

PIEDRA EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS. CARACTERIZACIÓN Y ALTERACIONES

NORA ARIADNA PÉREZ CASTELLANOS

MARLENE SÁMANO CHONG

MARTHA ISABEL TAPIA GONZÁLEZ

ISBN: 978-607-484-648-5

INTRODUCCIÓN

La caracterización y el estudio del deterioro de la piedra, como material de un sistema constructivo, requiere de una aproximación desde diferentes niveles para contemplar su relación indivisible con el patrimonio cultural edificado que conforma. El reconocimiento de los aspectos materiales y valorativos del inmueble son fundamentales para lograr una práctica profesional sustentada en la investigación transdisciplinaria y así transitar hacia el entendimiento del patrimonio cultural como el resultado de las acciones y las relaciones humanas con su contexto en un tiempo definido.

Para lograr una acción de conservación integral se requiere seguir un modelo de actuación en el que la observación, la descripción, la documentación, la categorización y comprensión de las cualidades materiales, tecnológicas, formales y estéticas de la piedra se vinculen con el contexto regional, cultural y edificado para entender así espacial y temporalmente a la piedra y su relación con el inmueble que conforma (Fragoso y Sámano, 2013).

Para abordar este estudio es necesaria una actitud crítica, participativa y un análisis a diferentes niveles que van de lo macro (como sería el contexto regional), lo intermedio (como el contexto edificado) y lo micro, es decir, la piedra misma. En la perspectiva regional, es indispensable examinar el contexto geográfico para vincular el empleo de materiales de uso local o su importación, además de contrastar



Figura 1. Diagrama de los distintos elementos que influyen en la conservación arquitectónica. Fotografía I. Vit. Diagrama M. Sámano.

la influencia del medioambiente en la conservación del inmueble. En lo arquitectónico es indispensable contemplar el análisis de los sistemas constructivos identificando e interrelacionando los elementos arquitectónicos, así como comprender su papel estructural, funcional u ornamental en el inmueble. Es fundamental distinguir las técnicas de factura y los materiales asociados para explicar el funcionamiento de la piedra dentro del sistema constructivo. Se debe llevar a cabo un mapeo preciso, piedra por piedra, en un levantamiento arquitectónico puntual que especifique su tipología a partir de una identificación a nivel petrológico y así vincular su función dentro de los sistemas constructivos con sus características físicas de dureza, textura, densidad, peso, color, porosidad y trabajabilidad. Esto permitirá determinar si una mayor densidad y dureza de las piedras se presenta en la parte inferior del inmueble para soportarlo, si las piedras más ligeras son utilizadas para la construcción de cubiertas o si se puede vincular la suavidad y factibilidad de la talla con su empleo como elementos ornamentales y sus características de dureza, resistencia y trabajabilidad para su empleo en pisos (Figura 1).

LA PIEDRA Y SUS PROPIEDADES

La piedra tiene propiedades físicas inherentes que están determinadas por su origen. Estas propiedades están sometidas a cambios externos debido a su distribución dentro de un inmueble y el contexto que las rodea.

Las piedras están compuestas por diferentes minerales, los cuales se definen como sustancias sólidas con una composición química definida y estructura cristalina¹ (Klein y Hurbult 2011:2). La composición y textura² de las piedras proviene directamente de su formación y origen, todas las piedras pueden clasificarse en tres grupos principales: rocas ígneas, sedimentarias o metamórficas.

Las rocas ígneas o magmáticas se forman por la solidificación de un magma, se dividen en extrusivas e intrusivas. El primer grupo está formado magma que alcanzó la superficie en estado fundido o parcialmente fundido y se enfría rápidamente, produciendo un tamaño de cristal pequeño y por tanto su textura suele ser microcristalina; además, pueden tener porosidad alta por la evaporación de gases

atrapados en el material ígneo que deja espacios grandes, como por ejemplo en el basalto o tezontle. En cambio, las rocas ígneas de tipo intrusivo han sufrido un proceso de enfriamiento y cristalización lento debajo de la superficie terrestre. Debido a estas condiciones los cristales pueden crecer a mayores tamaños brindando a la piedra una textura macrocristalina, manifestándose en una porosidad baja y, por tanto, susceptible a alteraciones sólo en la superficie expuesta de la roca. La composición química principal de las rocas ígneas es el dióxido de silicio (SiO_2). Algunos ejemplos de rocas ígneas son toba, riolita, granito, escoria y gabro.

Los agentes atmosféricos generan descomposición química y desintegración mecánica de la superficie en donde la compactación y cementación de los sedimentos transportados por agua, viento o hielo se depositan en una cuenca formando las rocas sedimentarias. Los sedimentos se originan en la superficie de la Tierra pero pueden depositarse en ambientes terrestres o marinos; además, las rocas

¹ Estructura cristalina: el orden de los átomos o moléculas que forman el mineral están ordenados en un rango de largo alcance.

² La textura de la roca implica los aspectos geométricos de las partículas que la forman determinada por el tamaño, forma y arreglo.

sedimentarias pueden contener fósiles u otros rastros de microorganismos. Este tipo de rocas se caracterizan por contener capas que se distinguen entre sí por diferencias en el tamaño de grano, composición o color. Su velocidad de alteración está condicionada por la textura, puesto que conforme el tamaño de cristal disminuye hay una mayor superficie específica que puede reaccionar con el entorno, haciéndola más vulnerable al intemperismo. Algunos ejemplos son las rocas calizas, coquinas o piedra muca³ (con restos de conchas marinas), areniscas, rocas conglomeradas y pedernal.

Las rocas metamórficas son aquellas que se producen por un cambio o transformación a partir de una roca original (ígneas, sedimentaria o incluso otra metamórfica) al ser sometidas a condiciones de temperatura, presión y esfuerzos muy altos que causan cambios mineralógicos y microestructurales. Su composición es derivada de la roca original pero con propiedades y características diferentes, además de que una misma roca puede transformarse en

varias rocas dependiendo de las condiciones termodinámicas a las cuales fue sometida; por ejemplo, las areniscas se convierten en cuarcitas y las rocas calizas se transforman en mármol.

El alineamiento de los minerales a lo largo de superficies planas es la textura característica de las rocas metamórficas. La textura indica la susceptibilidad a alteraciones. Con textura foliada como la pizarra, filita o esquisto el deterioro es alto; en la anfibolita o la eclogita, la textura es granular y su deterioro es intermedio, mientras que el mármol con textura vítrea tiene un deterioro generalmente bajo (Klein y Hurlbult 2011:620-646; Vera et al. 2011:122-132).

ALTERACIONES

El estudio del deterioro requiere una serie de pasos metodológicos para lograr la emisión de un diagnóstico certero. Inicialmente es importante la observación directa e *in situ*. El análisis inicial del inmueble será a través del empleo de fichas, registro fotográfico y levantamiento gráfico de efec-

³ Nombre que se le da en el Estado de Veracruz.

tos, obteniendo así una primera aproximación y datos que deben ser correlacionados para lanzar una primera hipótesis de la dinámica del deterioro a partir de la identificación de los efectos, determinar las causas y establecer los mecanismos de deterioro en un inmueble. Con esta información se esboza el grado de afectación o alteración presentado en los materiales pétreos, su extensión, ubicación y se analiza la actividad o inactividad de las causas de deterioro. Estas hipótesis deberán ser comprobadas mediante la vinculación de la información obtenida con el reconcimiento del bien cultural y su línea de vida, contemplando las transformaciones materiales, en el uso y la función del inmueble a través del tiempo, vislumbrando la temporalidad de los efectos para distinguir en los cambios físicos detectados, cuáles son alteraciones y cuáles deterioran la cualidad de la piedra como bien cultural. La hipótesis también se comprueba mediante análisis de laboratorio y luces especiales para comprender y jerarquizar las causas que promueven el deterioro. Posteriormente, es responsabilidad del restaurador emitir un dictamen que indique el estado del bien cultural y se señale de manera precisa la afectación presentada

ya no sólo a nivel material, sino indicando la merma en los valores atribuidos al bien cultural debido a la presencia de los efectos de deterioro.

En términos tangibles, el deterioro de los materiales de construcción de tipo poroso como las piedras es generalmente producido por distintos factores, como es el mecánico (causado por esfuerzos o acciones exógenas), el físico o químico (Figura 2).

Dentro del deterioro mecánico se encuentra la expansión térmica diferencial, debido a las diferencias en coeficientes térmicos de expansión de las piedras (como consecuencia de los coeficientes térmicos individuales de cada mineral que la componen) en un mismo inmueble. Los ciclos térmicos diurnos y nocturnos ocasionan cambios dimensionales de la piedra y, por tanto, esfuerzos mecánicos diferenciales cuyos efectos visibles son fracturas, grietas y desprendimientos.

Otra causa de alteración mecánica son las vibraciones debido al tráfico de vehículos o sonido, que al ser de determinada frecuencia pueden resonar y por ende incrementarse, afectando la estabilidad de la roca o inmueble. Este tipo de

Mecánico	Físico	Químico
Tensión y compresión	Capacidad de absorción	Reacción de minerales de rocas volcánicas ante la humedad y ácidos
Expansión térmica	Congelamiento	Reacción de carbonato de calcio ante la humedad y ácidos
Aumento de volúmen por corrosión de metales asociados	Cristalización	
Acción humana / Vibraciones		

Figura 2. Tabla de clasificación de los tipos de deterioros en piedra. M. Tapia.

deterioro es común en zonas urbanas como los centros históricos de la Ciudad de México o Guadalajara, por ejemplo.

El deterioro físico causado por efectos de congelamiento y cristalización de sales es debido a la propiedad capilar que tienen las piedras, capaces de absorber agua debido a su naturaleza hidrofílica y además a sus poros que actúan como capilares permitiendo la difusión de agua a través del material. En el caso de lugares donde la temperatura disminuye debajo de los cero grados centígrados, el agua que se encontraba dentro de la red de poros de la piedra cristaliza, y si es demasiado grande rompe estos poros deteriorando la piedra.

En el caso del agua que contiene sales disueltas y está en los poros, en el momento en que el agua se evapora del material permite la cristalización de las sales causando subeflorescencias que, al igual que el hielo, rompen los poros y deterioran la piedra. En este caso, las presiones de hidratación y la presión osmótica de las sales juegan un papel fundamental en el deterioro. Cuando la evaporación del agua con sales disueltas es en superficie se forman los cristales y se denominan eflorescencias, pudiendo presentarse como velos o concreciones (Torraca, 2009:85-86). Este tipo de deterioro es importante tomarlo en cuenta en zonas elevadas y en el norte del país.



Figura 3. Piedra afectada por la presencia de sales provenientes del cemento. 2012. Sámano, M.

Las sales de sulfato de calcio en su forma hidratada pueden deber su presencia al cemento Portland, que contiene yeso como uno de sus componentes, por lo que las piedras unidas suelen tener una afectación, ya que el material se solubiliza penetrando en la roca y recristalizando en el interior y exterior de ella, causando graves deterioros (Figura 3).

LA HUMEDAD

El agua es el catalizador de reacciones de deterioro químico en la piedra. Para comprender el deterioro es necesario reconocer las fuentes de humedad, las cuales pueden ser clasificadas principalmente en aguas dispersas, humedad relativa del aire y aquella proveniente del subsuelo. Como ejemplo de aguas dispersas se encuentra el agua de lluvia o aquella proveniente de tuberías rotas o la que es producto de la limpieza del inmueble; ésta llega a la piedra por mecanismos de filtración, escurrimiento y capilaridad. La presencia de humedad ambiental se relaciona con mecanismos de evaporación y condensación, promoviendo áreas húmedas en la piedra. El agua del subsuelo

Fuentes de humedad	Mecanismos por los que llega a la piedra	Mecanismos químicos a través del cual produce el deterioro	Efectos de deterioro
a) Aguas dispersas	Filtración, Capilaridad ascendente, descendente o lateral	Disolución Solvatación	Disgregación Proliferación de microorganismos Manchas Escurrimientos
b) Humedad relativa	Condensación Evaporación	Hidrólisis Migración de compuestos	El agua produce efectos químicos y físicos particulares según la naturaleza de los materiales
c) Agua en el subsuelo	Capilaridad ascendente		

Figura 4. Tabla sobre los mecanismos y efectos que causa el agua en un inmueble de piedra. M. Orea.

proviene principalmente de mantos freáticos por capilaridad ascendente.

La presencia de humedad produce en la piedra la disolución, solvatación, hidrólisis o migración de compuestos, generando, la disgregación, proliferación de microorganismos y manchas, entre otros efectos (Figura 4).

REACCIÓN DE MINERALES DE ROCAS VOLCÁNICAS ANTE LA HUMEDAD Y ÁCIDOS

En las piedras existen procesos de alteración que generan

descomposición en las rocas. Algunas de las reacciones involucradas son hidrólisis, hidratación, disolución, oxidación y reducción, así como carbonatación y zeolitización. Las rocas ígneas contienen principalmente fases cristalinas de dióxido de silicio como el cuarzo, tridimita o cristobalita, que son muy estables; sin embargo, también tienen en su composición minerales de tipo aluminosilicatos los cuales contienen iones como calcio, magnesio, hierro, sodio y potasio, los cuales se pueden verse afectados por agua atmosférica, debido a que ocurre una disolución de estos minerales. Ade-

Material constructivo	Minerales	Tipo de reacción	Deterioro
Toba, basalto, pómez	Montmorillonitas	Disolución	Disgregación, fragmentación alveolización
	Arcillas	Zeolitización Formación KOH	Disgregación, exfoliación
	Minerales de hierro, Feidespatos Na, k, Ca, SiO ₂	Hidrólisis Formación goetita	Disgregación, costras
	Ferromagnesianos	Hidrólisis	Cambio de coloración a roja, pardo o amarillo

Figura 5. Tabla sobre las reacciones de los minerales que componen las rocas ígneas. M. Tapia.

más de la disolución, es común en las rocas ígneas las reacciones de hidrólisis e hidratación las cuales causan la pérdida de minerales en las rocas y formación de arcillas que son minerales más susceptibles (Torraca 2009:89). Algunas de las reacciones comunes y los deterioros que causan en la piedra se encuentran simplificados en la figura 5.

REACCIÓN DEL CARBONATO DE CALCIO ANTE LA HUMEDAD Y ÁCIDOS

En las rocas sedimentarias, uno de los principales componentes es el carbonato de calcio, como en el caso de

areniscas o como componente mayoritario en las calizas. La composición de estas rocas define su forma de alteración al ser susceptible al ataque por ácidos, como el ácido carbónico, ácido nítrico o ácido sulfúrico, que al reaccionar con el carbonato de calcio forman compuestos solubles como el bicarbonato de calcio, nitrato de calcio o sulfato de calcio, respectivamente. El efecto de estas alteraciones es el reblandecimiento de las piedras y su posterior fragmentación. Este mecanismo también es posible que se presente por la secreción de distintos ácidos orgánicos e inorgánicos producto de la secreción de diversos agentes biológicos. En

Material constructivo	Cementante	% de Calcita	Deteriodo
Arenisca	Calcita	18-20	Arenización
Arenisca	Cuarzo, glauconita, dolomita	20	Vesículas, fracturas
Arenisca	Calcita macrocristalina	5-16	Costra
Caliza	Calcita macrocristalina	56-95	Exfoliación, fragmentación

Figura 6. Tabla sobre los deterioros en las rocas sedimentarias de acuerdo al porcentaje y composición de su cementante. Rest. Martha Tapia. STROM, ENCRYM.

la figura 6 se presentan algunos deterioros característicos relacionados con diferentes porcentajes de carbonato de calcio presente en la piedra (Torraca, 2009:87-91) (Figura 6).

Otra de las reacciones en piedras en inmuebles es la formación de costras de oxalato de calcio, las cuales se forman por la reacción del carbonato de calcio con ácido oxálico y son insolubles, por tanto alteran la apariencia de la piedra (Torraca, 2009:88).

Entre los problemas de deterioro que tenemos en inmuebles con estructuras metálicas se encuentra la oxidación del hierro. El proceso de corrosión de un metal involucra su

expansión volumétrica, en el caso de piedras que tienen en su interior un armazón de metal es común que se fracturen. Sin embargo, este deterioro no se limita a un deterioro mecánico, también involucra un deterioro químico que se traduce en la deposición de óxidos en la roca, provocando el efecto de manchado cuando el metal está localizado en la parte externa.

La humedad en sus distintas manifestaciones es, en general, el principal factor de deterioro, por lo que la revisión y recuperación de los sistemas hidráulicos de un inmueble son fundamentales para la conservación de un edificio.



Figura 7. estructuras metálicas con oxidación del hierro. H. Orea.

TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN

Para realizar un primer diagnóstico general en materiales pétreos existen pruebas sencillas como color, conductividad, capacidad de absorción de agua y dureza que se pueden realizar *in situ*. Es fundamental que las pruebas que se realicen en piedras deterioradas sean siempre contrastadas con rocas sanas para tener un punto de referencia. El color se puede medir con tablas Munsell, clasificándolos sistemáticamente en términos del tono, valor y croma, que se registran en este orden y así la designación del color se señala con la combinación de una o varias letras (Hodgson, 1987:39).

La propiedad de conductividad se puede medir en la piedra con un conductímetro de contacto, y este valor es un indicador de la concentración de sales disueltas al interior, puesto que el agua pura prácticamente no conduce la corriente eléctrica, mientras que el agua con sales disueltas es un buen conductor eléctrico. La capacidad de absorción de agua de la roca es un indicador del estado de conservación, puesto que se puede conocer como interactúa la piedra con el entorno.

La prueba de absorción de agua mediante tubo Karsten consiste en un tubo de vidrio graduado con agua, el cual se pone en contacto con el material a analizar y se pega con plastilina, de manera que se registra el tiempo que tarda el agua en ser absorbida (Figura 8). Existen diversas configu-

raciones para superficies verticales u horizontales, además de que la graduación y cantidad de agua que se deposita en el tubo depende del tipo de roca, puesto que es menor la cantidad de agua para rocas poco porosas que en el caso de rocas muy porosas (Siegesmund y Snethlage, 2011:388).

La dureza de la roca en el sitio se puede medir de manera sencilla mediante un martillo Schmidt. Los datos se registran manualmente o de forma digital, es decir, automáticamente en el equipo, como se muestra en la figura 9. Este martillo tiene en el interior un cuerpo de impacto, el cual golpea con determinada fuerza la roca y se registra el impacto correspondiente y la velocidad de rebote. Estos resultados, mediante conversiones, pueden ser relacionados con las pruebas mecánicas destructivas en laboratorio.

En laboratorio, las pruebas básicas para poder identificar las propiedades de la roca e identificar minerales de alteración son la petrografía y la técnica instrumental de difracción de rayos X. Para el análisis petrográfico se requiere tomar una muestra de mano de la piedra, y se prepara una lámina delgada de 30 μm de espesor para que permita ser vista en el microscopio petrográfico. Con este estudio



Figura 8. Prueba de absorción de agua con tubo Karsten (izq.), medición de la dureza de la piedra con martillo Schmidt digital (der.). Fotografía. N. Pérez.

se obtiene la descripción de la roca, el porcentaje de los minerales y clasificación la roca, considerando su textura, cementante y tamaño de cristal.

En el caso de difracción de rayos X se requiere una muestra en polvo de 500 mg, distribuidos en un portamuestras de vidrio. Esta técnica es destructiva pero permite utilizar los polvos para posteriores análisis. Los resultados de esta técnica analítica son complementarios a la petrografía, puesto que se reportan las fases minerales presentes, incluyendo arcillas (las cuales no se pueden identificar en petrografía por su tamaño) y además se realiza un análisis semicuantitativo.

CONSIDERACIONES FINALES

El estudio de la piedra y sus alteraciones, desde una aproximación transdisciplinaria se fundamentará en investigaciones consistentes y sólidas que estudien la estructura de la piedra cuantitativa y cualitativamente. Asimismo, no debe perderse de vista su función como material del sistema constructivo de un bien inmueble, reconociendo además los valores culturales intangibles atribuidos por la

sociedad. Para lograr esto, se requiere de un grupo de especialistas en donde se integren las diversas perspectivas y se enriquezca la visión desde el conocimiento, la práctica y la experiencia. Este grupo deberá estar conformado por restauradores de bienes muebles, restauradores de bienes inmuebles, historiadores, arquitectos, ingenieros estructuristas, geólogos, químicos, arqueólogos, antropólogos sociales y fotógrafos para obtener una investigación a macro y micro escala.

Es aconsejable que los análisis de materiales sean realizados una vez que las hipótesis del deterioro se encuentren claras y que cada acción propuesta tenga una justificación que ayude a esclarecer la caracterización o el problema del deterioro. Deben priorizarse aquellos métodos no destructivos y la documentación del proceso debe ser rigurosa y sistemática. Este tipo de análisis de carácter material, así como el diagnóstico del bien cultural deben ser requisitos indispensables para el diseño y ejecución de un proyecto de restauración.

A futuro, sería interesante plantear espacios de trabajo y discusión entre los profesionales dedicados a la conser-

vación de piedra para revisar y analizar la metodología de trabajo, la terminología, la estandarización de análisis así como las diversas técnicas de documentación. De la misma manera, se considera oportuno el diseño de programas para la formación, especialización y actualización en materia de conservación y restauración de material pétreo dentro de los inmuebles con estructura metálica y concreto, ya que éste ha sido un campo poco abordado por los profesionales de la restauración.

FUENTES CONSULTADAS

- IPHE Instituto del Patrimonio Histórico Español. 2002. *Criterios de Intervención en Materiales Pétreos*. Documento electrónico disponible en <http://ipce.mcu.es/pdfs/CriteriosMaterialesPetreos.pdf> consultado en octubre de 2013.
- Fragoso, Irlanda y Sámano, Marlene 2013. *Obra mural, espacio y sociedad. Una perspectiva para la enseñanza aprendizaje dentro del STROM*. México, documento inédito. ENCRYM.
- Hodgson, John Michael 1987. *Muestreo y descripción de suelos*. Barcelona, Editorial Reverté.
- ICOMOS International Scientific Committee for Stone (ISCS). 2008. *Illustrated glossary on stone deterioration patterns*. Documento electrónico disponible en <http://www.cicrp.fr/docs/icomos-iscs-glossary.pdf> consultado en octubre de 2013.
- ICOMOS. 2003. *Principios para la preservación, conservación y restauración de las estructuras del patrimonio arquitectónico*. Zimbawe, International Council on Monuments and Sites.
- ICOMOS. 2003. *Principios para la preservación, conservación y restauración de pinturas murales*. Zimbawe, International Council on Monuments and Sites.
- ICOMOS. 1992. *The Illustrated Burra Charter. Making good decisions about care of important places*. [Marquis-Kyle, Peter y Meredith Walker, Prestige Litho, Brisbane coord]. Australia.
- Klein, Cornelis y Hurbult, Cornelius. 2011. *Manual de Mineralogía*. Volumen 2. Barcelona, Editorial Reverté.
- Medina Gonzalez, Isabel; Castro Barrera, María del Carmen; García Vierna, Valeria, et. al. 2009. “Una primera aproximación a la normativa en materia del patrimonio cultural de México”. En Renata Schneider, coord. *La conservación-restauración en el INAH*. El debate teórico. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Philippot, Paul; Mora, Paolo y Laura. 2003. *La conservación de las pinturas murales*. [Clemencia Vernaza Trad.], Universidad Externado de Colombia e ICCROM.
- Siegesmund, Siegfried y Snethlage, Rolf (eds.). 2011. *Stone in architecture*. Berlin, Springer.
- Tapia, Martha; Orea, Haydee; López Fernández, Margarita y Ledezma, María de la Gracia. *Apuntes del Seminario Taller de Restauración de Obra Mural*, Material inédito. ENCRYM.
- Torraca, Giorgio. 2009. *Lectures on Materials Science for Architectural Conservation*. Los Angeles, Getty Conservation Institute.
- Vera, Ricardo; Araux, Elizabeth y Fuentes, Cinndy. 2011. *Manual para Geología de Campo*. Hermosillo, Editorial Universidad de Sonora.

NORA ARIADNA PÉREZ CASTELLANOS

Ingeniera química (ITESO, México) y maestra en Ciencia e Ingeniería de Materiales (IIM-UNAM, México). En el 2008, realizó una estancia de trabajo en el Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía (España); del 2006 al 2009, fue asesora científica en Pintura Mural y Escultura en la ECRO (México). Desde el 2011, colabora en la CNCPC-INAH como consultora científica. En diciembre del 2012, impartió el curso *Evaluación del proceso de consolidación en sustrato pétreo: toba volcánica*, en la ENCRYM-INAH (México), institución en la que colabora como consultora científica del STROM. Actualmente, además, cursa estudios de doctorado.

MARLENE SÁMANO CHONG

Licenciada en Restauración de Bienes Muebles con estudios terminados de Maestría en Conservación y Restauración de Bienes Culturales Inmuebles ambos por la ENCRYM. Es restauradora perito del INAH y desde 1999 labora en el Seminario Taller de Restauración de Obra Mural de la ENCRYM coordinando proyectos académicos de restauración de obra mural de origen prehispánico y virreinal. En el ámbito particular ha participado en diversos proyectos en el DF y en Alemania. Es parte del equipo acreedor al Premio INAH 2007 Miguel Covarrubias por la adecuación del edificio del Exconvento de Betlemitas en el Museo Interactivo de la Economía.

MARTHA ISABEL TAPIA GONZÁLEZ

Licenciada en Restauración de Bienes Muebles (ENCRYM-INAH, México), con estudios en Tecnología y Conservación de piedra y Conservación Preventiva: Reducción de Riesgos en Colecciones (ICCRUM). Docente de la ENCRYM desde 1985 impartiendo materias del área científica y Seminario Taller de Restauración de Pintura Mural. Ha asesorado coordinado proyectos y sido ponente en México y diversos países de Centroamérica. En la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, INAH, participó en el Programa Nacional de Protección de Bienes Muebles de Recintos Religioso y al Programa de Prevención del Robo, Saqueo y Tráfico Ilícito de Bienes Culturales Muebles; y en la Dirección de Registro de Arqueológico en el Programa de Registro de Monumentos Históricos.