquitectónico", *La documentación arquitectónica, un método para la elaboración de la documentación preliminar de los proyectos de restauración Arquitectónica*, Cuba, especialistas, Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museografía, Ministerio de Cultura, 1992.

Escobar, Matías de, O.S.A. *Americana Thebaida, Vitas Patrum de los Religiosos Hermanos de Nuestro Padre San Agustín*, Edición de Gregorio Gallardo López, México, 2002.

F. Ortega, *Patología de la construcción. La obra de fábrica*. Sevilla, 1983.

Farran, J;et. Al., *L'alterabilité des roches: ses facteurs, sa pervision*, Paris, Ann. Ins. Tech. Bat. Et Trav. Publics, Vol. 215, 1965.

Fernández París, José Manuel, *Diagnosis del edificio antiguo y sus condicionantes. Parte I: Consideraciones técnicas sobre los materiales en edificios antiguos*, Curso de mecánica y tecnología de los edificios antiguos, COAM, Madrid, 1987.

Fernández, Roberto, "Notas para una Introducción a la Teoría y Práctica Restauradora" en Antonio Fernández Alba, et al., *Teoría e Historia de la Restauración*, Madrid, Alianza Editorial, 1988.

- García, Esteban Fray, Libro Quinto: Crónica de la provincia del santísimo nombre de Jesús de México, S.E, 1997.
- Heredía Solís, Irineo, Ucareo, época prehispánica - el convento agustino, México, Instituto Michoacano de Cultura, 2001.
- Hernández, Apolinar, *Estudio hidrogeológico de Ucareo, Estado de Michoacán*, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo X, 1938.
- Icaza Lomelí, Leonardo, s.f., La vara, material mecanográfico, México.
- J.Edward Tarbuck,; Lutgens F. K., Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física, Madrid, Pearson Education, 2005.
- Kubler, George, *Arquitectura Mexicana del siglo XVI*, México, Fondo de Cultura Económica, 1983.
- M. Feilden, Bernard, Conservation of historic building, Butterworth Heinemann, 2003.
- M. Gracia Gómez de Terreros Guardiola, Manuel Alcalde Moreno, *Metodología de estudio de alteración y conservación de la piedra monumental*, Sevilla, Universidad de Sevilla Secretariado de Publicaciones, 2000.
- Magalhaes, A., *Caracterización física y mecánica de los morteros antiguos. Aplicación a la evaluación del estado de conservación*. Materiales de construcción, Vol. 59, 2009.
- Navarrete Nicolás, Historia de la provincia agustiniana de San Nicolás de Tolentino de Michoacán, México, Porrúa, 1978.
- Prado, Núñez Ricardo, Procedimientos de restauración y materiales, México, Trillas, 2000.
- Rivera, Javier...et. al, Patrimonio, restauración y nuevas tecnologías, , Valladolid, Secretariado de publicaciones e intercambio científico, 1999.
- Sherwood, S., Dolske, D, *Acid deposition impacts on marble monuments at Gettysburg*, 7th International Congress of Deterioration and Conservation of Stone, Vol. I.
- Soto Nuñez, Sergio, Ucareo, cuna de la provincia agustiniana de Michoacán, México, Daga Editores, 2007.
- T. Stambolov,; J.R.J. Van Asperen, *El deterioro y la conservación de materiales porosos de construcción en monumentos. Una revisión bibliográfica*, Trad. Luis Torres M., México, UNAM, 1984.
- Toussaint, Manuel, Arte colonial en México, México. UNAM, Instituto de investigaciones estéticas, 1983.
- Viñuales, Graciela y Ramón Gutiérrez, “La documentación histórica en la restauración de monumentos”, en Cuadernos de Arquitectura y conservación del patrimonio artístico, serie ensayos N° 2, México, SEP, INBA, DACPAN, 1979.
- Zambrano, González, Ma. de los Ángeles, “Capillas de visita Agustina en Michoacán 1537-1770”, Tesis de Maestría en Arquitectura, Investigación y Restauración, México, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Arquitectura, 1999.