



---

---

88.

DETERMINACIÓN DEL ESTADO  
DE CONSERVACIÓN DE CONCHAS  
ARQUEOLÓGICAS NACARADAS  
POR REFLECTANCIA

---

---

*María de Lourdes Gallardo Parrodi y José Luis Ruvalcaba Sil*

XXIX SIMPOSIO DE INVESTIGACIONES  
ARQUEOLÓGICAS EN GUATEMALA

MUSEO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA Y ETNOLOGÍA  
20 AL 24 DE JULIO DE 2015

EDITORES

BÁRBARA ARROYO  
LUIS MÉNDEZ SALINAS  
GLORIA AJÚ ÁLVAREZ

---

---

REFERENCIA:

Gallardo Parrodi, María de Lourdes y José Luis Ruvalcaba Sil  
2016 Determinación del estado de conservación de conchas arqueológicas nacaradas por reflectancia. En *XXIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2015* (editado por B. Arroyo, L. Méndez Salinas y G. Ajú Álvarez), pp. 1077-1086. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

# DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE CONCHAS ARQUEOLÓGICAS NACARADAS POR REFLECTANCIA

*María de Lourdes Gallardo Parrodi  
José Luis Ruvalcaba Sil*

## PALABRAS CLAVE

México, Templo Mayor, Conchas arqueológicas nacaradas, caracterización de deterioro, espectrómetro de luz visible.

## ABSTRACT

*Nacreous shell is often found in archaeological contexts. However in many cases, the poor conservation condition observed in the objects is difficult to recognize. Contextual conditions generally involve impairment of the organic component and thus the loss resistance, although this deterioration is not clearly appreciated. In order to assess the deterioration degree, we used a visible light spectrometer. This technique allowed us both to determine the amount of organic material remain in the objects as a conservation marker, and to preserve the fragile pendants using a non-destructive method, as well. This paper aims to disseminate results and promote the use of this non-destructive technique for the study of these important archaeological objects.*

## INTRODUCCIÓN

Desde las épocas más remotas, las conchas han sido objetos apreciados por los hombres. Además de ser usadas como un alimento, su enorme variabilidad —existen más de cien mil especies— (Suárez 2007:14) su colorido, su procedencia acuática y su forma, —entre otros aspectos—, incrementaron su valor y extendieron su uso a través del tiempo. Estas cualidades favorecieron su utilización como materiales preciosos muy adecuados para la elaboración de objetos suntuarios. A pesar de tener una consistencia dura, —debido a su composición que involucra una matriz calcárea que se impregna de una proteína para formar el exoesqueleto de los moluscos—; las conchas pueden ser modificadas mediante procesos físicos y químicos y de esta manera elaborar diversos objetos utilitarios y ornamentales. Con las conchas, los antiguos habitantes de Mesoamérica manufacturaron entre otros objetos cuentas, pen-

dientes, pectorales, brazaletes, pulseras, ajorcas, orejeras, narigueras, anillos, incrustaciones, recipientes, instrumentos musicales, cascabeles y representaciones de lanzardos. El amplio uso que de ellas hicieron generó una tradición tecnológica que derivó en la producción especializada y constante de las piezas. Esta extensa manufactura se desplegó por toda Mesoamérica, en donde hay reportes de hallazgos procedentes del Preclásico Temprano hasta el Posclásico Tardío (Suárez 2007; Velázquez 2007:35-36).

Uno de los ejemplos que han permitido el estudio y conservación de este tipo de materiales es el Proyecto Templo Mayor. Dicho proyecto se creó para rescatar y estudiar los vestigios arqueológicos de la cultura que dominó el Altiplano Central hasta la llegada de los españoles en el Siglo XVI. Fue así que a partir de 1978 se han recuperado más de 130 ofrendas conformadas por

muy diversos materiales que los mexicas ofrendaron a sus dioses y que depositaron en el edificio principal de dicha sociedad: el Templo Mayor. Las ofrendas implicaban el medio con el que los hombres se comunicaban con sus dioses, es por ello que los objetos ofrecidos revisten una importancia definitiva, pues no sólo son importantes las deidades, formas y conceptos representados, sino que las materias primas seleccionadas, su origen, manufactura y características particulares, revelan datos fundamentales para la comprensión integral de dicha cultura. El proyecto arqueológico se ha distinguido desde su comienzo por propiciar una continua práctica interdisciplinaria. Así se han podido abordar los objetos en relación a sus contextos, estableciendo sus relaciones simbólicas, su significado y en muchos casos se ha podido comprender mejor su comportamiento dentro de su entorno inmediato en las condiciones particulares de enterramiento. Asimismo en algunos casos se han identificado algunas alteraciones que los objetos sufrieron durante uso original y después de algunos tratamientos posteriores a la excavación. En el caso de las alteraciones de las piezas, se han establecido en numerosos casos las causas, los mecanismos y los efectos de deterioro. Considerando que la colección arqueológica actualmente cuenta con más de diez mil ejemplares y que sigue creciendo, este tipo de aproximaciones se ha realizado en los casos más representativos.

De los materiales arqueológicos del Templo Mayor destaca la presencia de las conchas, mismas que se dispusieron en las ofrendas en estado natural o trabajadas. La cantidad que de ellas se encuentra es notable, lo cual confirma la importancia que tuvieron en la época prehispánica. Los mexicas las consideraron materiales preciosos relacionados con el agua y la fertilidad, elementos fundamentales para la vida en dicha sociedad y que fueron atributos distintivos de dioses, de gobernantes y de guerreros notables, hecho que se confirma en algunas de las imágenes de códices, pinturas murales y esculturas. De acuerdo con las identificaciones biológicas, se sabe que las conchas depositadas en las ofrendas son de especies muy variadas y que provienen tanto del Pacífico, del Atlántico y del Caribe. Su aparición en los contextos arqueológicos permite suponer el trabajo que implicó su recolección, transporte y eventual transformación en piezas elaboradas, lo cual evidentemente incrementa el valor que tuvieron para el pueblo mexica. De todas estas conchas sobresale la presencia de una especie: la *Pinctada mazatlanica*, una concha nacarada de color plateado de la cual se elaboraron algunas de las piezas más bellas de la colección arqueológica. Pro-

viene de la provincia malacológica denominada como Panámica y se distribuye desde Baja California hasta el sur de Perú. Es una especie bentónica litoral que se adhiere al sustrato firme al final de su vida larvaria y que tiene como particularidad principal un endostraco capaz de producir perlas. La parte interna de las valvas es de color blanco brillante y nacarado, no así la parte externa que suele ser más oscura, gris, dorada o negra.

Los objetos elaborados con esta especie se hallaron principalmente en las ofrendas correspondientes a la cuarta etapa constructiva del Templo Mayor (1440-1469) correspondiente a Moctezuma I. El número de ejemplares de estas piezas constituyen el 26.5% del total de los objetos completos de la colección (Velázquez 2007:49). Sin embargo la mayor parte de los objetos elaborados con esta concha presentaron alteraciones que fueron originadas principalmente durante su enterramiento, ya fuera por las condiciones particulares de enterramiento o por su interacción con otros elementos de las ofrendas.

El presente trabajo aborda la metodología que se implementó para el estudio de cinco conjuntos de pendientes laminares de *Pinctada mazatlanica* localizados en cuatro ofrendas del Templo Mayor. Todas las piezas presentaban distintos grados de alteración, siendo que en la mayor parte de ellas, se observaba muy mal estado de conservación.

## ESTUDIOS PREVIOS

El estudio de las alteraciones de este tipo de materiales ha sido una de las tareas del área de conservación desde los inicios de proyecto arqueológico, pues la enorme cantidad de objetos de concha que se han recuperado en las ocho temporadas de excavación hace que su tratamiento sea una tarea constante. El deterioro y conservación de los materiales arqueológicos de concha del Templo Mayor se ha abordado anteriormente a través de un trabajo que trata su degradación y conservación, a partir del estudio de caso del deterioro de los caracoles trabajados del género *Oliva* (Grimaldi 1997). Además del análisis del deterioro, la investigación propone ciertos tratamientos de consolidación, limpieza y unión de fragmentos. Sin embargo, este estudio no contempla un método de diagnóstico que identifique el grado de alteración en los ejemplares y que pueda aplicarse de una manera relativamente fácil a un número considerable de ellos. Por otra parte, la implementación de los análisis no destructivos en los materiales arqueológicos de la colección de Templo Mayor para el estudio de la

conservación, se ha realizado en el sitio desde el año 1999. A partir de entonces se han empleado con éxito varias técnicas para la identificación de materiales constitutivos, técnicas de manufactura, procesos de alteración. Tales son los casos de la caracterización de sales y materiales constitutivos en la pintura mural (Miranda *et al.* 1999), el reconocimiento de la técnica de manufactura y degradación de cascabeles de cobre (Schulze 2010), la identificación de objetos de piedra verde y turquesa (Ruvalcaba *et al.* 2011) o de textiles y papel (Gallardo 2006), entre los principales.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde las primeras observaciones hechas a las piezas de concha nacarada, fue evidente que el deterioro que se presenta con mayor frecuencia y magnitud en las conchas arqueológicas es la pérdida de resistencia por la degradación de sus materiales constitutivos, particularmente, del componente orgánico: la conquiolina. Esta pérdida se advierte macroscópicamente en los ejemplares como un debilitamiento estructural y una superficie opaca, porosa y pulverulenta. Para llevar a cabo su conservación es indispensable diagnosticar el daño y estimarlo, de ahí se derivan protocolos de registro que evalúan macroscópicamente el aspecto de las conchas, valorando la degradación del componente orgánico mediante inferencias del aspecto superficial relacionando las variables de magnitud y frecuencia de las alteraciones que presentaba cada objeto. Las principales alteraciones identificadas en los objetos de concha se presentan a continuación (Fig.1).

Aunque muchas de las conchas presentan faltantes y fragmentación –deterioros físicos relacionados con el peso del contexto de enterramiento o con la fractura directa durante el uso original o la interacción con otros elementos de las ofrendas–, es evidente que estos son deterioros puntuales que no alteran la constitución interna de las piezas. No así el daño estructural, que lo presentan en menor o mayor grado casi todos los ejemplares de la colección. Esta alteración relacionada con la degradación de la parte orgánica no había sido posible de cuantificar de manera directa y microscópica en los ejemplares. Esta estimación es fundamental para realizar diagnósticos más precisos que permitan la intervención asertiva de colecciones completas. Fue así como surgió la colaboración interinstitucional con el Instituto de Física de la UNAM dentro del proyecto ANDREAH (Análisis no destructivos para estudios de Arte, Arqueología e Historia), mediante el cual se

diseñó una metodología específica para esta determinación. Ya que actualmente se lleva a cabo un estudio acerca de cinco conjuntos de piezas de concha de *Pinctada mazatlanica* que provienen de las ofrendas 24, 88, Cámara II y Cámara III, se juzgó conveniente la aplicación de este diagnóstico a esa especie particular ya que es representativa dentro de toda la colección y sus ejemplares presentan estados de conservación sumamente diferenciados, con piezas completas, resistentes, brillantes e iridiscentes y con elementos degradados hasta polvo. Todos las piezas de estos conjuntos son pendientes laminares con calados y perforaciones. Las piezas son de formato menor, su dimensión varía entre 1 y 10 cm de largo máximo y su espesor oscila entre 0.5 y 2 mm.

### PROPUESTAS DE CARACTERIZACIÓN

El análisis microscópico se diseñó para corroborar las observaciones macroscópicas de la pérdida de reflectancia observada en los pendientes y relacionarla con la degradación química que se vincula con el daño de la parte orgánica. Anteriormente esta alteración, no se había podido de cuantificar de manera directa y microscópica en los ejemplares. Esta estimación es fundamental para realizar diagnósticos más precisos que permitan la intervención asertiva de colecciones completas.

En un primer momento se consideró que la técnica de RAMAN podría servir para la estimación del remanente orgánico, ya que esta se basa en el cambio de frecuencia de la luz cuando se esparce por un medio material y proporciona un espectro específico de cada uno de ellos (Argulló-Rueda 2008:117). Mediante la comparación del espectro característico de la calcita con la muestra se podría inferir la cantidad de material orgánico que se conservaba en las conchas. Se realizaron mediciones en varios puntos en los anversos y los reversos de las piezas con diversos parámetros. Al analizar los resultados obtenidos con este procedimiento fue evidente que debido a la estructura particular de la muestra y sus características ópticas en cuanto a la dispersión de la luz por este tipo de superficie, –alternancia de capas yuxtapuestas de calcita y aragonita impregnadas de conquiolina, que dan el aspecto nacarado a la *Pinctada mazatlanica*– se limitó la efectividad de esta técnica. Pues cuando el haz de luz incide en la concha, se refleja y se dispersa en diversas direcciones lo que impide obtener los espectros adecuados.

Asimismo se observaron señales notables de fluorescencia. Es por ello que se determinó realizar la ca-

racterización de los restos de conquiolina mediante la utilización de un espectrómetro de fibra óptica que mide la luz reflejada por la superficie de la pieza (reflectancia), de manera que el grado de alteración de dicha superficie determinaría el grado de dispersión de la luz. El dispositivo mide la cantidad de luz dispersada por reflexión especular en el intervalo del espectro electromagnético de 300 a 900 nm (Fig.2).

## METODOLOGÍA

La primera fase de trabajo consistió en la revisión macroscópica de las piezas. Con ello se establecieron tres grados de alteración en los ejemplares, agrupándolos de manera preliminar en aquellos con **buen, regular y mal** estado de conservación. Ya que el patrón de deterioro observado era constante en todo el corpus se determinó seleccionar una muestra representativa de 30 ejemplares, diez correspondientes a cada grado de alteración (Fig.3). Se utilizó la unidad portátil del espectrómetro de fibra óptica que se trasladó al Laboratorio de Conservación del Museo del Templo Mayor.

Considerando que algunas piezas se habían sometido con anterioridad a varios tratamientos de conservación se decidió establecer ciertos parámetros de comparación, llevando cabo mediciones en concha experimental no arqueológica, en el consolidante puro y en el adhesivo *-Paraloid B72* (metacrilato en solución) y *Mowithal B60H* (resina acrílica en solución)-, que se ha utilizado para el tratamiento de consolidación de las piezas. De esta manera podrían distinguirse los espectros de la concha degradada y compararlos con la referencia del color blanco opaco, tomado de la calcita pura que se utilizó de calibración del espectrómetro.

(Figuras, 3, 4, 5, 6 y 7)

Después de hacer pruebas previas para determinar la intensidad de la luz y medición, se fijaron los parámetros para este experimento. Las mediciones se llevaron a cabo en ambas caras de las treinta piezas arqueológicas en lapsos de 30 milisegundos, con un espectrómetro OCEAN OPTICS USB 4000 con una fibra óptica de 400 nm, promediando 20 espectros. El sistema se calibró para que el blanco de reflectancia fuera el blanco opaco (Figs.4 y 5). Es así que un material en buen estado, con suficientes restos de material orgánico presentaría mayor grado de iridiscencia, tendría una mayor dispersión y reflexión de luz -o reflectancia-, y produciría un espectro con intensidades positivas en un amplio intervalo del espectro, con respecto al espectro de referencia opaco de la calcita.

Por el contrario, en aquellos casos en los que se registrara una deficiencia en la reflexión de la luz o incluso una absorción, indicaría algún grado de alteración o degradación en la estructura de la concha. Esta reducción en la dispersión daría lugar a espectros con intensidades negativas. También se practicaron controles en conchas experimentales no arqueológicas, usando el espectrómetro tanto en la parte blanca de la concha como en la zona más oscura.

## RESULTADOS

De las 60 mediciones, se obtuvieron espectros que se compararon con los resultados de las observaciones macroscópicas. De ellos se muestran las gráficas obtenidas de la concha experimental no arqueológica y dos representativas de cada grupo (nótese la intensidad de la luz dispersada en cada caso). Como se mencionó, el diseño de la metodología y la ejecución de este diagnóstico fueron resultado de la colaboración del Instituto de Física de la UNAM dentro del proyecto ANDREAH (Análisis no destructivos para estudios de Arte, Arqueología e Historia) y fue ejecutado por los autores. (Figuras, 8, 9, 10 y 11).

## DISCUSIÓN

Los espectros obtenidos con el análisis de la concha experimental sirven en esta colección como el parámetro del estado de conservación óptimo, por ser un material que no se ha sometido a los procesos de intemperismo del enterramiento, ni a ningún tratamiento de conservación. Asimismo, la gráfica de la cara interna de la concha experimental ilustra el espectro de mayor reflexión, distinto al blanco opaco de referencia, con casi tres veces mayor intensidad que la misma concha experimental pero con la medición tomada en la cara externa y más oscura. Las gráficas obtenidas de las piezas experimentales son -en la mayoría de los casos- acordes a las observaciones macroscópicas del diagnóstico preliminar. Sin embargo existen algunos ejemplos en los que el estudio microscópico revela que a pesar del aspecto superficial degradado de los objetos, estructuralmente están en buena condición, como lo muestran la Gráfica B del Grupo 2 y la Gráfica B del Grupo 3. Cabe señalar que la superficie medida con la fibra óptica es de un par de mm de diámetro, por lo que es sensible a alteraciones de este orden de magnitud (1 mm<sup>2</sup>), que no son siempre advertidas macroscópicamente. Ello explica los espectros positivos obtenidos en

los Grupos 2 y 3, en donde la zona deteriorada presenta un aspecto superficial muy heterogéneo.

Los resultados de este trabajo permiten proponer una metodología de diagnóstico sencilla y portátil para colecciones de conchas arqueológicas, herramienta inédita para este tipo de materiales. Sin soslayar la importancia de la observación macroscópica que aporta datos muy valiosos para el análisis del deterioro, es necesario mencionar que esta debe complementarse con controles microscópicos que ratifiquen la primera valoración. Ya que los patrones de deterioro son generalmente constantes en las colecciones conquiológicas es factible determinar muestras representativas para el análisis de su degradación estructural y relacionarlo con las observaciones de sus superficies. Los resultados precisos que se obtienen con el espectrómetro en la evaluación de las alteraciones, significarán procedimientos y materiales más adecuados para el tratamiento de los objetos arqueológicos.

Es posible ajustar los parámetros de medición de reflectancia a otras especies de conchas con características formales distintas –como cambio en el color y en la iridiscencia– a las de la especie de esta muestra. Una de las mayores ventajas de este método es la relativa accesibilidad del equipo y de los programas para procesar los datos, así como la facilidad de manipularlo sin necesidad de mover los acervos arqueológicos e históricos de sus sitios de resguardo. Las características del procedimiento –no destructivo, con un tiempo de experimentación muy breve, portátil y preciso– permiten incluir un número considerable de ejemplares en una sola sesión de estudio obteniendo resultados globales a partir de mediciones puntuales. Asimismo es necesario complementar y perfeccionar esta propuesta empleando referencias para mediciones especulares adicionales a la iridiscencia. Finalmente es ineludible mencionar la importancia de continuar con el trabajo interdisciplinario para ahondar en el conocimiento integral de las colecciones arqueológicas con esta problemática.

## REFERENCIAS

AGULLÓ-RUEDA, Fernando

2008 Espectroscopía RAMAN. En *La ciencia y el arte. Ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico* (coordinado por M. Del Ejido), pp. 117-124. Instituto del Patrimonio Histórico Español. Instituto de Cultura. España.

GALLARDO PARRODI, María de Lourdes

2006 La conservación de las ofrendas de la Casa de las Ajaracas y de la Casa de las Campanas. En *Arqueología e historia en el Centro de México. Homenaje a Eduardo Matos Moctezuma* (compilado por L. López, D. Carrasco y L. Cué), pp. 555-567. INAH. México.

GRIMALDI ASIERRA, Dulce María

1997 *La colección de concha del género Oliva del Museo del Templo Mayor: un estudio para la conservación de concha arqueológica*. Tesis de licenciatura. EN-CRyM, INAH. México.

MIRANDA, Javier; María de Lourdes Gallardo, Dulce Grimaldi, Juan Román-Berrelleza, José Luis Ruvalcaba-Sil, Angeles, Ontalba Salamanca y J.G. Morales.

1999 Pollution effects on stone benches of the Eagle Warriors Precinct at the Major Temple, Mexico City. En *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B* 150, pp. 611-615.

RUVALCABA, José Luis; Emiliano Melgar, T. Calligaro

2011 Manufacturing Analysis and Non Destructive Characterisation of Green Stone Objects from the Tenochtitlan Templo Mayor Museum, Mexico. En *Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry*, 13th-16th May 2008, Springer, XLV, Siena (editado por Turbanti-Memmi), pp. 299-304. Italy.

SCHULZE, Niklas

2010 ¿Cobre para los dioses y oro para los españoles? Las propiedades sociales y simbólicas de un metal sin importancia. En *Producción de bienes de prestigio ornamentales y votivos de la América antigua* (compilado por E. Melgar, R. Solís y E. González Licón), pp. 75-85. Syllaba Press.

SUÁREZ DIEZ, María de Lourdes

2007 *Conchas y caracoles, ese universo maravilloso*. INAH-OFFSET. México.

VELÁZQUEZ CASTRO, Adrián

2007 *La producción especializada de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan*. Colección científica, INAH. México.

ALTERACIONES	DESCRIPCIÓN
PÉRDIDA DE CAPAS SUPERFICIALES	Carencia parcial de láminas delgadas exteriores
FALTANTES	Pérdida total de material constitutivo
FISURAS	Aberturas alargadas producidas por la separación a nivel superficial del material constitutivo
DESPRENDIMIENTOS	Fragmentos o secciones de material constitutivo separados del sustrato del objeto
CRAQUELADURAS	Patrón reticular de fracturas en la superficie de la concha .
PULVERULENCIA	Disgregación superficial del material constitutivo que se observa en forma de polvo
DESGASTE SUPERFICIAL	Abrasión de la superficie a consecuencia de fenómenos de fricción o erosión
PÉRDIDA DE BRILLO	Opacidad de la superficie causada por la pérdida de la matriz proteica
CONCRECIONES	Deposición en forma de costra adherida a la superficie, de un material ajeno
MANCHAS	Zonas limitadas con distinto color y aspecto que la superficie general
DECOLORACIÓN	Pérdida de la intensidad del color en secciones limitadas de la superficie
SUCIO	Se refiere al polvo y materiales ajenos depositados en la superficie

Fig.1: Alteraciones identificadas en las conchas arqueológicas nacaradas.

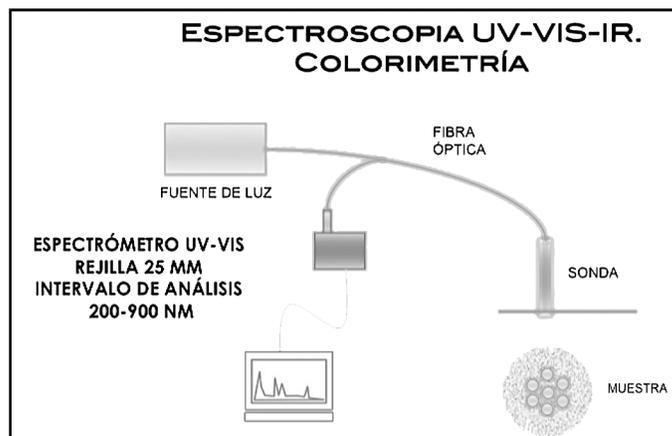


Fig.2: Esquema del espectroscopio.

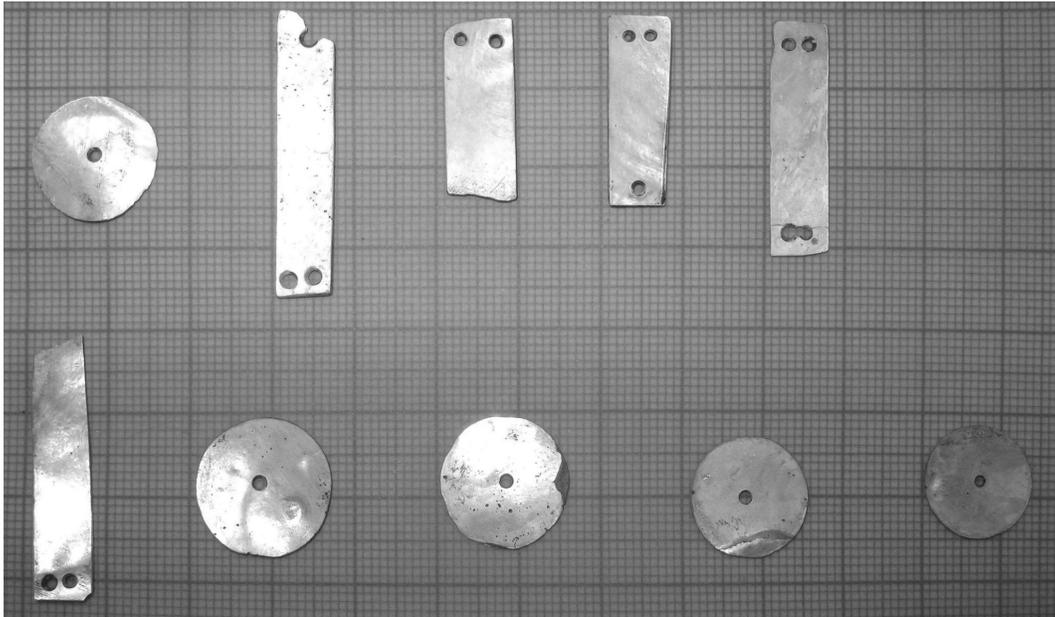


Fig.3: Selección de diez pendientes con buen estado de conservación.



Fig.4: Selección de diez pendientes con regular estado de conservación.

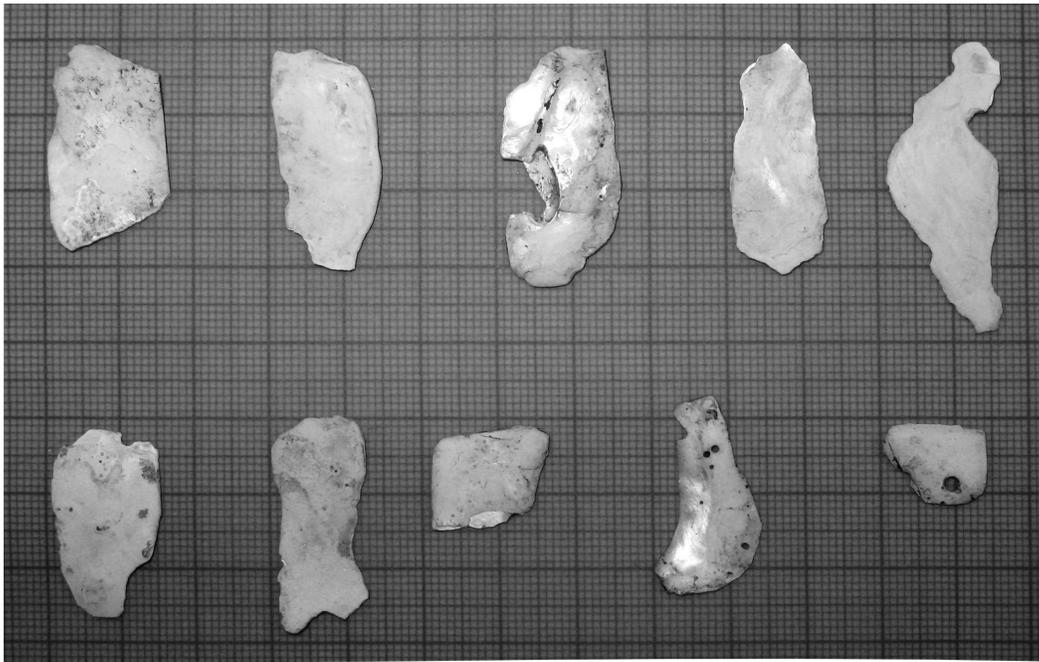


Fig.5: Selección de diez pendientes con mal estado de conservación.



Fig.6: Detalle del análisis donde se observa el carácter no destructivo de la propuesta.

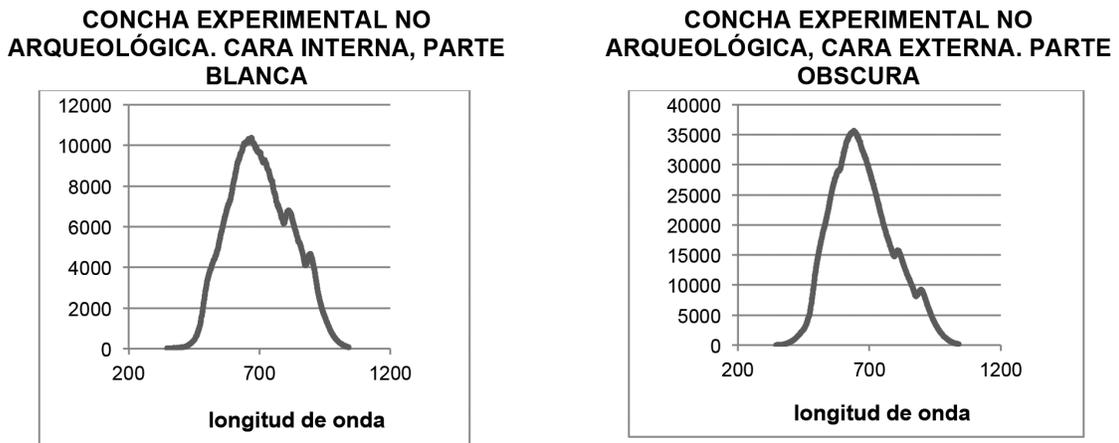


Fig.7: Resultado de las conchas no arqueológicas.

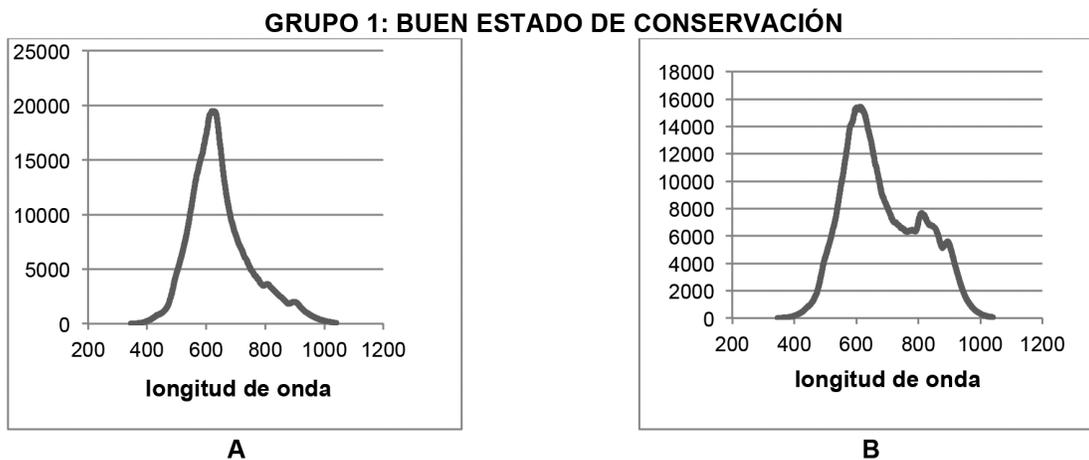


Fig.8: Resultado del grupo 1.

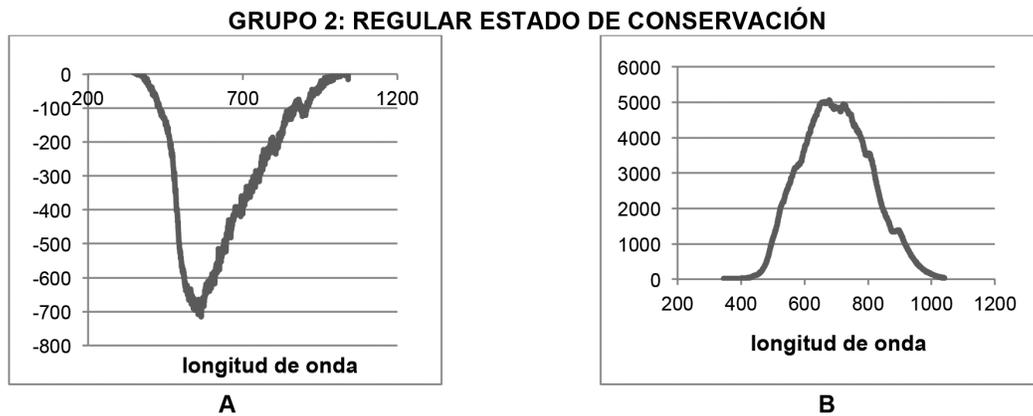


Fig.9: Resultado del grupo 2.

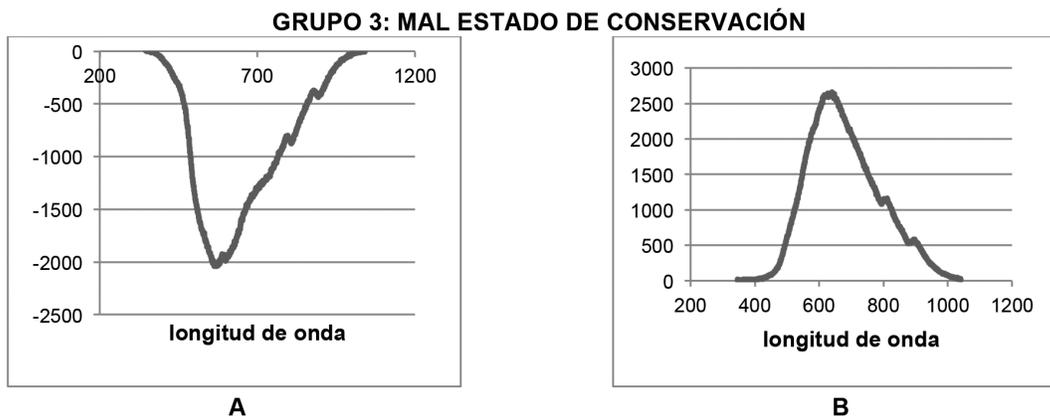


Fig.10: Resultado del grupo 3.