



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**

**TESINA**

**APLICACIÓN DE LA QUÍMICA EN LA RESTAURACIÓN DE LAS  
FACHADAS DEL CUERPO BAJO DE LA TORRE DE RECTORIA,  
CAMPUS CENTRAL DE CIUDAD UNIVERSITARIA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA**

**PRESENTA**

**DANIELA ROBLES ESTRADA**



**CDMX**

**ENERO**

**2018**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

**PRESIDENTE:** Profesor: MARCOS FLORES ALAMOS

**VOCAL:** Profesor: LUZ MARIA NAVA FERNANDEZ

**SECRETARIO:** Profesor: EMELY BACHÉ ORTEGA

**1er. SUPLENTE:** Profesor: VICTOR BARRERA GUZMAN

**2° SUPLENTE:** Profesor: OSCAR GUZMAN MENDEZ

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**Torre de Rectoría, Campus central de Ciudad Universitaria**

**ASESOR DEL TEMA: EMELY BACHÉ ORTEGA** \_\_\_\_\_

**SUSTENTANTE: DANIELA ROBLES ESTRADA** \_\_\_\_\_

# ÍNDICE

1. OBJETIVO
  - 1.1 OBJETIVO GENERAL
  - 1.2 OBJETIVO PARTICULAR
2. RESUMEN
3. INTRODUCCIÓN
  - 3.1 CONCEPTOS
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
5. HIPÓTESIS
6. JUSTIFICACIÓN
7. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN
  - 7.1 IDENTIFICACIÓN DE PLACAS.
  - 7.2 VELADO DE LAS PLACAS.
  - 7.3 LIBERACIÓN DE LAS PLACAS.
    - 7.3.1 ALCANCE DE RESTAURACIÓN DE PLACAS DE ÓNIX
  - 7.4 TOMA DE MUESTRA DE LAS PLACAS.
    - 7.4.1 DETERMINACIÓN DE MUESTRA.
      - 7.4.1.1 ESPECTROSCOPIA DE INFRAROJO.
      - 7.4.1.2 RESULTADOS DE MUESTRAS.
      - 7.4.1.3 ESPECTROS DE INFRARROJO.
    - 7.5 LIMPIEZA DE PLACAS DE ÓNIX.
      - 7.5.1 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SOLVENTE
      - 7.5.2 CONSOLIDACIÓN Y USO DE CARGAS DE ÓNIX

- 7.6 USO DE CARGAS DE ÓNIX.**
- 7.7 CONSOLIDACIÓN DE LAS PLACAS ÓNIX.**
- 7.8 PULIDO DE PLACAS DE ÓNIX.**
- 7.9 ABRILLANTADO DE PLACAS DE ÓNIX.**
- 7.10 CANCELERÍA.**
- 7.11 ESTADO DE LA CANCELERIA.**
- 7.12 REPOSICIÓN DE LA CANCELERIA.**
- 7.13 CALAS ESTRATIGRÁFICAS PARA OBTENCIÓN DEL COLOR ORIGINAL DE LA CANCELERÍA.**
- 7.14 CALAS ESTRATIGRÁFICAS PARA LA OBTENCIÓN DEL COLOR ORIGINAL DEL MURO.**
- 7.15 CAMBIO DE MOLDURAS DE BOTAGUAS**
- 7.16 ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE COLUMNAS METÁLICAS QUE SOPORTAN LOS ÁNGULOS DE LAS PLACAS DE ÓNIX.**
- 7.17 UBICACIÓN DE PLACAS RESTAURADAS Y NUEVAS.**
- 8. ACOMODO DE PLACAS NUEVAS Y REUBICACION DE PLACAS ORIGINALES EN MODULOS 10 Y 11.**
- 9. CONCLUSIONES**
- 10. BIBLIOGRAFÍA**
- 11. FOTOGRAFÍAS**

## **1. OBJETIVO**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Aplicar diferentes métodos químicos para conservar y restaurar la estructura arquitectónica de las fachadas, estandarizando los procesos químicos llevados a cabo para recuperar e integrar los valores estéticos del proyecto original.

Proponer un proceso de restauración de las placas de ónix, rescatar alrededor del 85% de las piezas existentes y sustituir en su totalidad la cancelería que soporta dichas placas (módulos), incluyendo dos de las columnas que soportan la fachada poniente, ya que, por su avanzado grado de deterioro se consideraron irrecuperable.

### **1.2 OBJETIVO PARTICULAR**

- a. Velar las placas de ónix para no tener pérdidas.
- b. Identificar cada placa en su ubicación exacta.
- c. Liberar las placas de ónix de la cancelería deteriorada.
- d. Limpiar las placas por ambos lados y por los cantos de las fracturas.
- e. Retirar el velado.
- f. Reconstruir las placas que serán restauradas.
- g. Consolidar las placas, con cargas e injertos.
- h. Pulir las placas y abrillantarlas.
- i. Colocarlas en su ubicación original.
- j. Reabastecer los módulos 10 y 11 de nuevas placas
- k. Sustituir la cancelería por una nueva con el diseño original.

## 1. RESUMEN

El edificio de la Torre de Rectoría de la Universidad Nacional Autónoma de México, construido en 1952 por los arquitectos Mario Pani, Enrique del Moral y Salvador Ortega Flores, es uno de los edificios más emblemáticos de la Ciudad de México, ya que por su estilo arquitectónico e histórico fue declarado Patrimonio de la Humanidad, por la UNESCO el 23 de junio de 2007.

En él se aloja el máximo poder de la casa de estudio, así como el Consejo Universitario. La construcción consta de un cuerpo vertical y uno horizontal, este último es el que se conoce como ex salón del Consejo Universitario, el ex vestíbulo de ventanillas para atención a estudiantes. Es un espacio de gran altura, cuya iluminación natural está tamizada por el empleo de placas de ónix (tecali) de la región de Puebla. Las placas miden aproximadamente 70x40 cm y pesan alrededor de 40 kg cada una.

La presente tesina propone un análisis químico del proceso de restauración de las placas de ónix, de las fachadas oriente y poniente del cuerpo bajo de la Torre de Rectoría. Este trabajo se realizó con un equipo multidisciplinario, en el cual participaron los arquitectos, ingenieros y químicos de la Dirección General de Obras y Conservación (DGOC) del cual formé parte, así como el departamento de Estructuras y el Instituto de Materiales de dicha Universidad, la supervisión del Patrimonio Mundial, la colaboración del Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA) así como un equipo de restauración.

El proceso consiste en determinar el método apropiado para desprender las placas del sitio donde están colocadas (liberación), y después realizar un análisis para elegir el criterio de intervención, implementar los boletines de obra (explicación detallada del proceso que se va a realizar), relacionados con el uso de resinas, ceras y solventes, así como la relación de los componentes metálicos que integran la cancelería (estructura que soporta las placas de ónix).

Figura 1. Fotografía de autor desconocido. “Construcción de la Torre de Rectoría en 1952 por los arquitectos Mario Pani, Enrique del Moral y Salvador Ortega Flores”. Instituto de Investigaciones Estéticas.



Figura 2. Fotografía de autor desconocido. “Rectoría 1975”. Instituto de Investigaciones Estéticas.



Figura 3. Fotografía Daniela Robles, Fachada poniente Torre de Rectoría 2014 antes de la restauración.



Figura 4. Fotografía Daniela Robles Estrada, Fachada poniente actual 2017.



### 3. INTRODUCCIÓN

Desde siempre, la conservación arquitectónica se plantea para perpetuar la memoria de algo, recobrando un estado anterior. Es en el Renacimiento cuando se da énfasis a la prolongación de la vida de las obras de arte. Durante esta época se asentaron las bases de la arqueología y durante la Ilustración se extiende el interés por todos los vestigios de la humanidad apoyados en conocimientos científicos. Entonces se dan las normas que regirán hasta la primera mitad del siglo XX. La evolución de la Conservación Arquitectónica con relación a la historia plantea desde el siglo XIX, tres diferentes posiciones con respecto a la conservación y la restauración.

La primera es el planteamiento del francés Viollet Le Duc, en su *Diccionario razonado de la Arquitectura Francesa* en 1866, que sostiene que debe devolverse al edificio el estado que pudo haber tenido o adjudicarle uno que nunca tuvo, basado en la visión del arquitecto y a su interpretación. Para él, restaurar no es conservar, reparar o rehacer el monumento, sino restablecer en estado tan completo como jamás pudo haberlo tenido. Según esta posición, las intervenciones serían una suerte de propuesta “escenográfica” para los diferentes espacios de valor monumental. Esta postura altera la real esencia de la conservación.

La segunda es el libro: *Las siete lámparas de la Arquitectura* que propone el inglés John Ruskin (2006 pp 83-84) planteó que debía dejarse al monumento morir libremente y no tocar sus piedras, sino esparcir sus restos, ya que no nos pertenecen, pertenecen a sus constructores y a sus generaciones. Considera que la intervención es un daño mayor que la ruina del edificio y la condena. Esta posición, de cierta forma extremista, plantea que no se puede intervenir de ninguna manera y su resultado sería una ciudad totalmente en ruinas. *Las siete lámparas de la Arquitectura* son:

“1° Lámpara del Sacrificio: sacrificar la ornamentación, no se deben de ornamentar ni decorar los edificios de más.

*2° Lámpara de la Verdad: un edificio debe responder a la textura, la estructura y función.*

*3° Lámpara del poder: existen dos clases de edificios, los normales y los del poder, estos últimos deben ser edificios monumentales, deben intimidar, ya que el edificio marca el poder.*

*4° Lámpara de la Belleza: la decoración se debe realizar a través de abstracciones de la naturaleza, con una proporción basada en la figura humana y los elementos naturales.*

*5° Lámpara de la vida: la arquitectura es un todo, no debe considerarse en diferentes aspectos, ya que anteriormente la arquitectura se volvió a detalle por la ornamentación.*

*6° Lámpara de la Obediencia: parte ética, en proyectos de muchos años se deben respetar las ideas del arquitecto antecesor y en cualquier proyecto debemos respetar la arquitectura de los alrededores, en restauraciones respetar la idea de la obra original.*

*7° Lámpara de la memoria: arquitectura es transmisora de cultura, muestra lo que está pasando en el momento de su construcción, nos da los contextos de los diferentes momentos de la humanidad”.*

En lo particular, pienso que el principal objetivo de este libro es preservar la historia recuperando el patrimonio cultural, por lo tanto constituyen parte de los fundamentos de la restauración.

Por último, Camilo Boito (Villagrán García, 1977) consiguió de alguna manera equilibrar ambas tendencias, bases de la restauración, a fines del siglo XIX y principios del siglo XX, marcando un paso importante al discutir el verdadero significado de esta disciplina. Boito fija ocho puntos básicos, en los que destaca el valor auténtico dejando evidencia de esta intervención realizada: Diferencia de estilo entre lo nuevo y lo viejo; diferencia de materiales utilizados; supresión de elementos ornamentales en la parte restaurada; exposición de piezas prescindidas; incisión en piezas nuevas que se coloquen; inscripción de datación

del proceso; exposición vecina al edificio, del proceso de restauración y publicación sobre la obra de restauración; notoriedad.

Años más tarde, en 1933, en La Carta de Atenas (Fig. 5) se afirma la importancia de la conservación del patrimonio artístico y arqueológico de la humanidad. Sus 10 tomos recogen “Los principios generales y de las doctrinas de los monumentos”, mostrando la tendencia frecuente de abandono de las restituciones integrales instituyendo un mantenimiento regular y permanente, y en caso de ser indispensable la restauración, respetar la obra histórica y artística sin proscribir el estilo de ninguna época. También trata sobre las legislaciones apropiadas a las circunstancias locales, el uso de materiales, las reglas de protección y la importancia del entorno.

La segunda Carta Internacional de la Restauración, fue firmada en Venecia en mayo de 1964 (basada en la primera Carta de Venecia, 1931), reafirma la conciencia histórica contemporánea, con un planteamiento actual, reconociendo la conveniencia de adaptar el patrimonio construido a funciones nuevas. Los criterios de Camilo Boito quedan plasmados en esta Carta de Venecia, suscrita por trece naciones, la UNESCO y por el Centro Internacional de Estudios para la Conservación y Restauración de los Bienes Culturales. Dicha Carta consta de siete puntos principales: El primero, artículos 1º y 2º, se refiere a las definiciones de monumento histórico, conservación y restauración. El segundo, artículo 3º, trata de la finalidad de ambas acciones. El cuarto punto, artículos del 4º al 8º, define la conservación de los monumentos y su asimilación para la sociedad, los límites y acondicionamientos exigidos, la importancia del entorno y de la historia que el monumento atestigua, y

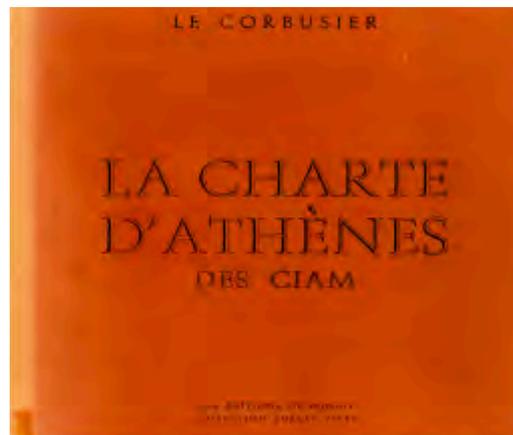


Figura 5. La Carta de Atenas, del congreso de los CIAM (1933). Esta representa el primer esfuerzo internacional por recopilar principios y directrices para la conservación de los monumentos.

todo aquello que es elemento no arquitectónico. Los artículos del 9º al 11º tratan de la restauración en sí, su carácter y los estudios que deben precederla, la importancia de los aportes de distintas épocas, los elementos nuevos y el respeto al monumento. Los artículos 12º y 13º hablan únicamente de la restauración. El artículo 14º se refiere a los sitios monumentales. El 15º trata de las excavaciones necesarias. Y finalmente, el artículo 16º expone la necesidad de publicar el proceso y el resultado de los trabajos de restauración.

En el transcurso del tiempo se han realizado varios acuerdos destacando el de la tercera reunión. Esta cumbre internacional se llevó a cabo en Ecuador donde se dictaron las llamadas Normas de Quito (1967) que hacen la definición de Centro Histórico y toman en conjunto las medidas técnicas y legales con el apoyo nacional e internacional para preservar los bienes inmuebles.

El cuarto esfuerzo internacional se concreta en la Carta Italiana de Restauo de 1972<sup>1</sup> que desarrolla la metodología de intervención, siempre basándose en la Carta de 1931. Define y diferencia conservación, prevención, restauración y mantenimiento. Esta última carta fue cuestionada por algunos teóricos de la restauración como M. Cordaro, que defendía en su postura a Cesare Brandi como verdadero ideólogo de la Carta del Restauo y expresa cuatro puntos relevantes:

1. *La salvaguardia y restauración de antigüedades.*
2. *La forma de proceder en las restauraciones arquitectónicas.*
3. *La ejecución de restauraciones pictóricas y escultóricas.*
4. *La tutela de los centros históricos.*

Con esto reafirman cada vez más los mismos parámetros de los esfuerzos por restaurar el patrimonio cultural.

---

<sup>1</sup> Traducida por María José Martínez Justicia, a partir del texto italiano. Se ha mantenido el nombre del documento en el idioma original porque se considera que es así como la conocen los profesionales de esta disciplina en general, sean italianos o no.

Entre el 17 de octubre y el 21 de noviembre de ese mismo año se llevó a cabo la 17ª Reunión sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural, en la ciudad de París.

La Declaración de Ámsterdam (1975) concreta un momento de cambio en el pensamiento, una evolución en la forma de cómo se trata y se habla de conservación en Europa. Esta nueva manera consiste en la integración de los métodos, técnicas y competencias profesionales vinculadas a la restauración y a la rehabilitación.

Posteriormente, el 12 de diciembre de 1977, se llevó a cabo la conferencia donde se redactó la Carta de Machu Picchu.

La Carta de Burra (Australia, 1979) está basada en la Carta de Venecia de 1964 y las resoluciones de la 5ª Asamblea General del Consejo Internacional de Monumentos y Sitios en Moscú en 1978. Fue actualizada en 1981, 1988 y 1999.

La Carta de Cracovia, firmada el año 2000 sigue el espíritu de la Carta de Venecia, sólo que, impulsada por la nueva unificación de Europa, por la diversidad cultural y pluralidad de valores asociados a este hecho. Hace hincapié en la importancia de la compatibilidad de materiales, así como la interacción de la obra con el hombre, la naturaleza y el medio físico. Cabe destacar su interés en la educación social, ya que “La formación y la educación en cuestiones de patrimonio cultural exigen la participación social y la integración dentro de sistemas de educación nacionales en todos los niveles”.

La conclusión en todos los documentos mencionados, es que los espacios arquitectónicos deben ser restaurados y conservados para preservar parte de la historia.

## 3.2 Conceptos

Dentro de un concepto general de Conservación Arquitectónica, podemos identificar diferentes modalidades de conservación, que son comúnmente usadas en el léxico técnico de la crítica y la teoría especializada, a saber:

Conservación: entendida como un concepto científico, podemos decir que es la disciplina que impone el cuidado permanente de una estructura existente, es una acción básicamente preventiva.

Restauración: es la operación por la cual se pone en evidencia el valor artístico e histórico de una estructura edificada, interviniendo sólo en su parte física, ya que el valor artístico pertenece al autor y el valor histórico corresponde al momento en que fue realizado. Por lo tanto es el acto o proceso por el cual se recupera con exactitud una propiedad y su estado, tal como era en un período particular de tiempo, ya sea removiendo adiciones posteriores o reemplazando piezas faltantes anteriores (US Secretary of Interior's Standards).

La restauración constituye el momento metodológico del reconocimiento de la obra de arte, en su consistencia física y en su doble polaridad estética e histórica, en orden a su transmisión al futuro. La restauración debe dirigirse al restablecimiento de la unidad potencial de la obra de arte, siempre que esto sea posible sin cometer una falsificación artística histórica y sin borrar huella alguna del transcurso de la obra de arte a través del tiempo<sup>2</sup>.

Consolidación: cuya finalidad es la de asegurar, afianzar, dar firmeza y solidez a las piezas fracturadas.

Liberación: consiste en liberar las partes sobrantes, diferentes estilísticamente, que alteran la unidad de la estructura edificada, o simplemente separarlas para su restauración o conservación.

Integración: se busca dar unidad basándose en elementos estilísticamente diferentes, manteniendo la arquitectura anterior y procurando no dañarla ni perder

---

<sup>2</sup> Césare Brandi, Teoría de la Restauración, 2008, Madrid.

su valor patrimonial. En ella se basa la ampliación, donde se aumenta el espacio de acuerdo a los criterios anteriores.

Anastilosis o Reintegración: es la reconstrucción, la recomposición de la obra arquitectónica con las piezas o elementos caídos, encontrados en el lugar, o fragmentos nuevos hechos con los mismos materiales de la obra.

Recomposición: cuando se reponen las piezas del edificio, distinguiendo las piezas nuevas de las originales.

Complementación: cuando se agrega un elemento ajeno al monumento para terminar la obra.

La recuperación: es la acción de restablecer un edificio deteriorado (o un área urbana) a un estado mejor que aquel en que se encuentra, para reactivar su uso y de esta manera, conservarlo.

Cargas: Fragmentos de diferentes tamaños y medidas de diversos materiales, particularmente de la misma pieza que se trabaja o del mismo material (piedra, madera, sales, etc), para reconstruir la obra.

Adaptación: es el proceso por el cual una edificación es recuperada para un uso diferente al original, lo que trae consigo un proyecto con elementos nuevos y diferentes, que intentan realzar lo mejor que tiene el edificio original.

Debe decirse que todas estas designaciones no siempre corresponden a conceptos fácilmente delimitados o identificables, siendo muchas veces, un poco contradictorios entre sí, es por ello que en este trabajo se pretende proporcionar tanto en el léxico usado como en la metodología un enfoque químico, ya que la química es una ciencia exacta y al tener exactitud en lo que decimos y en lo que hacemos podemos tender al ideal de estandarizar los procesos por un bien común.

Dentro de todos los conceptos anteriormente especificados, se entiende entonces que la conservación arquitectónica es una disciplina que engloba las diversas formas de aproximarse a un edificio existente mediante un proyecto nuevo y un nuevo tiempo. Es la vía por la cual intentamos mantener en buen estado y uso, nuestro legado construido, aquel que es significativo por ser un hito (histórico,

artístico o cultural). La conservación, específicamente, impone el cuidado permanente del edificio.

Ahora bien he descrito anteriormente qué es la restauración y sus conceptos para tener un entorno más claro del tema, pero no he hablado sobre el principal tema de esta tesina.

La restauración carece de la metodología de la química mas no de la ciencia, con esto me refiero, a que la restauración sí utiliza el método científico para realizar sus procesos, pero carece de la metodología de la química, es decir, no se registran formulaciones exactas de pastas, solventes, pegamentos, consolidantes, ácidos, bases, ceras, tiempos empleados en el proceso, etc.

Las proporciones empíricas que utilizan son cuchara, una pizca, un chorro, un tanto, media taza, hasta que hierva por un rato, hasta que se vea consistente, por lo tanto las formulaciones no son exactamente reproducibles, ni exactamente repetibles.

En el presente trabajo se planteará la aportación de la metodología de la química en la restauración y para ello se necesita hablar en términos generales de diversas áreas, una de ellas es la técnica de la espectroscopia infrarroja que es un tipo de espectrometría de absorción que utiliza la región infrarroja del espectro electromagnético. Como las demás técnicas espectroscópicas, puede ser utilizada para identificar un compuesto o investigar la composición de una muestra.

Se basa en el hecho de que los enlaces químicos de las sustancias tienen frecuencias de vibración específicas, que corresponden a los niveles de energía de la molécula. Estas frecuencias dependen de la forma de la superficie de energía potencial de la molécula, la geometría molecular, las masas atómicas y, posiblemente, el acoplamiento vibracional (IR Spectroscopy, an introducción, Günzler y Gremlich, Wiley 2002).

Otra área importante de analizar es el uso de solventes y resinas epóxicas en el proceso de restauración, que más adelante se retomará.

#### **4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Las piezas de ónix del cuerpo horizontal bajo de la Torre de Rectoría presentan los siguientes problemas:

- a. Oxidación de estructura metálica y de los louvers<sup>3</sup> inferior y superior.
- b. Fracturas de las placas.
- c. Intemperismo.
- d. Pérdida de 140 placas de ónix en la fachada poniente.
- e. Pérdida parcial del botaguas metálico por oxidación en algunas secciones de la fachada poniente.
- f. Flambeo<sup>4</sup> de la cancelería que soporta el ónix en ambas fachadas.

#### **5. HIPÓTESIS**

Si se realiza la metodología química en los procesos, conservando el estilo estético e histórico, cuidando los trabajos de conservación y restauración de la obra, entonces tendremos un proyecto con formulaciones y procedimientos estandarizados que podrán utilizarse en futuras restauraciones, dando como resultado una arquitectura segura que dará testimonio fiel del momento histórico que fue realizada.

---

<sup>3</sup> Un Louver es un conjunto de elementos fijos o ajustables, generalmente paralelos y equidistantes, que restringen o permiten el flujo de aire, agua, sonido, etc. Son denominados según su uso como louver de ventilación, acústicos, de sombra y los más recientes louvers de desfogue, estos últimos diseñados para trabajar a choque directo.

<sup>4</sup> Flambeo se le llama a la deformación de la estructura de forma horizontal y se debe al exceso de peso o de ruptura de alguna sección de la estructura por lo regular de forma vertical, dando lugar a la deformación cóncava o convexa y limita la resistencia de las vigas ocasionando derrumbes.

## **6. JUSTIFICACIÓN**

Se restauraron las placas de ónix del cuerpo horizontal bajo de la Torre de Rectoría, para conservar el edificio y su legado histórico, con la seguridad de una intervención basada en la ciencia, estética e historia, realizándose el método científico en los procesos de restauración.

## **7. METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN**

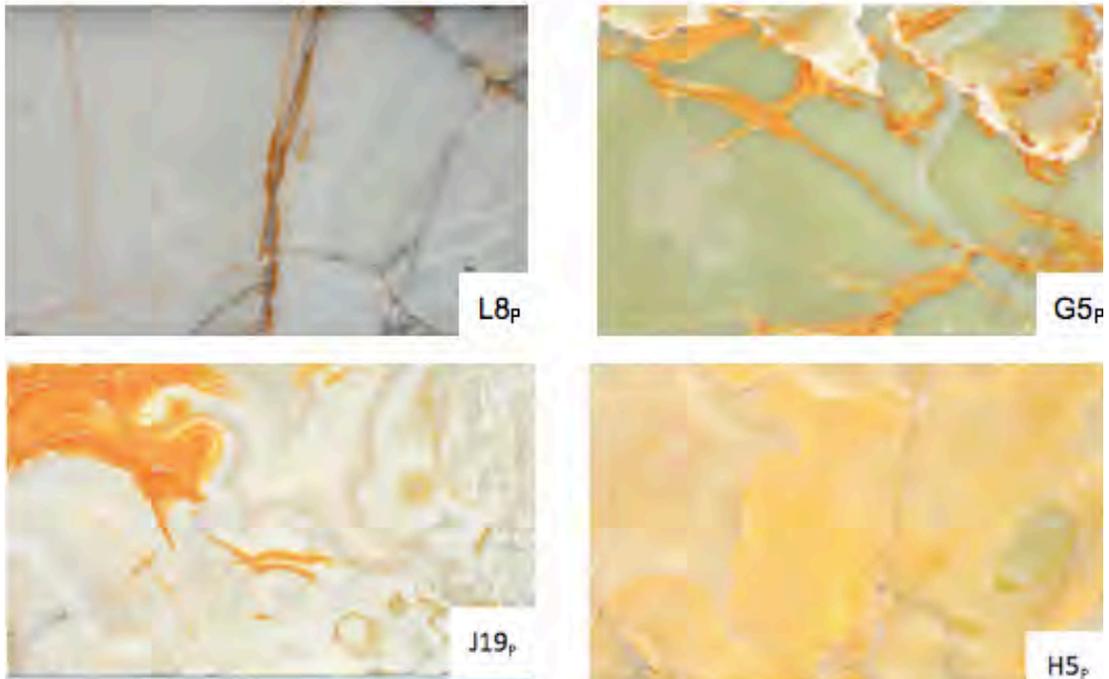
### **7.1 IDENTIFICACIÓN DE PLACAS.**

El cuerpo horizontal bajo de la Torre de Rectoría tiene un total de 2,396 placas en ambas fachadas con medidas de 40x70 cm y un peso aproximado de 40 kg cada una, con excepción de 42 placas de 40x35 cm y un peso alrededor de 20 kg y 10 placas de 20x70 cm con un peso promedio de 20 kg, estas placas más pequeñas son los ajustes de las fachadas.

Las piezas de ónix están ordenadas en varios módulos. Un módulo se compone de 5 marcos, cada marco contiene 15 placas, acomodadas cinco horizontales y tres verticales, es decir, un aproximado de 70 placas por módulo, cabe recalcar que existen módulos de ajustes.

Con fines metodológicos las hileras fueron clasificados con letras (A, B, C...) de sur a norte y las placas con números de arriba abajo. A cada placa se le asignó una clave con tres caracteres. Ejemplo: L8p, donde la letra mayúscula corresponde a la fila, el número indica la columna y la letra minúscula “p” designa la fachada poniente y la letra “o” la oriente (Figura 6). Esta clave se colocó en la esquina inferior derecha de cada placa para indicar que ese lado es la presentación que va al exterior de la fachada, eso es para conservar la estética original que propuso el autor (Figura 9).

Figura 6. Fotografía Daniela Robles, 2014. Placas originales de fachada poniente.



A continuación se presenta un diagrama sobre la numeración de las placas así como la explicación gráfica de lo que llamamos marcos. Estos son de dos tipos:

- A, Módulos de ajuste de dos filas de cinco o de tres filas de dos placas de ónix horizontales (10 y 6 placas Figura 7).
- B, de tres filas con cinco placas cada una (15 placas Figura 8).

Figura 7. Módulos A ajustes, bastidor para ónix. Diseños de la Constructora PRYMO CONSTRUCCIONES S.A de C.V

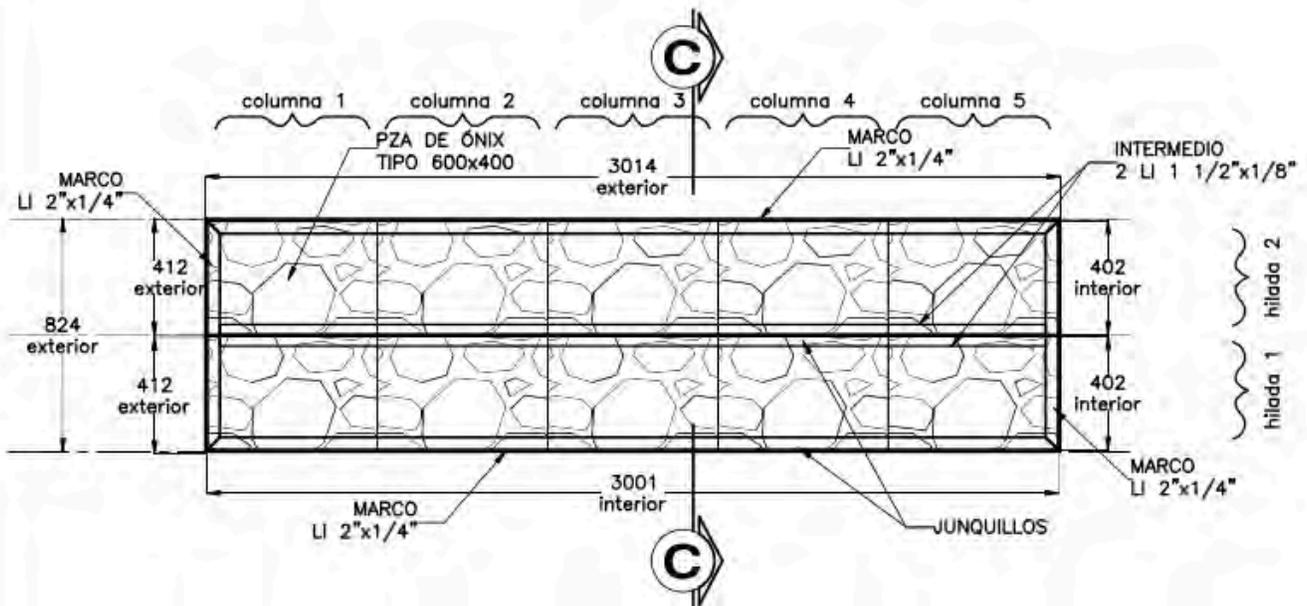
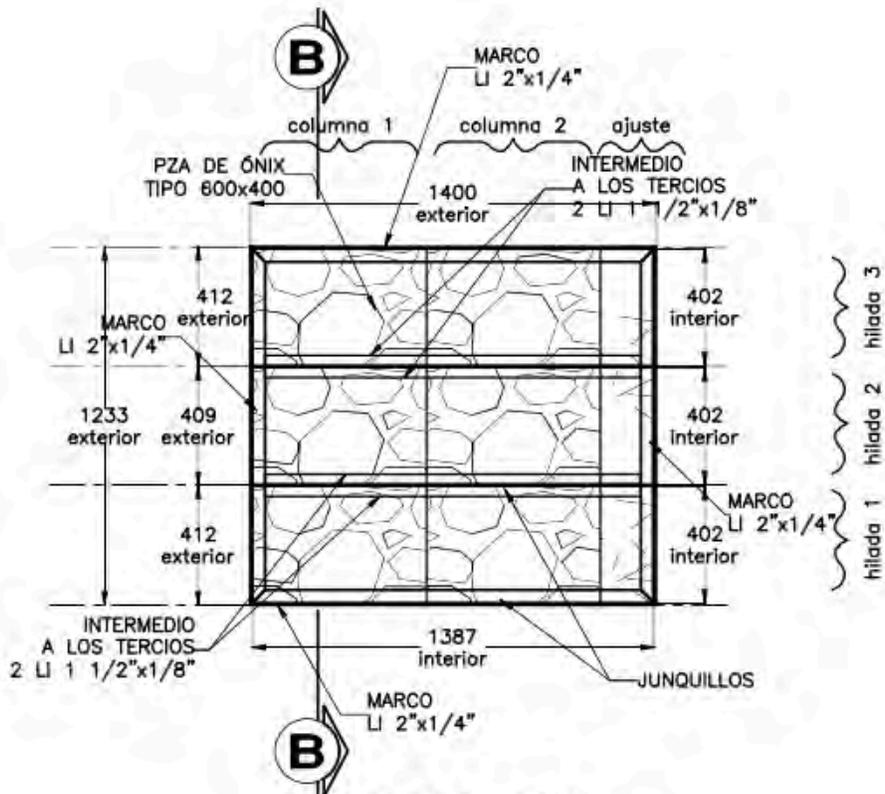


Figura 8. Módulos B ajustes, bastidor para ónix. Diseños de la Constructora PRYMO CONSTRUCCIONES S.A de C.V

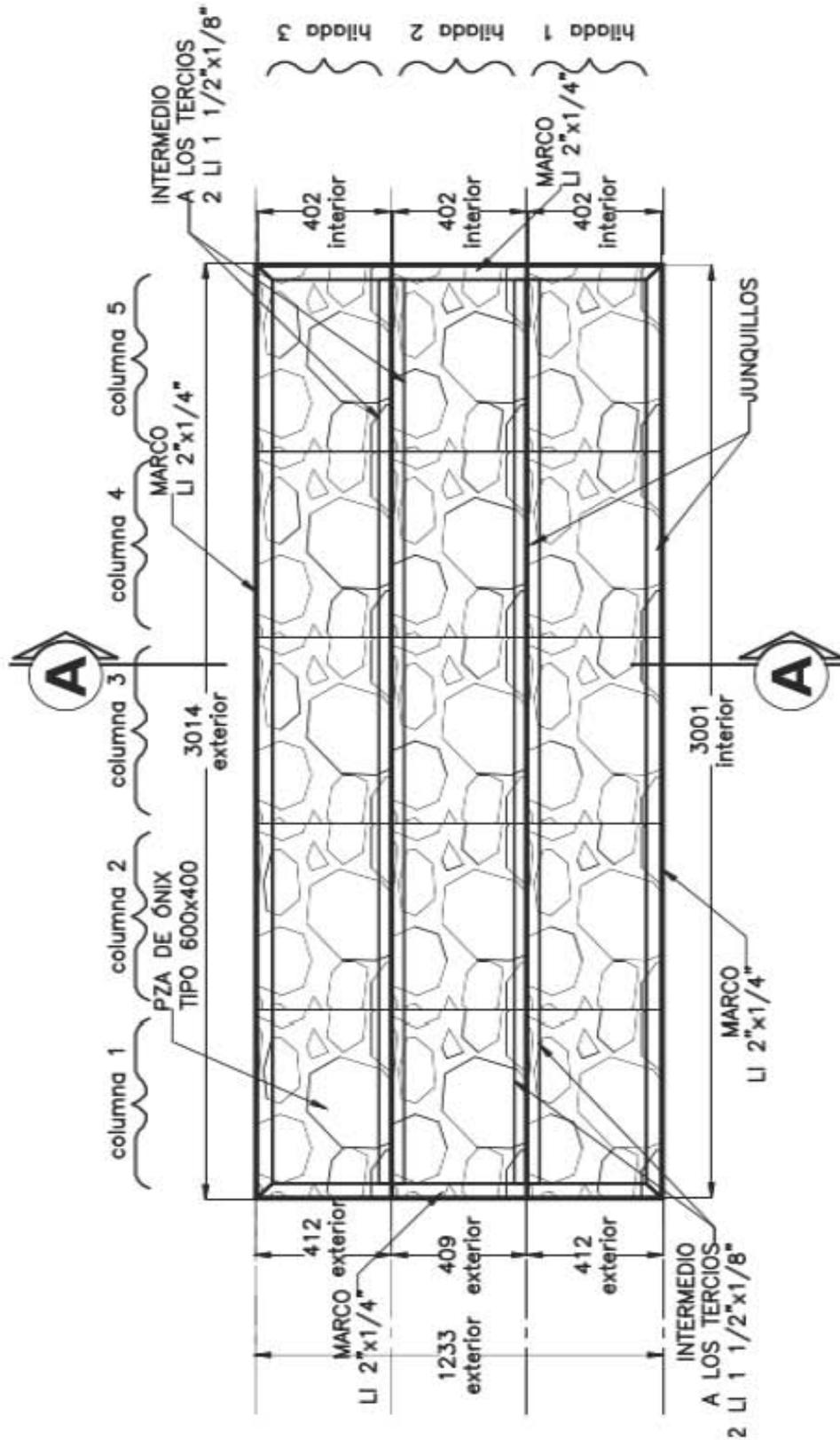
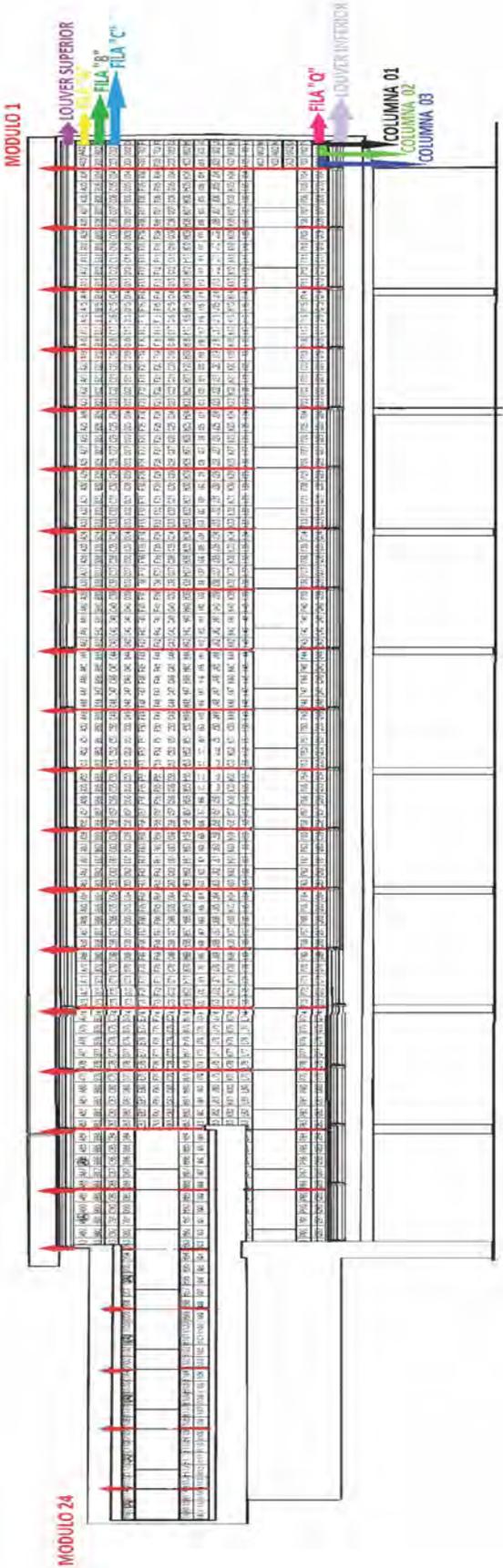


Figura 9. Diagrama de ubicación de las placas



Ahora bien, las 2,396 placas se distribuyeron de la siguiente forma:

Módulos 1, 23 y 40:	42 placas de 40x35 cm con un peso $\approx$ 20 kg
	93 placas de 40x70 cm con un peso $\approx$ 40 kg
Módulos 2 al 16 y del 24 al 39:	2,170 placas de 40x70 cm y un peso $\approx$ 40 kg
Módulos 17 y 18:	10 placas de 20x70 cm con un peso $\approx$ 20 kg
	64 placas de 40x70 cm con un peso $\approx$ 40 kg
Módulos 20 al 23:	69 placas de 40x70 cm con un peso $\approx$ 40 kg

## 7.2 VELADO DE LAS PLACAS.

El velado tiene como objeto no tener pérdidas de ónix ni la estructura de la placa, asegura que la pieza se encuentre lo más intacta posible.

El velado (Fig. 10) se realizó con una tela de algodón delgada (manta de cielo) pegada con paraloid B-72 y una segunda capa de tela de algodón más gruesa (manta) de la misma forma adherida.





Figura 10. Fotografía Daniela Robles, 2014. Velado de las placas con doble tela, ambas de algodón, sólo que una más gruesa que la otra.

Para fijar la tela se utilizó paraloid B-72 que es una resina sintética para fines diversos, por sí sola actúa como barniz, consolidante, espesante de pinturas, etc., ya que se disuelve en diferentes solventes como cetonas, ésteres, hidrocarburos aromáticos y clorurados. Esta resina suele emplearse en restauración como adhesivo, barniz, aglutinante en la reintegración, como consolidante de gran estabilidad; en términos generales, ha demostrado buena reversibilidad y permanencia de las características ópticas con el envejecimiento y es difícilmente atacable por los microorganismos.

Químicamente es un metacrilato con propiedades (Fig. 11) (Donald R. Cumberland, JR. Museum Specialist Curatorial, Julio, 1993):

- Es 93 % más transparente que los plásticos.
- Alta resistencia al impacto, diez a veinte veces más que el vidrio.
- Resistente a la intemperie y a los rayos ultravioleta. No hay un envejecimiento apreciable en diez años de exposición exterior.
- Excelente aislante térmico y acústico.

- Ligero en comparación con el vidrio (aproximadamente la mitad), con una densidad de unos 1190 kg/m<sup>3</sup>, es sólo un poco más denso que el agua.
- De dureza similar a la del aluminio: se raya fácilmente con cualquier objeto metálico, como un clip. El metacrilato se repara muy fácilmente con una pasta de pulir.
- De fácil combustión, no es autoextinguible (no se apaga al ser retirado del fuego). Sus gases tienen olor afrutado y crepita al arder. No produce ningún gas tóxico al arder por lo que se puede considerar un producto muy seguro para elementos próximos a las personas al igual que la madera.
- Presenta gran resistencia al ataque de muchos compuestos pero es atacado por otros, entre ellos: Acetato de etilo, acetona, ácido acético, ácido sulfúrico, alcohol amílico, benzol, butanol, diclorometano, triclorometano, tolueno y etanol.

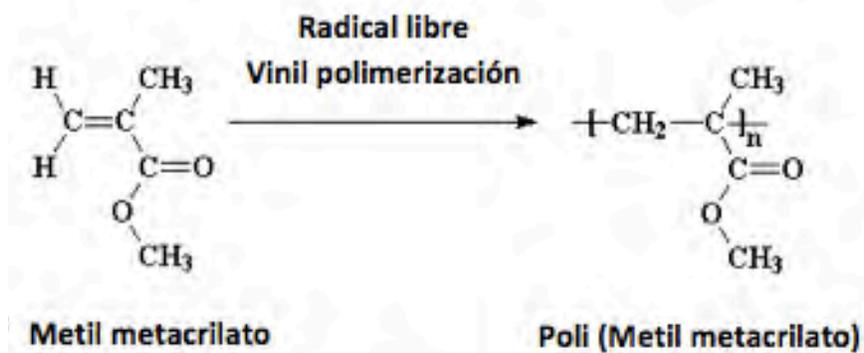


Figura 11. Metacrilato

En nuestro caso utilizamos como disolvente el thinner, que a su vez es una mezcla de diferentes compuestos:

Tabla 1. Compuestos y porcentajes que contiene el thinner.

Sustancia	Porcentaje
Tolueno	5 – 50%
Alcohol metílico	15 – 50%
Cetonas	5 – 40%
Hexano	5 – 30%
Alcoholes	5 – 40%
Xileno	5 – 20%
Ésteres	3 – 50%
Las cantidades varían según el producto deseado y la marca comercial.	

La formulación que se utilizó en este proyecto para preparar el páraloid B-72 fue una proporción 3:7 con thinner, se escogió el thinner porque no es tan dañino como los demás solventes, su punto de evaporación es menor y se mezcla adecuadamente con el paraloid B-72.

### 7.3 LIBERACIÓN DE LAS PLACAS.

Las placas se liberan (Figura 12) del sitio de forma mecánica donde la primera placa se tuvo que fracturar a propósito para poder separar las demás de la cancelería. Para después ser restauradas en el taller que se ubicó en el espejo de agua de la fachada poniente.



Figura 12. Fotografía Daniela Robles, 2014. Liberación de las placas de la fachada poniente

#### 7.3.1 ALCANCE DE RESTAURACIÓN DE PLACAS DE ÓNIX

Después de analizar el estado de las placas liberadas, se determinó que solo se iban a restaurar aquellas placas que:

- a. Tuvieran menos de 15 fracturas.
- b. Y solo fracturas transversales.

Esto es porque una placa con más de 15 fracturas (Figura 13) al consolidarse provoca un aumento en sus medidas de hasta 3 cm por lado, resultando así un diseño diferente en el acomodo de las placas y en temas de seguridad las placas pueden ser más frágiles, no por su indebida restauración sino porque hay que recordar que estas placas son componentes de una estructura arquitectónica no estática y los materiales (piedra y metal) que la componen, causan ligeras dilataciones.

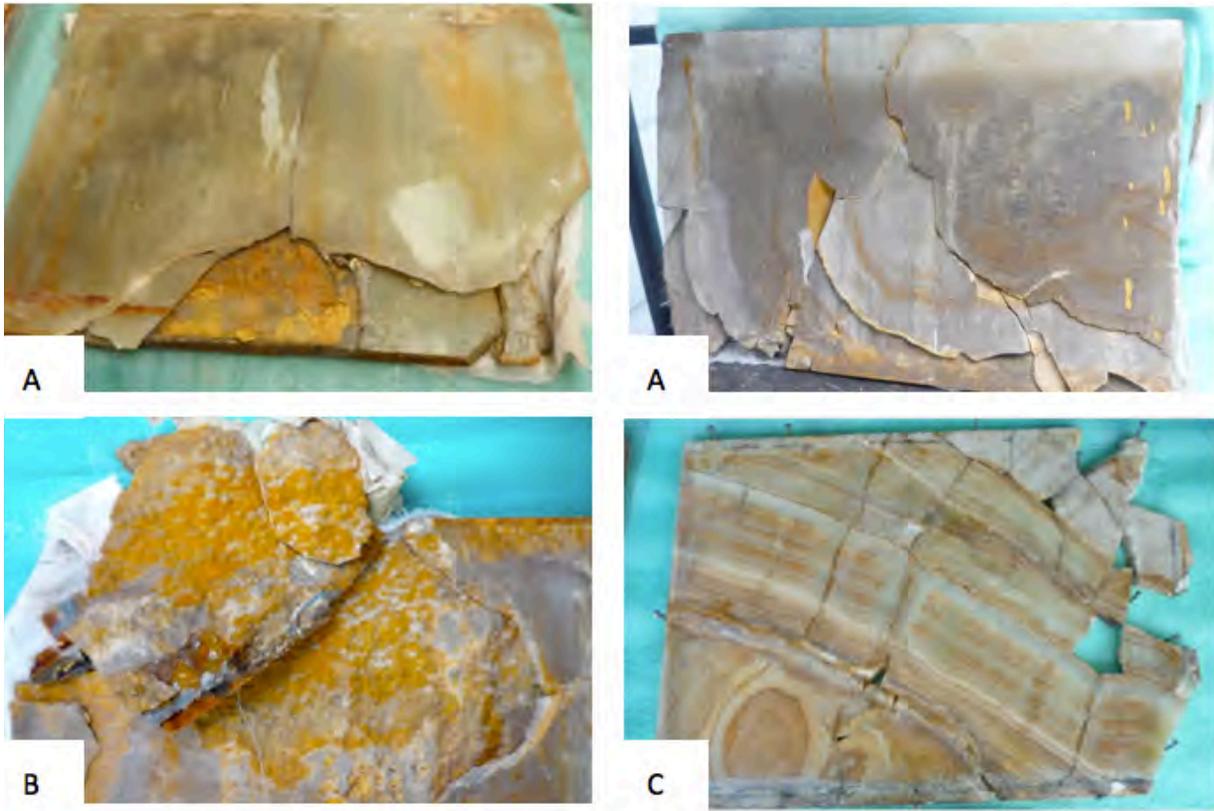


Figura 13. Fotografía Daniela Robles. Tipo de fracturas en placas no restauradas. A) Fractura en forma de laja. B) Fractura en forma de laja rugosa. C) Placa con más de 15 fracturas.

## 7.4 TOMA DE MUESTRA DE LAS PLACAS.

Se realizó una toma de muestra de diferentes placas (Figura 14), para saber la composición química de las placas y así poder realizar un proceso de restauración.

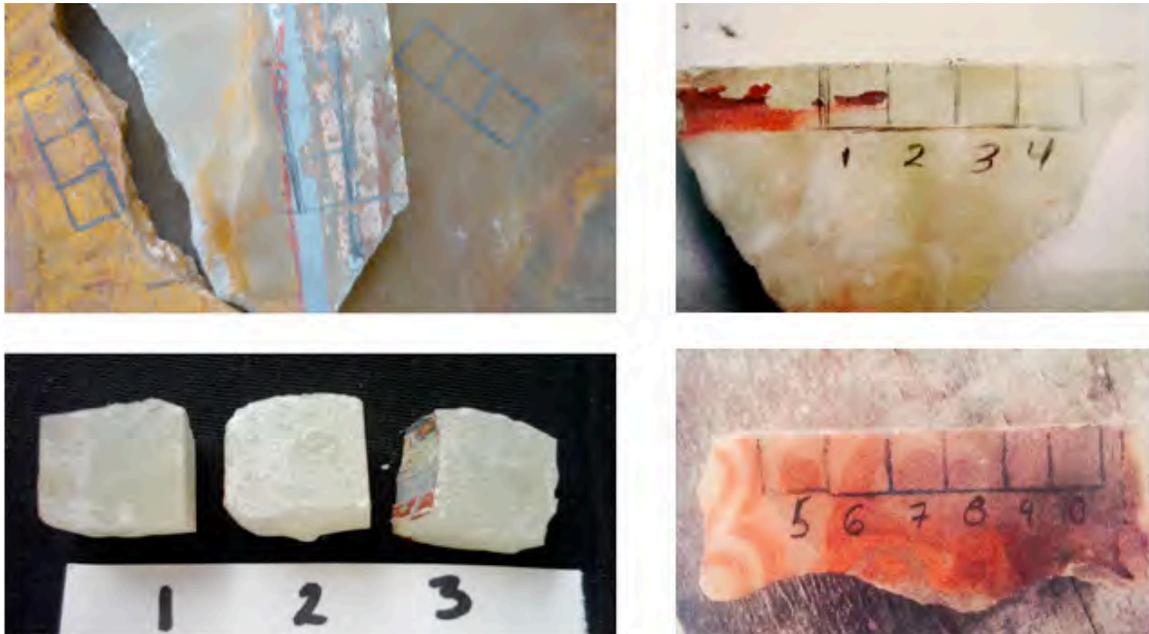


Figura 14. Fotografía Daniela Robles, 2014. Toma de muestras de diferentes placas.

### 7.4.1 DETERMINACIÓN DE MUESTRA.

Las muestras se trasladaron al Instituto de Materiales con el Químico Miguel Ángel Canseco Martínez y el Ingeniero José Jesús Camacho Sabalza, quienes ayudaron a realizar un análisis de espectroscopía de infrarojo por la determinación de la reflectancia atenuada, con un equipo thermo scientific, modelo: nicole 6400, con accesorio de reflectancia total atenuada (ATR), modelo: smart orbit (Figura 15). Ya que se presume que las placas son

compuestos de sulfato de calcio (alabastro) u óxido de silicio (ónix) y esto ayudará a saber la metodología de restauración.

Figura 15. Fotografía Daniela Robles. Enero 2014. Estudio de infrarrojo



#### 7.4.1.1 ESPECTROSCOPIA DE INFRAROJO.

La espectroscopía molecular se basa en la interacción entre la radiación electromagnética y las moléculas: dependiendo de la región del espectro en la que se trabaje y, por tanto, de la energía de la radiación utilizada (caracterizada por longitud o número de onda), esta interacción será de diferente naturaleza: excitación de electrones, vibraciones moleculares y rotaciones moleculares (N. Alberti 1983). La molécula al absorber la radiación infrarroja, cambia su estado de energía vibracional y rotacional. En el caso del estudio de Espectroscopía infrarroja (IR) con muestras sólidas y líquidas sólo se tienen en cuenta los cambios entre estados de energía vibracional (Ev). Existen diferentes tipos de infrarrojo:

Cuando la radiación incide en la muestra (Figura 16), ésta puede sufrir diferentes fenómenos: absorción, transmisión y reflexión. La intensidad de la luz transmitida a través de la muestra ( $P_T$ ) es menor que la intensidad incidente ( $P_0$ ). Una parte de esta intensidad incidente se ha reflejado ( $P_R$ ), mientras que otra parte ha sido absorbida por la sustancia ( $P_A$ ).

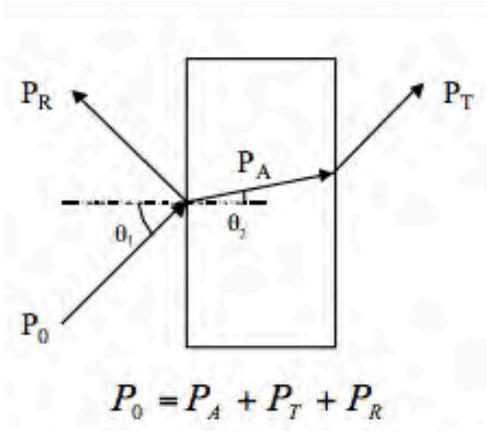


Figura 16. Fenómeno de absorción, transmisión y reflexión de la radiación electromagnética al interactuar con la materia.

La medida más común en el infrarrojo es la que se basa en la absorción, aunque también se han desarrollado espectroscopías basadas en el fenómeno de la reflexión como son la reflectancia total atenuada y la reflectancia difusa. A continuación, se describe la técnica que se usó en el presente trabajo. El principio de esta medida se basa en el fenómeno de la reflexión total interna y la transmisión de la luz a través de un cristal con un elevado índice de refracción (Figura 17). La radiación penetra más allá de la superficie del cristal donde se produce la reflexión total, en forma de onda evanescente (B. Schrader, Infrared and Raman Spectroscopy 1995). Si en el lado exterior del cristal se coloca un material absorbente (muestra), la luz que viaja a través del cristal se verá atenuada (de ahí el nombre de la técnica) y se puede registrar el espectro de la muestra. El ángulo de la luz incidente y la geometría del cristal facilitan que se produzcan sucesivas vibraciones en sus caras internas. El espectro medido tiene una apariencia similar al espectro de transmisión, excepto por ciertas variaciones en la intensidad en función de las longitudes de onda que se producen.

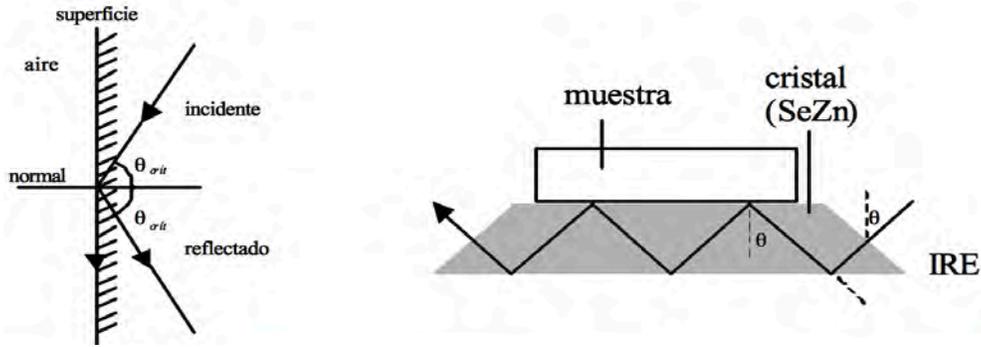


Figura 17. Reflexión total interna y elemento de reflexión (IRE) utilizado en el sistema ATR.

La profundidad de penetración (B. Schrader, Infrared and Raman Spectroscopy 1995),  $d_p$ , depende de la longitud de onda de la radiación,  $\lambda$ , del índice de refracción del cristal,  $n_p$ , del índice de refracción de la muestra,  $n_s$ , y del ángulo de incidencia del haz de radiación del cristal,  $\theta$ , de acuerdo con la ecuación:

$$d_p = \frac{\lambda}{2\pi n_p (\text{sen}^2 \theta - n_{sp}^2)^{1/2}}$$

Donde  $n_{sp} = n_s/n_p$  ( $n_s < n_p$ ). El camino óptico total en la muestra se obtiene multiplicando  $d_p$  por el número de reflexiones que se hayan producido a

través de la muestra. Esta técnica de muestreo es muy efectiva para el análisis de sólidos y líquidos, especialmente en las regiones de infrarojo medio y del infrarojo cercano. Para obtener medidas y el cristal de ATR, por lo que esta técnica se utiliza sobretodo en líquidos y sólidos que se puedan compactar contra el cristal aplicando presión. Esta técnica es especialmente útil, por ejemplo, en el caso de medir muestras viscosas utilizando caminos ópticos muy cortos: una celda de transmisión de estas características sería muy difícil de llenar y limpiar debido a la consistencia de la muestra.

#### **7.4.1.2 RESULTADOS DE MUESTRAS.**

El ónix es de diversos colores como verde, amarillo, rosa, naranja, crema, blanco, y negro generalmente. Al observar las fachadas, existía un color homogéneo tendiente al ocre y pensamos que el autor colocó un recubrimiento como parte del diseño de la obra arquitectónica o que éste fuera ocasionado por el intemperismo.

Solicitamos al Instituto de Materiales de la UNAM la determinación del espectro infrarrojo, sobre la superficie plana y expuesta de cada una de las muestras, con el fin de encontrar un recubrimiento (laca, barniz, capa pictórica, etc).

Como referencia se utilizó una muestra de ónix que no estaba expuesta y que se encuentra en alguna de las orillas de las placas cubierta por los ángulos metálicos.

Y se obtuvieron los siguientes resultados:

Los espectros IR, nos proporcionó información sobre compuestos orgánicos, es decir compuestos que tenían en su estructura química, átomos de carbono y sus respectivos enlaces con átomos de hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre, silicio, etc.

#### **7.4.1.3 ESPECTROS DE IR.**

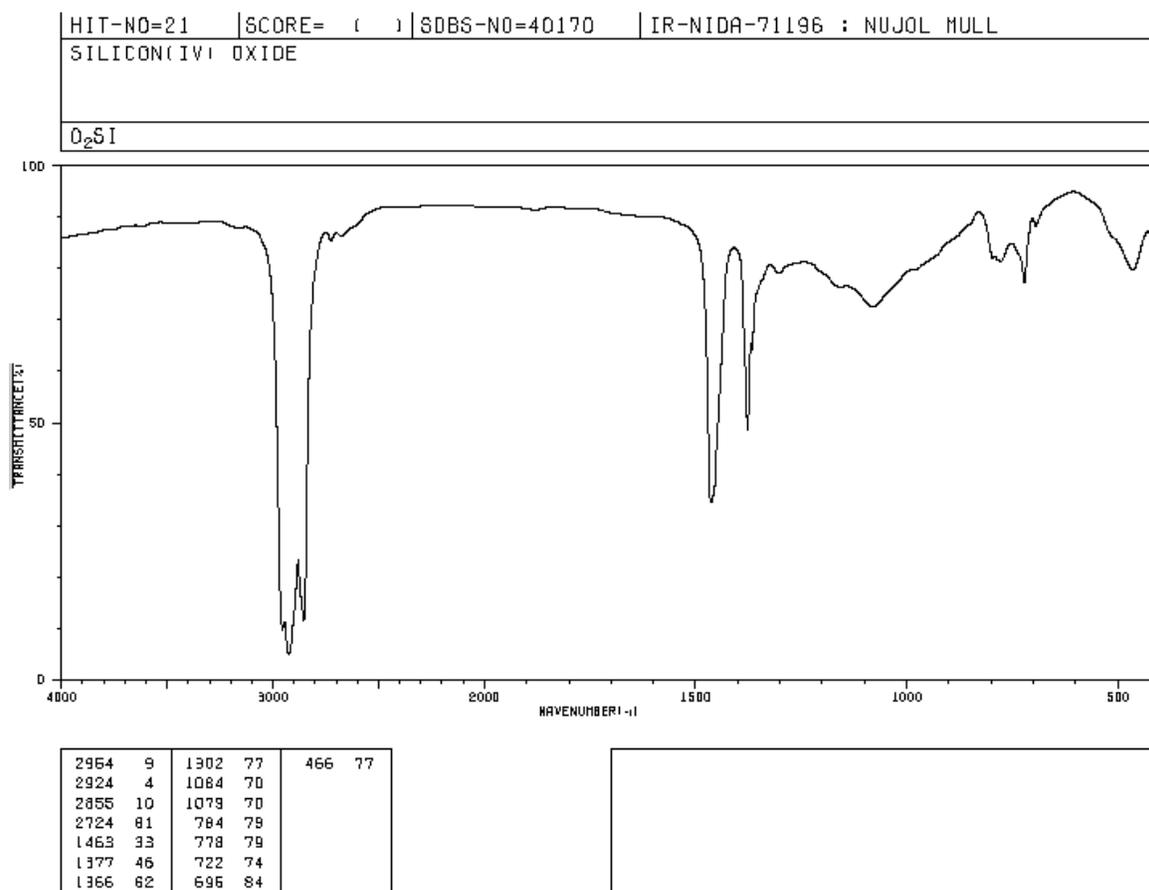
Las imágenes de los espectros infrarrojos no se pueden presentar en esta tesina, debido a que la información original presenta una leyenda:

“El informe es válidos únicamente en el documento original con las firmas, sellos autorizados y sin raspaduras o enmendaduras. No se autoriza una reproducción total o parcial por ningún medio, sin el permiso escrito del Laboratorio de Ensayo Físico- Químico SAECON-UNAM”.

Sin embargo a pesar de no poder presentar los espectros, puedo decir que el estudio de IR también me podría haber indicado la composición química de la

molécula (aunque no es la técnica más recomendada), para determinar si la piedra era óxido de silicio (ónix), en vez de sulfato de calcio (alabastro), que en algún momento un Restaurador mencionó que la piedra a restaurar era alabastro. El espectro que hubiera esperado sería:

Espectro 1. Espectro de óxido de silicio. Base de Datos espectral para compuestos orgánicos, SDBS.



El IR como antes mencioné, presenta los grupos funcionales que son los movimientos vibracionales de los enlaces de una molécula. Este espectro muestra que las bandas de número de onda cercanos a los 3000  $\text{cm}^{-1}$  indican enlaces sencillos de silicio y oxígeno, las bandas entre 1700 a 1500 tiene enlaces similares al carbonilo y las bandas que van desde 600 a los 500  $\text{cm}^{-1}$  son lo que llamamos huella digital, y es el patrón de picos de absorbencia que es única para cada molécula, lo que significa que los datos de una muestra desconocida se puede comparar con los espectros IR de los estándares conocidos con el fin de hacer una identificación positiva.

Ahora bien un estudio que nos podría proporcionar información exacta de la composición es la difracción de Rayos X en Polvos que nos muestra la difracción del plano atómico, es decir, una imagen posible de la estructura química de la muestra.

El haz de rayos X golpea el átomo y se proyecta el plano, dando como resultado un espectro, donde lo ancho de los picos representa el tamaño de partícula y da información sobre qué tan amorfa o cristalina es la molécula.

Este estudio también muestra la distancia entre átomos que nos permite indexar el patrón de difracción, para darnos un estructura.

Los pasos generales a seguir serían:

1. Analizar y correr una muestra de referencia que sea ónix (óxido de silicio), ya que existen muchas variedades.
2. Analizar y correr la muestra en estudio.
3. Comparar la muestra con la referencia, analizar sus picos y ver qué variedad de óxido de silicio está presente en las fachadas del cuerpo Bajo de la Torre de Rectoría.
4. Así podríamos identificar la muestra y saber qué tan amorfa o cristalina es y obtener el plano atómico.

En este trabajo el objetivo fue determinar la presencia de recubrimiento orgánico en las placas, por lo que no se realizó el estudio de Rayos X en Polvos, ya que el IR no mostró picos correspondientes a Sulfatos y a Calcio como se hubiera esperado, al analizar una muestra de alabastro (sulfato de calcio).

## 7.5 LIMPIEZA DE PLACAS DE ÓNIX.

En el presente proyecto los productos utilizados fueron de la marca registrada conocida como “Pinthor S.A”.

Ahora bien, el retiro del velado fue de forma mecánica (Figura 18), eliminando el polvo, tierra, agentes extraños como cinta adhesiva, entre otras cosas (Figura 19), esto se llevó a cabo con cepillos de cerdas metálicas y un solvente llamado “removethor limoneli” (Figura 20) que el fabricante declara que se extrae de cascara de cítricos en combinación de pocos compuestos químicos (secreto comercial), que hacen de este un producto amigable con el ambiente, asimismo es eficiente para remover tintas, grasas, diversas suciedades y puede usarse como antigraffiti de pinturas de aerosol.

Se enfatizó la limpieza en los cantos (fracturas transversales) de las placas de ónix para que se pudieran consolidar adecuadamente con los demás trozos de ónix.

Figura 18. Fotografía Daniela Robles, 2014. Retiro mecánico del doble velado de las placas de ónix.



Figura 19. Fotografía Daniela Robles, 2014. Eliminación de polvo, tierra y agentes extraños de la cara interior de las placas.



A. Colocación de cinta adhesiva en el reverso



B. Pérdida de ónix



C. Ónix por el interior de Rectoría



D. Mastique que utilizaron para pagar el Ónix.



E. Fractura vertical de Ónix *in situ*



F. Fractura horizontal de Ónix *in situ*.

Figura 20. Fotografía Daniela Robles, 2014. Uso de solvente removethor.



### **7.5.1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL SOLVENTE**

Ya que el producto es comercial ([www.pinthor.com](http://www.pinthor.com)), solo pudimos indagar que el solvente está formulado por alcoholes, cítricos y los ingredientes restantes se designan como "SECRETO COMERCIAL". Los posibles efectos sobre la salud se describen a continuación:

- Contacto con los ojos. Puede causar irritación, inflamación, enrojecimiento o daño de córnea.
- Contacto con la piel. Irritación moderada, Pueden producir sensibilización cutánea evidenciada por salpullido y urticaria.
- Inhalación. Irritación moderada en nariz y vías respiratorias.
- Sistema Nervioso Central, puede provocar depresión, dolor de cabeza, mareos y náuseas
- Ingestión. Irritación en el tracto gastrointestinal

Puede causar efectos sistémicos en pulmones, ojos y piel.

Por lo tanto es recomendable utilizar este producto con precaución, en lugares ventilados y utilizando lentes protectores y guantes.

### **7. 5. 2 CONSOLIDACIÓN Y USO DE CARGAS DE ÓNIX.**

Después se comenzó la consolidación (Figura 21) con el uso de cargas de ónix de diferentes tamaños (Figura 22), éstas tienen como objeto rellenar los espacios pequeños que se encontraban vacíos, permitiendo conservar sus propiedades translúcidas.

La resina epóxica (Figura 23) que se utilizó es un compuesto transparente, de la marca EPOXY TOP THOR.

Figura 21. Fotografía María Elena Estrada Zambrano y Daniela Robles. Junio 2014. Consolidación con resina epóxica y cargas



Figura 22. Fotografía Daniela Robles, 2014. Placa de ónix con cargas y tamaño de las cuatro cargas que se utilizaron



Figura 23. Fotografía Daniela Robles. Tipo de resina.



Esta resina es un polímero termoestable ([www.pinthor.com](http://www.pinthor.com)) que se endurece cuando se mezcla con un agente catalizador se trata de una reacción entre epíclorohidrina y bisfenol A.

## 7.6 PULIDO DE PLACAS DE ÓNIX.



Para pulir las placas (Figura 24), se utilizó una pulidora que trabaja con agua y una hoja de lija de bajo gramaje para evitar rallar la piedra.

Figura 24. Fotografía Daniela Robles. Abril del 2014. Pulido de una placa de ónix restaurada.

## 7.7 ABRILLANTADO DE PLACAS DE ÓNIX.



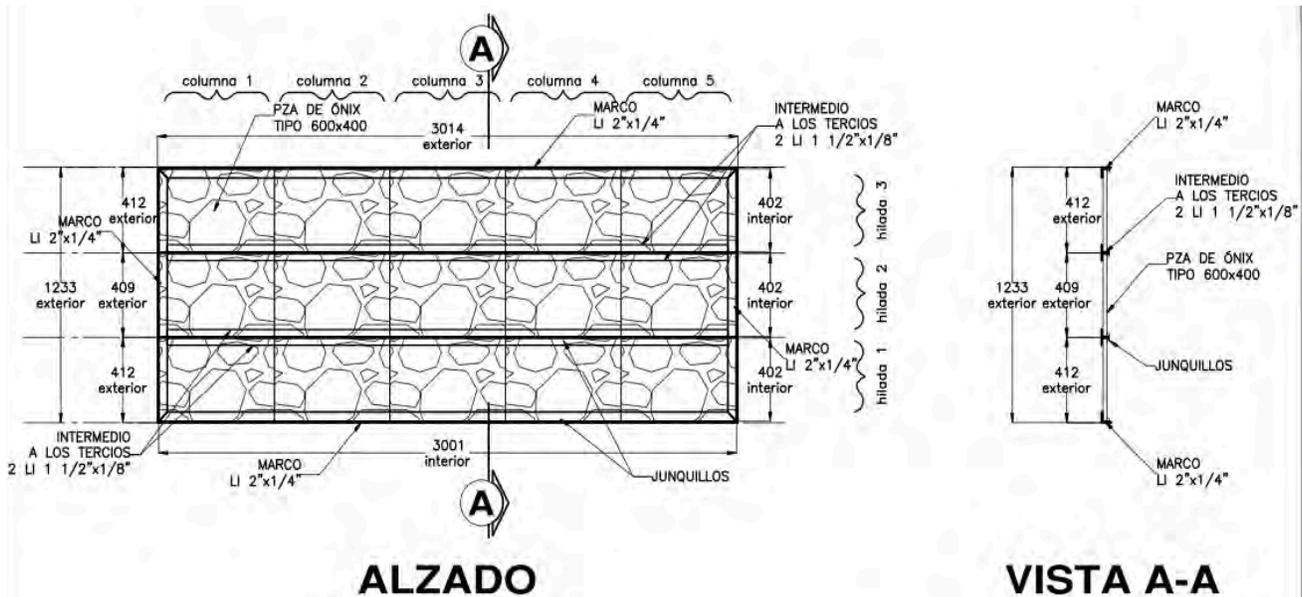
Se abrigantaron (Figura 25), las placas con la misma máquina pulidora solo que se le cambio la borla por una más suave y se utilizó una lija mucho más fina

Figura 25. Fotografía Daniela Robles. Abril del 2014. Abrillantado de una placa de ónix restaurada.

## 7.8 CANCELERÍA.

Es la estructura metálica que soportan las placas de ónix, está diseñada por dos elementos verticales de acero de 2" x 1/4" y dos horizontales de ángulos de 90° de acero de 1 1/2" x 1/8", dando como resultado 14 piezas horizontales que sujetan 5 placas de ónix cada una para conformar un módulo (Fig. 26).

Figura 26. Diseño original de la cancelería. Diseños de la Constructora PRYMO CONSTRUCCIONES S.A de C.V



## 7.9 ESTADO DE LA CANCELERIA.

Al simple vista observamos (Fig. 27 y 28), que presentaba un grado de oxidación severo, haciendo de ello una fachada insegura y confirmamos su deterioro al retirar las placas, éste está en los ángulos que soportan las placas de ónix, botaguas de las ventanas, louver superior debido al guano y al retirar los marcos de acero observamos que las columnas también presentan pérdida del elemento, cabe mencionar que el louver inferior se encuentra cubierto y en este proyecto se decidió descubrirlo para recuperar el diseño original.

Figura 27. Fotografía Daniela Robles. Noviembre 2013. Flamdeo de la cancelería de fachada poniente, guano en louver superior y descubrimiento de louver inferior.



Figura 27. Continuación de la Fotografía Daniela Robles. Noviembre 2013. Flambeo de la cancelería de fachada poniente, guano en louver superior y descubrimiento de louver inferior.



Figura 28. Fotografía Daniela Robles. Noviembre 2013. Oxidación de la cancelería.



Figura 28. Continuación de Fotografía Daniela Robles. Noviembre 2013.  
Oxidación de la cancelería.



#### **7.10 REPOSICIÓN DE LA CANCELERIA.**

La cancelería fue sustituida en su totalidad (Figura 29), conservando el mismo diseño, pero al quitar los marcos se observó daño en las columnas de lo cual hablaré más adelante. A continuación se presentan fotografías del diseño final de la cancelería.

Figura 29. Fotografía Daniela Robles Octubre 2014. Colocación de nueva cancelería



Figura 30. Descubrimiento de louver inferior que había sido tapado en intervenciones anteriores. Fotografía Daniela Robles Estrada, Julio 2014.



## 7.11 CALAS ESTRATIGRÁFICAS PARA LA OBTENCIÓN DEL COLOR ORIGINAL DE LA CANCLERÍA.

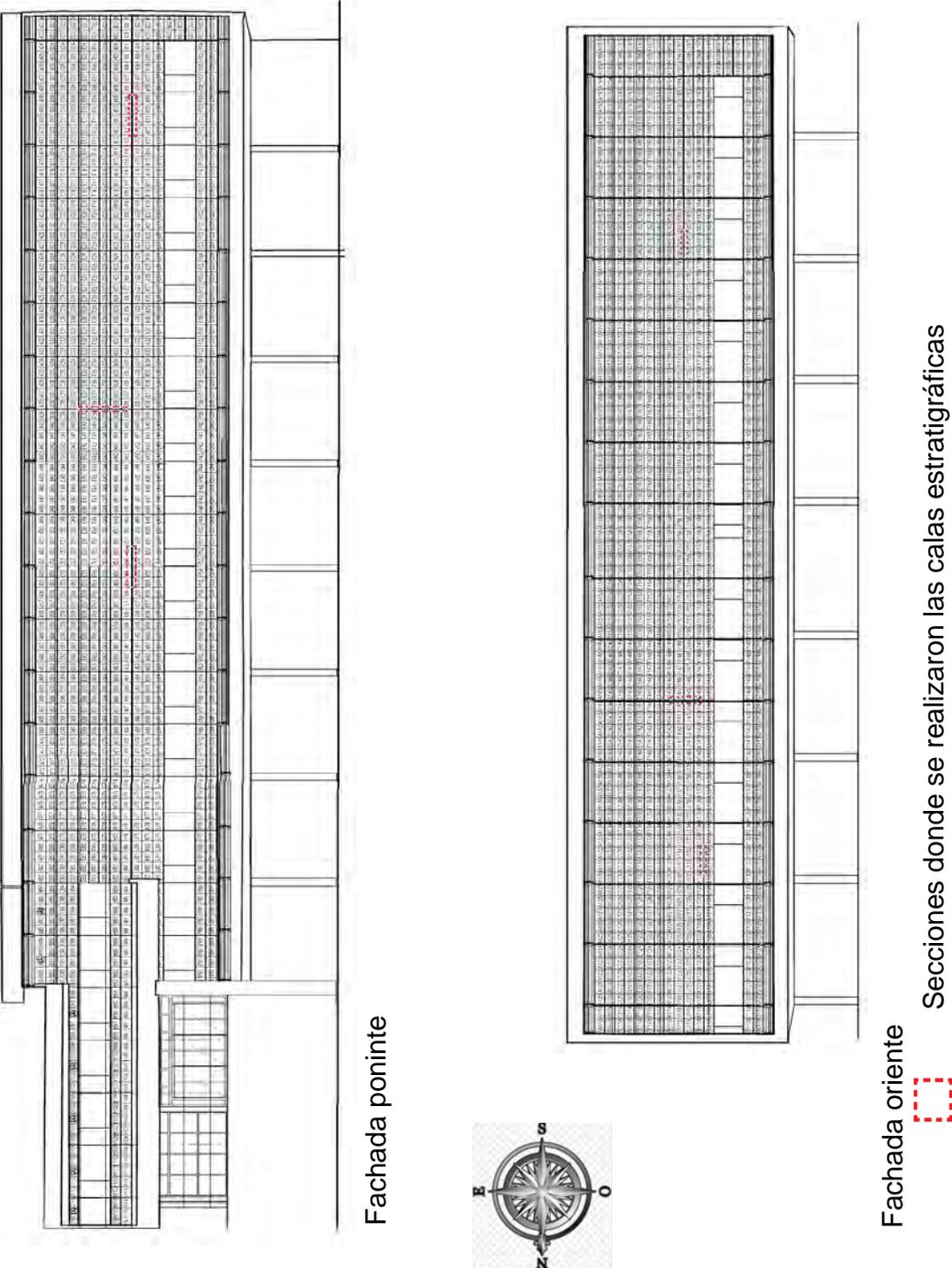
Un análisis que realizamos para saber el color original de la cancelería fue utilizando las calas estratigráficas<sup>5</sup> en diferentes áreas de la fachada. Se tuvo que realizar este estudio varias veces para demostrar una consistencia, ya que al efectuar la segunda cala se encontró diferente resultado (Fig. 31).



Figura 31. Parte de la cancelería en donde se realizaron las calas estatigráficas. A. bagueta que da al exterior, B. bagueta que da al ónix, C. ángulo que da al interior de la fachada, D. cara del ángulo que soporta el ónix. Imagen a la derecha, el número uno indica la capa más externa de pintura y el cinco la más interna.

<sup>5</sup> La elaboración de calas estratigráficas es una técnica analítica para la restauración que se aplica en la pintura, escultura, arquitectura, etc. Consiste en ir viendo las diferentes capas que componen a la misma, ya que se pueden encontrar diferentes estratos de pintura, sus aplanados y su soporte. De esta manera se puede conocer una mejor composición de todos los materiales constitutivos de la obra. Las calas se hacen por medio de la remoción de cada capa con diferentes métodos mecánicamente que consiste en abrasionar o remover puntualmente con ayuda de bisturí, hisopo seco rodado o de manera química, con ayuda de solventes aplicados con papetas o hisopo rodado, esto ayuda a controlar la penetración de los solventes utilizados. A lo largo de la práctica se harán diferentes pruebas con solventes como alcohol etílico e isopropílico, xilol, agua destilada, acetona, acetato de etililo y amilo, cada uno con propiedades diferentes en cuanto a polaridad, evaporación, penetración, etc. El propósito es abrir una "ventana" e ir retirando las capas de agentes extraños para llegar hasta la capa original, pero a la vez es dejar el testigo observable. Madrona, J. (2015) Vademecum del conservador. Terminología aplicada a la conservación del patrimonio cultural. Madrid, España: Editorial Tecnos (Grupo Anaya, S.A.).

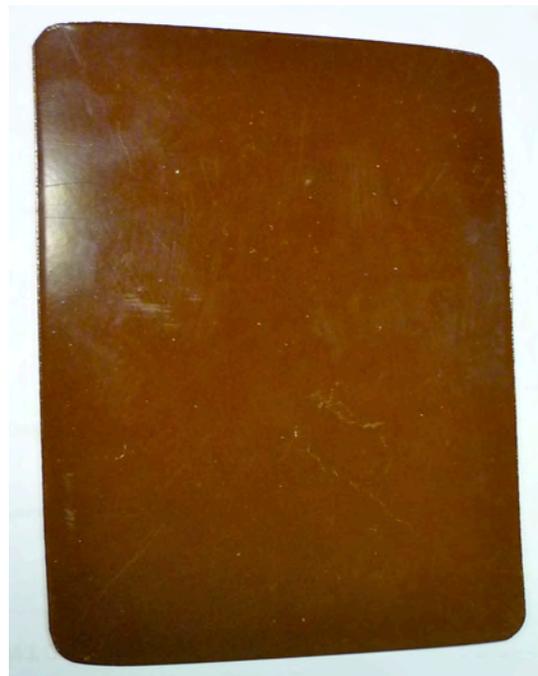
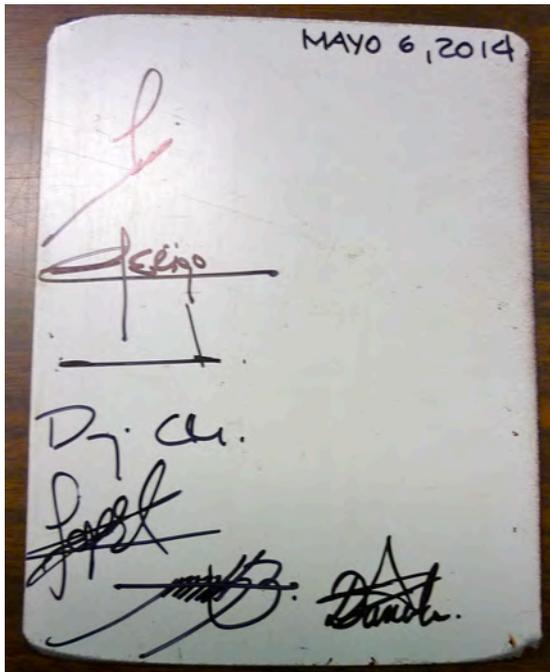
Figura 32. Ubicación de las calas estratigráficas



Se le dio sustento a lo demostrado con la investigación bibliográfica que se realizó sobre las obras de los años 50, del Arquitecto Mario Pani, siendo una constante el color café, como la Torre de Banobras, por ejemplo.

Por lo tanto se concluyó que el color de la cancelería era café y como referencia exacta de color se utilizó la escala del pantone<sup>6</sup> entre estos códigos de Pantone los números 4705C y 4695C (Fig. 33).

Figura 33. Fotografía Daniela Robles. Mayo 6 del 2014. Muestra de color final de la cancelería. Placas donde firman el INBA, Patrimonio Mundial, Dirección de Obras de la UNAM, constructora PRYMO S.A., supervisión externa Megarquitectos S.A



---

<sup>6</sup> Pantone Inc. es una empresa con sede en Carlstadt, Nueva Jersey (Estados Unidos), creador del Pantone Matching System, un sistema de identificación, comparación y comunicación del color para las artes gráficas.

Su sistema de definición cromática es el más reconocido y utilizado por lo que normalmente se llama Pantone al sistema de control de colores. Este modo de color a diferencia de los modos CMYK y RGB suele denominarse color sólido.

## 7.12 CALAS ESTRATIGRÁFICAS PARA LA OBTENCIÓN DEL COLOR ORIGINAL DEL MURO.

Para seguir con la misma metodología realizamos calas estratigráficas en el muro, en la fachada poniente para obtener el color original del mismo (Fig. 34 y 35).

Figura 34. Calas estratigráficas de la cornisa del muro de la fachada poniente.

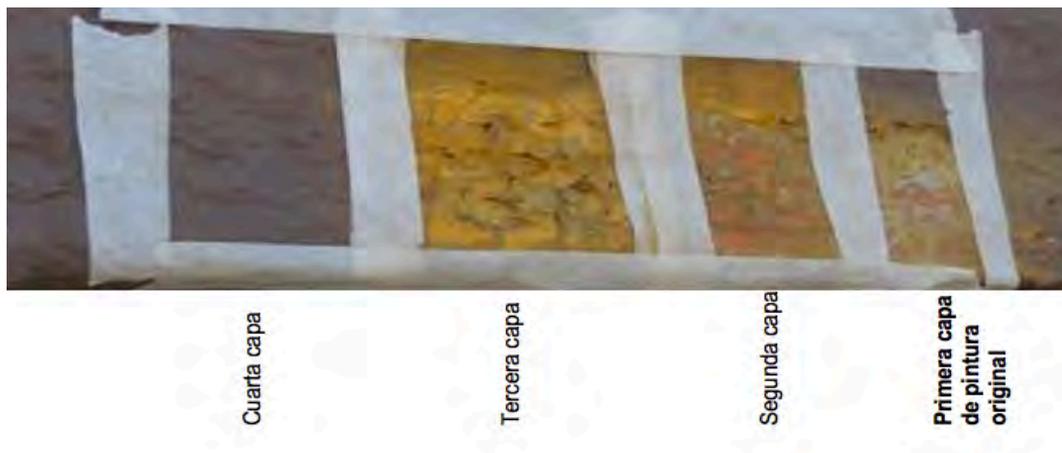


Figura 35. A la izquierda, capa de pintura de la cara que da a la cornisa<sup>7</sup>, a la derecha capa de pintura que da a la intemperie.



<sup>7</sup> Parte superior más saliente de la fachada de una edificación. Tiene como función principal evitar que el agua de lluvia incida directamente sobre el muro o se deslice por el mismo, además remata la fachada del edificio.

Observamos que el color original era amarillo mostaza lo que nos resultó lógico ya que el mural “El Pueblo a la Universidad y la Universidad al Pueblo”<sup>8</sup> del autor David Alfaro Siqueiros<sup>9</sup> que está en la fachada sur, las orillas de éste son del mismo color mostaza. Y se concluye que el color original es el número de Pantone 130C y 137PC.

---

<sup>8</sup> El mural: El Pueblo a la Universidad y la Universidad al Pueblo; “Se dice que Siqueiros propuso este título inspirado en el discurso del rector José Vasconcelos, quién dijo, no venía a trabajar para esta universidad, sino que venía a hacer que la universidad trabajara para el pueblo”. Comenta Adriana González Durán, guía certificada por la UNAM. Por esta razón, el artista Alfaro Siqueiros colocó en su mural a “un grupo de universitarios cada uno portando herramientas de sus actividades diarias y avanzando de oriente al poniente” esto con una intención especial, ya que “significa que avanza desde el centro del campus hacia el otro extremo donde podemos encontrar la Avenida de Los Insurgentes, es decir están saliendo de esta universidad para entregarle y devolverle al pueblo sus conocimientos” señala González Durán. Obra realizada en 1952- 1956, técnica escultopintura (estructuras metálicas cubiertas de concreto y detalladas con mosaico de vidrio).

<sup>9</sup> José de Jesús Alfaro Siqueiros nació en Chihuahua el 29 de Diciembre de 1896, pintor mexicano, estudió en la escuela de Bellas Artes, en 1914 se incorporó a la Revolución Mexicana y alcanzó el grado de coronel en el Ejército Constitucionalista, fue uno de los tres grandes muralistas.

Figura 36. Fotografía del mural del costado del mural de Siqueiros y Fachada poniente de Rectoría, se observa el color amarillo mostaza.



### 7.13 ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE COLUMNAS METÁLICAS QUE SOPORTAN LOS ÁNGULOS DE LAS PLACAS DE ÓNIX.

Como anteriormente se mencionó, las columnas presentaban pérdidas de elemento (Figura 37), así que se realizó una junta con el Departamento de Ingeniería y Estructuras de la UNAM donde se expuso el problema y se determinó colocar una placa en forma de grapa de acero A-36 de 3/8" de espesor x 4" que va desde la placa de la columna superior, hasta la columna inferior, fijada con cordón de soldadura (Figura 38). Se colocaron los cordones de soldadura de la columna, aplicando pasta automotiva dejando la superficie lisa y colocaron pintura de poliuretano (Figura 39).

Figura 37. Fotografía Daniela Robles. Muestras de pérdida de elementos metálicos.



Figura 38. Croquis explicativo de la reparación de las columnas

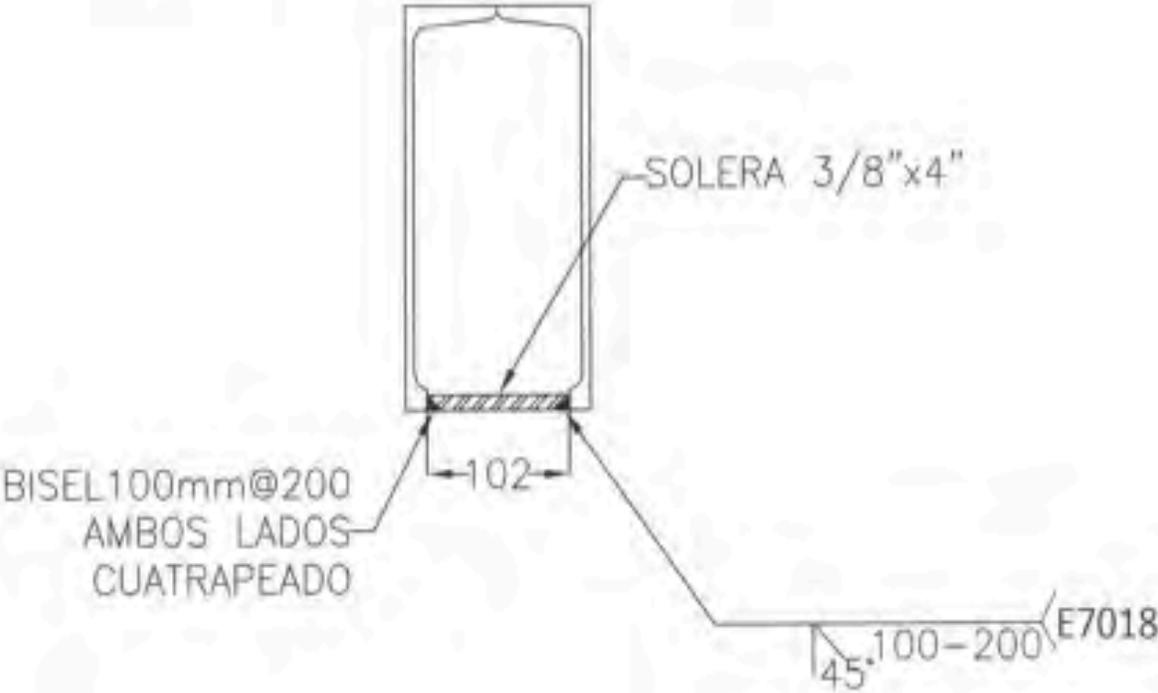
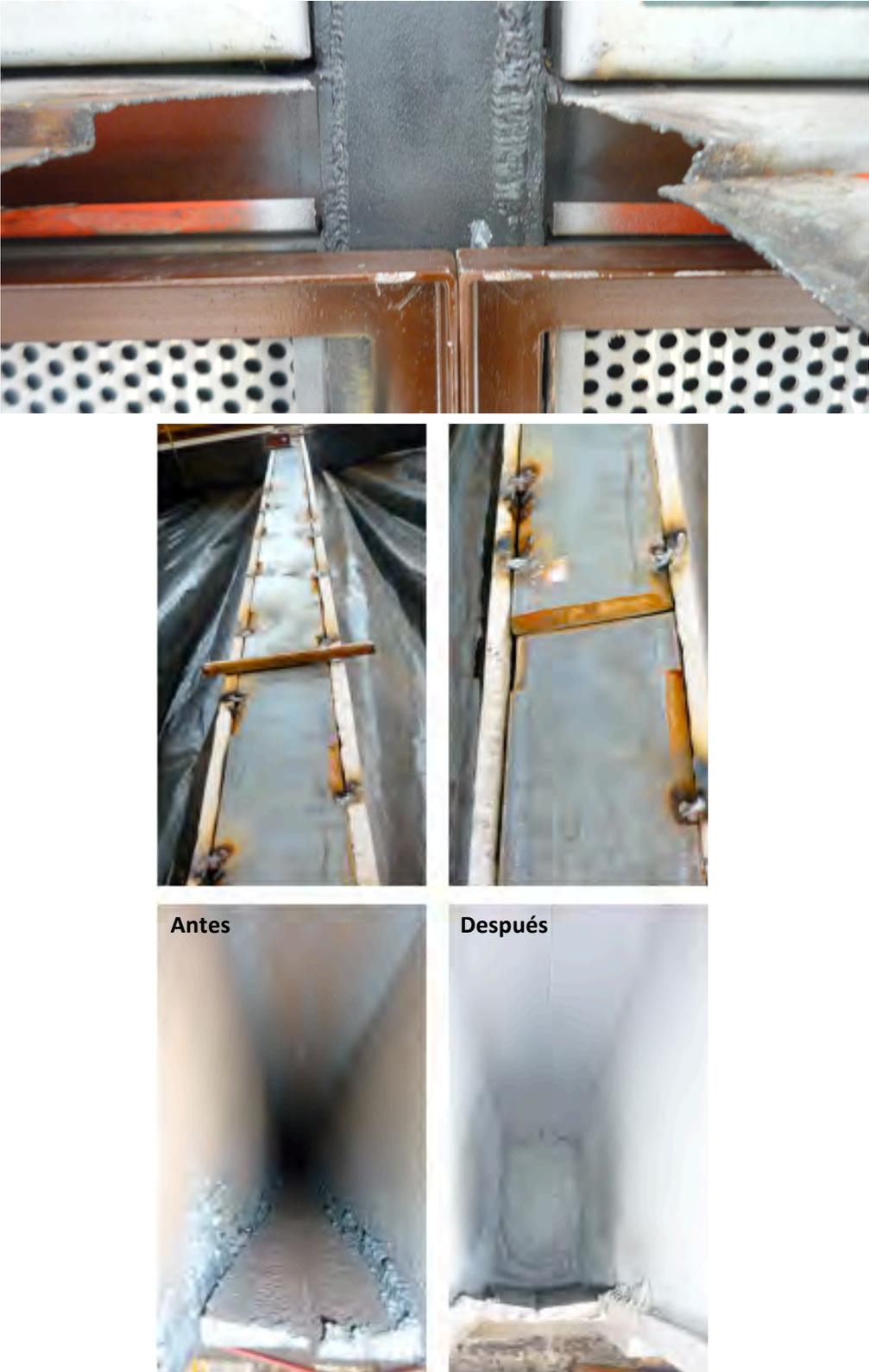


Figura 39. Fotografía Daniela Robles. Aplicación del croquis en la columna.



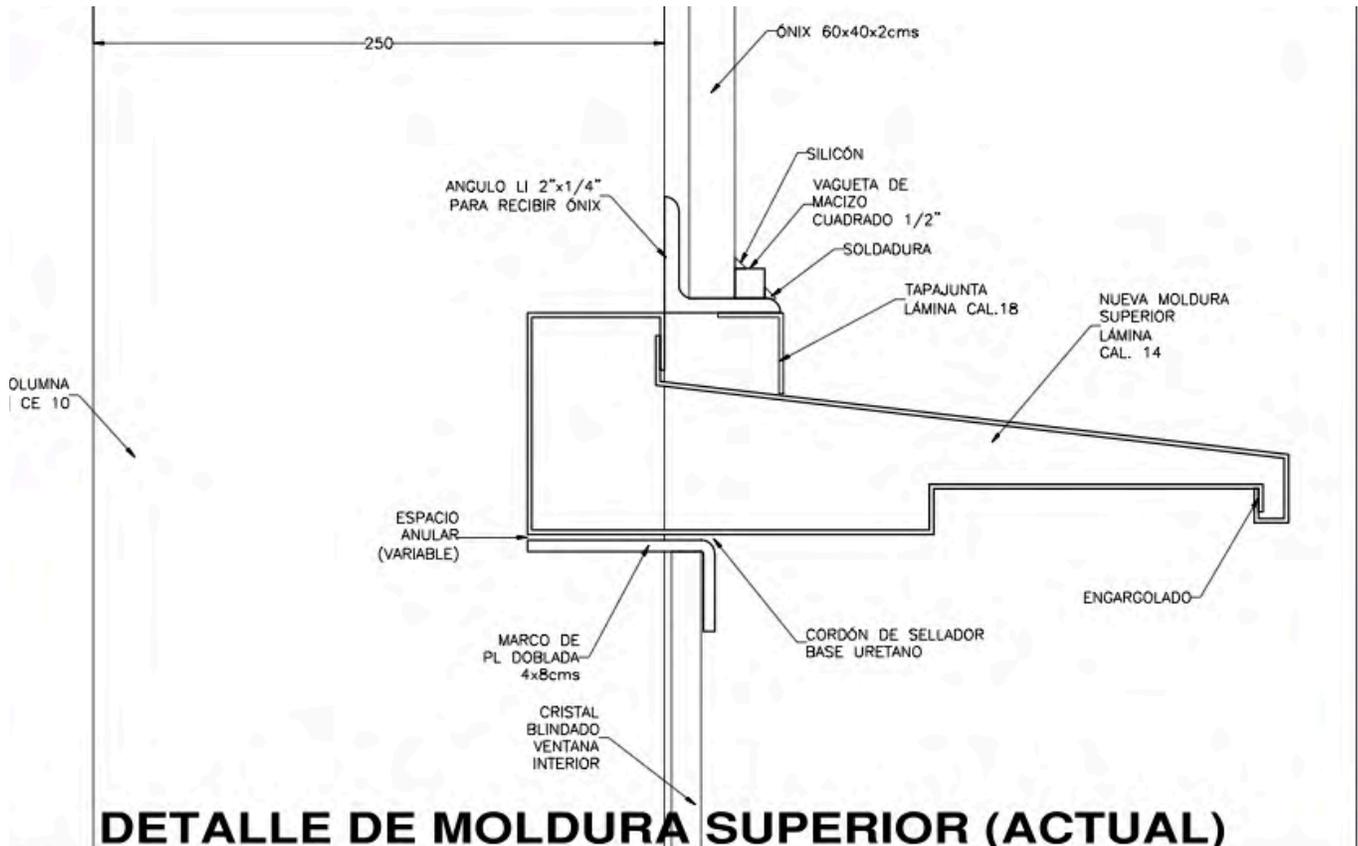
## 7.14 CAMBIO DE MOLDURAS DE BOTAGUAS.

En la investigación bibliográfica encontramos los planos de 1961, donde se alcanza a apreciar que las molduras de la ventana no son como las actuales asimismo están descubiertos los dos louvers. En el 2001 encontramos otro plano donde se muestra que se realizó una modificación en las ventanas colocándoles un tipo de persianas de tabletas horizontales y se presume que en el mismo año se colocó el concreto que tapó el louver inferior.

En la actualidad el botaguas tiene un diseño (Figura 40), donde las ventanas presentan corrosión y deterioro (Figura 41), por lo que en ellas también se realizaron calas estratigráficas, para saber el color original y analizar si coincidieron con la cancelería que soporta el ónix.

Figura 41. Realizado por la Constructora PRYMO CONSTRUCCIONES.

Levantamiento del botaguas superior e inferior, corte lateral.



Continuación de la Figura 40.

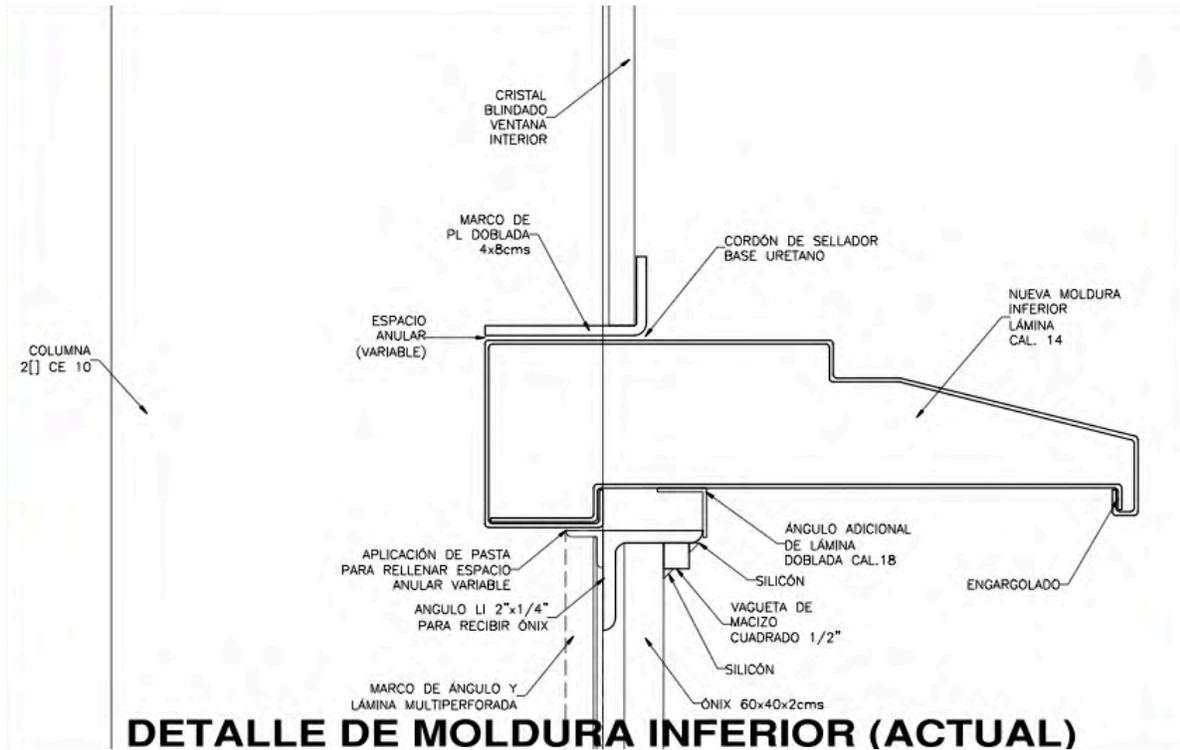


Figura 41. Fotografía Daniela Robles. Muestra de Corrosión de metal del botaguas y Cala estratigráfica de la moldura inferior de la ventana de la fachada poniente.





Figura 42. Fotografía Daniela Robles. Color de placas pos época

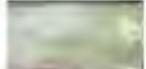
Como anteriormente expliqué las placas originales varían en tonos principalmente verdes, cremas, blancos con vetas marrones, pero en la totalidad de éstas existen placas de época posteriores que se detectaron por ser diferente en medidas, color y material ya que no permitían el paso de la luz (Figura 42), también expliqué que en el pasado hubo un

incidente que dio como resultado la pérdida de 140 placas de ónix en los módulos 10 y 11 asimismo, con el alcance de restauración se descartaron 144 placas solo en la fachada poniente ya que en la fachada oriente no se tuvieron pérdidas.

El principal reto de este proyecto fue homogeneizar las placas originales y las placas nuevas para que se preservara el diseño original, así que después de analizar varias muestras de ónix de diferentes bancos, se seleccionó un banco en Puebla para surtir todas las placas faltantes, así como también la adquisición de 100 placas más como repuestos.

Para lograr la homogeneidad de los módulos se comenzó por sustituir placas nuevas en todas las ubicaciones donde existían placas de épocas posteriores, después se colocaron placas nuevas mismas que no se restauraron debido al alcance que en el inciso 7.3.1 se mencionó. Después se realizó una metodología numérica donde se seleccionaron placas originales restauradas de los módulos 1 al 9 para abastecer al 10 y de los módulo 12 al 17 para conformar el módulo 11 y en aquellos espacios faltantes se colocaron placas nuevas. Cabe mencionar que cada placa nueva fue inspeccionada especialmente por su tipo de veta y color para un lugar en específico, tomada esta decisión se entregaba a la constructora y supervisión externa una tabla donde se indicaba el número de placa nueva y la ubicación final con foto de cada placa para saber exactamente su posición (Tabla 2).

Tabla 2. Selección e identificación de placas nuevas y ubicación final en los módulos. A continuación, se muestra una relación del diseño final.

No.	Identificación de placas nuevas	Ubicación final de las placas nuevas	Imagen
1	20	003A	
2	06	002B	
3	02	003B	
4	22	003C	
5	16	003D	
6	18	002M	
7	13	003L	
8	03	003M	
9	23	003O	
10	04	002Q	
11	01	003Q	

## 8. ACOMODO DE PLACAS NUEVAS Y REUBICACION DE PLACAS ORIGINALES EN MODULOS 10 Y 11.

En el año 2012 el personal de Rectoría se percató de que la cancelería de los módulos 10 y 11 estaba muy deteriorada y podría ocasionar un peligro, debido a esto se le avisó a la Dirección General de Obras de la UNAM, cuyo dictamen final fue el retiro y pérdida de 140 placas de los módulos 10 y 11.

Por ello se realizó la restauración integral del cuerpo horizontal bajo la Torre de Rectoría. Para subsanar el faltante de 140 placas, la UNAM decidió colocar una manta mesh con una imagen de las placas de ónix (Figura 43).

Figura 43. Fotografía Daniela Robles. Lona mesh en módulos 10 y 11 de la Fachada Poniente.



Esto representó un problema ya que se debía reabastecer con placas nuevas, pero al colocar solo placas nuevas en ambos módulos la estética original del diseño resultaba en una obvia intervención, y como hemos platicado con

anterioridad, en los conceptos de restauración existen dos vertientes; la primera, donde la intervención en la obra debe de ser notoria para plasmar el paso del tiempo y poder identificar lo original de lo restaurado; la segunda es que la intervención no sea notoria. Así que en este proyecto la UNAM, el CRECROPAM, y Patrimonio Cultural decidió que la restauración no se notara.

Tuvimos entonces que implementar un método de reubicación de ciertas placas originales (Figura 44), para nueva colocación en los módulos faltantes y después reabastecer con placas nuevas para tener un diseño óptico homogéneo, como se indicó anteriormente (inciso 7.14). Esto se notificó a la constructora con boletines de obra:



México, D.F. a 05 de Abril del 2014

**BOLETIN DE RESTAURACIÓN No. 03**  
**REUBICACIÓN DE LAS PLACAS NUEVAS Y PLACAS ORIGINALES**

Debido a la necesidad de reacomodar las placas originales para suministrar el bloque 10 se propuso el siguiente acomodo:

**Tabla 1.** Acomodo de 30 placas de ónix originales seleccionadas de los módulos 1 al 8 para suministrar el módulo 10. de la fachada poniente del cuerpo bajo la torre de Rectoría de Ciudad Universitaria.

FILA	MÓDULO								TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Retiro de placas originales para reubicación en el módulo 10								
A						1	1		2
B				1			1	1	3
C							1	1	2
D	1				1	1			3
E					1	1			2
F						1		2	3
G				1				1	2
H					1	1		1	3
I					1		1		2
J							3		3
K				2					2
L		1					2		3
<b>Total de retiro de placas originales reubicadas al módulo 10</b>	1	1		4	4	5	9	6	30
<b>No Restauradas</b>	9	11	12	9	8	7	4	5	65
<b>Total de retiro de placas originales y reubicadas por modulo</b>	10	12	12	13	12	12	13	11	95

**Ejemplo:** Del módulo 1 Fila D se seleccionó una placa de ónix original y se reubicó en el módulo 10.

**Nota:** Cabe mencionar que las placas nuevas para reabastecer en el módulo 10 se hará una previa selección de color y veta para su aprobación.



DE ACTIVIDADES  
ACADÉMICAS EN LA  
CIUDAD UNIVERSITARIA

**DIRECCIÓN GENERAL DE OBRAS Y  
CONSERVACIÓN**

**DIRECCIÓN DE  
CONSERVACIÓN**

**Tabla 2.** Coordenadas de 30 placas de ónix originales seleccionadas de los módulos 1 al 8 para suministrar el módulo 10.

FILA	Número de placas requeridas por fila	Coordenadas y módulo de placas de ónix originales seleccionadas para ser reubicadas (módulo 1-8)			Nuevas Coordenadas de placas de ónix primeramente seleccionadas y ubicadas en el módulo 10		
<b>A</b>	2	A32-7		A26-6	A47-10		A45-10
<b>B</b>	3	B33-7	B16-6	B34-8	B48-10	B46-10	B44-10
<b>C</b>	2	C36-8		C32-7	C47-10		C45-10
<b>D</b>	3	D03-1	D26-6	D19-5	D48-10	D46-10	D44-10
<b>E</b>	2	E27-6		E21-5	E47-10		E45-10
<b>F</b>	3	F38-8	F36-8	F24-6	F48-10	F46-10	F44-10
<b>G</b>	2	G35-8		G17-4	G47-10		G45-10
<b>H</b>	3	H23-5	H26-6	H34-8	H48-10	H46-10	H44-10
<b>I</b>	2	I32-7		I21-5	I47-10		I45-10
<b>J</b>	3	J33-7	J31-7	J29-7	J48-10	J46-10	J44-10
<b>K</b>	2	K17-2		K15-4	K47-10		K45-10
<b>L</b>	3	L33-7	L07-2	L29-7	L48-10	L46-10	L44-10
<b>Total de placas requeridas</b>	30	12	6	12	12	6	12

Ejemplo: La J33-7, donde J es la Fila, 33 es la columna, -7 referente al módulo se reubicará a J48-10.



Tabla 3. Ejemplo de reubicación de 3 placas del módulo 7 reubicadas al módulo 10; donde J33-7 se reubicará en J48-10, J31-7 se reubicará en J46-10, J29-7 se reubicará en J44-10.

Módulo 10					Módulo 7					FILA
48	47	46	45	44	33	32	31	30	29	
										A
										B
										C
										D
							X	X		E
										F
							X			G
								P		H
										I
										J
										K
										L
										M
										N
										O
										P
										Q
30					4					Total de placas nuevas
30					9					Total de placas reubicadas
60					13					Total de placas nuevas por módulo

Simbología	Placas
X	DESECHADAS
P	POS-ÉPOCA
	SELECCIÓN DE PLACAS A REUBICAR EN EL MÓDULO 10
	DESTINO FINAL EN MÓDULO 10 DE LA SELECCIÓN DE PLACAS
	SUSTITUCIÓN CON PLACAS NUEVAS
	EJEMPLO DE SELECCIÓN DE PLACAS A REUBICAR EN EL MÓDULO 10
	EJEMPLO DESTINO FINAL EN MÓDULO 10 DE LA SELECCIÓN DE PLACAS



México, D.F. a 05 de Agosto de 2014

**BOLETIN DE RESTAURACIÓN No. 10**  
**REUBICACIÓN DE LAS PLACAS NUEVAS Y PLACAS ORIGINALES**

Debido a la necesidad de reacomodar las placas originales para suministrar el bloque 11 se propuso el siguiente acomodo:

**Tabla 1.** Acomodo de 30 placas de ónix originales seleccionadas de los módulos 1 al 8 para suministrar el módulo 10 de la fachada poniente del cuerpo bajo la torre de Rectoría de Ciudad Universitaria.

FILA	MÓDULO								TOTAL
	9	11	12	13	14	15	16	17	
	Retiro de placas originales para reubicación en el módulo 11								
A			1				1		2
B			1		2				3
C			1	1		1	1	1	5
D	1								1
E					1	1	1	1	4
F				1		1			2
G				1					1
H	1					1	1		3
I				1				1	2
J			1					1	2
K	1			1	2				4
L			1	1				1	3
<b>Total de retiro de placas originales reubicadas al módulo 11</b>	3	33	6	6	5	1	4	5	63
<b>No Restauradas</b>	1	0	3	0	2	4	0	2	32
<b>Total de retiro de placas originales y reubicadas por modulo</b>	4	33	9	6	7	5	4	7	95

**Ejemplo:** Del módulo 1 Fila D se seleccionó una placa de ónix original y se reubicó en el módulo 11.

**Nota:** Cabe mencionar que la selección de las placas nuevas para reabastecer en el módulo 11, se hará una previa selección de color y veta para su aprobación.



DE ACTIVIDADES  
ACADÉMICAS EN LA  
CIUDAD UNIVERSITARIA

**Tabla 2.** Coordenadas de 32 placas de ónix originales seleccionadas de los módulos 1 al 8 para suministrar el módulo 11.

FILA	Número de placas requeridas por fila	Coordenadas y módulo de placas de ónix originales seleccionadas para ser reubicadas (módulo 1-8)			Nuevas Coordenadas de placas de ónix primeramente seleccionadas y ubicadas en el módulo 10		
A	2	A54-12		A26-6	A47-10		A45-10
B	3	A77-16	B16-6	B34-8	B48-10	B46-10	B44-10
C	5	C36-8		C32-7	C47-10		C45-10
D	1	D03-1	D26-6	D19-5	D48-10	D46-10	D44-10
E	4	E27-6		E21-5	E47-10		E45-10
F	2	F38-8	F36-8	F24-6	F48-10	F46-10	F44-10
G	1	G35-8		G17-4	G47-10		G45-10
H	3	H23-5	H26-6	H34-8	H48-10	H46-10	H44-10
I	2	I32-7		I21-5	I47-10		I45-10
J	2	J33-7	J31-7	J29-7	J48-10	J46-10	J44-10
K	4	K17-2		K15-4	K47-10		K45-10
L	3	L33-7	L07-2	L29-7	L48-10	L46-10	L44-10
<b>Total de placas requeridas</b>	63	12	6	12	12	6	12

Ejemplo: La J33-7, donde J es la Fila, 33 es la columna, -7 referente al módulo se reubicará a J48-10.



DE ACTIVIDADES  
ACADÉMICAS EN LA  
CIUDAD UNIVERSITARIA

Tabla 3. Ejemplo de reubicación de 3 placas del módulo 7 reubicadas al módulo 10; donde J33-7 se reubicará en J48-10, J31-7 se reubicará en J46-10, J29-7 se reubicará en J44-10.

Módulo 10					Módulo 7					FILA
48	47	46	45	44	33	32	31	30	29	
										A
										B
										C
										D
							X	X		E
							X			F
								P		G
										H
										I
										J
										K
										L
										M
										N
										O
										P
										Q
30					4					<b>Total de placas nuevas</b>
30					9					<b>Total de placas reubicadas</b>
60					13					<b>Total de placas nuevas por módulo</b>

Simbología	Placas
X	DESECHADAS
P	POS-ÉPOCA
	SELECCIÓN DE PLACAS A REUBICAR EN EL MÓDULO 10
	DESTINO FINAL EN MÓDULO 10 DE LA SELECCIÓN DE PLACAS
	SUSTITUCIÓN CON PLACAS NUEVAS
	EJEMPLO DE SELECCIÓN DE PLACAS A REUBICAR EN EL MÓDULO 10
	EJEMPLO DESTINO FINAL EN MÓDULO 10 DE LA SELECCIÓN DE PLACAS

Esto con la finalidad de ser lo suficientemente clara para la colocación de las placas.

Con el avance de la restauración fue más fácil predecir los colores de las placas que debería tener la primera columna del módulo 10, ya que se tenía la fotografía de cada placa del módulo 9 que era el anterior, y se presentó una mayor dificultad para reconstituir el módulo 10, porque se tenía que restaurar los módulos 11 al 17 para saber las pérdidas de placas, y las placas pos época y tener la certeza de los colores ya que al ser un diseño bastante homogéneo en el color de las placas, se tomó precisa atención para lograr una apariencia óptica homogénea.

Con objeto de tener un mejor control de la identificación y ubicación de las placas se colocó en cada una su numeración y coordenada por número de fila, columna y fachada (Figura 44).

Figura 44. Fotografía Daniela Robles. Colocación de coordenadas de las placas.



Logrando entonces el siguiente mapa de ubicación de placas:



## 9. CONCLUSIONES

Se terminó la restauración del Cuerpo Bajo de la Torre de Rectoría el día 22 de febrero de 2016 con las placas nuevas de ónix y placas restauradas, de toda la cancelería tanto de los ángulos que soportan las placas de ónix así como del botagua, y louvers superior e inferior; se pintó el concreto de su color original (amarillo mostaza) y se colocaron mallas protectoras en los louvers, así como un sistema de cables en el concreto superior e inferior para evitar la anidación de las aves.

Se concretó la conservación y restauración de una obra arquitectónica donde el Rector ejerce sus funciones como máxima autoridad académica y representante legal de nuestra Universidad. A este trabajo de restauración se le dio un enfoque químico, mismo que ha quedado registrado en los documentos de la Dirección General de Obras de la UNAM y en la presente Tesina para que en un futuro, si fuera necesario darle mantenimiento a la obra, los nuevos profesionistas puedan hacer una reproducibilidad y/o mejorar las técnicas empleadas que aquí se expusieron.

Finalmente, se puede confirmar que el conocimiento de la química y su aplicación es fundamental en las técnicas de trabajo de Conservación y Restauración de obras de arte que son patrimonio mundial como este edificio.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

Alberti N., *IR-Theory and Practice of Infrared Spectroscopy*, Plenum/Roseta, and York, 1983.

Archivo Fotográfico, Manuel Toussaint, Instituto de Investigaciones Estéticas, Serie Construcción de la Ciudad Universitaria; 1950-1953, Fotógrafo: Saúl Molina.

Archivo Histórico de la UNAM, Banco de imágenes: Colección Universidad, sección Construcción de la Ciudad Universitaria. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad. Sin fecha

Archivo Histórico de la UNAM, Banco de imágenes: Colección Universidad, sección Edificios Antiguos. Instituto de Investigaciones sobre la Universidad.

Brandi Cesare. *Teoría de la Restauración*, Madrid, Alianza, 2008, 152 págs. ISBN 9788420641386

*Carta de Atenas*, resolución 2a. Página web: <http://el-patrimonio-para-el-movimiento-moderno-carta-de-ateas/>

*Carta Internacional de la Restauración en Carta de Venecia*, México-Venecia, SEP-INAH, Congreso Internacional de Arquitectos y Técnicos de Monumentos Históricos 1966

Cumberland Donald R, Jr. *Conserve or Gram*. Number 1,4. Museum Specialist Curatorial services division National Park service Harpers Ferry, West Virginia 25425, July 1993.

Günzler y Gremlich. *IR Spectroscopy, an introducción*. Wiley- VCH, 2002.

Harper Charles A; Edward M. Petrie X. *Plastics Materials and Processes: A Concise Encyclopedia*. John Wiley & Sons. p. 9.10 de Octubre 2003.

[http://ipce.mcu.es/pdfs/1967\\_Carta\\_de\\_QUITO.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1967_Carta_de_QUITO.pdf) (consultada en enero 2017)

[http://ipce.mcu.es/pdfs/1975\\_Declaracion\\_Amsterdam.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1975_Declaracion_Amsterdam.pdf) (consultada en enero 2017)

[http://ipce.mcu.es/pdfs/1987\\_Carta\\_BienesMuebles-Italia.pdf](http://ipce.mcu.es/pdfs/1987_Carta_BienesMuebles-Italia.pdf) (consultada en enero 2017)

<http://pslc.ws/macrog/epoxy.htm> (consultada en marzo 2017)

<http://www.fundaciónunam.org.mx> (consultada en octubre 2017)

<http://www.mcu.es/patrimonio/docs/MC/IPHE/Biblioteca/VENECIA.pdf>  
(consultada en enero 2017)

<http://www.pinthor.com> (consultada en mayo 2017)

<http://www.saber.es/web/biblioteca/libros/la-catedral-de-leon-el-sueno-de-la-razon/html/pdf/g2.pdf> (consultada en febrero 2017)

Keller R., J. M. Mermet, M. Otto and H. Widmer (ed). *Analytical Chemistry*, John Wiley & Sons, New York, 2008.

*Lineamientos y limitaciones en la conservación: pasado y futuro del patrimonio*, Edición a cargo de Diana Magaloni, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas, 2005, ISBN 970-32-1388-X

Norris K. H., *Multivariate analysis of raw materials, in Chemistry and World Food Supplies: the New Frontiers*, Chemarawn II L.W. Shemilt ed. Pergamon Press, Oxford, 1993.

Phenix, A. 1992. *Solvents for Paraloid B-72*. Conservation News 48:21-3.

Philip Stein, Siqueiros New York: Internacional Publishers, 1994. 14-16

Rubinson K. A. and J. F. Rubinson *Análisis instrumental*, Prentice Hall, Madrid, 2001.

Ruskin John. *Las siete lámparas de la arquitectura*, editorial Coyocán, 2006, pág. 197.

Schrader B, *Infrared and Raman Spectroscopy*, VCH, New York, 1995.

Villagrán García, José. *Arquitectura y Restauración de monumentos*, México, INAH Publicaciones de Churubusco, 1977 pág. 27

Viollet le Duc Eugène, *Dictionnaire raisonné de l'architecture française*, París, Librairies Imprimeries Resinies, 1889, vol XVIII.

## 11. FOTOGRAFÍAS

1. Fotografía Daniela Robles. Equipo de Restauración de la empresa PRYMO CONSTRUCCIONES SA de CV. De izquierda a derecha Ricardo Silvestre técnico especialista (3); Armando restaurador (7); Mónica Mora técnico especialista (4); María Elena Estrada Zambrano restauradora (6); Irene Gutiérrez Rivas restauradora (11).



2. Fotografía Daniela Robles. De izquierda a derecha Mónica Mora técnico especialista; y las restauradoras María Elena Estrada Zambrano, Irene Gutiérrez Rivas y Lucía Macías.



3. Fotografía Daniela Robles. Un día normal en el taller ubicado en el espejo de agua de la fachada poniente de la Torre de Rectoría.



4. Fotografía Daniela Robles. Colocación de placas restauradas en los módulos de la fachada poniente.



5. Fotografía Daniela Robles. Colocación del marco en los ángulos.



6. Fotografía Daniela Robles. Colocación de sellador en las juntas de cada placa para evitar la filtración de agua.



7. Fotografía Daniela Robles. Izquierda, fijación de los marcos. Derecha, vista desde el interior de la fachada poniente en la colocación de las placas de ónix.



8. Fotografía Daniela Robles. Fachada poniente del cuerpo horizontal bajo de la Torre de Rectoría, septiembre 2014.



10. Torre de Rectoría, Archivo de Investigaciones Estéticas de la UNAM.



11. Torre de Rectoría, Archivo de Investigaciones Estéticas de la UNAM.

