

EL CORREO DEL RESTAURADOR
Número 4

Conservación del Patrimonio Prehispánico

Índice

- 1. Chicanná, Campeche: Investigación para la conservación del material pétreo y trabajos recientes de restauración.**
Valeria García Vierna, Claudia García Solís y Berenice Valencia Pulido
- 2. Trabajos de Conservación y Restauración de la Pirámide de las Serpientes Emplumadas. Xochicalco, Morelos.**
Beatriz Sandoval Zarauz
- 3. Propuesta para la recuperación del entorno ecológico actual de los monumentos no restaurados en la Zona Arqueológica de Teotihuacán.**
Pablo Torres Soria
- 4. Técnicas pictóricas de jícaras y guajes prehispánicos.**
Isabel Medina González
- 5. Caracterización de Tableros de la Zona Arqueológica de Tula por Microscopía Electrónica Analítica de Barrido.**
Gustavo Martínez Cornejo, V. Rodríguez Lugo y G. Mondragón Galicia
- 6. Composición y causas de deterioro en materiales de la Zona Maya**
María de la Gracia Ledesma Díaz.
- 7. Rescate Arqueológico de un Arqueólogo**
Rest. Elvira Pruneda Gallegos
- 8. La importancia de la conservación continua en la Zona Arqueológica de Teotihuacán.**
Catalina Figueroa Uribe
- 9. Trabajos de conservación y restauración en la zona arqueológica de Tajin, Veracruz**
Alejandra Alonso Olvera, Adriana Trujillo Rodríguez y Fausto Nadal
- 10. La Inspección y Conservación de monumentos arqueológicos de la República Mexicana 1885-1911.**
Arq'lgo. José Antonio López Palacios.

11. La goma de Nopal: una alternativa en la consolidación del adobe protegido por la techumbre.

Pablo Torres Soria, Luciano Cedillo Alvarez

12. Importancia de la Selección de los Métodos de Limpieza para metales arqueológicos.

Lic. Carolusa González Tirado

13. Principios de la producción de Rayos X.

Dolores Tenorio

CHICANNÁ, CAMPECHE: INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL MATERIAL PÉTREO Y TRABAJOS RECIENTES DE RESTAURACIÓN

Valeria García Vierna
CNRPC-INAH

Claudia García Solís
Berenice Valencia Pulido
ENCRM-INAH

Presentación



La presente exposición tiene la finalidad de exponer algunos avances sobre los trabajos de investigación para la conservación del material pétreo de la Zona Arqueológica de Chicanná, Campeche, así como de los trabajos

recientes de restauración realizados en la fachada del edificio II de la misma zona. Ambos trabajos se insertan dentro de un programa muy amplio denominado "Proyecto de Conservación del Material Pétreo del Sureste de México" en el que participan de manera conjunta diversas dependencias del INAH coordinadas por la CNRPC y la ENCRM. En este caso específico tan sólo se aborda la problemática del sitio ya mencionado sin embargo, el proyecto se extiende a diversas Zonas arqueológicas que comparten la problemática de la piedra caliza tanto en los elementos constructivos como en aquellos que sirven de soporte a los manufacturados en estuco.

Como parte de la primera fase de trabajo, actualmente las restauradoras Claudia García S. y Berenice Valencia P. llevan a cabo una investigación de tesis denominada "Deterioro de piedra en la Zona Arqueológica de Chicanná, Campeche. Dos Alternativas de Tratamiento." del cual se expondrán en este texto algunos aspectos. Dicha investigación es asesorada por las restauradoras Haydeé Orea y Martha Tapia, la Mtra. Ma. de la Gracia Ledezma y el Arqlgo. Rodrigo Liendo.

Introducción

La zona Arqueológica de Chicanná se ubica en el kilómetro 143 de la Carretera Federal 186 (Escárcega -Chetumal), al sureste de la ciudad de Campeche. El sitio consta de cinco grupos arquitectónicos y forma parte del corredor turístico del sur de Campeche-Quintana Roo.

Cuenta con un clima subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 22 a 26° C; la humedad relativa anual es mayor del 75%; la vegetación corresponde a la denominada selva alta perennifolia con árboles de más de 30 metros de altura y de especies como ramón, chico zapote y caoba, entre otros.

El sitio fue descubierto en 1945, y hasta el momento ha sido objeto de nueve temporadas de investigación por parte del área de arqueología, en las que se han excavado, liberado y consolidado ocho de las estructuras arquitectónicas. Consta de cinco grupos arquitectónicos bien, aquí se hablará de dos de estos conjuntos por ser motivo de este trabajo, y para concluir este texto se hará una breve síntesis de las necesidades más importantes de cada uno de los grupos.

El grupo **A** posee una plaza conocida como Plaza principal, alrededor de la cual se ubican seis edificios y es la que actualmente da acceso al sitio. En este conjunto destaca el edificio II que se halla al este de la plaza, al cual se le considera un representante del estilo Chenes por su fachada principal que representa el rostro de una criatura zoomorfa, formado por una serie de cascadas de mascarones de perfil, además de otros elementos iconográficos y decorativos manufacturados en piedra y recubiertos con estuco policromo. En los extremos de la estructura se observa la representación de un templete con techo de palma, y restos de la espiga que sostuviera otro elemento decorativo. En el paramento derecho se observan escasos restos de glifos pintados en color rojo, mientras que los restos de policromía (rojos, negro, azul, naranja, etc.) que se hallan en el extremo izquierdo son más extensos.

El grupo **B** está formado por las estructuras VI, VIA y VIB, VII, VIII y IX. La estructura VI es el único edificio explorado totalmente hasta ahora. Está situado al sureste del núcleo del sitio, la fachada presenta dos paneles con representaciones de mascarones alineados verticalmente en piedra recubiertos con estuco. En la parte superior presenta aún restos de la crestería.

Trabajo de investigación

En el mes de julio de 1996 se llevó a cabo una temporada en la que se realizaron algunas labores que forman parte del programa de trabajo de investigación global.

Las actividades consistieron en:

1. Mediciones de temperatura y humedad relativa
2. Registro del deterioro y caracterización del mismo
3. Realización de pruebas en los relieves de la estructura VI
4. Toma de muestras del material pétreo
5. Observaciones de la técnica de manufactura
6. Identificación de bancos de piedra

La problemática que presenta la piedra en esta zona es muy variada y se manifiesta en diversas formas: estratificación (gruesa y fina), formación de conglomerados, pulverulencia, pérdida nodular, entre otras. Las causas en cada uno de los casos son objeto de diversos análisis actualmente, sin embargo se ha observado hasta ahora que las sales no son la causa mas dañina, sino que en combinación con otro tipo de circunstancias como son los esfuerzos mecánicos causados por las raicillas que se encuentran en el interior de los aplanados y relieves o por los drásticos cambios de humedad y temperatura a los que se ven sometidos durante el día. Por otra parte, la presencia permanente de algas y líquenes es el origen de la degradación del sustrato superficial y de la consecuente formación de una costra de alteración, la cual al desprenderse deja expuesto el material del núcleo que se degrada aceleradamente.

La investigación que actualmente se lleva a cabo busca determinar patrones de deterioro en relación con la composición de los distintos tipos de piedra y a las condiciones específicas de cada caso, para así determinar el sistema de conservación adecuado al caso. Las pruebas se realizaron con formiato de bario y recubrimientos de sacrificio. Igualmente se están evaluando las pruebas realizadas y contrastando con las observaciones y mediciones, para finalmente emitir una propuesta de consolidación para la piedra caliza que predomina en el sitio.

Trabajos recientes

A raíz de la primera temporada se propuso la realización de labores de restauración en la fachada zoomorfa del edificio II, por ser una de las más deterioradas. La temporada dio inicio el día 21 de octubre y concluyó el día 3 de noviembre de 1996, se contrataron a dos maestros albañiles y tres ayudantes a fin de agilizar el extenso trabajo.

La primera acción consistió en la construcción de un andamio que cubriera la superficie total de la fachada y que permitiera la circulación y el acceso seguro a todo el relieve. Las labores realizadas fueron las siguientes:

- Eliminación de plantas superiores que se habían desarrollado en la parte superior del edificio y sellado de los orificios

- Rejunteo con argamasa de cal, cemento y carga en las juntas de la parte superior del techo y en la crestería.

- Eliminación de musgo que formaba ya un grueso estrato sobre las banquetas y el piso de los cuartos del interior del edificio.

- Limpieza de la piedra y eliminación de algas y líquenes presentes de forma generalizada en toda la fachada. Para ello se usó agua con un bajo porcentaje de canasol aplicándola por aspersión y cepillando suavemente con cepillos dentales. En algunos casos la limpieza se realizó en seco con cepillo grueso ya que existe un tipo de piedra cuyo deterioro no soporta ser mojado y mucho menos permite una acción mecánica. En el caso de los aplanados, la limpieza solamente fue realizada por personal especializado debido a que se encontraban sumamente desprendidos y a la presencia de pigmentos, en algunos casos pulverulentos; en este caso el proceso fue sumamente delicado y muchas veces se alternó con procesos de consolidación y fijado previos. Dicha limpieza resultó muy necesaria para continuar con los procesos de consolidación y aplicación de lechadas de recubrimiento. Los resultados de la limpieza general fueron muy evidentes y satisfactorios. También se eliminaron nidos, avisperos, y concentraciones de materia orgánica que ya formaba un estrato grueso propicio para el desarrollo de animales y plantas.

- Consolidación. Bajo este apartado caben distintos procesos que tienen que ver con la estabilización física del material tanto pétreo como de estuco.

- Inyección. Gran parte de los aplanados de estuco se encontraban sumamente desprendidos del soporte por lo cual fue necesario inyectarlos con lechada de cal, o lechada de cal, carga y caseinato de calcio, según el caso. En general, la inyección fue un proceso muy efectivo, dada la gran separación entre los aplanados y el soporte, no obstante fue muy laborioso y lento. En muchos de los casos fue posible devolver los aplanados al soporte ejerciendo una presión suave y homogénea, con esto se eliminan las posibilidades del desarrollo de nidos de insectos en las oquedades y se le proporciona mayor estabilidad al material.

- Aplicación de lechadas. En el caso del material pétreo se encontraron varios ejemplares con una consistencia muy disgregada y poco resistente, por ello se pensó en la aplicación superficial de lechadas de cal con carga fina de polvo de mármol con el fin de proporcionar a la piedra una capa que la aisle de los agentes externos de deterioro y que evite la pérdida del material que está en proceso de disgregación. Estas lechadas se aplicaron con brochuelo, ejerciendo una presión local con la intención de lograr una mejor penetración y sellado de la superficie irregular; dichas lechadas fueron pigmentadas al tono medio de la piedra

y posteriormente, tan sólo se matizaba con tonos grises y negros para eliminar el aspecto plano y homogéneo que hacía totalmente evidente la intervención. Vale la pena mencionar que esta medida es preventiva y requerirá de un programa de mantenimiento, ya que esta capa seguramente se perderá en poco tiempo (funcionará como material de sacrificio) y será indispensable aplicarla nuevamente para asegurar así su eficacia.

- Unión de fragmentos. En algunos -afortunadamente pocos- casos se encontraban rotas las piedras que forman el relieve, para su unión se preparó caseinato de calcio de consistencia espesa la cual se aplicaba con espátula en ambas superficies y mediante una fuerte presión para garantizar la unión adecuada. En todos los casos este proceso tuvo buenos resultados.

- Realización de resanes y ribetes. Una de las medidas más importantes fue la ejecución de resanes y ribetes perimetrales, éstos se hicieron con pasta de cal, arena de río, polvo de mármol y pigmentos inertes, según el tono del material adyacente. Los ribetes se realizaron con un acabado a 90° para asegurar su adherencia al soporte, respetando aquellos casos en los que hubiera dos etapas de aplanado. Este proceso fue uno de los más efectivos ya que le proporciona al material estabilidad estructural. En algunos casos se encontraron resanes y ribetes anteriores de pasta terciada de cal y cemento, los cuales se eliminaron (ya que dada su composición esto era relativamente fácil y sin dañar al material original) y se sustituyeron por otros nuevos de pasta de cal.

La presencia de nidos de insectos y reptiles pequeños era muy común por lo que se eliminaron totalmente y se cerraron los pequeños orificios y cavidades en los que pudieran reincidir estos animales.

- Reintegración cromática. En general no fue necesario hacer una reintegración cromática puntual, sino que se pigmentaron todas las pastas y lechadas de cal a fin de tener un tono general que se integrara a la lectura global.

- Registro de las intervenciones. Se realizó un registro gráfico y fotográfico.

Diagnóstico general

Paralelamente se elaboró un diagnóstico del sitio con el fin de evaluar el estado de conservación que guardan los materiales pétreos de las distintas estructuras, elaborar una lectura global del sitio para proponer un programa integral de conservación preventiva, de investigación y de restauración de los elementos que más lo requieren. Es importante recalcar que el sitio no ha sido intervenido por el área de conservación hasta ahora, por lo que se abre una posibilidad de abordar

la problemática integral de la zona y avanzar en el estudio del deterioro de la piedra caliza empleada en los relieves.

A grandes rasgos, podemos decir que actualmente la falta de mantenimiento se manifiesta ya en un avanzado estado de deterioro, especialmente en los relieves de piedra, en algunos elementos arquitectónicos que forman parte de la decoración, también de piedra y en los aplanados de estuco. En cuanto a éstos últimos, en su mayoría se han perdido, tan sólo quedan pequeñas zonas con policromía en los recovecos e intersticios de los relieves y aplanados monocromos en el interior de los edificios. En ambos casos se presentan graves problemas de fractura, desprendimiento y disgregación.

Sin duda la humedad y la acción del agua son los factores que mayores daños causan, y que hasta el momento no han sido debidamente controlados. El desarrollo de microorganismos tanto de algas como de líquenes, en sus diferentes variedades, es uno de los focos de deterioro más extendidos y más persistentes en el sistema de degradación del material pétreo. Los efectos que producen son variados, pero destacan la disgregación del estrato en el que se soportan (acciones bioquímica y mecánica) y las intensas pigmentaciones en colores verde, negro, blanco y, en menor escala, rojo.

Otro de los problemas más generalizados es la presencia de plantas superiores en las estructuras, ya sea en las pequeñas grietas que hay entre las piedras, o directamente sobre los distintos elementos de estuco (aplanados, pisos y banquetas).

En general, la zona requiere de mantenimiento en varios sentidos, el primero consiste en labores de conservación preventiva en las que se incluyen las siguientes actividades: eliminación de plantas superiores en el interior de los cuartos de los edificios y sobre las mismas estructuras; eliminación de estratos de tierra y musgos sobre pisos y banquetas; limpieza de hojarasca acumulada, sellado de grietas, fisuras y juntas en las que se ha perdido el mortero de rejunteo; diseño e instrumentación de medidas de protección a los elementos constructivos y principalmente a los relieves de piedra, mediante la eliminación de fuentes directas de humedad y la incidencia del agua.

En segundo plano, es necesario realizar labores de conservación en las que personal especializado capacite al personal y supervise labores de limpieza, inyección, resane y ribeteo de los aplanados tanto interiores como exteriores.

En tercer plano se hace necesario programar una intervención de restauración que atienda los problemas que presentan los material pétreos que forman los relieves y elementos decorativos de las distintas estructuras.

Gran parte de las causas del deterioro que actualmente existe son resultado de la falta de acciones preventivas mínimas como el chapeo, barrido, el control de flora y fauna, etc. En este sentido la participación de los custodios sería fundamental,

desgraciadamente a pesar de que hay tres personas asignadas a la zona no coinciden simultáneamente, por lo que no pueden llevar a cabo las actividades de mantenimiento, vigilancia y atender el acceso del turismo. Sería muy importante que se programaran adecuadamente los periodos de actividad de cada uno a fin de organizar sus labores periódicamente y de esa forma evitar que se acumulen el trabajo y los factores de deterioro.

A fin de obtener mejores resultados es fundamental tener un seguimiento continuo que permita dar mantenimiento a las intervenciones que se realicen ya que de ello depende la conservación de este material. Actualmente se está preparando el programa de intervención para 1997 con la premisa de tener continuidad en las intervenciones y en la evaluación de la investigación.

Hasta el momento presente las soluciones planteadas para la conservación de material pétreo calizo expuesto a climas tropicales no han proporcionado buenos resultados a mediano y largo plazos. Por ello, las soluciones que puedan aplicarse durante las intervenciones y que garanticen la estabilidad del material deben ser promovidas y ejecutadas hasta que las investigaciones que actualmente se llevan a cabo arrojen nuevas propuestas. La puesta en práctica de una metodología de trabajo es una necesidad imperativa de nuestra disciplina, ya que de esta forma se pueden construir los fundamentos teóricos del ejercicio, en el que, el seguimiento de los proyectos sea una condición necesaria y no una excepción, como actualmente ocurre.

Bibliografía

GARCÍA Solis, Claudia A. y Berenice S. Valencia Pulido. Proyecto Chicanná, Campeche. Informe de trabajo, temporada Julio 1996. ENCRM-INAH, 1996.

ZAPATA, René Lorelei. Chicanná, Campeche. Miniguía. Serie Miniguías del INAH INAH-CNCA, 1992.

[REGRESAR AL INDICE](#)

TRABAJOS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACION EN LA PIRÁMIDE DE LAS SERPIENTES EMPLUMADAS, XOCHICALCO, MORELOS

Beatriz Sandoval Zarauz
Centro INAH Morelos



Entre los trabajos de conservación y restauración, emprendidos durante la temporada 1993-1994, del proyecto Xochicalco, Morelos, podemos mencionar el que se realizó en el monumento de la Serpientes Emplumadas.

A continuación me permito citar la descripción que hace el Arqueólogo Román Piña Chan de la plaza en donde se encuentra este monumento:

"La gran plaza es de planta rectangular mide 150 m. de oriente a poniente y 100 m. de norte a sur"

Casi al centro de la plaza se halla el basamento principal, construido sobre otras dos pequeñas estructuras.

Este basamento principal o de las serpientes emplumadas, muestra decoración simbólica en relieve y se conoce también como templo de Quetzalcóatl. Se compone de un alto cuerpo o basamento y de un recinto en la parte superior, segundo cuerpo que es propiamente el templo o santuario.

El primer cuerpo es de planta casi cuadrada y consta de talud y tablero recto con cornisa inclinada hacia afuera.

También el segundo cuerpo es de planta casi cuadrada y sus muros son en talud. Por el lado poniente del monumento se encuentra la escalinata flanqueada por alfardas que aún conservan parte de su decoración, y que llega hasta segundo cuerpo para encontrar allí el vano de entrada al templo o recinto.

Los muros de este monumento fueron levantados usando para ello grandes bloques de piedra, cortados y trabajados con relieves por la cara que presentarían

al exterior. Algunos de ellos tienen un volumen extraordinario con el consiguiente peso. Debe observarse que no siempre el corte de las caras fue perfecto, por tanto existen entre sus aristas separaciones de varios centímetros.

Sin embargo, no coincido plenamente con la afirmación del Arqueólogo R. Piña Chan, cuando dice que: "Los muros se hicieron con mortero de cal o mampostería, y se revistieron con grandes losas de pórfido traquítico...". Pues no se trata de mampostería revestida con losas sino, más bien, de grandes bloques de piedra. Tampoco concuerdo en que su unión haya sido lograda con mezcla cal y arena.

Es extraña su afirmación, puesto que si bien no se podía observar la parte oculta de cada pieza, sí se hallaban a un costado del monumento algunos bloques que no fueron reintegrados por el mismo Batres.

En recientes excavaciones fue liberado del material de relleno, piedras y material suelto que ocultaba su interior, para sacar a la luz las etapas anteriores, y de cuya existencia ya se tenía conocimiento por haberse efectuado una cala en la exploración realizada por el Arqueólogo César Sáenz.

Ahora que podemos ver el interior del monumento podemos apreciar el gran tamaño de los bloques, y también podemos constatar al momento de la liberación que para la unión de estos, al igual que en todas las construcciones en piedra de Xochicalco, la argamasa empleada fue el lodo.

En realidad, estructuralmente no era necesaria la utilización de una mezcla de gran fuerza de unión, sino que más que nada serviría en este caso para rellenar huecos y nivelar las superficies, las que serían después estucadas y pintadas; máxime que siendo los bloques tan masivos por gravedad se encuentran perfectamente asentados.

Con seguridad las mezclas que encontramos al exterior del monumento, que retiramos y que estaban compuestas de cal-arena-cemento, fueron en su mayoría las que utilizó en su momento el arqueólogo Batres al efectuar la consolidación y reconstrucción del edificio.

Observando fotografías del momento de la liberación, realizada por él en 1909, podemos ver que entre bloque y bloque de piedra no existía ninguna mezcla de unión, que por haber sido elaborada a base de tierra explicaría su ausencia.

Recordemos que este edificio estuvo totalmente estucado y pintado como, sobra decirlo, todos los grandes monumentos de Xochicalco y de otros sitios del mundo prehispánico. Las uniones hechas a base de tierra permanecían entonces establemente protegidas y ocultas tras la cubierta impermeable y resistente al medio ambiente.

Cito la descripción de L. Batres hace de sus trabajos en Teotihuacán en 1905-1910, es decir justo antes del trabajo que efectúa en Xochicalco, para con ello

sustentar que las argamasas usadas por él no fueron de cemento, como se ha afirmado, sino que este material fue agregado a una mezcla principalmente formada por cal-arena. Esto pudimos constatarlo al eliminar las juntas hechas por su equipo.

La manera que me pareció más apropiada para consolidar los monumentos sin que estos pierdan su autenticidad, fue la de encargar a una cuadrilla de albañiles hábiles que con pequeñas cucharitas escarbasen a la profundidad de 10 cm., la argamasa de lodo que une las piedras y sin que éstas se movieran de lugar, se les uniese con pequeños pedazos de toba volcánica y argamasa de cal, arena y cemento.

Resanes de cemento gris y blanco extremadamente duros sí se encontraron pero, estamos casi seguros que fueron aplicados en épocas posteriores.

Sirva también esta cita para señalar que en Xochicalco, como en Teotihuacán, la piedra también estaba unida por una argamasa de lodo.

Muchos visitantes al observar el monumento se preguntan si algunos de los bloques con decoración son de reciente factura, a pensar así los induce la notoria variedad de colores entre cada uno de ellos, aún si todos son de rocas de origen volcánico.

Volvemos nuevamente a recordar que sus constructores, conscientes de que el aspecto final del monumento no iba a ser el que nosotros observamos, no dieron importancia a ese hecho.

Una vez terminada la liberación del monumento por su parte interior, habiéndose decidido que ésta permanecería descubierta, y hallándose en su interior los vestigios de las subestructuras, elementos como: nichos, pilastras y pilares, así como pisos, y un altar central. Todos estos elementos presentaban restos de los estucos que una vez los cubrieron.

El altar se encontró roto en su parte central por la práctica de una cala hecha por el arqueólogo citado, rotura que se continuaba en forma de banda irregular en la superficie del piso, para terminar en la parte posterior de la escalinata.

Se realizó el fijado de los restos de estuco presentes, por medio de inyecciones de cal-arena, para posteriormente sellarlos con un ribete también de cal arena. Los pisos se trataron de la misma manera que se hizo con otros pertenecientes al sitio, su estado de conservación era muy aceptable, se rellenaron pequeñas grietas y se sellaron las huellas de la cala de la que ya hablamos. La cala que cortaba el altar de Este a Oeste fue igualmente sellada.

Colocándonos de frente, en la jamba derecha del nicho izquierdo de la subestructura fue detectada la presencia de un conjunto de diez círculos de color

rojo intenso, ordenados en dos filas de cinco, que presentaban un delicado estado de conservación.

Su aspecto era de un tono brillante, al estar siendo liberados de la tierra que durante tantos siglos los cubrió. La capa pictórica presentaba desprendimiento por escamación y pulverulencia, además de que entre la capa de estuco sobre la que se hallaba la pintura y el paramento de soporte donde se encuentra, ya no existía unión verdadera.

Se limpió mecánicamente con bisturí para eliminar toda la tierra y algunas sales presentes, para su fijación se recurrió nuevamente a la lechada de cal con polvo de mármol muy fino por inyección y se aplicó tres veces una solución al 3 % de paraloid diluido en acetona en la superficie, para consolidar tanto el pigmento pulverulento como las escamas. Es claro que estos restos de pintura no podrán permanecer si no se les coloca una techumbre de protección adecuada.

En cuanto al estado de conservación del monumento, si bien se encontraba estructuralmente estable, se mostraba muy alterado visualmente por su parte exterior, debido al efecto natural de haber estado expuesto durante tanto tiempo al medio ambiente: colonias de algas ennegrecían su superficie en épocas de sequía y reverdecían al presentarse las lluvias, depósitos de tierra sobre los relieves, implantación de nidos de insectos, y sobre todo el aspecto de ruptura que provocaban los resanes entre los bloques por su diferente coloración y textura; así como por estar sobre las superficies esculpidas, y con ello entorpeciendo la fluidez en la lectura de tan excelente trabajo.

Conscientes de que una intervención sobre el mismo era necesaria, nos propusimos llevarla a cabo. Pero antes de iniciarla, nos pusimos en contacto con la Escuela Nacional de Conservación y Restauración, Manuel del Castillo Negrete, y específicamente con las profesoras del taller de pintura mural. Se estudió el problema acuciosamente, se determinó el tratamiento a realizar, y se elaboró un plan de trabajo.

Para la aplicación de este último, se planeó la participación, por espacio de dos semanas, de un grupo de alumnos de la Escuela citada que en ese momento cursaban el taller en la materia.

Se logró así la realización física de la parte estratégica del trabajo: la puesta en práctica del tratamiento elegido, para observar su efectividad sobre el monumento.

Al tiempo, los alumnos de la Escuela pusieron en práctica sus conocimientos y se brindó capacitación un grupo de personas que ya estaban trabajando en el sitio como parte del equipo de conservación de materiales del proyecto, puesto que ellos serían los que permanecerían en el Sitio, y continuarían con el trabajo iniciado para llevarlo hasta su conclusión. Esta operación conjunta se inició en la segunda quincena del mes de abril de 1994, y se suspendió en el mes de agosto del mismo año.

Cabe señalar que el trabajo realizado no se restringió a las superficies originales labradas, sino que se hizo extensivo a todas las que actualmente conforman el monumento.

El área que fue tratada por los alumnos bajo la dirección de sus profesoras, fue de un total de 10 %. El equipo propio del proyecto, lo hizo en otro 70%. Debido a falta de tiempo no pudo concluirse en su totalidad el tratamiento de toda la superficie del monumento, como lo hubiéramos deseado, llegándose a tratar el 80% de la misma. Lo que significa que fueron trabajados y totalmente terminados los paños: este, sur y oeste del monumento. El muro norte fue tratado y terminado sólo en un 5%, es decir, la parte no labrada de ese paño. La tarea de fijación de estucos y restos de color se generalizó a todas las áreas tratadas y se realizaron desprendimientos de fragmentos pertenecientes a la piedra esculpida que estaban en riesgo de caer, por hallarse ya debilitada su adherencia.

Estos se limpiaron y se les unió a su superficie original por medio de resina epóxica, y cuando fue necesario por tamaño y peso, con espigas de acero inoxidable. Al exterior, en toda la línea de unión, se sellaron con la misma argamasa empleada para unión de los grandes bloques, efectuándose también en este caso la reintegración de color en estos sellos.

Al finalizar esta fase, analizamos el informe del grupo de alumnos y señalamos que para continuar el trabajo después de ellos, debíamos hacer algunas modificaciones en el proceso de la integración de color, puesto que la técnica a la caseína utilizada hasta ese momento no había rendido los resultados esperados debido a las condiciones climáticas imperantes en el sitio. Inclinandonos, entonces, a realizar este último proceso de reintegración de color exclusivamente mediante la técnica al fresco; la cual se demostró más eficaz.

PROCESO

Sintetizando el proceso seguido, diremos que primeramente se procedió a hacer la limpieza de las superficies para liberarlas de: microorganismos, nidos de insectos, uniones y resanes anteriores así como de tierra depositada en él.

Se eliminó la tierra suelta depositada valiéndose de brochas de cerda. La eliminación de microorganismos y tierra se realizó con la aplicación de una solución de alcohol etílico en agua en relación 1:1, tallando las superficies con cepillos dentales plásticos y otros mayores.

La eliminación de resanes y argamasas de unión anteriores se hizo de manera mecánica, valiéndose para ello de cinceles de diferentes calibres, exactos y martillos de joyero. Acción que se hizo de manera cuidadosa para evitar dañar a los bloques de piedra.

En muchas ocasiones las uniones rebasaban y por tanto invadían las piedras que unían, por lo que fue necesario en estas áreas tener aún mayor precaución,

usando exactos, a manera de mini-cinceles, percutiendo la cabeza de sus mangos con los martillos de joyero, pudiendo eliminar así el material que se encontraba incluido en los poros de la piedra.

Se tuvo mucha atención en detectar y no confundir en esta acción de limpieza, alguna invasión de material de unión o resane con los restos de estuco original que aún existen; al concluirse la limpieza, algunos de ellos muestran restos de color. Una vez limpios, se trataron sellando sus bordes para evitar la entrada de agua, haciéndoles un ribete de mezcla cal-arena al 1:1; evitando así posibles desprendimientos o efectos de abrasión sobre sus bordes.

Los nidos de insectos, presentes en gran abundancia y dureza, se retiraron también con exacto.

Una vez limpias las superficies se procedió a la preparación de la argamasa que se utilizaría en el rejunteo de la piedra labrada y no labrada. La mezcla se preparó a partes iguales de cal viva hidratada y arena. En un principio, pensando que el color de la arena que utilizáramos nos ayudaría a obtener el color final de la pasta, se molió piedra volcánica de los distintos tipos que están presentes en el monumento, pero realmente no fue significativa su incidencia en el color final de la pasta fraguada, por lo que se decidió usar en lo subsecuente la arena normal.

La argamasa descrita se utilizó pues, tanto para sellar los espacios entre bloques de piedra labrada como para el rejunteo de la piedra que no siendo original, forma hoy parte del monumento. El nivel de los resanes se hizo a 2 mm más abajo del nivel de la superficie exterior, y se le dio a la argamasa aplicada una textura similar a la de las piedras adyacentes.

En algunos casos la argamasa de unión fue modelada para dar continuidad a formas que se interrumpían, y que siendo repetidas en los diferentes paños del monumento nos proporcionaban el dato preciso que permitía su integración, evitando con ello errores o falsificaciones. Es importante aclarar que en ningún caso la argamasa invadió las superficies originales. Todos estos criterios se aplicaron para delimitar y señalar la intervención, así como para dar continuidad a las superficies y permitir la lectura completa de las imágenes plasmadas en la piedra.

El Arqueólogo Batres, en 1909, consolida y reconstruye en parte el monumento. Para la segunda operación, y con el afán de hacer visible su intervención, utiliza piedra careada de dimensiones menores haciendo la junta en proporción muy ancha.

Citamos este dato tan sólo para señalar que estas juntas presentes en todas las áreas reconstruidas, tenían también un aspecto que llamaba poderosamente la atención, ya que rompía de esta manera la posibilidad de apreciar en su conjunto las líneas arquitectónicas del monumento.

Nuestra intervención en estas áreas se concretó a realizar la eliminación de la argamasa de unión en manera parcial, es decir, se rebajaron los resanes de nivel y se agregó a ellos una capa de nueva argamasa que sería la aparente. El trabajo realizado en el segundo cuerpo se hizo en un primer momento para evitar escurrimientos que manchasen las superficies inferiores.

Como la argamasa de cal, al fraguar toma una coloración blanca intensa, además de que la diferencia de color entre bloque y bloque de piedra es muy grande, fue necesario que al ir sellando los espacios fuera agregándose color a la mezcla para hacer un puente cromático entre ellos, eliminando así la distorsión formal del labrado de la piedra.

Con el sellado de los espacios entre bloques, aparte de proteger la estructura de la filtración de agua de lluvia, la entrada de microorganismos de todo tipo y el depósito de tierra. El rejunteo cumple aquí una función esencialmente de carácter estético.

La textura de las juntas se realizó haciendo marcas en la superficie de la misma, con pequeñas piedras o con puntas de diferentes herramientas. Estas marcas se realizaron una vez que la mezcla se encontraba en su proceso final de secado.

El color se aplicó de la siguiente manera: se suspendió el o los pigmentos necesarios para cada junta en agua de cal (pigmentos minerales) y se aplicó con pincel en forma de puntos cuando la pasta tenía consistencia firme, pero estaba aún húmeda. En ocasiones, y casi diríamos que por lo general no bastaba la aplicación de un sólo color, ni tampoco de una sola aplicación. Había que jugar con las diferentes tonalidades de las piedras a unir, y difuminar los colores para realmente integrarlas visualmente.

Todo el trabajo se desarrolló bajo toldos protectores de la insolación para procurar que el fraguado de la cal se llevara a cabo en las mejores condiciones, evitando así contracciones por secado brusco y, por tanto, agrietamientos en las pastas.

Se realizó el registro de la intervención por medio de fotografía y sobre dibujos a escala, en donde se señala bloque por bloque la intervención, así como los fragmentos que fueron desprendidos para volver a pegarse sobre el monumento.

RECOMENDACIONES

Durante el tiempo que estuvimos trabajando en el sitio, pudimos observar que siendo un sitio arqueológico tan extenso, tan poco arbolado y con poca información para los visitantes, estos tomaban como refugio del sol o como fondo para fotografiarse, los costados del monumento, recargándose sobre él y subiendo los pies para apoyarse sobre las superficies labradas y, siempre que el tiempo se los permitiera, incidían con diferentes objetos en las partes más blandas (juntas y estucos). Ahora bien, dado que en las superficies de las juntas hay color, si estas

se raspan por vandalismo, aparecerá el color blanco de la cal, y con ello se demeritaría el aspecto del monumento nuevamente.

Por tanto, si se dejara sin una barrera psicológica de protección el perímetro del edificio, sabemos que continuaría esta práctica. Esa barrera de protección sería meramente disuasiva y no tiene por qué estorbar la visual del monumento ni tiene que ser agresiva; basta con implantar algunos pequeños postes para tensar en ellos una cuerda que resista las condiciones climáticas por un tiempo razonable. Con ello se indicará a los visitantes un límite para realizar su observación. Este sistema se empleó durante la temporada de trabajo y pudimos constatar su resultado.

En algunos años deberá hacerse nuevamente una limpieza al edificio. Cuando esta sea necesaria, habrá que actuar con sumo cuidado para no afectar las zonas intervenidas.

Deberá hacerse nuevamente con el sistema empleado, es decir localmente, con agua alcohol etílico 1:1 usando cepillos de dientes y recolectando el líquido que porta las impurezas, cuidando de no rayar las superficies de las juntas. En caso de que se haya perdido color en alguna zona, este podrá reintegrarse con pigmentos inorgánicos (tierras) suspendidos en agua clara de cal viva apagada, humedeciendo previamente las superficies.

Y por último, quiero insistir en que los estucos y los pisos que también fueron tratados al interior de la pirámide, deben sujetarse a intervenciones de mantenimiento como el simple barrido periódico de la parte que circunda el segundo cuerpo, la escalinata y el interior del edificio, para eliminar la tierra que se depositará sobre y dentro del monumento; deberá además realizarse una constante supervisión de estucos y pisos para detectar nuevos desprendimientos, fracturas, etcétera, pues sabemos que si bien en esta ocasión se fijaron, son materiales cuya edad implica que no tienen la resistencia propia de cuando fueron colocados originalmente. Estos materiales han sido recientemente expuestos a condiciones totalmente diferentes a las que estuvieron sometidos por siglos durante su enterramiento. Así pues, cuidemos de ellos si pretendemos su permanencia. Permanencia que, a mi juicio, les confiere una nueva densidad de sentido a los monumentos.

Entonces, para dar unidad al monumento será necesario trabajar la superficie que quedó pendiente.

Expresamos, en fin, nuestro agradecimiento a las profesoras, al grupo de alumnos y a los integrantes del equipo de restauración (estos últimos originarios de las poblaciones aledañas a la zona arqueológica) por su participación en el desarrollo de éste trabajo.

[REGRESAR AL INDICE](#)

PROPUESTA PARA LA RECUPERACION Y CONSERVACION DEL ENTORNO ECOLÓGICO ACTUAL DE LOS MONUMENTOS NO RESTAURADOS EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE TEOTIHUACAN

Pablo Torres Soria
CNRPC-INAH



La zona arqueológica de Teotihuacán se encuentra enmarcada geográficamente dentro del Valle del mismo nombre, delimitada por una cerca metálica y ésta a su vez rodeada por asentamientos urbanos de las poblaciones de San Sebastián,

Santa Martha Coatlán, San Francisco Mazapa y San Martín de las Pirámides.

La Ciudad arqueológica está circundada por las siguientes prominencias geológicas; al norte por una cordillera formada por los cerros: Gordo (2,930 m), el de Malinalco (2,530 m) de altura, al sur por el Cerro Patlachique (2,650 m), ligado con las estribaciones de la Sierra Nevada; al este se prolonga hasta unirse con el Valle de Otumba y por el oeste solamente lo limita, en parte el Cerro Tlahuilco, ligándose con el Valle de México (Gamio, 1979).

Dichos cerros, también muy desforestados, con problemas serios de erosión causada por los malos manejos de la cubierta vegetal.

Esta propuesta, surge a partir de repetidas observaciones y de registros florísticos de campo, efectuadas en la zona durante los años de 1993 a 1996, en la que se han detectado una serie de errores humanos cometidos en el manejo de la cubierta vegetal de los monumentos no restaurados, al extremo de cambiar la apariencia del paisaje natural de un Matorral xerófilo por el de una pradera donde son escasos los árboles de nopales y pirules y muy abundantes las malezas y pastos anuales.

El objetivo principal de la presente ponencia, es el de promover la conservación y recuperación de la cubierta vegetal sobre los monumentos no restaurados, como son montículos y grandes llanos existentes entre cada una de las puertas, para

coadyuvar ecológicamente al enriquecimiento del entorno, a la formación de áreas verdes perennes con la vegetación silvestre ya existente que no requiere de agua de riego y que por otro lado proteja superficialmente a los materiales arqueológicos contra la erosión, reduzca en parte la velocidad del viento al iniciar en los monumentos restaurados, contribuya a la formación de un suelo vegetal que facilite la infiltración del agua de lluvia evitando el arrastre de los materiales superficiales y el azolve de las partes bajas del terreno.

La recuperación y conservación de la cubierta vegetal, o sea, del entorno a partir de la flora existente sobre los monumentos no restaurados, es posible mediante el conocimiento de la biología de las especies y las implicaciones que estas, tienen en la conservación del medio y de los vestigios arqueológicos.

Actualmente, la cubierta vegetal existente sobre los monumentos no restaurados corresponde a una vegetación secundaria colonizadora de los vestigios arqueológicos, sin que hasta el momento se le conceda la importancia que tiene en la conservación del medio natural y de los materiales arqueológicos, considerándola maleza de campo, razón por la cual constantemente se le está eliminando mediante cortas y quemas controladas (incendios). Con estas actividades se causa una disminución acusada del Matorral xerófilo, compuesto principalmente por especies arbóreas de *Schinus molle* (pirul) que es una especie de origen Sudamericano, ya adaptada y naturalizada en México, *Opuntia streptacantha*, (tuna cayahual), *Opuntia hyptiacantha* (tuna moradilla), *Mimosa aff. aculeaticarpa* (huizache), *Yucca Filifera* (yuca); especies arbustivas de *Eysenhardtia polystachya* (palo dulce), *Senecio praecox* (palo loco), *Montanoa tomentosa* (sopatli) y especies de hierbas perennes, por ejemplo *Mentzelia hispida* (pegarropa), *Douvardia ternifolia* (Trompetilla) y *Plumbago pulchella*.

La eliminación del Matorral xerófilo, está dando lugar al establecimiento de plantas herbáceas colonizadoras de sitios perturbados y catalogadas como malezas arvencas y ruderales y pastos anuales.

La mayoría de las malezas son especies anuales muy abundantes correspondientes a la familia de las Compuestas (*Bidens odorata*, *Chrysanthemum parthenium*, *Florestina pedata*, *Parthenium bipinnatifidum*, *Sanvitalia procumbens*, *Simsia amplexicaules*, *Tagetes lunilata*, *Tithonia tubiformis*, *Sonchus oleraceus*) y a las oramíneas (*Andropogon barbinoides*, *Avena fatua*, *Bouteloua curtipendula*, *Bromus cathasticus*, *Eragrostis tenuifolia*, *Muhlenbergia macrura* y *Stirpa clandestina*).

Ambas familias de plantas compiten por el espacio, generalmente forman grandes asociaciones entre pastos y plantas foliosas de alturas variables con inflorescencias y espiguillas de diversos colores durante los meses de agosto a octubre. Existen áreas de los llanos donde predominan las gramíneas asociadas con los pocos pirules que quedan, adquiriendo el ambiente la apariencia de una pradera, es decir, a una vegetación con predominancia de gramíneas establecidas para el agostadero del ganado, con las siguientes desventajas:

A) El establecimiento de maleza en lugar del Matorral xerófilo, incrementa los costos en el mantenimiento de la zona, debido a que durante la temporada de lluvias, las malezas y pastos constituyen una cubierta vegetal muy heterogénea, produciendo una vista del paisaje similar a la de un campo abandonado y que es poco grato y familiar para el visitante nacional, debido a que son las plantas con las que constantemente está luchando en su control en los diversos cultivos agrícolas, carreteras, caminos, vías férreas, campo deportivos, parques recreativos y jardines.

B) Las malezas y pastos durante la época de secas, están secos y son causantes, por un lado, de los incendios destructores de las semillas de muchas de las especies de las compuestas, y del escaso suelo vegetal formado durante un año y por otro lado la cubierta vegetal seca, deja casi al descubierto la superficie de los materiales, exponiéndolos a la erosión de dos tipos: una eólica, producida por el viento durante los meses de febrero a marzo, evidenciada por las grandes tolvaneras, y la otra de tipo pluvial, observada por el arrastre superficial de los materiales y causada por la lluvia en las áreas desprovistas de cubierta vegetal.

En lo concerniente al Río San Juan, portador de las aguas negras, descargadas de los drenajes domésticos de las poblaciones que rodean a la zona, tiene su lecho colonizado por pastos verdes muy densos que permanecen en este estado la mayor parte del año, excepto en el invierno cuando se seca por las heladas el follaje que no está inmerso en el agua, y cada año es quemado por incendio controlado para eliminar la parte muerta y estimular el crecimiento vegetativo de la parte viva aun inmersa en las aguas negras. Obteniéndose hasta la fecha buenos resultados sin llegar a su eliminación, puesto que por el momento esta cubierta vegetal acuática disminuye parte de la evaporación de las aguas negras, reduciendo en parte los malos olores que de aquí se desprenden.

Es importante que se considere la restauración ambiental del Río, para lo cual se propone la instalación de una planta tratadora de aguas negras, la reforestación de las orillas del Río con especies arbóreas de ahuejotes, sauces llorones y ahuehuetes, con la idea de que en el futuro, se rescate y se conserve parte de la flora y fauna acuática ya extinta o en riesgo de extinción en la Cuenca de México.

[REGRESAR AL INDICE](#)

TÉCNICAS PICTÓRICAS DE JÍCARAS Y GUAJES PREHISPÁNICOS

Isabel Medina González
CNRPC-INAH



Resumen

Desde hace varios años el estudio de las técnicas pictóricas prehispánicas ha consolidado un importante campo de acción para la disciplina de la conservación arqueológica.

Gracias a ello, por un lado, los restauradores generamos un puente de retrospección histórica que nos acerca al conocimiento de tales sociedades pretéritas.

En otro sentido, con base en la información sobre los materiales constitutivos y los procedimientos de manufactura se hace posible la selección de alternativas viables para la cabal conservación de los elementos arqueológicos prehispánicos que se

pretende preservar y transmitir al futuro.

La presente ponencia muestra los resultados de una investigación bibliográfica y técnico-científica acerca de las técnicas pictóricas de un grupo de artefactos arqueológicos sumamente peculiar: las jícaras y los guajes prehispánicos. En este trabajo pionero se exponen los tipos de fuentes informativas asequibles para este tipo de estudios y se discute la relación entre las técnicas pictóricas prehispánicas y las técnicas de la laca o maque aplicadas tradicionalmente en diversas poblaciones artesanales de nuestro país.

Introducción

El estudio de las técnicas de manufactura desarrolladas para la producción de aquellos bienes que forman parte de nuestro patrimonio arqueológico e histórico

constituye, sin duda alguna, una de las tareas más significativas para la disciplina de la conservación. Este análisis, que necesariamente confronta aspectos técnicos, científicos, históricos y plásticos, conlleva la formación de un corpus informativo en el que, el estudio de la materia misma, de sus características físico-químicas, de sus transformaciones y huellas concretas de trabajo se ha convertido en el protagonista de una nueva historia que, con innovadores enfoques, "conduce a la identidad técnica de la obra... y permite inferir el contexto de avance tecnológico y cultural en que fue realizada..." (MAGALONI, D.; 1994: 17).

Para el conservador, el estudio del fenómeno de producción o manufactura de la cultura material, de los ingredientes de su proceso técnico, así como de su propia interrelación con el contexto social, implica, además, un objetivo en la praxis, ya que éste aporta elementos indispensables para comprender su deterioro y con base en ello, determinar los métodos más adecuados para su conservación.

En México, la investigación sobre las técnicas de manufactura ya ha consolidado una nueva ruta para el conocimiento de nuestro pasado prehispánico. Los trabajos efectuados desde 1990 hasta la fecha, concentrados principalmente en pintura mural y estucos, han contribuido al objetivo de hacer de la investigación en conservación una disciplina autónoma, capaz de vincularse con otras áreas científicas" (MAGALONI, D. 1994:17). Asimismo, se han planteado metodologías de trabajo que tienden a la formalización de esta faceta de estudio.

Como parte de estos esfuerzos y como uno de los objetivos principales de la tesis de licenciatura denominada *Jícaras y Guajes Prehispánicos Procedentes de Contextos Arqueológicos Húmedos, Análisis Integral para el Conocimiento y Conservación de un Artefacto Arqueológico* (MEDINA, I.; 1996) , realizada durante este año, por quien esto suscribe, se llevó a cabo una investigación dirigida al estudio de las técnicas pictóricas prehispánicas utilizadas para la decoración de tales materiales orgánicos, cuyos procedimientos y resultados serán expuestos en la presente plática.

Desarrollo

La metodología de trabajo seguida durante este estudio comprendió una investigación bibliográfica y una serie de exámenes de laboratorio derivados de la física y de la química.

Durante la revisión de la literatura se consultaron textos etnohistóricos, etnográficos y realizados con la investigación arqueológica.

Los títulos etnohistóricos comprendieron básicamente las crónicas del siglo XVI, así como algunos documentos históricos tardíos dedicados a los temas precortesianos, En este rubro, la recopilación efectuada indica que ciertamente durante esas épocas fue común la práctica de la "pintura" en las jícaras, misma que se desarrolló con diversas coloraciones, y seguramente con diferentes motivos plásticos. Así, por ejemplo, Fray Diego Durán dice que "tributaban jícaras

doradas y pintadas ricas y curiosas pinturas, que hasta hoy en día duran y las hay muy curiosamente labradas... en fin todo género de estas xicaras grandes, medianas y chicas de diferentes hechuras y colores" (DURÁN, D.; 1967: II: 207).

Cabe señalar que el tributo de estos objetos policromos quedó registrado en otras fuentes documentales tales como la Matrícula de Tributos (Lam. 6, 7, 16 y 17) y sus correspondientes folios del Códice Mendoza (Fol. 23r y v, 24v y 25r, 36r y 37r), donde aparecen dibujos de jícaras decoradas en colores rojo y amarillo, e incluso algunas, están representadas con grecas. En estos códices resulta interesante denotar las proporciones del monto de tributación, pues éstas dan idea de los volúmenes de producción de este tipo de bienes en el mundo prehispánico.

Ahora bien, en otros documentos se señala la integración de estas manifestaciones artísticas a otras vías económicas, tales como el comercio. Así, al describir el mercado de la Ciudad de México Tenochtitlán, Fray Bernardino de Sahagún (1989: 617) asienta que

El que vende xícaras, cómpralas de otro para tornallas a vender y para venderlas bien las unta de las cosas que las hacen pulidas y algunas las bruñe con algún betún que las hace relucientes y algunas las pinta, rayendo o raspando bien lo que no está llano ni liso. Y para que parezcan galanas, úntalas con el axin o con los cuescos de los zapotes amarillos. Y todas las xícaras véndelas poniendo a parte o por de su las que traen de Cuahutemalla, las de México y las de otros pueblos.

Aquí hay que destacar que la nota de Sahagún resulta de suma importancia para adentrarnos en el tema de estudio, ya que además de señalar algunas zonas donde se fabricaban estos objetos, se menciona uno de los materiales constitutivos tradicionales que, junto con el aceite de chía y chicalote, se ha empleado en Michoacán y Chiapas como aglutinante para pintar jícaras. Éste es el axin o axe.

Bajo este tenor, algunas notas etnohistóricas también permitieron recopilar otros materiales constitutivos de la técnica prehispánica, tales como el Tetizatli y el Xicatetli - que son mencionados por el propio Sahagún (1989: 799) y Francisco Hernández (1959: 125) respectivamente-, Además, se advirtió que el pigmento rojo empleado era extraído de las vetas de la tierra (RELACIONES GEOGRÁFICAS DEL SIGLO XVI: MÉXICO; 1985: 120), lo cual es indicativo de su naturaleza mineral. Asimismo, se reunieron notas sobre la apariencia de las jícaras y guajes prehispánicos policromos, que son generalmente descritos con un acabado barnizado o lustroso, lo que permite especular acerca de su similitud respecto a las lacas y maques artesanales que, aún hoy, son típicas de la decoración en jícaras, bules y otros objetos de madera. Finalmente, se apreció que algunos cronistas, como las Casas y Torquemada, hacen notar la resistencia

de la técnica pictórica con respecto al agua, de donde se infiere la naturaleza del aglutinante empleado en esos tiempos.

En otro orden de ideas, para la zona purépecha fue registrado un tipo de organización artesanal prehispánica específicamente dedicada a la práctica artística que nos ocupa, pues como hace notar la *Relación de Michoacán* (ALCALÁ, J. de; 1988: 232) *había un diputado sobre todos los que pintaban jícales llamado "uraniatari"*.

Ahora bien, la consulta de las fuentes derivada de la disciplina arqueológica permitió conformar una relación pormenorizada de aquellos especímenes arqueológicos con presencia de policromía, mismos que, según algunos autores, constituyen las presuntas evidencias sobre los antecedentes prehispánicos del trabajo de la laca mexicana. Considerando que en realidad pocos artefactos arqueológicos han sido estudiados sistemáticamente a fin de identificar la técnica pictórica que presentan, durante la investigación se prestó especial atención a dos trabajos previos. El primero de ellos, corresponde a los materiales arqueológicos rescatados de Guasave, Sinaloa (EKHOLM, G.; 1940, 1942), a partir de los cuales se determinó una similitud técnica entre el procedimiento prehispánico del pseudocloisonné y la laca incrustada que se practica tradicionalmente en el área michoacana. El segundo estudio considerado fue el derivado de la investigación de los materiales procedentes de la Cueva de la Garrafa en Chiapas (LANDA, M. et. al.; s/f), durante el cual, además de la similitud técnica con respecto a los materiales de Guasave, Sinaloa, fueron identificados algunos materiales constitutivos, así como la presencia de un medio aglutinante, cuyo comportamiento en el análisis químico resultó similar al del axin o axe.

Para finalizar el desarrollo de la investigación bibliográfica se consultaron varios textos etnográficos, mismos que se consideraron de suma utilidad para el estudio propuesto ya que, como lo han advertido muchos especialistas, muchas de las técnicas de manufactura prehispánica se han conservado como una parte sustancial del quehacer artesanal de nuestro país. Para el caso que nos ocupa, fue especialmente importante documentar tanto los antecedentes históricos, como los materiales y procedimientos de la artesanía de laca o maque, ya que ésta se considera la técnica pictórica por excelencia para la elaboración de jícaras y guajes policromos. De esta manera, fueron investigadas las variantes plásticas y de materiales constitutivos de las tres regiones mexicanas especialmente dedicadas a esta práctica artesanal -Guerrero, Chiapas y Michoacán-, determinando los caracteres diagnósticos de cada uno de los procedimientos decorativos locales.

Una vez concluida la fase de consulta documental, la investigación se complementó con la realización de un proceso técnico-experimental dedicado a la identificación de la técnica pictórica de un grupo de jícaras y guajes arqueológicos. Para ello, se tomó como caso de estudio una colección de jícaras y guajes prehispánicos descubiertos durante el transcurso del Proyecto de Salvamento Arqueológico Santa Isabel, Estacionamiento Bellas Artes, el cual se llevó a efecto

en 1994 en el corazón de la ciudad de México. Estos materiales, que presentaban policromía azul, negra y blanca, fueron extraídos de contextos de enterramiento fechados para el Posclásico Tardío, específicamente para la Cultura Mexica (Cfr. ESCOBEDO, D. et. al.; 1995.) Además, se incluyeron dos ejemplares procedentes de las excavaciones del Sistema de Transporte Colectivo (Metro), los cuales presentaban pintura roja y se encontraban en el taller de materiales etnográficos de la CNRPC-INAH, desde hace aproximadamente 20 años.

La metodología propuesta y seguida durante la fase técnico experimental contempló una serie de actividades, que consistieron básicamente en observaciones sistemáticas, tanto a simple vista como a través de lentes de aumento, a fin de identificar las características distintivas del procedimiento pictórico y de definir una hipótesis sobre su naturaleza. Posteriormente, fueron efectuados diferentes análisis y exámenes científicos, que incluyeron desde la realización de cortes estratigráficos hasta la identificación de los materiales constitutivos.

La identificación de los pigmentos y de las cargas presentes se efectuó mediante análisis cualitativos a la gota y difracción de rayos X. Los pigmentos de color negro, compuestos a base de carbón, fueron observados en Microscopio Electrónico de Barrido, para determinar el tipo de pigmento.

Para el análisis del aglutinante, cuya identificación resultaría crucial para la identificación de la técnica pictórica, se obtuvieron extractos de las muestras arqueológicas y fueron sometidos a Espectroscopía de Rayos Infrarrojos mediante Transformada de Fourier. Estos resultados serían comparados con los espectros de muestras de referencia consistentes en axe, aceite de chía y maque, con el fin de observar si existían correspondencias entre los grupos funcionales, lo cual conduciría a confirmar el origen prehispánico de la técnica de la laca o maque.

Los resultados obtenidos del análisis de la técnica pictórica efectuado en los artefactos arqueológicos estudiados fueron sumamente fructíferos, ya que permitieron documentar tanto los ingredientes como los procedimientos de la técnica pictórica de las jícaras y guajes prehispánicos. Las contribuciones más importantes de esta investigación se señalan analíticamente a continuación:

a. Sobre los procedimientos pictóricos.

El análisis de cortes estratigráficos, así como la observación directa de los artefactos permitió identificar algunas de las características más significativas de la técnica pictórica. Destacan las observaciones efectuadas en tres elementos que tuvieron como resultado la identificación de una disposición estratigráfica que corresponde al procedimiento técnico del incrustado, mismo que aún se practica en la población laquera de Olinalá, Guerrero.

b. Sobre los materiales constitutivos.

En cuanto a los materiales constitutivos de origen inorgánico es importante indicar que su identificación permitió apreciar que existen ciertas concurrencias o similitudes de composición entre los tipos de estratos pictóricos de los diferentes objetos estudiados. Ello permite establecer una primera propuesta acerca de los pigmentos y cargas utilizadas para "pintar" jícaras en el México prehispánico, a seguir:

Las bases de preparación y estratos pictóricos de color blanco se elaboraron a base de calcita, albita, cuarzo y, ocasionalmente, anortita. Estos materiales fueron finamente molidos para su aplicación con en el aglutinante. La calcita (CaCO_3) aparece como el material constitutivo por excelencia de estos estratos en todos los artefactos. Debe agregarse además, que debido a sus características ópticas, la calcita es la responsable de la coloración blanca que poseen estos estratos. Los otros minerales, tales como el cuarzo (SiO_2), la anortita ($\text{Ab}_{10}\text{An}_{90}$ - $\text{CaAl}_2\text{Si}_3\text{O}_3$ Plagioclasa), y la albita (SiO_3NaAl , $\text{Ab}_{90}\text{An}_{10}$ Feldespato), que se presentaron en menor cantidad, son básicamente material de carga en estos estratos pictóricos. Estos últimos compuestos, aunque pudieron haber sido agregados intencionalmente para cumplir dicha función, también podrían haber coexistido como contaminantes en las vetas donde se llevó a cabo la extracción de la calcita.

Los estratos pictóricos de color azul, presentaron tres tipos de composición:

- En dos de los elementos se presentaron compuestos tales como la riebeckita, la montmorillonita y la illita. La responsable de la coloración azul es la riebeckita, que es un mineral azulado del anfíbol de la serie monocíclica (ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA; 1975: 476-477).

Cabe señalar que en la bibliografía consultada que hace referencia a la paleta pictórica prehispánica, este material no aparece mencionado. De esta manera, debe considerarse que su identificación es una aportación científica que amplía nuestro conocimiento sobre los materiales artísticos utilizados por los pueblos precolombinos que habitaron nuestro país.

- En otro de los artefactos, además de riebeckita, se identificó la presencia de dolomita, material que según las fuentes etnográficas es utilizado como carga para la creación del azul elaborado a base de añil. La identificación de esta mezcla de componentes debe ser valorado como una prueba más del profundo conocimiento de los artistas precolombinos en la elaboración de colores específicos, lo cual finalmente habla del perfeccionamiento que alcanzó el desarrollo de las técnicas pictóricas en dicha época.

- En tres elementos se identificó la presencia de Paligorskita. Esta arcilla blanca con gran capacidad de absorber agua, es el soporte al que se fija el índigo, para formar azul maya (Merwin, H. *et. al.* 1931. Apud. MAGALONI, D.; 1994: 53). En todos los casos esta arcilla encuentra acompañada por calcita, cuarzo y albita, materiales que pudieron servir como carga o bien, para disminuir la intensidad del color. La identificación de este material merece una especial atención, ya que la bibliografía no hace mención de su uso para la decoración de jícaras. Asimismo, debe considerarse que este dato amplía nuestro conocimiento acerca del uso del azul maya en la producción artística del mundo prehispánico.

Los rojos fueron aplicados con base en la hematita (óxido de hierro), la cual generalmente fue acompañada con albita, cuarzo y arcilla montmorillonita o con cuarzo, anortita y nitrocalcita. La hematita es a todas luces la responsable de la coloración de estos estratos, mientras que sus acompañantes fungieron como cargas.

Finalmente, las capas pictóricas de color negro presentaron una composición basada en carbón, ocasionalmente acompañado de calcita. Cabe señalar que la observación de la estructura de este material en Microscopio Electrónico de Barrido, hace pensar que se trata de negro de humo.

Ahora bien, de la identificación de los materiales de origen orgánico, se concluye que los grupos funcionales correspondientes a los aglutinantes de cinco elementos indican que se trata de ésteres de glicerina, cuya naturaleza y estructura es similar a las muestras de referencia (axin, aceite de chía y maque).

Las limitaciones inherentes a la técnica de Espectroscopia de Rayos Infrarrojos impiden afirmar que se trata de materiales de composición idéntica, lo cual necesariamente sólo puede ser comprobado mediante la realización de técnicas más sofisticadas y resolutivas como la cromatografía. Sin embargo, los resultados de este examen pueden ser considerados como una aproximación tendiente a confirmar el origen prehispánico de las técnicas artesanales de la laca o maque mexicanos.

A manera de conclusión

La suma de información obtenida tanto a partir del estudio bibliográfico como del proceso técnico científico da cuenta de una consolidada industria artística prehispánica, cuyas producciones alcanzaron un alto grado de perfeccionamiento.

Como producto del trabajo efectuado se ha planteado una metodología para el conocimiento de la técnica pictórica de las jícaras y guajes prehispánicos, cuya utilidad puede ser extensiva para el estudio de otros ejemplares procedentes de anteriores y futuros proyectos arqueológicos y, cuyo análisis conjunto, contribuiría al conocimiento de las sociedades prehispánicas en general, y al desarrollo de sus

manifestaciones artísticas en lo particular. Bajo este enfoque se ha demostrado, una vez más, la importancia de la investigación desde el punto de vista de la conservación arqueológica, como una vía de retrospección histórica de innovador enfoque y de amplias potencialidades para la aproximación y estudio a nuestro pasado prehispánico.

Por otro lado, los resultados obtenidos proporcionan nuevos elementos de discusión para establecer una muy posible relación entre una manifestación precolombina y una práctica artesanal que si bien aún hoy tiene vigencia, tiende a desaparecer, con todas las implicaciones culturales e históricas que lleva implícitas.

Finalmente, se espera que este estudio pueda, en una segunda fase de investigación, contribuir al planteamiento de alternativas de tratamiento adecuadas y viables para la conservación de este tipo singular de bienes culturales, cuya preservación y transmisión al futuro es actualmente un gran reto y responsabilidad para nuestra disciplina.

Agradecimientos

Quien esto escribe desea expresar su más profundo reconocimiento a las siguientes personas e instituciones que hicieron posible el desarrollo de la presente investigación: Lic. Luisa Mainou y Lic. Luciano Cedillo de la CNRPC-INAH. Lic. Carolusa González de la ENCRM-INAH y Biól. Fernando Sánchez de la DAA- INAH. Arqlgos. Luis Alberto López Wario y David Escobedo de la DSA del INAH. y especialmente a: Quím. Javier Vázquez Negrete de la ENCRM-INAH, Quím. Ernestina Cervera de la Facultad de Química de la UNAM, Quím. Leticia Baños de IIM de la UNAM, Dra. Silvia Antuna de la Facultad de Medicina de la UNAM, Rest. Rafaela Luft y Rest. Enrique Luft.

Bibliografía

CÓDICE MATRICULA DE TRIBUTOS. 1968 SHCP. México.

CÓDICE MENDOCINO. 1964 En Antigüedades de México. Vol. I. SHCP. México.

DURÁN, Diego. 1967 Historia de las Indias de la Nueva España e Islas de Tierra Firme. Escrita por Fray Diego Durán, Dominico en el siglo XVI. Dos Volúmenes. Editorial Porrúa, México.

EKHOLM, Gordon. 1940 "Prehistoric Laquer". En Sobretiro del Tomo IV. Nums. 1-2 de la Revista de Estudios Antropológicos. Sociedad Mexicana de Antropología. México. 1942 "Excavations in Guasave, Sinaloa, México". En Anthropological Papers of Natural History. Vol. XXXVIII. American Museum of Natural History. New York.

ENCICLOPEDIA UNIVERSAL ILUSTRADA. 1975 Espasa- Calpé. Madrid.
HERNÁNDEZ, Francisco. 1959 "Historia Natural de la Nueva España". En Obras Completas. UNAM. México.

LANDA, María. et.al. s/f La Garrafa. Gobierno del Estado de Puebla. Centro INAH Puebla. México.

LAS CASAS, Bartolomé de 1993 Los Indios de México y la Nueva España (Antología). Editorial Porrúa. México.

MAGALONI, Diana. 1994 Metodología para el Análisis de la Técnica Pictórica Mural Prehispánica: El Templo Rojo de Cacaxtla. INAH. Colección Científica. México.

MEDINA, E. Isabel. 1996 Jícaras y Guajes Prehispánicos Policromos Procedentes de Contextos Arqueológicos Húmedos. Análisis Integral para el Conocimiento y Conservación de un Artefacto Arqueológico. Tesis de Licenciatura de Restauración de Bienes Muebles. ENCRM-INAH. México.

RELACIONES GEOGRÁFICAS DEL SIGLO XVI: MÉXICO. 1985 UNAM. México.
SAHAGÚN, Bernardino de 1989 Historia General de las Cosas de la Nueva España. Primera Versión Íntegra del Texto Castellano del Manuscrito conocido como Códice Florentino. CNCA. Alianza Editora Mexicana. México.

TORQUEMADA, Juan de 1975 Monarquía Indiana. IIH. UNAM. México.

[REGRESAR AL INDICE](#)

CARACTERIZACIÓN DE TABLEROS DE LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE TULA POR MICROSCOPIA ELECTRÓNICA ANALÍTICA DE BARRIDO

Gustavo Martínez Cornejo
CNRPC-INAH

V. Rodríguez Lugo
G. Mondragón Galicia
ININ



Introducción

El deterioro del material pétreo utilizado en la construcción de monumentos ha sufrido un grave deterioro, no sólo en nuestro país, sino en todo el mundo. En México, desde la época prehispánica, los asentamientos en aldeas ligadas a los grandes centros

ceremoniales construidos a base de materiales, que por su origen mineral inorgánico son muy estables bajo condiciones normales. Sin embargo, es innegable que a través del tiempo los materiales han sufrido deterioros causados por su propia naturaleza y composición; además de haber soportado las condiciones del medio ambiente, los agentes biológicos y las tensiones internas a las que se encuentran sometidos por su disposición en la conformación de las estructuras prehispánicas; si bien, en la mayoría de los casos, aún perduran hasta nuestros días.

En este sentido, este trabajo se refiere a los tableros adosados del edificio "B" del lado norte de la zona arqueológica de Tula Hidalgo, México, con la finalidad de caracterizar los materiales pétreos que los conforman, determinando el tipo de sales que afloran a la superficie de éstos. Ello permitirá plantear un mecanismo adecuado para la conservación de estos materiales, los cuales son losas esculpidas o bajorrelieves que representan dioses, guerreros o animales relacionados con el culto, como jaguares, águilas y zopilotes que devoran corazones. En los espacios entre tablero y tablero está representada la cara de un hombre que sale de las fauces de una serpiente, con un cuerpo de ave provisto de fuertes garras. También, aparece una serie de Jaguares y pumas en actitud de caminar, la mayoría de los cuales llevan gruesos collares, como puede verse en el esquema correspondiente.

NATURALEZA DEL PROBLEMA

Con base en observaciones directas se infiere que uno de los principales factores que influyen fuertemente en la degradación de estos materiales es el agua de lluvia, la cual, por fenómenos físicos de absorción, difusión y capilaridad, migra hacia el interior y provoca una disolución química de los materiales lo que aunado a la presencia de gradientes de temperatura, propicia la evaporación, haciendo aparecer sobre la superficie de dichos materiales una gran cantidad de sales que, al secarse y humectarse, provocan un rompimiento de la estructura: esto da lugar al deterioro por exfoliación y desmoronamiento con lo cual el material se desintegra paulatinamente.

DESARROLLO

Las muestras se caracterizaron por Microscopía electrónica analítica de barrido y difracción de rayos X, determinando de esta manera la morfología, la composición elemental cuantitativa y las estructuras cristalinas que las constituyen.

Asimismo, se realizó un análisis químico cualitativo por la técnica de vía húmeda, determinándose la presencia de diferentes tipos de sales solubles tales como cloruro de sodio y sulfato de sodio. De acuerdo con las observaciones realizadas, y la caracterización de las muestras, así como de los deterioros detectados, se concluye que uno de los principales factores del daño, es la concentración de estas sales.

Una vez conocidas las sales que originan el deterioro, se planteó la eliminación de estas por medio de una transformación química al introducir otra sal de cloruro de bario que forma partículas insolubles de sulfato de bario, las cuales son sales inmóviles debido a que su solubilidad es muy baja, estabilizando de esta manera los materiales que constituyen al tablero.

CONCLUSIONES

En las micrografías de las muestras deterioradas se observaron estructuras de forma tubular cuyas paredes presentan una gran porosidad, lo que favorece la migración de sales. También se encontraron zonas que presentan superficies rugosas. Por otra parte, en las micrografías correspondientes a las muestras tratadas con cloruro de bario se observó la formación de cristales, que de acuerdo al microanálisis reveló una gran cantidad de bario y azufre que corresponden a los cristales de sulfato de bario en formas cuadradas y elipsoidales que ocupan la porosidad del material.

Por las técnicas de análisis empleadas se determinó cualitativamente que en las muestras deterioradas se presentan sales como dióxido de silicio, óxido de hierro, óxido de aluminio, óxido de calcio y sulfato de sodio. Los análisis químicos elementales cuantitativos realizados por dispersión de energía (EDX) muestran una gran cantidad de oxígeno, silicio, aluminio, sodio, hierro y pequeñas

cantidades de azufre, corroborando de esta manera el análisis cualitativo. Por otra parte, la caracterización a través de la técnica de rayos X permitió determinar la presencia de feldspatos como anortita y albita, así como sílico-aluminatos hidratados.

[REGRESAR AL INDICE](#)

COMPOSICIÓN Y CAUSAS DE DETERIORO EN MATERIALES DE LA ZONA MAYA

María de la Gracia Ledezma Díaz
ENCRM-INAH



Objetivo

Proporcionar al Restaurador un compendio de la caracterización de las rocas que conforman el Sureste de México, las principales causas de deterioro que imperan en esta zona, y sus efectos resultantes que se pueden observar sobre los materiales pétreos.

Antecedentes

Ha quedado establecido por diferentes Investigadores, que toda la Península de Yucatán presenta la misma columna geológica, o sea, que está constituida por los mismos tipos de rocas, con ligeras variaciones en las zonas costeras y en las zonas de cuencas fluviales.

Habiéndose tenido oportunidad de estudiar la composición y el comportamiento de materiales pétreos provenientes de los estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, así como de Chiapas, se puede ofrecer un resumen de la composición de las rocas predominantes en estas zonas, el cual confirma lo establecido en el párrafo anterior. Las rocas predominantes son:

calizas arrecifales (C arr).- Calizas con huellas y restos de organismos arrecifales. Predominan en las zonas costeras.

calizas dolomíticas (C dol).- Calizas dolomíticas, con proporciones variables de magnesio.

calizas arenosas (C aren).- Calcarenitas. Rocas calcáreas compuestas por cantidades variables de arenas (sascab principalmente), cementadas con carbonato de calcio.

calizas arcillosas (C arc).- Calcilutitas. Rocas calcáreas compuestas por cantidades variables de materiales pulverulentos, cementados por

carbonato de calcio. Las arcillas predominantes son montmorillonitas e illitas.

calizas ferruginosas (C fer).- Calizas con altos contenidos de óxidos de hierro, principalmente hematita y limonita. Predominan en las zonas de cuenca fluvial geológica (Palenque y Sur de Quintana Roo).

calizas silíceas (C sil).- Porcelanitas. Rocas calcáreas con cantidades variables de sílice amorfa.

calizas yesosas (C yes).- Calizas con cantidades variables de yeso.

brechas calcáreas (B cal).- Las brechas son fragmentos de diferentes tipos de calizas, mezclados y recementados con carbonato de calcio.

De acuerdo con estas composiciones mineralógicas, las especies químicas componentes de la mayoría de estas rocas son:

- carbonato de calcio CaCO_3
- carbonato de magnesio MgCO_3
- sulfato de calcio $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- sílice SiO_2
- arcillas montmorilloníticas $(\text{Mg}, \text{Ca})_x(\text{Al}, \text{Si})_y\text{O}_{10} \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- arcillas illíticas $\text{H}_2\text{KAl}_3(\text{SiO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- óxidos de hierro Fe_2O_3 (hematita) y $\text{FeO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ (limonita).

La distribución promedio de cada una de estas familias de rocas sería:

	C arr	C dol	C aren	C arc	C fer	C sil	C yes	B cal
Chis. Palenque	-	*	-	*	*	*	-	-
Yuc. Chichen Itzá	-	*	-	*	-	*	-	*
Camp. Bekán	*	*	*	*	*	*	*	*
Q. Roo. Tulum	*	*	-	*	-	*	*	*
Chakalal	*	*	*	*	-	*	*	*
Pta. Venado	*	*	-	-	*	*	-	*
Xcaret	*	*	-	-	-	*	-	*
Dzibanché	*	*	*	*	*	*	*	*
Kohunlich	-	*	*	*	*	*	*	*

FACTORES DE DETERIORO

1. Alta humedad y alta temperatura ambientales.
2. Altas concentraciones de ácido carbónico, debido al bióxido de carbono ambiental.
3. Erosión pluvial.
4. Acción de microorganismos. En las zonas costeras se deberá agregar:
5. Erosión eólica.
6. Aporte de cloruros de la brisa marina. Como factores de deterioro debidos a la composición de las rocas, se pueden citar:
7. Presencia de compuestos de magnesio, que son más solubles que los de calcio.
8. Presencia de sulfatos hidratados (yeso), que son fácilmente solvables.
9. Presencia de arcillas ilíticas y/o montmorilloníticas que constantemente absorben y pierden agua.

CICLOS NATURALES

Los ciclos naturales de erosión y degradación que actúan constantemente sobre los materiales son:

- A. La humedad y temperatura ambientales son suficientes para hidrolizar compuestos que forman parte de las rocas, incluso a los compuestos de hierro.
- B. La alta humedad produce disolución, arrastre y depositación de sales solubles.
- C. El ácido carbónico somete a los materiales calcáreos al ciclo disolución-arrastre-carbonatación superficial.
- D. Ataque químico superficial de las rocas, debido a la presencia de agentes reactivos derivados del metabolismo de la microflora y la microfauna.
- E. En algunas zonas deberá sumarse el deterioro causado por los desechos de aves y murciélagos. En las zonas costeras se deberá considerar también que:
- F. Los cloruros que provienen de la brisa marina, someten a los materiales calcáreos a un ciclo cloruros-carbonatos- cloruros.

Contra la acción de estos ciclos naturales, hasta la fecha es poco lo que se ha podido hacer, pero si se continúa trabajando en forma interdisciplinaria, podrían intentarse acciones tendientes por lo menos a reducir o retardar el deterioro.

EFFECTOS DE DETERIORO

Una vez que se han planteado los factores de deterioro, se pueden resumir los efectos que causan en los diferentes tipos de rocas y en los aplanados:

1. Humedad

a) Efecto físico de expansión y contracción al absorber o perder agua el material poroso.

Resultado:

- Rocas suaves (dolomíticas), aplanados y estucos agrietados o bofos, que pueden desmoronarse y desprenderse fácilmente.

b) Efecto físico de arrastre y depositación de sales solubles.

Resultado:

- Aplanados y estucos agrietados, y desprendimientos parciales o totales.

c) Efecto fisicoquímico de solvatación de compuestos hidratados.

Resultado:

- Calizas yesosas porosas por pérdida de material, y depositación del yeso (sulfato de calcio hidratado) en la superficie de los muros y en los aplanados.
- Calizas ferruginosas porosas por pérdida de material, y depositación del óxido férrico hiperhidratados como manchas rojizas en la superficie de los muros y aplanados.

d) Efecto fisicoquímico de hidrólisis de compuestos poco solubles o solvatables, los cuales pueden reaccionar en esta fase con cualquier contaminante en su trayecto hacia el exterior del muro.

Resultado:

- Calizas arrecifales y calizas dolomíticas porosas por pérdida de material y notorios "escurrimientos" de los materiales hidrolizados que salen al exterior del muro.

2. Acido carbónico

a) Disolución del carbonato de calcio en el interior de los muros y/o aplanados, y su recarbonatación en la superficie.

Resultado

- Rocas y aplanados porosos por pérdida de material, y veladuras de carbonatos sobre muros, aplanados y capas pictóricas.
- En el caso de calcarenitas, calcilutitas y calizas ferruginosas, al disolverse el cementante, las partículas quedan sueltas, dando por resultado rocas pulverulentas.
- Exfoliación de calizas silíceas, por disolución de las microcapas de carbonatos.

3. Erosión pluvial

a) El golpe directo de la lluvia sobre materiales pulverulentos o frágiles, termina por desprenderlos.

Resultado:

- Oquedades en las rocas por arrastre de partículas sueltas.

4. Acción de microorganismos

a) Formación de costras de alteración, por reacción del sustrato con los metabolitos de los microorganismos.

Resultado:

- Todas las rocas, excepto las silíceas, se encuentran muy porosas en superficie, y muestran una visible alteración de color.

5. Erosión eólica

a) El impacto del viento sobre las estructuras es suficiente para producir un patrón de "careado" concéntrico, circular o elipsoidal. Si el viento levanta arena de la playa, ésta actúa erosionando aún más la superficie de los muros.

Resultado:

- Aplanados y rocas suaves con oquedades concéntricas en los puntos más débiles. Superficies erosionadas y desprendimientos locales de partículas sueltas en las rocas.

6. Aporte de cloruros de la brisa marina

a) Estos cloruros pueden ser considerados como contaminantes, y pueden reaccionar con los compuestos solubles de calcio y magnesio, produciendo compuestos solubles que migran hacia la superficie de los muros y escurren hacia las partes bajas de las estructuras.

Resultado:

- Calizas cada vez más porosas, con "escurrimientos" carbonatados, que pueden llegar a formar estalactitas y estalagmitas.

7. Presencia de magnesio

a) Los compuestos de magnesio son más solubles que los de calcio, y no recarbonatan en la superficie, produciéndose pérdida de material.

Resultado:

- Calizas dolomíticas porosas por pérdida de material soluble.
- Aplanados cremosos por captar compuestos higroscópicos de magnesio. A la larga, desprendimiento parcial o total de estos aplanados.

8. Presencia de yeso

Resultado:

- La solvatación del yeso fue tratada ya en el punto No.1, así como su efecto en las calizas yesosas.
- Fractura de aplanados y estucos, y su desprendimiento parcial o total, ya que los sulfatos aumentan su volumen al cristalizar.

9. Presencia de arcillas

a) Las arcillas montmorilloníticas e illíticas son capaces de absorber agua, aumentando su volumen, y cuando pierden el agua se contraen, este continuo trabajo puede incluso fracturar al carbonato de calcio cementante. De cualquier manera, las arcillas terminan desprendiéndose de la roca.

Resultado:

- Calizas arcillosas "jabonosas" cuando están húmedas y pulverulentas cuando pierden humedad. Cuando se pierden las arcillas la roca puede presentar un aspecto "escalonado".

Cada una de las familias de rocas presenta ciertas características de alteración, pero el problema se complica cuando la roca que se está intemperizando es una brecha, ya que en este caso, se están sumando los efectos de deterioro que pueda presentar cada uno de los fragmentos por separado.

BIBLIOGRAFÍA

ESCOBAR NAVA, A. Geografía general del Estado de Quintana Roo Fomento Editorial del Gobierno del Edo. de Quintana Roo; México, 1986. Dirección General de Geografía.

Carta Geológica Cozumel F-16-11 INEGI-SEP; México, D. F.

Anuario Estadístico del Estado de Quintana Roo INEGI-Gobierno del Estado de Quintana Roo

Quintana Roo. Entre la Selva y el Mar Monografía Estatal, SEP; México, 1982.

BRUHMS, W. y RAMDOHR, P. "Petrografía" UTEHA; México, 1964.

HUANG, W. T. "Petrología" UTEHA; México, 1968.

KRUMBEIN, W. C. y SLOSS, LI. "Estratigrafía y Sedimentación". UTEHA; México, 1969.

BETEJTIN, A. "Curso de Mineralogía". Ed. MIR; Moscú, 1970.

DANA, E. S. "Tratado de Mineralogía" CECOSA; México, 1973.

LEDEZMA DÍAZ, M. G. "Macroproyecto Palenque. Subproyecto Geoquímica, 1a parte. Caracterización y comportamiento fisicoquímico de los materiales constitutivos de la Zonas Arqueológica de Palenque". ENCRM; México, 1992. Madrid

ALANÍS, Y. y RUIZ FREEMAN, S. "Posibles causas de deterioro en aplanados y rocas de los templos de la Costa Central del Edo. de Quintana Roo, edificados en el Posclásico Maya". Tesis Profesional, ENCRM; México, 1996

[REGRESAR AL INDICE](#)

RESCATE ARQUEOLÓGICO DE UN ARQUEÓLOGO

Rest. Elvira Pruneda Gallegos
Centro INAH Morelos



En diciembre de 1996 fuimos invitados como Centro INAH Morelos a compartir el espacio del Foro Anual de Conservación, entre los trabajos presentados el primer día, Beatriz Sandoval Química de este Centro, y José Antonio

López Palacios, Arqueólogo, presentaron dos trabajos donde hablaba de la labor efectuada hace 100 años en diferentes sitios arqueológicos como Xochicalco y Teotihuacán, por Leopoldo Batres.

Nos enteramos ese día, que el programa iba a ser modificado por la ausencia de una presentación para el día siguiente y rápidamente me atreví a ocupar el espacio vacante para hablar desde otro ángulo del mismo personaje: Batres.

Así pues esta plática es partidaria de la emoción más que de la razón.

Desde hace tres años trabajo un archivo personal de Leopoldo Batres para conservarlo y donarlo posteriormente. Ha resultado enriquecedor pasearme en el siglo XIX de la mano del apasionado y conflictivo bisabuelo llamado "EL loco Batres". Este archivo fue guarecido en casa de mis tías Guadalupe y Dolores Pruneda Batres; al enterarme de su existencia, y de que ya había sido trabajado y microfilmado para la biblioteca del museo de Antropología, propuse su conservación para su rescate como tema de trabajo, todavía continuo con este trabajo, pues la "tía" me sigue haciendo llegar materiales nuevos y el interés alrededor de la vida y la obra de don Leopoldo comienza a despertar en algunos investigadores. En esa ocasión presenté un resumen fotográfico, un anecdotario familiar y, arqueológico y a partir de este material, voy a intentar hilvanar esta plática.

Leopoldo Batres nace en la Ciudad de México en 30 de diciembre de 1852 al día siguiente es bautizado en el Sagrario Metropolitano. Sus padres Salvador Batres y

Francisca Huerta pertenecían a familias comprometidas en la vida social y política del país. El padre, conservador, ocupando puestos públicos constantemente y la madre, heredera del pensamiento liberal de su padre, el Coronel Insurgente Don Joaquín Huerta.

Leopoldo Batres en su autobiografía narra cómo en su casa se enfrentaban los hechos cotidianos en dos bandos: el de los mochos o conservadores y el de los chinacos o liberales.

Las relaciones económicas y contactos políticos personales lo lanzaron a la carrera pública desde muy joven, a los 15 años era Lancero de Juárez, y acompañó la persecución de Leonardo Márquez, aliado de Maximiliano.

Posteriormente, en 1869 aprende telegrafía y después es enviado a la sección aduanal de San Tecomapan Veracruz. En 1873 es nombrado escribiente de la aduana marítima de Manzanillo, tres años después obtiene su nombramiento de Capitán de puerto en la Bahía de la Magdalena, y posteriormente pasa a ser auxiliar de Caballería. En la campaña Juarista le toca ser portador de unos pliegos militares importantes y es apresado en Guanajuato donde obtiene, el grado de Capitán de Caballería. Más adelante, pide licencia ilimitada y se va a estudiar a París cursos de ingeniería, bellas artes y antropología.

En esa época los descubrimientos arqueológicos en Egipto, Grecia, Roma, Pompeya, Herculano y Troya, por mencionar algunas, despertaban el interés. El gusto en el conocimiento del arte y culturas antiguas era parte importante de la cultura europea. Se formaban en aquel entonces las grandes colecciones de museos en Inglaterra, Francia, Alemania e Italia. No existía la profesión de arqueólogo; las gentes interesadas, fotógrafos, artistas y exploradores se lanzaban a grandes proezas obteniendo un capital a través de un mecenazgo o contaban con fortuna propia por pertenecer a clases aristocráticas. Se accedía a lugares exóticos llenos de leyendas y se excavaba y escarbaba a diestra y siniestra, obteniendo piezas extraordinarias y buscando ansiosamente tesoros con oro y piedras preciosas.

En ningún país existían ni la ley ni la conciencia del patrimonio nacional, los tesoros y piezas antiguas eran extraídos y se sacaban fuera de los países de origen sin ningún problema.

A mediados del siglo XIX, se comienza a ordenar el conocimiento sobre teorías, leyendas y mitos de diferentes culturas y el "pensamiento moderno" comienza a sistematizar las primeras teorías antropológicas.

En Francia existía la dirección de Inspección y Conservación de Monumentos Arqueológicos y, a su regreso a México, Leopoldo Batres le propone a Porfirio Díaz, presidente de la República, la creación de un organismo similar, autónomo del Museo Nacional y de las autoridades que se dedicaban al estudio de las antigüedades. Él contaba con la visión obtenida desde su juventud de lo enorme

del patrimonio que podía encontrarse en toda la República Mexicana, y tenía el ideal de dedicarse a su estudio y usufructo sistemático para la cultura nacional.

A Porfirio Díaz le parece interesante, y en 1885 se dan algunas instrucciones a las que debe sujetarse Leopoldo Batres como inspector y Conservador de Monumentos Arqueológicos y de la República.

Al ser apadrinado por Porfirio Díaz, el joven Batres se va a ganar a pulso la animadversión de los que habían sido los teóricos del conocimiento de los antiguos mexicanos: Alfredo Chavero, diez años mayor que Batres, había adquirido la biblioteca de José Fernando Ramírez, un gran coleccionista de documentos de la cultura mexicana y que había acompañado a la comisión formada por Maximiliano, en 1865, para conocer el pasado prehispánico, y le había tocado llevar a la Emperatriz Carlota a las ruinas de Yucatán. Chavero tenía gran amistad con Orozco y Berra y con Joaquín García Icazbalceta, lo que lo movía a publicar constantemente sobre el tema. Además Chavero era abogado, novelista, creador de obra de teatro, escenógrafo, diseñador y gran orador en la cámara de diputados a la que pertenecía.

Batres polemiza constantemente con Chavero. Así en 1877, Chavero publica un estudio sobre el Calendario Azteca, donde afirma que es la Piedra del Sol. Entonces Batres publica en 1888 un librito, muy bien ilustrado donde demuestra que se trata de un "documento en piedra" sobre el IV Tlalpilli. Es decir, el ciclo o periodo de 13 años de la Piedra del Agua.

Batres había realizado el traslado de la pieza del Calendario del Sol o del agua tres años antes, ésta se encontraba en una esquina de Catedral y la llevó al Museo Nacional, en las calles de Moneda. También ejecuta las maniobras para traer a la Ciudad de México a la Chalchitlicue o Diosa del Agua que se hallaba en Teotihuacán y durante seis meses con un gasto mínimo de 300 pesos, pues es ayudado financieramente y con equipo por los dueños de los ferrocarriles. Es también apoyado por el Ejército como en tantas ocasiones, en quien siempre reconoció su entrega y disciplina. Traslada varias piezas más desde el sureste mexicano como el Chac Mol, y algunos tableros de Palenque.

Enlistamos a continuación, los sitios que explora en la República Mexicana.

Estado de México: Teotihuacán, Texcoco, Cerro del Gavilán, Coatlinchán, Cerro de Tláloc, Huexotla, Calixtlahuaca.

Estado de Hidalgo: Tula

Estado de Zacatecas: La Quemada

Estado de Chihuahua: Casas Grandes

Estado de San Luis Potosí: La Huasteca

Estado de Veracruz: San Andrés Tuxtla, Tlatixcoyan, San Tecomapan, Nopiloa, Alvarado, San Juan Coxcomatepec, Nogales, Maltrata, Isla de Sacrificio, El Naranjal

Estado de Oaxaca: San Francisco, Huitzo, Monte Albán, Xoxo, Xachila, Cuilapam, Valle de Mitla, desde Tierra Blanca hasta Guiru, Matatlán, Los Cues, Coxcatlán, Quitepec, La Mechuda

Estado de Yucatán: Chichen-Itzá

Estado de Chiapas: Palenque, Chocól há, Petel Há

Estado de Tabasco: Comalcalco

Ciudad de México: Subsuelo del Templo Mayor, en las calles de Santa Teresa y Escalerillas

Estados Unidos de Norteamérica Estado de Colorado: Cliss Palacio Mesa Verde, Cliss Palacio Delfino

Nuevo México: Valle de Moctezuma

Asimismo Batres estaba convencido del amplio patrimonio que teníamos y, por ello es el primero en hacer una Carta Geográfica y arqueológica donde describe su ubicación y el acceso. Propone que las zonas arqueológicas localizadas sean protegidas por guardianes que sin sueldo alguno se sientan orgullosos de cuidar sus ruinas y efectuar informes para el señor inspector. Las zonas en donde trabaja consolidando los monumentos fueron Teotihuacanos en varias ocasiones, Xochicalco, Mitla y Monte Albán. Tenía muy clara la diferencia entre conservación y remodelación, y utilizaba la pericia de los "braceros" bajo su minuciosa observación. Fue un hombre disciplinado para integrar los informes detallados y acompañados por fotografías, dibujos y en muchas ocasiones planos.

Por primera vez en México se trabajaba bajo un sistema, él no excavaba para llenar salas de museos, sino que hizo el primer intento por descubrir secuencias lógicas del pasado y dejar evidencias para investigaciones posteriores.

Por su actitud de protegido político y personalidad petulante, fue un promotor de tempestades en los medios antropológicos de la época, y es lógico que haya caído junto con el régimen que él admiraba profundamente. Pero creo que es justo indagar, sin las pasiones de hace cien años, los trabajos de Don Leopoldo Batres.

La imagen que se ha divulgado hasta nuestros días es la de un hombre parangonado con "Atila", como destructor de monumentos utilizando dinamita para saciar su voracidad por extraer piezas para venderlas en el extranjero.

Era un gran coleccionista y sí se dedicaba a vender algunas piezas, y no lo ocultó a nadie, punto. Pero recurrir a bombardear nuestro patrimonio lo creo poco probable; sobre todo después de conocer sus informes y su defensa constante en contra de la expropiación en manos extranjeras de nuestra riqueza.

En 1981, se publica en Nueva York y posteriormente en México, un libro titulado "El misterio de la Pirámides" de Peter Tomphkins, donde se hace una relación pormenorizada de los personajes que desde la conquista española se interesaron en el conocimiento mesoamericano de nuestro país, comenzando por los misioneros y el rescate de los jesuitas, hasta llegar a la mirada extranjera con Humbolt, Bullock y las crónicas de los admirables exploradores del mundo Maya, Stephens, Waldeck, Brasseur de Bourbourg, Presscott que, aunque jamás pisó territorio mexicano, lo estudió con sumo interés. Posteriormente, las investigaciones y proyectos de cultura nacional del breve imperio de Maximiliano y los trabajos efectuados por Charnay y Le Plingeon. Hasta llegar a un capítulo llamado la "Prebenda Arqueológica de Batres", donde refiere el origen oscuro de Leopoldo Batres como hijo bastardo de Manuel Romero Rubio, o sea, que mi tía bisabuela sería Carmelita, la esposa de Don Porfirio.

Después continúa con una serie de aseveraciones acerca de su sed infinita por el robo. Posteriormente hace un análisis de su trabajo basado en sus informes y libros donde se asientan los logros obtenidos. Yo me pregunto de dónde vino la desinformación sobre su origen, ya que éste es un dato más para el deterioro de Don Leopoldo; por eso se me ocurrió proponer como título "El rescate arqueológico de un arqueólogo". Pienso que el tiempo va asentando capas de escombros sobre lo olvidado; a él le tocó remover toneladas de material ajeno a la Pirámide del Sol en Teotihuacán y dejar visible el cuerpo original. Con atino o desaciertos, fue la primera obra de un arqueólogo mexicano, por eso al conservar, quitando polvos y lodos del archivo del bisabuelo, voy encontrando su voz, su presencia enorme, su vanidad ilimitada, pero sobre todo, su trabajo constante en los "archivos de piedra" como él los llamaba.

[REGRESAR AL INDICE](#)

LA IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN CONTINUA EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE TEOTIHUACAN

Catalina Figueroa Uribe



Este trabajo está dirigido a restauradores, arqueólogos y profesionales relacionados con el manejo de sitios arqueológicos, con el objeto de destacar cómo la continuidad de la conservación en campo ha cobrado importancia en los últimos años.

Actualmente, la restauración en México ha buscado como disciplina, el establecimiento de nuevos criterios en conservación preventiva y preservativa.

Parte de la premisa de que la conservación es un proceso continuo y prolongado que va a emplear materiales semejantes a los constitutivos que si bien no van a tener la permanencia de los utilizados anteriormente, si van a proteger y conservar los bienes culturales, objetos, murales y aplanados de manera efectiva.

A través del monitoreo periódico e intervenciones regulares, coordinadas por especialistas en conservación y restauración, podremos asegurar que exista continuidad y, de ésta manera, lograr uno de los objetivos principales que conciernen a estas disciplinas: la preservación del patrimonio cultural tangible.

Antecedentes

Cuando hablamos de la preservación de material arqueológico *in situ*, sabemos que la conservación, en muchas ocasiones, debe limitarse a periodos reducidos, ya que depende de la calendarización y presupuesto del proyecto de excavación, de manera que no permite que los tratamientos se extiendan.

Anteriormente, en materia de restauración y conservación se buscaba que la intervención fuera rápida y que el uso de los materiales de restauración asegurase la preservación de los materiales por periodos prolongados, ya que hasta el día de hoy no tenemos la certeza de cuándo volverán a ser intervenidos.

Aunque puede decirse que la restauración queda institucionalizada en 1939, con la primera Ley Orgánica que establece la "vigilancia, conservación y restauración

de monumentos arqueológicos, históricos y artísticos de la República"(cf. Filloy, 1992:33). No es sino hasta la década de los 60's, cuando se inicia la restauración científica de material arqueológico en México, al entrar en funciones la Sección de Conservación del Departamento de Prehistoria en donde "Todos trabajaban por prueba y error, perfeccionando así técnicas, métodos y criterios de intervención" (op. cit.: 36). Se comenzó, entonces, la búsqueda de criterios y materiales que garantizaran la conservación del bien cultural, (ya fuera por medio de consolidación, liberación, integración y reintegración (Diaz-Berrio, 1985:37) estabilizándolo para que continuara existiendo el mayor tiempo posible.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: LOS MATERIALES EMPLEADOS

Uno de los requerimientos que se tomaban en cuenta anteriormente en la elección de los materiales con los que se intervenía en la restauración y conservación, era que estos protegieran al original por períodos prolongados de manera que el original pudiera prevalecer sin necesidad de una atención continua, lo que ha provocado en muchos casos es la intervención llegara a ser una de las principales causas de deterioro, ya que la mayoría de estos materiales tienden a cambiar las estructuras químicas, físico-mecánicas y ópticas de los materiales originales.

Se ha comprobado que en la consolidación de la pintura mural y la cerámica con decoración post - cocción, por ejemplo, el empleo de materiales como Curasol, mowiliths, Ducco, Calatón, etc., forman un material plástico desprendiendo la capa pictórica en forma de ampollas que quedan en la superficie del aplanado, o forman pequeñas escamas que se desprenden fácilmente del aplanado con la ayuda del viento y vibraciones de los suelos o sencillamente por gravedad.

En el caso del uso de materiales de construcción modernos (como son, cemento, impermeabilizantes, etc.) es muy común observar que muchos aplanados originales se han perdido el ribeteado con cemento, por ejemplo, lo cuál provoca un mayor deterioro ya que dada la diferencia en los coeficientes de expansión y contracción entre el cemento y la cal, esta última se desintegra mediante la acción mecánica de aquella (cf. Figueroa y Rudman, 1996:297) por lo que el tratamiento sólo garantizará la permanencia del material empleado para la conservación, pero con la pérdida del bien cultural que se deseaba conservar.

A pesar de que los materiales poliméricos mencionados arriba fueron probados en los laboratorios que los producen, antes y durante su lanzamiento al mercado, las condiciones de humedad, temperatura y procesos de envejecimiento a los que fueron sometidos, no se asemejan a las condiciones extremas y variables que se encuentran in-situ, además de que existen otros factores que no es posible prever, los que han ocasionado efectos contraproducentes.

La observación de las experiencias anteriores, ha llevado a los restauradores a buscar materiales de conservación que si bien no tienen la durabilidad de los anteriores si protegen al original mientras aquel prevalezca, al que podremos llamar entonces material de sacrificio y del cuál hablaremos más adelante.

LA IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN CONTINUA

Haciendo un recuento de las distintas intervenciones e investigaciones que se han realizado en la Zona Arqueológica de Teotihuacan, se hace evidente que estas se han llevado a cabo en periodos definidos, estos momentos se caracterizan por la realización de grandes proyectos coyunturales (Rodríguez,1984:20), los cuales cubren los objetivos sexenales más que las necesidades que las investigaciones y la conservación del sitio requieren inclusive hay sitios que no se han vuelto a intervenir casi desde su liberación, pues al concluirse estos proyectos les han seguido largos periodos catatónicos, en los que la Zona apenas subsiste. La falta de presupuesto destinado a la conservación provoca que los trabajos de restauración y conservación carezcan de monitoreo periódico y atención oportuna, causando la pérdida de la protección que la intervención de conservación le había conferido, y con ello la pérdida irremediable de estucos aplanados y pintura mural.

Un ejemplo muy claro y reciente de este abandono es la desaparición total, por colapso, de la pintura mural del jaguar de la plaza Oeste, de la que ahora no queda nada.

El planteamiento de esta problemática no es nada nuevo, ya anteriormente se ha mencionado la importancia del desarrollo de un programa permanente de investigación y restauración en la zona, pero sin mucho éxito. (op.cit.).

Objetivos propuestos

Tomando en cuenta que los procesos de conservación deben ser continuos, es indispensable que el equipo de conservación de la zona quede establecido permanentemente, y que no sólo se encuentren activos durante los proyectos arqueológicos de restauración, para que los deterioros se detecten a tiempo y los monumentos se mantengan en buen estado de conservación.

Actualmente en la Zona se ha iniciado un proyecto de duración limitada de conservación y restauración de la pintura mural la cuál se encuentra bastante deteriorada.

A pesar de que ya se cuenta con personal capacitado de base, a los que la Coordinación Nacional de Restauración y Conservación les impartió un curso básico de Medidas de Conservación Preventiva para que pudieran ejercer actividades preventivas en las estructuras arqueológicas, este trabajo debe realizarse bajo la supervisión directa de especialistas de Restauración. Ahora sólo faltan los especialistas que se encuentren trabajando permanentemente adscritos a la zona.

MATERIAL DE SACRIFICIO

En el ámbito de la restauración, se considera material de sacrificio a aquel mortero mezcla u otros que se aplican como recubrimiento sobre el material original, con el fin de protegerlo del intemperismo, del paso del tiempo, etcétera.

El término material de sacrificio implica que el trabajo realizado y el material empleado para la conservación, tienda a desaparecer paulatinamente en función de proteger al original sin causarle daño, y con el conocimiento de que requerirá de intervenciones continuas o periódicas de mantenimiento.

Consideramos que son tres los factores importantes que determinarán la permanencia prolongada de los materiales de sacrificio:

- Material de calidad:

La calidad se determinará desde los procesos de obtención de los materiales, se sugiere que estos sean producidos o extraídos de las canteras, minas y fuentes tradicionales de aprovisionamiento de la región, para así asegurar una calidad semejante a los originales.

Por ejemplo, que la cal obtenida de los alrededores, tenga poco tiempo de haber sido quemada, y que el proceso de apagado de la cal tenga por lo menos tres meses para asegurar su hidratación, podemos mencionar que entre mayor sea el tiempo de hidratación de la cal, mejor será su calidad.

- Preparación adecuada de la mezcla:

A través de experimentaciones llevadas a cabo en el sitio, se determinará la preparación adecuada, ya que no debemos olvidar que cada sitio arqueológico presenta diferentes temperaturas, humedad, etc. por lo que a partir de una proporción base, se aumentan o disminuyen para adaptarlas al medio en que será aplicado. Por ejemplo, se utiliza una proporción base de 1:2 de cal y arena, pero en algunas ocasiones será necesario aplicar una más de arcilla o de gravilla si el aplanado así lo requiere.

- Correcta aplicación:

En este punto se aplica la misma norma que arriba, las condiciones ambientales determinarán el tipo de aplicación. Es muy importante observar esto, aunado al tipo de material que vamos a intervenir, ya que ello se determinará, que los materiales prevelezcan exitosamente. Si el material se encuentra protegido correctamente, ya sea *in-situ* con cubiertas de protección adecuadas, o en las salas de museo o en bodegas en condiciones ambientales estables (humedad relativa, temperatura), el material empleado para la conservación será aún más perdurable. En el uso de materiales

semejantes a los constitutivos o llamados de uso compatible, no se involucrará un material significativamente diferente, y los cambios, substancialmente reversibles, serán de mínimo impacto en el original. Los materiales empleados en ésta propuesta son cal, caseinato de calcio, agua de cal, y cargas de arena de mina, de río, y gravilla, estas últimas para darle la textura y apariencia del aplanado a intervenir.

Debido a la falta de atención que tiene algunos sectores de la Zona que, como ya mencionamos anteriormente, no se han vuelto a intervenir y los cuales ya han sido investigados y registrados, nos obliga a presentar una propuesta más drástica pero efectiva y necesaria que asegurará la conservación de esos monumentos arqueológicos. Esto será el de volverlas a enterrar, previa colocación de geo textiles que protejan a los vestigios e impidan que las presiones de la superficie y las vibraciones alteren a las estructuras, tierra cernida del lugar, cascajo y gravilla.

Hasta que existan condiciones económicas y tecnológicas suficientes para su exposición y mantenimiento y esta acción habrá de prevalecer.

Podemos concluir que el uso de este tipo de materiales prevendrá la necesidad de una intervención mayor y reducirá el costo destinado para la conservación, ya que así no se requerirán grandes desembolsos para tratar de estabilizar los deterioros que el abandono y falta de atención provocan a las estructuras y a los materiales arqueológicos.

Con éste sistema de mantenimiento y conservación continua, se podrán atender oportunamente los monumentos arqueológicos, evitando así pérdidas como las que hasta ahora se han tenido. En la última evaluación llevada a cabo del estado de conservación de los aplanados de los muros y pintura mural que existe en la Zona, se encontró una pérdida aproximada del 30% del total con relación al año anterior.

Hoy en día la conservación y restauración de material arqueológico intervenido, requiere de mayor apoyo con investigaciones en laboratorios abocados al análisis y seguimiento del deterioro de los materiales empleados anteriormente, para poder eliminar las intervenciones anteriores sobre los materiales originales, o por lo menos anular el daño que provocan sobre estos, y cambiar así nuestro concepto de una buena conservación duradera.

Es muy importante, también estimular la investigación, análisis y seguimiento de cómo es que se comportan los materiales que hoy en día se proponen, al igual que la búsqueda una aplicación semejante al original, ya que es innegable que ésta ha sido la más permanente. Su registro nos dará las pautas para saber si podemos seguir adelante con los mismos parámetros o aplicar criterios diferentes.

El criterio de conservación manejado no desea poner énfasis en la permanencia prolongada de los materiales aplicados, sino en la necesidad de asistencia permanente, pues los procesos de conservación deben de ser constantes ya que los de deterioro también lo son. Sin embargo este concepto será muy difícil de establecer, pues generalmente se piensa que la conservación continua causa un gasto mayor, y como hemos visto no es así; pero los criterios económicos y políticos de los sectores involucrados así nos lo imponen.

Tras lo expuesto arriba, sólo queda recordar que estos procesos sólo serán posibles si se crea un compromiso entre los sectores involucrados, para que tengan presente que en materia de conservación:..."hacer las cosas bien es más lento que hacerlas mal" y que "El costo financiero mayor de hacer las cosas bien, choca contra las limitaciones del presupuesto y la presión del tiempo." (Gandara,1992:11). Ojalá que podamos superar esta costumbre de esperar que lo que hacemos dure siempre, y que el propósito sea el de prolongar más bien el Patrimonio Cultural intervenido. y no la intervención. Lo que, como ya vimos, no es lo mismo.

BIBLIOGRAFÍA

CASTILLO, Noemí 1968 ALGUNAS TÉCNICAS DECORATIVAS DE LA CERÁMICA ARQUEOLÓGICA EN MÉXICO. Serie Investigaciones, 16. INAH. México. 134p.

DÍAZ-BERRIO F., Salvador 1985 CONSERVACIÓN DE MONUMENTOS Y ZONAS. INAH. México. 177p.

FIGUEROA, Catalina y Zinna RUDMAN 1996 "Metodología de conservación de estucos, pintura en pisos y muros en la Ventilla, Teotihuacan". REVISTA MEXICANA DE ESTUDIOS ANTROPOLÓGICOS. En Tomo XXXIX, 1993, pp.295-311, SMA, México.

FILLOY N., Laura 1992 LA CONSERVACIÓN DE LA MADERA ARQUEOLÓGICA EN CONTEXTOS LACUSTRES: LA CUENCA DE MÉXICO. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía. México. 291p.

GÁNDARA, Manuel 1992 ARQUEOLOGÍA OFICIAL MEXICANA. Tesis de Maestría. E.N.A.H., México

Gran Diccionario Enciclopédico Ilustrado. 1986 Vol. 10 p.3347. Reader's Digest México, S.A. de C.V., México.

1988 The Australia ICOMOS Charter for the Conservation of Places of Cultural Significance (The Burra Charter).

RODRÍGUEZ García, Ignacio 1984 "La protección del patrimonio cultural en Teotihuacan". EN CUADERNOS DE ARQUITECTURA MESOAMERICANA, No. 3, pp.19-22, Facultad de Arquitectura. UNAM. México.

[REGRESAR AL INDICE](#)

TRABAJOS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE TAJÍN, VERACRUZ

Lic. en Rest. Alejandra Alonso Olvera
CNRPC-INAH

Rest. Adriana Trujillo Rodríguez
Rest. Germán Fraustro Nadal.
ENCRM



I. Introducción

Durante el año de 1996 se asignaron a la CNRPC los recursos económicos para realizar trabajos de conservación en la zona arqueológica de Tajín, Veracruz.

Como antecedentes previos, la ENCRM llevó a cabo el registro general de tres estructuras, y la coordinación realizó a finales de 1995 un diagnóstico general del estado de conservación de la pintura mural, los relieves de piedra y estuco.

En algunas estructuras se detectaron problemas generados por la liberación arqueológica y el escaso mantenimiento efectuado desde que tal actividad fue ejecutada. Asimismo, se determinó que algunas intervenciones de restauración dependientes del proyecto arqueológico habían tenido efectos negativos en los elementos arqueológicos antes mencionados. A pesar de que no existe ningún proyecto de conservación y restauración riguroso en el que se contemple de manera sistemática la intervención directa en la zona, se determinaron las prioridades gracias a los diagnósticos generales elaborados el año anterior. Los trabajos de conservación se efectuaron en dos temporadas, la primera inició a mediados de agosto hasta principios de octubre, y la segunda a principios de

noviembre hasta los primeros días del mes de diciembre, completando en total tres meses de trabajo.

Para cubrir las dos temporadas de trabajo se contrataron a dos ex-alumnos de la ENCRM que fueron coordinados por personal de la Coordinación.

II. Desarrollo

La conservación y la restauración de la pintura mural del edificio 11

El edificio 11 es uno de los dos edificios del Tajín que cuenta con pintura mural. Fue intervenido arqueológicamente a partir de 1989. Es una estructura de planta rectangular que tiene cuatro etapas constructivas; la primera etapa es la que presenta la pintura mural y ésta se localiza en la parte superior del edificio sobre taludes inclinados que forman un basamento. Únicamente los taludes suroeste, noroeste y noreste están liberados y tienen una superficie de aproximadamente 29 m² recubierta con pintura mural. La intervención arqueológica que se realizó hace un par de años consistió en la liberación del edificio, aunque sin una consolidación completa del relleno, y sí con la eliminación consecutiva de las últimas etapas constructivas en la parte superior, para localizar la primera de éstas. Debido a que la primera etapa constructiva de la estructura 11 cuenta con una gran extensión de pintura mural y de pisos de estuco, los arqueólogos colocaron una techumbre de palma, para proteger a estos elementos.

Los motivos representados en estas pinturas murales son grecas sigmoideas y grecas escalonadas invertidas. La paleta cromática está compuesta por rojo, ocre, blanco, azul y negro. La capa pictórica se sitúa sobre un conjunto de enlucidos finos y rugosos que se sujetan a un muro de piedra sin mezcla.

Los taludes donde se encontró la pintura mural estaban originalmente inclinados a 45°, pero después al ser excavados se encontraron desplazados y deformados. La estructura sufrió un movimiento de deslizamiento natural, especialmente hacia el lado noroeste, por lo que la pintura mural localizada en esta zona es la más afectada (y también la zona de pintura mural menos completa), por lo que se decidió dar prioridad a esta área.

La pintura mural ha resentido el desplazamiento de la estructura y la falta de consolidación arqueológica del relleno estructural. Esto ha provocado la ruptura y la pérdida de gran parte de la pintura que se encontraba sobre el talud orientado en esa dirección. Del total de la pintura mural original que debió tener esa zona, actualmente se conserva un 40% aproximadamente. Como la pintura no fue encontrada sobre el enlucido del talud en aquella temporada arqueológica, sino desprendida y entre el relleno, se recolocaron los cientos de fragmentos sobre el talud deformado. Para ello se utilizó una mezcla de cal, cemento y curasol. Adicionalmente, en la superficie pictórica de la pintura original se aplicó una capa de fijativo sintético. Estos procesos aseguraron de alguna manera la permanencia de los fragmentos durante el trabajo arqueológico, pero dichas tareas se

ejecutaron con materiales inadecuados que producirían nuevos efectos negativos para su conservación.

Asimismo, los fragmentos de pintura mural se recolocaron desordenadamente con lo que impidió obtener una imagen completa y coherente, como existe en las zonas laterales; esto se puede comprobar porque las líneas o trazos no concuerdan y se contraponen unos con otros.

Por otra parte, el relleno interior de tierra y las mezclas utilizadas en el trabajo arqueológico presentaban un severo ataque biológico. El relleno original de la estructura estaba invadido por nidos de avispas debido a su suave consistencia.

Por ello, se propuso realizar una intervención de conservación que garantizara la estabilidad estructural de la pintura mural. Los procesos realizados consistieron en desprender la pintura mural para proceder a la consolidación del talud y con ello restablecer su resistencia mecánica y su pendiente original, y consecuentemente la recolocación de los fragmentos de pintura mural.

El desprendimiento de la pintura mural fue extensivo en el talud –excepto por un fragmento de grandes dimensiones casi completo. Los fragmentos se recolocaron sobre un plano uniforme para asegurar su sujeción al muro, a pesar de los movimientos del terreno, y además permitir apreciar una imagen más homogénea. Inicialmente se pensó que también se podría realizar el reordenamiento de los fragmentos de pintura, contribuyendo a encontrar el diseño original; pero efectuar este trabajo requiere de una investigación amplia y debe realizarse en un taller de conservación, no *in situ*.

Antes de realizar el desprendimiento de la pintura mural, se llevó a cabo un minucioso registro de su condición física así como de su ubicación espacial con respecto al muro y al piso. Este registro permitiría desprender los fragmentos pero sin perder su ubicación dentro del espacio bidimensional. El registro de la inclinación del talud también se realizó para evitar sobreponer fragmentos durante la recolocación.

El desprendimiento de la pintura mural se realizó por bloques de fragmentos. A éstos se les aplicó una capa de protección para evitar que el medio de la pintura se disolviera con el agua del posterior velado de protección.

Posteriormente se aplicó un velado de protección para evitar manipular directamente la capa pictórica y mantener unidos a la gran cantidad de micro-fragmentos. Se desprendieron los bloques de fragmentos por la parte posterior mediante el uso de segueta y espátula, que cortaban la mezcla utilizada por los arqueólogos y permitían separarlos del talud. Una vez desprendido aproximadamente un metro cuadrado de pintura se consolidaba el muro, removiendo las piedras y recolocándolas con mezcla nueva de cal y arena gruesa. Posteriormente se aplicó una capa de aplanado rugoso sobre el cual se montó la pintura mural.

Finalmente se obtuvo una pintura mural sobre un talud debidamente inclinado.

Posteriormente se retiró el velado de protección y la capa de fijativo. Finalmente, para mejorar la apreciación de la imagen se aplicó una última capa de enlucido en todo el talud en donde no quedaba pintura mural, este aplanado se hizo a bajo nivel respecto de la capa pictórica original. Con ello además de contribuir a la protección de la pintura, ésta se vuelve el punto de atención y se conforma globalmente como una unidad y no como un grupo de fragmentos aislados. Este mismo criterio se aplicó en los otros dos taludes laterales.

Los pisos de estuco de la estructura se protegieron con una capa de entortado de tierra y cal, para evitar que al transitar sobre ellos se fragmentaran y desprendieran.

Se aplicó finalmente un biocida para evitar la proliferación de avispas en el talud reconstruido y en toda la parte superior del edificio.

La conservación y restauración de la pintura mural y los aplanados de estuco del edificio I

En este año se realizaron trabajos en la fachada suroeste y esquina sur del edificio I.

La estructura I fue explorada y liberada desde 1990 hasta 1995, en diferentes temporadas arqueológicas; la pintura mural y el estuco fueron intervenidos en aquellos años con algunas tareas de conservación y restauración poco afortunadas. Entre ellas destacan la consolidación de aplanados con mezclas de cal, cemento y polímeros sintéticos, el fijado de la capa pictórica con un polímero sintético (paraloid), y la reintegración estructural (resane y ribetes) para sujetar material desprendido.

Adicionalmente se realizó un proceso de desprendimiento de pintura mural del contratalud de la esquina sur, con la finalidad de protegerla y evitar daños por las tareas de liberación y consolidación arqueológicas.

Aquellas labores de restauración fueron efectuadas por restauradores técnicos que fueron contratados por el proyecto arqueológico en 1995. Sin embargo, estas intervenciones produjeron nuevos problemas de conservación en el material arqueológico, entre los que destacan los siguientes:

1. Los aplanados que estaban desprendidos al momento de la liberación fueron recolocados mediante la aplicación de una pasta muy dura de cemento, cal y polímero sintético. Los componentes de la pasta se integraron con dificultad y ésta se comportó diferencialmente con respecto a las mezclas originales.

2. El fijado de pintura mural se realizó con paraloid. Este formó una capa en superficie y con ello un amarillamiento en algunas zonas, en otras se formó una película hidratada y plástica que se desprendía de la capa pictórica en forma de escamas, provocando con ello la pérdida de pigmento que a ésta se adhería.
3. La reintegración estructural se efectuó con la pasta antes mencionada para la recolocación de fragmentos de aplanados, pero en muchas partes sobre el original y de gran grosor.
4. El desprendimiento de la pintura mural del contratalud de la esquina sur, fue la intervención menos venturosa. Los materiales utilizados para el desprendimiento no fueron los adecuados y se produjo el desarrollo de microorganismos en la superficie pictórica, con la inevitable pérdida de la misma en algunas zonas. Se debilitó el amarre de la pintura al soporte y se debilitaron las delgadas capas de enlucido fino que sirven de soporte a la pintura mural.

Adicionalmente, la intervención mencionada no solucionó otros problemas graves en esta área del edificio I: los pisos y la banqueta que también presentan color no fueron trabajados y se encontraban fracturados, separados por enormes grietas y desprendidos del suelo y el soporte. Muchos fragmentos se perdieron a consecuencia de este hecho.

Por lo antes mencionado, y con base un diagnóstico previo que considera la problemática general del área, se decidió que era necesario efectuar varias actividades de mantenimiento:

- Aplicar una reintegración estructural en los aplanados semidesprendidos mediante el uso de resanes y ribetes con una pasta de cal y arena fina, sin invadir el original. Inyectar lechadas de cal en oquedales para consolidar morteros de rejunteo disgregados y proteger el amarre de la pintura mural con el soporte.
- Eliminar, en la medida de lo posible, los residuos de polímero sintético en superficie y fijar la capa pictórica semidesprendida con una mezcla muy fluida de caseinato de calcio. Igualmente, eliminar mecánicamente los grandes ribetes de cal, cemento y curasol en donde invadían el original, o producían algún daño mecánico.
- Realizar una limpieza químico-mecánica de las zonas manchadas por el desarrollo y proliferación de microorganismos generados en el pseudo desprendimiento del año anterior, para evitar la distorsión de la imagen.

De estas tareas se efectuó un informe técnico de intervención que debe ser consultado en futuras intervenciones. Además, se colocaron testigos sobre las grietas de aplanados con pintura mural para verificar los efectos de los movimientos estructurales del edificio.

La conservación de los relieves de estuco en la portada del edificio A

El edificio A es uno de los edificios más intervenidos de Tajín, sus intervenciones arqueológicas se remontan a principios de siglo y su principal intervención fue efectuada en los años cincuenta.

Los relieves en estuco que en esta temporada se trabajaron se localizan en la fachada del edificio a los lados de la entrada principal, sobre las grecas sigmoideas que enmarcan la escalinata central. Su manufactura es a base de almas de piedra y gruesas capas de estuco, sobre éste quedan ya muy pocos restos de capa pictórica: color verde, rojo y azul.

Este edificio no cuenta con un techo por lo que los relieves están completamente expuestos a la intemperie. Durante los años sesenta estos relieves fueron "semi-restaurados". Desgraciadamente, por falta de información se utilizaron para la reintegración estructural unos resanes y ribetes con cemento gris que no han podido ser eliminados y que han perdurado sobre el material de las grecas desde entonces.

Originalmente, al inicio de la segunda temporada de campo de este año, se proyectaba la eliminación de estas pastas de cemento y sustituirlas por otras nuevas de cal y arena, pero al realizar las pruebas mecánicas y con sustancias químicas se comprobó que por la diferencia de dureza entre el cemento y el estuco original, cualquier método de eliminación del cemento resultaba demasiado riesgoso y ponía en peligro la estabilidad del estuco adyacente. Por lo tanto, se decidió no eliminarlos por completo, aunque sí aplicar tratamientos de consolidación en los fragmentos de grecas debilitadas, resane estructural y ribeteo con una pasta similar (cal y estuco molido como carga) para proteger los fragmentos restantes.

III. Conclusiones

Del trabajo efectuado durante tres meses de este año pueden desprenderse varias conclusiones:

1. Es necesario elaborar un proyecto de conservación sistemático, planificado, que tome en cuenta las prioridades de conservación de la zona, que pueden reducirse a un plan de mantenimiento periódico, extensivo y coordinado por la Coordinación pero que involucre al personal que trabaja en la zona arqueológica. Esto favorecerá una mejor distribución del presupuesto asignado.
2. Es prioritario determinar las zonas que se encuentran en riesgo, como son las áreas de pintura mural, los restos de aplanados de estuco, pisos y relieves en piedra para proyectar temporadas con personal especializado: restauradores calificados.

3. Es necesaria la consolidación estructural de edificios con pintura mural, relieves en estuco y piedra, para evitar movimientos del terreno que pongan en riesgos la estabilidad estructural de estos elementos.
4. Es necesario que se examine y arregle el sistema hidráulico de la zona, ya que muchos de los problemas de asentamiento y movimiento del terreno, están generados por deficiencias en el drenaje, y por consecuencia existe humedad constante en los rellenos de las estructuras y en los elementos adosados a ellos.
5. Los techos que cubren a los edificios que cuentan con pintura mural requieren ser rediseñados ya que sus cimientos se encuentran dentro de las estructuras, y eso crea esfuerzos que favorece el deslizamiento y movimiento del terreno.
6. Debe realizarse una inspección periódica para verificar que no se produzcan nuevos ataques biológicos sobre el material cultural.
7. Debe llevarse a cabo un seguimiento de las tareas efectuadas en esta temporada y evaluarse su eficacia.
8. Los bienes culturales vulnerables como son la pintura mural, los relieves modelados en estuco y tallados en piedra deben intervenirse contemporáneamente al trabajo arqueológico por un grupo de restauradores avalados por la Escuela Nacional de Conservación y Restauración, o bien por la Coordinación Nacional de Restauración, ya que la mayor parte de los problemas que presenta la conservación de estos bienes deriva del trabajo arqueológico o de las tareas que se ejecutaron para tratar de conservarlos.
9. Deben incorporarse restauradores egresados de la Escuela Nacional de Restauración para elaborar un trabajo de investigación y a su vez de intervención, una vez que se elabore el proyecto por la CNRPC.

Nota

Para mayor información técnica adicional, consulte el informe de los trabajos efectuados que se encuentra en el archivo de la CNRPC.

[REGRESAR AL INDICE](#)

LA INSPECCIÓN Y CONSERVACIÓN DE MONUMENTOS ARQUEOLÓGICOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA 1885-1911

Arq[ui]to. José Antonio López Palacios
CNRPC-INAH



La historia de la Arqueología en México puede ser estudiada desde diferentes puntos de vista, como pueden ser los períodos históricos, los protagonistas-excavadores, las exploraciones en zonas arqueológicas, o las instituciones que las dirigieron.

El proyecto de Investigación "La Inspección y Conservación de Monumentos arqueológicos de la República Mexicana" de la CNRPC-INAH, tiene como objetivos en su primera etapa, el estudio de las intervenciones de esa dependencia para la Conservación y Restauración del patrimonio arqueológico durante el período del Presidente Porfirio Díaz.

Se ha iniciado con la consulta del archivo

personal del arqueólogo Leopoldo Batres Huerta que actualmente se encuentra en proceso de Restauración, en el CRM-INAH, por la Conservadora Elvira Pruneda Gallegos su biznieta, a quién agradezco las facilidades proporcionadas para consultar los originales de dicho acervo.

El 8 de octubre de 1885, fue creada la Inspección y Conservación de Monumentos Arqueológicos, dependencia de la secretaria de justicia e instrucción pública (Lombardo de Ruiz; 1988:66). Siendo su primer Inspector General Don Leopoldo

Batres quién inició su gestión con el levantamiento del primer cuadro arqueológico de la República Mexicana. (Vázquez León; 1993:4).

Ese, inventario de 1885 puede ser considerado como preliminar, debido a que sólo presenta unos pocos sitios arqueológicos, y al parecer tuvo como objetivo el de reconocer los más importantes.

Las atribuciones de la inspección fueron básicamente las de proteger y conservar las ruinas arqueológicas e históricas, de la destrucción y el saqueo; Ya que estas actividades eran muy comunes en varias partes del país y no existía una dependencia que se abocara a atender exclusivamente esta problemática, ya que el Museo Nacional venía desempeñando algunas de estas diligencias sin mucho éxito (Lombardo de Ruiz; 1988:66)

El concepto general, para la protección de los sitios prehispánicos necesariamente requería de un marco jurídico perfectible, pues para su custodia y conservación deberían resolverse innumerables problemas apenas reconocidos en la práctica.

Con la ley de 1897 se reafirmaron los derechos de propiedad de la nación sobre los monumentos arqueológicos, incluyendo la expropiación por causa de utilidad pública, como medida extrema para la defensa de este patrimonio. Precizando los monumentos que deberían conservarse, y su registro en la carta arqueológica, así como las disposiciones para la protección de los bienes muebles de origen arqueológico. (Gertz Manero, 1976: 63-64)

El período de 1885-1911 es el antecedente directo, en la práctica, para el manejo, operación y conservación de las zonas arqueológicas mexicanas. Ya que la inspección de Batres comienza la exploración de varios sitios, la atención a rescates arqueológicos, como el de la calle de las Escalerillas (hoy Guatemala), prohíbe el saqueo y tráfico de piezas, combate su reproducción y falsificación, administra los permisos o concesiones de exploración, publica cerca de 30 textos como resultado de sus investigaciones. De esta manera el Arqlgo. Batres se convirtió en funcionario institucional, administrador de recursos culturales, excavador- investigador, y guía de visitas. Con la Inspección, se logran los cambios de la tenencia de la tierra, ya que al identificar la "riqueza arqueológica", el precio de los predios aumenta.

Es desconocido el organigrama y presupuesto con el que la Inspección general administraba y desarrollaba las diferentes actividades que llevaba a cabo, pero conforme avance la investigación podremos acercarnos a su forma de trabajo, de esta manera tenemos entre los funcionarios que colaboran con la inspección a los Conserjes, personal que a veces labora con sueldo, o a título honorífico, y que eran los encargados de custodiar las zonas arqueológicas registradas. También fueron nombrados dos subinspectores cuyas áreas de influencia se encuentran en Yucatán y Chiapas.

La arqueología mexicana forma parte medular de la cultura nacional en donde lo más anticolonial es precisamente el universo prehispánico; esa experiencia del pasado que se rescata revalorando al indígena mesoamericano e integrando sus monumentos al Nacionalismo Porfiriano.

Para la celebración del centenario de la Independencia, el régimen del Presidente Porfirio Díaz elaboró un gran programa conmemorativo de obras públicas y festividades, por lo que la arqueología no podía quedar excluida.

Leopoldo Batres recibe la encomienda de Don Justo Sierra, secretario de Instrucción pública y Bellas Artes para que: "...proyectara dos obras arqueológicas que debían llevarse a cabo..."

Estas fueron la exploración y reparación (restauración) de la pirámide del Sol de Teotihuacán y la "Reconstrucción del monumento de Xochicalco". (Batres; 1919:3)

Con lo que se da inicio a la reconstrucción restauratoria y uso turístico del patrimonio monumental arqueológico planificado por el Estado. Estas "OBRAS" deberían quedar concluidas para Septiembre de 1910.

Asimismo, la Inspección General de Arqueología cubrió otras etapas y experiencias en su evolución para la protección de los monumentos prehispánicos.

Antes de 1885

Leyes insuficientes (1857) y desprotección de bienes arqueológicos.

El órgano ejecutivo que amplía las tareas de investigación y protección, Museo Nacional.

Carencia de catálogos e inventarios de zonas arqueológicas.

Período 1885-1911

Creación de la Inspección y Conservación de Monumentos Arqueológicos. Como dependencia oficial para la protección, investigación, reparación (restauración) y difusión de las zonas monumentales arqueológicas.

Promulgación de una nueva legislación y marco legal, por sobre la propiedad privada.

Inventario del cuadro arqueológico de 1885, que precedió a la carta arqueológica mexicana de 1906.

Apoyo político que se traduce como la institucionalización del monopolio arqueológico del Estado.

Bibliografía

Archivo Personal de Don Leopoldo Batres Huerta. Documentos mecano escritos y de propia mano del inspector general, constancias, reconocimientos, autobiografía y material fotográfico inédito.

BATRES, Leopoldo.

1885 Cuadro arqueológico de la República mexicana carta geográfica de 60x84 cms.

1910 Carta arqueológica de los Estados Unidos Mexicanos. Esc. 1:2500000 Secretaria de Instrucción Pública y Bellas Artes.

1911 Memorándum dirigido al Sr. Lic. Don Miguel Díaz Lombardo, ministro de Instrucción Pública y Bellas Artes. Barcelona, Imprenta Vda de J. Cunnill.

GERTZ MANERO, Alejandro 1976 La defensa Jurídica y social del Patrimonio Cultural. Archivo del Fondo #74. F.C.E., México.

LOMBARDO DE RUIZ, Sonia Et. al. 1988 Antecedente de las leyes sobre monumentos Históricos (1536-1910). Col. Fuentes Edit. INAH, México.

OLIVÉ NEGRETE, Julio Cesar. 1980 Reseña Histórica del pensamiento legal sobre arqueología. En arqueología y derecho en México. UNAM, Méx. pp.19-46.

SUÁREZ CORTÉS, Blanca Estela. 1987 Las interpretaciones positivas del pasado y el presente (1880-1910) con la antropología en Méx. Edit. INAH, Méx.

SCHÁVELZON, P. Comp. 1988 La Polémica del Arte Nacional en Méx., 1850-1910. UNAM, Méx.

VAZQUEZ LEÓN, Luis. 1933 Historia y Constitución Profesional de la Arqueología Mexicana. (1884-1940). En II Coloquio Pedro Bosch-Gimpera. Maria Teresa Cabrego Q. Camp. UNAM, Méx. pp.36-77.

[REGRESAR AL INDICE](#)

LA GOMA DE NOPAL: UNA APORTACION PARA LA CONSERVACION DE ARQUITECTURA DE TIERRA SECA PROTEGIDA POR LA TECHUMBRE

Pablo Torres Soria
Luciano Cedillo Alvarez
CNRPC – INAH



La consolidación del adobe, es un tema que actualmente merece una creciente atención, debido a que este material al estar expuesto a la intemperie, a pesar de estar protegido por techumbres, constantemente es amenazado de destrucción por la acción del intemperismo, lo que se evidencia por un desgaste superficial constante en forma de exfoliación o pulverulencia; ambos tipos de deterioro están asociados con los factores fisico-químicos entre los que destacan por su importancia: la lluvia, el granizo, el viento, las heladas y las constantes migraciones de salitre por el efecto de capilaridad del agua.

Sin embargo, en los monumentos con arquitectura de tierra protegidos con techumbres, de alguna manera se disminuye la acción de dichos factores sobre los materiales pero, dependiendo de su estado de conservación, en algunos casos muy críticos, debido a su complejidad, sólo se les aplica medidas preventivas de conservación, o se les aplica consolidantes químicos de naturaleza plástica. Todo ello con resultados poco satisfactorios para los restauradores profesionales mexicanos, y si bien en casos excepcionales se han utilizado sustancias orgánicas de origen vegetal, como es el caso del mucílago del nopal en la consolidación de adobe (Hoyle, 1990).

A partir de la necesidad de encontrar un consolidante vegetal en la zona arqueológica de Teotihuacán para consolidar los adobes de uno de los muros superpuestos de la Ventilla, se planteó efectuar pruebas experimentales con la goma de nopal producida por los nopales existentes en la zona.

Los nopales productores de tunas o nopalitos, desde la época prehispánica han tenido una relación muy estrecha con la vida del hombre: en lo social, alimenticio y económico. Esto se infiere de la iconografía indígena plasmada en piezas de cerámica, pintura mural y obras escritas a raíz de la conquista en los Códices Mendocino (1549), Cruz Badiano o Barbetino (1552), Florentino (1575) y en la obra de Hernández (1649) en Bravo, 1978.

Los nopales son plantas fanerógamas, angiospermas, dicotiledoneas, perennes y originarias del Continente Americano (Rzedowski, 1964, en Borrego, 1986). Se reproducen vegetativamente por cladidos o semillas; morfológicamente poseen una estructura compuesta de raíz, tallo, hojas (cladido o penca), flores y frutos (tunas).

La distribución de las diferentes especies de nopales silvestres, productores de tunas, nopalitos, mucílago y goma es muy amplia y abundante localizándose prácticamente en la mayoría de las condiciones ecológicas de los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas (Bravo, 1978) y en el Valle de México (Rzedowski, 1985).

Por ejemplo, en las áreas no restauradas de la zona arqueológica de Teotihuacán, Estado de México, las especies de *Opuntia streptacantha* y *Opuntia hytiacantha*, son plantas arbóreas muy abundantes que generalmente llegan a medir de 4 a 5 m. de altura, con un tallo principal hasta de 45 cm. de diámetro, muy ramificado en el primer caso (conocido en la región como "tuna cayajual") y en el segundo ramificado dicotomicamente ("tuna moradilla").

El mucílago del nopal, es un polisacárido compuesto por los monosacáridos de D-galactosa, L-arabinosa, L-ramnosa y D-xilosa (Magaloni, 1990).

OBTENCIÓN DEL MUCÍLAGO

Para extraer el mucílago, se seleccionan las pencas de una edad aproximada de 0.6 a 3 años, cortándolas con un cuchillo bien afilado en el punto de unión entre ellas. Con la misma herramienta se elimina la epidermis con las espinas para obtener el parenquima (carnosidad de la penca) y los haces vasculares. Los cladidos, limpios se cortan en pedazos pequeños, sobre un tronco de madera y con el auxilio de un machete, para poner una cantidad determinada a macerar en agua en un recipiente por 24 hrs, con agitación y paleado manual constante con un palo de madera dura. En seguida, el macerado se filtra con una tela de manta para obtener el mucílago translucido libre de tejido parenquimatoso.

La goma de nopal químicamente es conocida con los nombres de polisacáridos, carbohidratos, glúcidos, hidratos de carbono y sacáridos que por hidrólisis origina los monosacáridos de D-galactosa, L-araginoso, L-ramnosa y D-xilosa. Son solubles en agua, dando soluciones coloidales de gran viscosidad, incristalizable, que entre otras aplicaciones sirve para adherir o pegar las arcillas deleznable de los adobes, pequeños terrones, fragmentos de cerámica, pigmentos de pintura mural, consolida estucos coloniales de cal y arena, pega fragmentos de concha, pergamino y papel.

OBTENCIÓN POR CORTE Y POR INSECTOS

La goma, físicamente presenta dos estados: en forma de una gel viscosa, pegajosa y de un color crema adquirido durante el flujo, que al estar en contacto con el medio pasa al estado sólido en forma de grumos gomosos de tonalidad color amarillo pálido a ligeramente ámbar.

OBTENCIÓN DE LA GOMA

El polisacárido se obtiene principalmente de los tallos, tanto de los nopales silvestres como de los cultivados, de forma manual y natural. En el primer caso se utilizan herramientas punzantes para producir heridas superficiales en los troncos de los que fluyen de manera instantánea cantidades muy pequeñas de goma en forma de gel que al contacto con el medio externo se solidifica y seca, cicatrizando rápidamente la herida y deteniendo el flujo de la goma.

La obtención natural de la goma está directamente relacionada por la infestación de la planta por el insecto coleóptero, conocido comúnmente con el nombre de picudo barrenador de los tallos del nopal (*Cactophagus spinole* Gy11).

Este insecto presenta un ciclo biológico anual con metamorfosis completa, o sea, cuatro etapas de desarrollo: huevecillos, larva, pupa y adulto.

Los insectos adultos emergen de los tallos durante los meses de mayo a septiembre, alimentándose de los bordes de las hojas tiernas de los nopales.

Son de color negro con dos manchas rojas en la parte anterior del protorax y dos bandas anaranjadas sobre los élitros, o sea el par de alas frontales (engrosadas, con apariencia de cuero duro y rasposo) que cubre en forma de estuche al otro par de alas delgadas membranosas adaptadas para el vuelo. Las hembras ponen sus huevecillos sobre la superficie de los troncos protegidos por las pencas, de los que eclosionan larvas blancas algo curvadas y sin patas; llegan a medir de 25 a 31 mm de largo, de cabeza color café (Escalante y Vázquez, en Borrego, 1986). Posee grandes mandíbulas masticadoras utilizadas para perforar, cortar y barrenar los tallos para alimentarse internamente del tejido parenquimatoso durante la mayor parte de la primavera, produciendo externamente sobre la superficie de los tallos acumulaciones gomosas sólidas en forma de grumos fijos que cubren y ocultan los

orificios de entrada a los túneles, localizados específicamente en las uniones de las pencas del tallo.

Se pueden encontrar generalmente de 1 a 5 grumos gomosos por planta, son de tamaño y forma variable, llegando a pesar desde 0.5 a 65 g. (Fig. 5).

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES EFECTUADAS CON GOMA DE NOPAL EN ADOBE

El estudio fue cubierto en dos etapas; campo y laboratorio. En el primer caso se efectuó un recorrido en las áreas no restauradas de la zona, actualmente muy deforestada de árboles de pirul y nopales. Los primeros naturalizados en México, y los segundos nativos del país representados por los nopales monumentales de tuna cayahual y tuna moradilla, existentes de manera importante en las cuatro áreas existentes entre los estacionamientos 1-2, 2-3, 3-4 y 4-5, de la zona arqueológica.

Durante los meses de marzo a abril del año de 1996, se recolectaron aproximadamente 2.0 kg de grumos gomosos con el auxilio de un cuchillo de campo. Se desprendieron los grumos de los tallos de un total de 25 de *Opuntia streptacantha* y *Opuntia hyptiacantha*, distribuidas en las cuatro áreas consideradas.

Durante el mismo período, en el área de la Ventilla de la zona arqueológica, fueron recolectadas muestras de arcilla de los escombros con un ph. de 7.0 a 8.0, procedentes de las recientes excavaciones. En este mismo sitio en una de sus construcciones con pinturas murales protegidas con techumbres, se localizó un muro superpuesto formado de tres hiladas de adobes que se localizaron sobre un piso estucado. A tres de los adobes se les aplicó superficialmente, por aspersión, la solución acuosa de goma de nopal a las concentraciones de 3.5 y 10%. Aplicando 1 litro de cada una en intervalos de tres días.

La apariencia húmeda de los adobes es causada por la aplicación de las soluciones acuosas de la goma de nopal, y que al secarse en cinco días recupera su apariencia original, sin que se detecten evidencias de la solución gomosa aplicada.

De la población de San Vicente Chicoloapan, distrito de Texcoco, Estado de México, se recolectaron 10 adobes con medidas aproximadas de 32 x 48 x 10 cm. con un ph de 8.0, procedentes de una casa antigua que se encontraba en la esquina que forman las calles de Hidalgo y Moctezuma.

DISOLUCIÓN DE LA GOMA DE NOPAL

En la segunda etapa del desarrollo experimental, o sea, en el trabajo de laboratorio, se realizó ordenadamente el siguiente procedimiento.

La goma recolectada de los nopales de la zona arqueológica de Teotihuacán, fue fragmentada en pequeños pedazos para preparar cuatro concentraciones; 1, 3, 5 y 10 % en agua a ebullición con agitación constante debido a que la goma se disuelve muy lentamente en el agua caliente; entonces es necesario molerla con un mortero 2 o 3 veces hasta que la solución viraba de translúcida a un amarillo pálido o ámbar viscoso y pegajoso.

La disolución de la goma también puede ser efectuada en baño maría, repitiendo el mismo procedimiento hasta obtener el coloide pegajoso.

Las soluciones fueron filtrada con una tela sintética, debido a la ineficacia del papel filtro el liquido coloide viscoso compuesto de haces vasculares y del tejido parenquimatoso del nopal, posiblemente por la capacidad adherente del coloide.

De cada una de las soluciones gomosas preparadas, mediante las mediciones de peso de volumen, se obtuvieron los siguientes porcentajes:

De una solución gomosa al 1% en agua, o sea, 10 g de goma en 1000 ml de agua destilada a ebullición se obtuvo lo siguiente:

1. Coloide viscoso pegajoso	33%	330ml
2. Tejido parenquimatoso con haces vasculares	0.5%	5ml
3. Agua evaporada	66.5%	665ml
TOTAL	100%	1000ml

De una solución gomosa al 3% en agua, o sea, 30 g. de goma en 1000ml de agua destilada a ebullición se obtuvo lo siguiente:

1. Coloide viscoso pegajoso	34.0%	340ml
2. Tejido parenquimatoso con haces vasculares	1.4%	14ml
3. Agua evaporada	64.6%	646ml
TOTAL	100%	1000ml

De una solución gomosa al 5% en agua destilada o sea, 50g de goma en 1000ml de agua a ebullición, se obtuvo lo siguiente:

1. Coloide viscoso pegajoso	41.3%	413ml
2. Tejido parenquimatoso con haces vasculares	33.66%	336.6ml
3. Agua evaporada	25.04%	250.4ml
TOTAL	100%	1000ml

La solución gomosa al 10%, o sea, 100g de goma en 1000ml de agua destilada, forma una solución sobresaturada en la que no se obtiene el coloide y sí en cambio, se evapora el agua.

Las muestras de arcilla fueron tamizadas a granulometrías con diámetros de 0.625 mm, 1.0 mm, 2.38 mm, mayor de 4.0 mm y una mezcla de los cuatro tamaños. Cada una de estas separaciones fueron puestas en recipientes para aplicarlas por goteo mediante una pipeta, y por aspersion con un asperjador manual las tres concentraciones de coloide, aplicadas en el orden creciente y a intervalos de tres días cada una, logrando su consolidación.

De izquierda a derecha, se muestran las arcillas con granulometrías de 0.625 mm, 1.0 mm, 2.38 mm, mayor de 4.0 mm y la mezcla de los cuatro consolidados con la goma de nopal. Las muestras de adobe fueron tratadas con goma de nopal a las concentraciones de 3%, 5% y 10% por los métodos de brocha, aspersion e inmersión. Realizando tres aplicaciones en los casos de brocha y aspersion a intervalos de tres días cada una, y por inmersión las muestras permanecieron de 5 a 7 horas, retirándose del baño en el momento en que dejaron de formarse burbujas sobre la superficie del coloide acuoso viscoso, como resultado de la absorción del coloide y la expulsión del aire contenido en el adobe.

Las muestras tratadas por inmersión tuvieron un secado de aproximadamente 7 días, observándose las superficies firmemente compactas; para constatar si los adobes tratados continuaban siendo permeables al agua, fueron puestos a capilaridad en contacto superficial con el agua de la tarja, suministrando constantemente agua de la llave hasta que la muestra testigo fue humectada por completo, observándose un ligero desprendimiento de la arcilla al contacto con las yemas de los dedos. A diferencia de los adobes experimentales en los cuales tampoco se presentó lavado del coloide; hecho constatado con la nula adherencia del agua existente en la tarja; tampoco se registró la migración de salitre hacia la superficie del adobe

A cada una de las muestras de adobe consolidadas por los métodos de brocha, aspersion e inmersión, después de su secado y de que no fueron sometidas a capilaridad, fueron cortadas por la mitad con una sierra, percibiéndose una mayor resistencia al corte en las muestras consolidadas que en la testigo. Durante el corte se observó que, como producto de la fricción de la arcilla con la sierra, se desprendía un polvo con granulometría de 0.625 mm. En cambio, en la muestra testigo, se desprendieron arcillas con granulometría de 1.0 a más de 4mm

Durante el corte de los adobes se pudo detectar la penetración de la goma nopal, en función de la compactación de la arcilla y de la resistencia que oponía esta al corte. En los adobes tratados por brocha o por aspersion, se registró una penetración del consolidante de 3 a 5 cm, y casi completa en los consolidados por inmersión.

A pequeñas muestras de adobes consolidadas por inmersión con goma de nopal al 5%, ya secas fueron puestas en inmersión en agua por tres horas y posteriormente sometidas a congelación en un refrigerador doméstico durante 7 días, observándose únicamente la escarcha de la nieve sobre la superficie de los adobes, sin que estos presentaran expansiones y contracciones volumétricas aparentes. Se dejaron secar el mismo tiempo, sin detectar daños aparentes

Para detectar la presencia de oxidaciones de la goma de nopal al 5%, se seleccionó el papel (water colour de 200 g/cm cúbico, 18 x 24 cm libre de ácido); para impregnar 15 hojas por inmersión. Ya secas, 5 hojas se expusieron a la oscuridad, 5 hojas a la acción de la luz solar y las 5 restantes a la acción de la luz artificial. Este mismo procedimiento se repitió para 45 muestras de papel tratadas por brocha; aplicando a 15 una mano, a 15 dos manos y a otras 15 muestras tres manos. Este experimento permaneció en observación cinco meses sin que se presentaran cambios físicos en el papel.

Se realizaron pruebas de expansión y contracción del coloide con las concentraciones de 3%, 5% y 10% por el método de extensión o frotis de la siguiente manera:

- a) Se toma un porta objetos limpio y seco.
- b) Se coloca a 1 cm de sus extremos una gota de coloide de 1 ml.
- c) Se toma otro porta objetos tan limpio como el anterior, acercando el borde de uno de sus extremos hasta que toque el coloide.
- d) Se inclina este porta objetos hasta que forme un ángulo agudo dejando que el coloide se extienda por capilaridad en el borde que toca la gota de coloide.
- e) Se desliza, con un solo impulso, el porta objetos inclinado dirigiéndolo del extremo donde se colocó la gota hacia el extremo contrario, procurando que este deslizamiento sea suave.
- f) El frotis del coloide se deja secar durante cinco días.

El frotis del coloide, ya seco, se observa en el microscopio estereoscópico, observando una película incolora homogénea, fuertemente adherida a la superficie del porta objetos; no presenta cristales y no existe la contracción y expansión del coloide viscoso pegajoso.

CONCLUSIONES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Lo interesante del presente estudio, fue haber encontrado un uso adicional para el nopal en la consolidación de arquitectura de tierra protegida bajo techumbre.

Con base en las diferentes pruebas experimentales efectuadas en el laboratorio y en campo con la goma de nopal en los adobes, se encontró que el polisacárido

consolida la arcilla de los adobes, sin alterar la apariencia y el PH de ésta, proporcionándole firmeza y solidez. Esto, producto de que la goma tiene una buena penetración en el adobe, no forma película plástica sobre la superficie, no cristaliza, no obstruye la permeabilidad de las arcillas, no se presentan expansiones y contracciones volumétricas aparentes en la goma y en los adobes, propicia condiciones inhibitorias del desarrollo de los hongos microscópicos y, prácticamente, es un carbohidrato reversible ya que se puede retirar fácilmente de los materiales con agua caliente.

La goma de nopal es un sacárido natural, que hasta la fecha es poco aprovechada por el hombre. Se le encuentra ampliamente distribuida en las grandes nopaleras de casi todo el territorio mexicano, específicamente en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas y Durango.

Los grumos gomosos pueden ser recolectados de la nopalera, durante los meses de marzo – mayo, sin que se altere el ciclo biológico del insecto involucrado en la producción del glúcido.

En función de que el polisacárido reúne las características de un buen consolidante para arquitectura de tierra, se hicieron de manera paralela a este trabajo toda una serie de pruebas experimentales con resultados parciales que nos ofrecen soluciones prometedoras para la conservación de los materiales orgánicos e inorgánicos de los bienes culturales, por lo cual recomendamos al personal restaurador interesado en resolver la problemática de consolidación de algunos materiales orgánicos, componentes de los bienes culturales, efectuar pruebas con la goma de nopal a diferentes concentraciones dependiendo de la problemática a tratar y del caso particular.

A continuación se sugieren las siguientes recomendaciones como una alternativa más del uso de la goma de nopal en la conservación del Patrimonio Cultural.

RECOMENDACIONES

- a) El uso de la goma de nopal en la consolidación de arquitectura de tierra expuesta a la intemperie.
- b) El uso de la goma de nopal en la consolidación de la pintura mural expuesta a la intemperie.
- c) El uso de la goma en la consolidación de los estucos.
- d) El uso de la goma de nopal como aglutinantes de los pigmentos usados en la restauración.
- e) El uso de la goma de nopal en el pegado de fragmentos de cerámica.
- f) El uso de la goma de nopal en la restauración y conservación de objetos de concha.

g) El uso de la goma de nopal en la restauración y conservación de documentos gráficos de pergamino y papel.

h) El uso de la goma de nopal en la aglutinación de las pastas orgánicas usadas en el taller de escultura policromada.

BIBLIOGRAFÍA

1.- BRAVO-HOLLIS, Helia, Las Cactáceas de México, UNAM, México, 1978.

2.- BORREGO ESCALANTE, Fernando y Burgos Vázquez Noe, El Nopal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Buenavista, Saltillo Coahuila, México, 1986.

3.- HOYLE Ana María, ChanChan: Aportes para la conservación de la arquitectura de tierra, Adobe 90 Preprints. Los Angeles, The Getty Conservation Institute, 1990.

4.- MAGALONI KERPEL, Diana Isabel, Metodología para el análisis de Técnica Pictórica Mural Prehispánica. Tesis de Licenciatura en Restauración de Bienes Muebles, ENCRM-INAH, México, D.F.

5.- RZEDOWSKI, J. y Graciela C. de Rzedowski, Flora Fanerogámica del Valle de México., Vol. II, ENCB-IPN, México, D.F., 1985

[REGRESAR AL INDICE](#)

IMPORTANCIA DE LA SELECCION DE LOS MÉTODOS DE LIMPIEZA PARA METALES ARQUEOLÓGICOS

Lic. Carolusa González Tirado



Introducción

En México, al igual que en otras partes del mundo, la restauración de metales es una de las especialidades menos populares dentro de la Conservación de Bienes Muebles.

Además de ser una de las áreas más nuevas, son

pocos los restauradores que se interesan en el estudio de los metales, tal vez por que lo consideran muy complejo o poco gratificante. Se podrá afirmar que, en el taller de metales, las "recetas" fallan con mayor frecuencia que en otros talleres y los resultados "espectaculares" al terminar los procesos de restauración son escasos.

Para el caso de los metales, la relación entre la química y la restauración es tan obvia e íntima que parecen fundirse para formar una sola disciplina. Sin embargo, para restaurar metales no basta con tener conocimientos de química. El restaurador de metales deberá ser capaz de realizar un análisis crítico de cada caso, tomando en consideración el tipo de metal constitutivo, el grado de deterioro que presenta y las causas de éste, para poder elegir los tratamientos más adecuados, con base en los lineamientos de la teoría de la restauración y la Ética profesional.

La problemática inherente a la restauración de metales se intensifica en el caso de objetos procedentes de contextos arqueológicos; la interpretación de datos es más difícil y la probabilidad de cometer errores es mayor, y sin embargo también es posible encontrar agradables sorpresas.

El objetivo del presente trabajo es, en primer lugar, destacar la importancia de la elección del tratamiento más adecuado, dentro de la amplia gama de posibilidades que la química ofrece. En segundo lugar, se pretende diferenciar entre los tratamientos que se pueden realizar en campo y aquellos que deberán efectuarse

en las instalaciones del laboratorio de restauración. La presentación de ejemplos facilitará la discusión de los temas arriba señalados.

RIESGOS DERIVADOS DEL USO INADECUADO DEL ACIDO CÍTRICO

En 1995 ingresó al taller de conservación de metales de la ENCRM un lote de monedas procedentes de excavaciones arqueológicas en el centro de la Ciudad de México. El lote se componía de 61 monedas de los siglos XVIII, XIX y XX entre las cuales se encontraban 9 monedas de cobre, 22 de bronce, 25 de cuproníquel y 5 de plata.

Antes de ser enviadas a la ENCRM, las monedas habían sido tratadas en campo; la ficha correspondiente indicaba únicamente que se había realizado una limpieza con ácido cítrico. Al ser recibidas en el taller de metales, las monedas de cobre presentaban una superficie con una textura granulosa, de color rosa, correspondiente a la apariencia del cobre nuevo, sin nada de pátina. Las monedas de cuproníquel, en lugar del color plateado característico de esta aleación, presentaban manchas de color cobre metálico.

El aspecto de las monedas de cobre indicaba que el metal había sufrido un proceso de deterioro conocido como corrosión seca, la cual se produce cuando el metal se somete a la acción directa de ácidos. Es muy factible que al momento de su excavación, estas monedas se encontraran cubiertas por una masa de productos de corrosión verdes, mezclados con restos de tierra. Por lo general, debajo de esta capa irregular de malaquita se encuentra una capa de tenorita, de color café oscuro, que suele ser más compacta y homogénea. Debajo de la tenorita se encuentra el metal sano, aunque en ocasiones es posible encontrar algunos puntos verdes brillantes, correspondientes a cloruros de cobre, entre el metal y la tenorita. En ciertos casos, los detalles del relieve superficial de un objeto se encuentran completamente mineralizados y se conservan como una capa de tenorita que es relativamente estable. Mediante un adecuado proceso de limpieza es posible realizar la remoción sucesiva de cada uno de estos estratos hasta descubrir los detalles de la superficie del objeto, conservando una agradable pátina.

Dentro de los reactivos utilizados para la limpieza de cobre, el ácido cítrico está clasificado como un limpiador decapante; esto significa que una solución de ácido cítrico es capaz de eliminar todas las capas de productos de corrosión, incluyendo aquellas que se consideran pátinas. Al entrar en contacto con un objeto de cobre corroído, el ácido cítrico comenzará a disolver los productos de corrosión más superficiales. Dado que las capas de corrosión rara vez tienen un grosor uniforme, después de un tiempo de inmersión en el ácido, en algunos puntos quedará expuesto el metal sano; mientras que en otras zonas aun existirán estratos de corrosión de grosor variable. Una vez despojado de las capas de corrosión que lo cubrían, el metal sano entra en contacto con el ácido cítrico, que es capaz de disolverlo; de esta manera se provoca un ataque químico directo, con la

consecuente pérdida de material original y deterioro formal de la superficie del objeto.

El resultado de la disolución del cobre metálico es la presencia de una superficie irregular y rugosa, en la que los relieves originales se encuentran fuertemente erosionados y es posible, bajo microscopio, observar los vértices de los cristales de cobre. A diferencia de los objetos de cobre nuevos, que presentan una superficie pulida y regular, el cobre atacado es más susceptible a la corrosión ya que en cada una de estas irregularidades puede acumularse humedad y suciedad que provocaron puntos de corrosión.

Desde el punto de vista de la teoría de la restauración, el ataque químico provocado por una limpieza inadecuada, introduce en las monedas una contradicción histórica al dar a estas piezas un color de cobre "nuevo" con una textura de cobre "corroído". De esta manera, las monedas no solo perdieron su preciosa pátina, que constituye un mecanismo natural de protección contra la corrosión, sino que adquirieron un estado que nunca antes tuvieron; un estado que no corresponde a la primera historicidad porque las monedas nuevas tienen una superficie pulida, con el relieve nítidamente marcado, pero tampoco corresponde a la segunda historia ya que las monedas viejas poseen una pátina de una cierta textura y un determinado color.

Utilizadas de manera prudente, las soluciones de ácido cítrico son un método rápido y eficiente para la eliminación de concreciones de productos de corrosión. Por lo general, estas soluciones se emplean de manera local, sobre las capas más gruesas de corrosión. En piezas que presentan concreciones gruesas y homogéneas de productos de corrosión, es posible realizar una limpieza por inmersión en ácido cítrico; asegurando previamente, mediante radiografías o calas de limpieza, que el objeto posee suficiente núcleo metálico sano. Siempre que se usen soluciones de ácido cítrico, es necesario controlar la concentración de la solución y el tiempo que el objeto permanece en inmersión.

El lote de monedas seguramente fue tratado por inmersión; desconocemos el tiempo de inmersión y la concentración de la solución, pero podemos asegurar que cuando menos uno de estos dos fue excesivo. A concentraciones superiores al 5% el ácido cítrico suele ser peligroso; lo mismo sucede con tiempos de inmersión que rebasan los 20 minutos. En objetos muy corroídos o que presentan capas muy delgadas de corrosión, estas condiciones son suficientes para provocar deterioro.

Las manchas cobrizas sobre la superficie de las monedas de cuproníquel son también el resultado de una mala restauración. Como su nombre lo indica, el cuproníquel es una aleación formada por la mezcla de cobre y níquel; estos dos metales tienen diferentes propiedades químicas y distinta resistencia ante medios agresivos. Como ya se explicó, en contextos arqueológicos el cobre forma capas de malaquita, de color verde; algunos productos de corrosión del níquel son también verdes. Al excavar y hallar una moneda cubierta de corrosión verde es

difícil determinar si se trata de cobre puro o de alguna aleación, como el cuproníquel.

Si una pieza de cuproníquel se sumerge en una solución ácida, las capas superficiales de corrosión se comenzarán a disolver; de esta manera la solución, además del ácido, contendrá también iones hidratados de cobre y de níquel. Al ser el cobre más noble que el níquel, se establece entre estos dos metales un intercambio de electrones; el níquel metálico cede electrones, que son aceptados por los iones de cobre presentes en la solución. De esta manera, el níquel se oxida y pasa a la solución; mientras que los iones de cobre se reducen y se convierten en cobre metálico que se deposita en la superficie del objeto.

La única limpieza relativamente segura para las aleaciones es la mecánica. Cualquier tipo de limpieza química o electroquímica plantea ciertos riesgos al ser aplicada sobre una aleación. Al disolverse preferentemente uno de los metales, la composición de la aleación cambia; después de la limpieza, la composición de la superficie del objeto será diferente a la composición de las capas interiores. La disolución de uno de los componentes de la aleación conlleva la pérdida de material original y, en consecuencia, la pérdida de detalles y un cambio en la textura del metal, que se torna más poroso. El cambio en la composición de la aleación puede hacer que la superficie se torne menos resistente a los agentes corrosivos; la porosidad de la superficie es también un factor de deterioro, ya que en estas irregularidades se acumularán polvo y humedad que actúan como electrolito produciendo corrosión electroquímica.

La deposición de cobre constituye también una contradicción histórica en el objeto; una moneda de cuproníquel, que deberá ser de color plateado, aparecerá del color de una moneda de cobre. Esta es una manera de falsear la información que puede proporcionar un artefacto arqueológico. En el caso de las monedas aquí mencionadas, dado que eran de elaboración relativamente reciente, se sabía de qué color deberían ser; pues monedas de la misma índole se encuentran en todos los catálogos y se conoce su composición. Sin embargo, si la alteración hubiera ocurrido en piezas más antiguas y raras podríamos llegar a pensar que se trataba quizás de una moneda cuyo diseño coincide con el catálogo, pero cuya composición es diferente, es decir, que bien podríamos estar frente a una falsificación realizada en la época en la cual esas mismas monedas eran de curso legal.

VENTAJAS DE LA LIMPIEZA CONTROLADA

En septiembre de 1995 se recibió en el taller de metales de la ENCRM un lote de 17 cascabeles prehispánicos de cobre, procedentes de las excavaciones en Templo Mayor, en la Ciudad de México. Al momento de su ingreso al taller, los cascabeles presentaban una gruesa costra verde de productos de corrosión, con algunas inclusiones de arenillas y tierra. Esta concreción de malaquita permitía únicamente definir la forma general de los cascabeles, que eran alargados, en forma de pera, con un aro en la parte superior y una abertura en la parte inferior.

Al parecer, el único tratamiento que habían recibido fue la remoción de las capas superficiales de tierra y suciedad, ya que la capa de productos de corrosión permanecía intacta.

Uno de estos cascabeles fue sometido a pruebas preliminares de limpieza. La dureza de los productos de corrosión dificultaba una limpieza mecánica en seco. El primer paso a seguir fue una determinación cualitativa de la presencia de cloruros en la pieza. Para ello el cascabel se sumergió durante tres horas en agua destilada para que los cloruros se disolvieran y, posteriormente, se efectuó una reacción a la gota con nitrato de plata para identificar los cloruros presentes en el agua. La reacción con nitrato de plata resultó muy débil, lo cual hacía pensar que la pieza contenía cantidades insignificantes de cloruros.

Las pequeñas cantidades de cloruros detectadas permitían, hasta cierto punto, descartar la posibilidad de que los cascabeles de cobre presentaran "enfermedad del bronce", un tipo de corrosión particularmente insidioso. La "enfermedad del bronce" se presenta en objetos de cobre o aleaciones (latón, bronce, etc.) que proceden de ambientes en donde existen cloruros y humedad, como pueden ser contextos costeros, submarinos, ciertos tipos de suelos, etc. La mayoría de los cloruros son solubles en agua y en presencia de humedad forman soluciones capaces de conducir la electricidad, llamadas electrolitos. Al estar en contacto con la superficie metálica del cobre, las soluciones de cloruros ocasionan procesos de corrosión electroquímica, que dan por resultado la formación de atacamita (CuCl_2) y nantokita ($3\text{Cu}(\text{OH})_2$).

Tanto la atacamita como la nantokita son productos de corrosión activos, es decir que continúan promoviendo procesos de corrosión. Los cloruros de cobre atraen la humedad del ambiente y reaccionan con el agua para formar óxidos de cobre (cuprita y tenorita) y ácido clorhídrico. El ácido clorhídrico disuelve el metal sano que se encuentra debajo de las capas de productos de corrosión, para formar nuevamente cloruros de cobre. Estos cloruros de cobre atraen la humedad, se disuelven, forman óxidos de cobre y ácido clorhídrico; y así el proceso de corrosión se hace cíclico, hasta la completa destrucción del metal.

Al descartar la existencia de la "enfermedad del bronce" en los cascabeles se podía suponer la existencia de núcleo metálico sano debajo de las capas de productos de corrosión. El cobre es un metal relativamente resistente a la corrosión; cuando no existen cloruros en el ambiente, las capas de óxidos actúan como aislantes que protegen al metal de los agentes agresivos del medio. Los carbonatos de cobre, malaquita y azurita, son productos de corrosión pasivos, lo que significa que son estables y no continúan promoviendo procesos de corrosión. Sin embargo, al formarse en contextos de enterramiento suelen ser capas voluminosas, irregulares y porosas, con inclusiones de tierra y arenillas que distorsionan el valor formal de los objetos e impiden apreciar los detalles de la superficie original. Por esta razón, y dado que se sospechaba la existencia de un núcleo metálico sano, se decidió efectuar un proceso de limpieza para eliminar las concreciones de carbonatos.

Uno de los cascabeles se sumergió en una solución de hexametáfosfato de sodio, mucho menos agresivo que el ácido cítrico, preparada a una concentración muy baja.

Este tratamiento ayudó a reblandecer las capas de carbonatos de cobre, las cuales posteriormente se retiraron mecánicamente, operando bajo microscopio para evitar dañar la superficie. Al eliminar las concreciones de malaquita fue posible descubrir que la superficie original del cascabel presentaba una decoración que simulaba un alambre enrollado, en su parte superior, y una línea acanalada en el borde de la boca. Durante la limpieza se procedió de manera lenta y cautelosa, lo cual permitió tener un mejor control del proceso de eliminación de las capas sucesivas de productos de corrosión.

El tratamiento para eliminar los productos de corrosión no se hizo con la finalidad de lograr una limpieza a fondo, y dejar el metal como nuevo; en cambio, el objetivo de la limpieza fue descubrir los detalles de la superficie y la decoración, pero dejando constancia del paso del tiempo. Es por esta razón que se respetó la última capa de productos de corrosión; es decir, sobre la superficie metálica se dejó una delgada capa de óxidos de cobre que constituye la pátina del metal y cumple funciones estéticas y de protección. De esta manera, el metal no tiene apariencia de "nuevo", se sigue viendo como un objeto de cobre antiguo, con una superficie oscura y mate. Por otra parte, la capa de óxidos funciona como un aislante que protege al metal subyacente de los agentes corrosivos presentes en la atmósfera (vapor de agua, oxígeno, contaminantes atmosféricos, etc.).

OBJETOS COMPLETAMENTE MINERALIZADOS EN LOS QUE ES IMPOSIBLE ELIMINAR PRODUCTOS DE CORROSIÓN

El sitio de la Villa Rica de la Vera Cruz se ubica al oriente de la República Mexicana, en la sección central de la faja costera del Golfo, en el estado de Veracruz. Durante las excavaciones arqueológicas de la temporada de 1990, a cargo del Arqlgo. Jaime Cortés Hernández, se encontraron varios objetos metálicos; entre ellos una cuchara de albañil, un acicate y una hoja de espada, todas de hierro forjado. Estas piezas fueron enviadas al taller de restauración de metales de la ENCRM para su conservación.

Tanto la cuchara de albañil como la hoja de espada se encontraban en un avanzado estado de deterioro. Los productos de corrosión se presentaban a manera de concreciones laminares heterogéneas, sobre toda la superficie del objeto, algunas de ellas compactas y otras pulverulentas. En todo el espesor de los bordes y vértices de las piezas se observaban lajas de productos de corrosión. Esto, aunado al poco peso que presentaban los objetos con relación a su volumen, hacía pensar que existía poca cantidad de núcleo metálico sano. Los artefactos presentaban desprendimientos de escamas y lajas de productos de corrosión, así como zonas muy delgadas y algunos faltantes.

Con el propósito de conocer la cantidad y distribución del núcleo metálico sano, se llevaron a cabo tomas radiográficas; esto permitió comprobar la hipótesis: tanto la espada como la cucharilla se encontraban muy mineralizadas, a excepción de pequeños núcleos metálicos dispersos al interior de la masa de productos de corrosión. Estas condiciones hacían impensable una eliminación de productos de corrosión, ya que sería imposible encontrar la superficie original del objeto metálico debajo de la capa de óxidos.

Algunas escamas de productos de corrosión que se encontraban desprendidas se sumergieron en agua destilada para realizar una prueba a la gota con el fin de determinar la presencia de cloruros. Como era de esperarse, dado que las piezas provenían de un ambiente costero, la prueba de cloruros resultó positiva. Los suelos, por su contenido de agua y sales en solución son capaces de promover reacciones electroquímicas que provocan la transformación del metal en productos de corrosión.

Los cloruros del medio reaccionan con el hierro formando cloruros férricos y ferrosos, los cuales, en presencia de humedad, se hidrolizan hasta formar oxihidróxidos. Esto libera iones cloro que reactivan la corrosión, y así el ciclo continúa hasta que el metal se convierte totalmente en oxihidróxidos. Los cloruros de hierro formados son deliquescentes y, por lo tanto, aunque el objeto se seque perfectamente, los cloruros de hierro absorberán la humedad de la atmósfera formando una solución muy ácida. De esta manera, el proceso de corrosión se convierte en un ciclo destructivo. Es evidente que la eliminación de cloruros es uno de los tratamientos indispensables para lograr la estabilidad de un objeto metálico.

Existen muchos métodos para efectuar la eliminación de cloruros, sin embargo no todos son aplicables a objetos en avanzado estado de deterioro. En la ENCRM no se cuenta con la infraestructura necesaria para realizar la reducción de cloruros con hidrógeno a altas temperaturas. Los lavados en solución acuosa, así como la electrólisis y la electroforesis requieren que exista gran cantidad de núcleo metálico sano. Por ello, se llevó a cabo una prueba de resistencia en condiciones de inmersión.

Como muestras se utilizaron pequeños clavos de hierro forjado rescatados del mismo sitio, en iguales condiciones de deterioro. Se sumergieron en agua destilada durante 20 minutos; este tiempo fue suficiente para que el material se disgregara. Por lo tanto se descartó cualquier técnica por inmersión.

En el caso de estos artefactos de hierro era imposible realizar un proceso de limpieza para eliminar los productos de corrosión, ya que los objetos estaban transformados casi por completo en ellos; la materia constitutiva, en tanto que estructura y portadora de la imagen, ya no era hierro, sino óxidos de hierro. La fragilidad de los objetos era tal, que ni siquiera permitía eliminar los cloruros para impedir que el proceso de corrosión continuara.

Por lo anteriormente expuesto, se decidió basar la intervención en la consolidación estructural de los objetos. El propósito de la consolidación fue principalmente darle a los objetos la fuerza física necesaria para que pudieran ser manipulados, además de volver a su posición de origen a las láminas separadas y mantenerlas unidas. Con el fin de proporcionar un refuerzo estructural a las partes que se encontraban muy delgadas o con riesgo de desprenderse se aplicó una pasta de resane.

CONCLUSIONES

Las intervenciones de restauración efectuadas en un objeto metálico, como en el caso de todo bien cultural, requieren que las condiciones del artefacto sean examinadas previamente desde el punto de vista químico y desde la perspectiva de la teoría de la restauración, de manera paralela y equilibrada. El diálogo y la retroalimentación entre estas dos áreas son el único medio para encontrar la solución adecuada para cada objeto en particular.

Para el caso de la eliminación de productos de corrosión, es imposible dictar recetas.

Los tres casos anteriormente expuestos, demuestran que no todos los objetos pueden, ni deben, ser sometidos a un tratamiento de limpieza. La decisión entre limpiar o no limpiar, así como la elección del método de limpieza, dependerá de la estabilidad física y química de la materia que forma al objeto y de la información que se pretende rescatar. Las operaciones de limpieza deberán garantizar la permanencia de una cierta pátina sobre la superficie del metal. Esta pátina constituye una defensa natural del metal ante los agentes agresivos del medio ambiente y es la evidencia del transcurso del tiempo, de la historicidad del objeto.

La eliminación de productos de corrosión es una operación extremadamente delicada y riesgosa que jamás deberá realizarse en campo. La elección de un método inadecuado para la remoción de la corrosión puede conducir a perder o falsear la información que los artefactos arqueológicos portan. Un proceso de limpieza mal ejecutado puede provocar procesos de deterioro a futuro o, en casos extremos, la inmediata destrucción del objeto. Inclusive la simple inmersión en agua para eliminar cloruros, que generalmente es poco agresiva, puede ocasionar la disgregación de objetos gravemente mineralizados.

AGRADECIMIENTOS

Los trabajos aquí presentados fueron realizados en colaboración con Ilse Cimadevilla Cervera y Martha Lage de la Rosa, Profesoras del taller de conservación de metales de la ENCRM.

[REGRESAR AL INDICE](#)

PRINCIPIO DE LA PRODUCCIÓN DE RAYOS X

Dolores Tenorio
ININ



Emisión de rayos x

La interacción de la radiación electromagnética o corpuscular con la materia, así como ciertos fenómenos nucleares, puede dar lugar a la formación de lagunas electrónicas.

Esos procesos se acompañan de una liberación de energía, bajo dos formas: Mediante la emisión de rayos X o la emisión de electrones Auger.

Por ejemplo, la formación de una vacancia en la capa K de un átomo de puede ser llenada por un electrón de la Subcapa LII. La diferencia de energía entre los dos niveles puede aparecer como un fotón X de energía $E_x = h\nu_x = E_k - E_{LII}$. Esta línea es característica del argón (Ka2).

FORMAS DE EXCITACIÓN

Bombardeo con Electrones

El bombardeo de un blanco con electrones de energía suficientemente grande puede dar lugar a la ionización de ciertos átomos, y por consecuencia a la emisión de rayos X característicos. Al mismo tiempo, la deflexión o frenado de los electrones da lugar a la aparición de una radiación de frenado. Esa radiación constituye un fondo continuo donde la energía máxima es igual a la energía inicial de los electrones incidentes. Esta radiación puede enmascarar los elementos presentes en pequeñas concentraciones.

La principal aplicación de este tipo de excitación es la microsonda electrónica; este método consiste en usar un haz de electrones para determinar la composición elemental.

Excitación con Fotones

La ionización de un átomo por una radiación electromagnética de cierta energía, se produce por efecto fotoeléctrico o compton.

Las fuentes de protones son tubos de rayos X o fuentes radiactivas. Un ejemplo de tales fuentes son: ^{55}Fe , ^{238}Pu , ^{109}Cd , ^{241}Am .

Excitación con Partículas Cargadas

El frenado de iones de energías elevadas en la materia se lleva a cabo por colisiones electrónicas. Los electrones son eyectados y las vacancias producidas dan lugar a la emisión de rayos X. En 1912, se llevaron a cabo las primeras observaciones de emisión de rayos X característicos de diversos elementos, excitados con partículas alfa. Los primeros ensayos con partículas aceleradas se hicieron en 1930. Los iones utilizados fueron protones de bajas energías (algunas centenas de KeV).

La primera interpretación teórica de este fenómeno fue hecha por Gerthsen quien propuso que en el caso de protones se producía un choque elástico entre la partícula incidente y un electrón de las capas externas del átomo; en la actualidad se ha demostrado que la ionización es el resultado de la interacción coulombiana entre la partícula incidente y un electrón ligado.

Para los iones más pesados, la ionización resulta de la interacción de las capas electrónicas en el momento de la colisión.

ANÁLISIS DE ELEMENTOS TRAZA POR EMISIÓN DE RAYOS X INDUCIDOS POR PARTÍCULAS

La sensibilidad de este método es del orden de 10-12g. Pero el interés de este método de análisis no es debido a su sensibilidad sino a la posibilidad de un análisis simultáneo de un gran número de elementos presentes en la muestra.

Parte experimental

Dispositivo Experimental

Las partículas son producidas por un acelerador. El haz de partículas es desviado por un imán y después focalizado por un cuádrupolo. Los diafragmas permiten obtener una trayectoria rectilínea del haz.

Las muestras pueden colocarse en una cámara al vacío para su análisis, o bien el haz puede pasar a través de una ventana de mylar y el objeto problema se analizaría al aire.

Cámara de vacío

La cámara de vacío consiste de un porta muestras, en el que se colocan las muestras a analizar, y se posicionan perpendicularmente al haz. La detección de los rayos X se hace a 135° con respecto al haz, con un detector de Si(Li); delante de este detector se pueden colocar absorbedores que permiten regular la razón de

conteo. Un detector de barrera superficial puede colocarse simétricamente al detector de rayos X con respecto al haz, para detectar las partículas retrodispersadas. La corriente se puede medir con una caja de Faraday o, en algunos casos, en la misma muestra.

Detector y Electrónica

El detector de rayos X está formado con silicio y litio de la zona activa mide 12 mm^2 . Este debe ser enfriado por un dedo de cobre sumergido en un recipiente de aire líquido.

Un parámetro importante es la resolución, que se define como el ancho medido a la altura media del pico de Fe (K α). La señal recibida por el detector es enviada a un preamplificador, y después a un amplificador.

La señal de salida del amplificador es proporcional a la energía de los fotones detectados. Ese conjunto de señales son enviadas a un multicanal, y se les llama espectros. Esos espectros son posteriormente registrados en un disquete para su posterior análisis.

Medida de la corriente

Para el análisis cuantitativo de las muestras es necesario conocer el número de proyectiles que interactúan con ella. La determinación del número de iones incidentes, consiste en medir la carga total recibida por la muestra durante la experiencia. Esta medida se efectúa según la naturaleza de la muestra.

- a) En el caso que se trate de una muestra delgada el haz de partículas atraviesa la muestra, y en tal eventualidad se mide la corriente con la caja de Faraday.
- b) Si la muestra es gruesa, y además conductora de corriente, esta se mide en la misma muestra. En el caso de que la muestra no sea conductora, se puede hacer una medición antes y después de la irradiación con la caja de Faraday.

Tiempo muerto

Durante el tratamiento de una señal por el amplificador, la cadena electrónica no acepta una señal, que provenga del detector. Durante ese tiempo, llamado "tiempo muerto", la integración de la corriente continúa funcionando y da como resultado una relación falsa entre el número de rayos X detectados y la carga recibida por la muestra. Para evitar este error hay dispositivos experimentales que bloquean el integrador de corriente.

Análisis de espectros

Un espectro obtenido al bombardear una obsidiana con protones a diferentes energías muestra un gran número de picos correspondientes a diferentes elementos presentes en la muestra.

La identificación de esos picos es posible haciendo una calibración de energía, usando, por ejemplo, una fuente radiactiva (^{241}Am).

El análisis cuantitativo implica el conocimiento del número de fotones emitidos por los diferentes elementos de la muestra. El análisis de espectros consiste en integrar el área de cada pico después de haber restado el ruido de fondo.

Medidas absolutas

El número de fotones C producidos por un elemento presente en la muestra bombardeada por un haz de partículas es proporcional a:

- el número de átomos de ese elemento
- el número de iones incidentes
- la sección eficaz de producción de rayos X en el momento de la colisión

La ecuación que nos da la relación entre el número de rayos X y la cantidad total de un elemento presente en la muestra, está en función de la pérdida de energía del proyectil en la muestra. La sección eficaz de producción de rayos X a su vez, depende de la energía del proyectil y de la penetración de ese en la muestra.

Cuando los fotones se forman a una cierta profundidad en la muestra, se pueden absorber, por lo que hay que contemplar este fenómeno.

El número de rayos X detectados que provienen de átomos i presentes en una capa de espesor dx situada a una profundidad X , está dada por la fórmula:

$$dN_i = \frac{1}{4\pi} \frac{Q}{e} n_i dx \sigma_i(x) \exp(-\mu_i X / \cos\theta)$$

Q/e es el número de proyectiles que llegan a la muestra

μ_i es el coeficiente de absorción de la muestra de los rayos X, producidos

$\sigma_i(x)$ es la sección eficaz de producción de rayos X a la penetración X

n_i es la densidad de la muestra del elemento i expresado en átomos por unidades de volumen

Una obsidiana bombardeada a 1.5 MeV para determinar los elementos de número atómico menor que el Fe, y el otro espectro corresponde al análisis de elementos mayores que el Fe y se obtuvo bombardeando la muestra de obsidiana a 3 MeV.

Análisis de muestras con iones pesados

La perspectiva del análisis elemental usando iones pesados es interesante debido a que las secciones eficaces de ionización son elevadas, además de poder llevar a cabo una ionización, lo que resulta interesante cuando se trata de analizar un elemento en particular.

Un ejemplo que podemos dar al respecto es el análisis de cerámicas del Templo Mayor, corresponde al bombardeo de una cerámica con protones de 3 MeV, donde hay una gran gama de elementos que se detecta en el engobe. Si la misma muestra se bombardea con iones de bromo de energía de 85 MeV, los elementos detectados en la arcilla son solamente el Fe, Cu y Pb, mientras que en el caso del engobe se detectan Fe, Cu, Zn y As, se utilizó un proyectil de bromo en los dos casos. En el caso de que se usaran iones Kriptón de 5,2 MeV para bombardear la cerámica, los elementos que se detectan en este caso se excita solamente el As y el Fe.

Si por otra parte, calculamos la penetración de los iones usados en esta experiencia, tenemos: para protones de 1 MeV y 2 MeV la penetración es de 10 μm y 7 μm , para el caso de los iones bromo de energías de 85 MeV, 40 MeV y 5 MeV la penetración calculada fue de 10 μm , 7 μm y 2 μm , los iones Kr de energías de 5.2 MeV seguramente no, atraviesan el engobe, y podemos concluir que esta capa de cerámica esta formada principalmente con Fe y As.

[REGRESAR AL INDICE](#)