

CLAVE C&R
CONSERVACIÓN & RESTAURACIÓN

INFORME DE LA RESTAURACIÓN DEL EMBLEMA DE BRONCE DE LA CIUDAD DE GUADALAJARA

Guadalajara, Jalisco 14 de febrero de 2021



Contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
II.	IDENTIFICACION DE LA OBRA Y DESCRIPCIÓN FORMAL	5
III.	TÉCNICA DE FACTURA.....	7
IV.	ESTADO DE CONSERVACIÓN Y DIAGNÓSTICO	9
V.	PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	23
VI.	PROCESOS REALIZADOS.....	25
VII.	CONSERVACIÓN PREVENTIVA.....	62

I. INTRODUCCIÓN

El presente documento reporta la intervención realizada al Emblema de la ciudad de Guadalajara, un elemento escultórico en bronce, hierro y aluminio, ubicado sobre la fuente que se desplanta en la anteriormente llamada “Plaza de los Laureles”, actualmente “Plaza Guadalajara”.

Fue gracias a la rehabilitación de este espacio, la cual estuvo a cargo de la empresa DECOGSA CONSTRUCCIONES SA de CV, que se pudo tener un acercamiento al elemento escultórico, en donde personas de Obras Públicas realizó calas de inspección en donde se pudo constatar que se trataba de un elemento metálico en un regular estado de conservación, y que contaba con la aplicación de varias capas de pintura que evitaban el poder apreciar la calidad plástica y estética del bien. Fue por esta razón que se tuvo la sensibilidad por parte del Ayuntamiento de contratar a CLAVE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN, empresa especializada en la intervención de bienes con carácter patrimonial y cultural que comenzó los trabajos el día 18 de enero para finalizar el día 3 de febrero del 2021.

La restauración consistió, entre otros procesos, en la eliminación de las capas de pintura, de corrosión activa, aplicación de pátina estable y la protección de todo el elemento con un recubrimiento transparente de alta resistencia.

A lo largo de este texto se encontrará la información general del objeto escultórico, la descripción de la técnica de factura, un detallado estudio sobre el estado de conservación que manifestaba, sobre todo en lo relativo a comprender los mecanismos que propiciaron la corrosión del metal, la propuesta de intervención, los procesos realizados, y los cambios a la propuesta original debido a condiciones encontradas a lo largo de la restauración.

La información se acompaña de imágenes y fotografías que reportan lo encontrado, así como los esquemas de deterioro y procesos elaborados como parte de este proyecto.

En el capítulo VIII, Conservación Preventiva, el lector encontrará las recomendaciones a corto, mediano y largo plazo, relativas sobre todo al mantenimiento del recubrimiento aplicado, mismas que de seguirse, lograrán que las condiciones de conservación logradas en la intervención del 2021 perduren por mucho tiempo sin menoscabo de la información y características materiales, históricas de este objeto que es la representación tridimensional de la heráldica de la Ciudad, logrando un conjunto armónico con el entorno urbano del primer cuadro.

II. IDENTIFICACION DE LA OBRA Y DESCRIPCIÓN FORMAL

Al centro de la llamada Plaza de los Laureles, frente a la Catedral de Guadalajara, se puede observar una fuente, diseñada probablemente por el Arq. Ignacio Díaz Morales, quien a mediados del siglo XX, con el objetivo de modernizar la ciudad inicio un proyecto de creación de espacios abiertos, conformando lo que ahora se conoce como la Cruz de Plazas. La plaza en donde se encuentra la fuente, se ubica hacia el poniente, en la cabecera de la cruz latina. Hacia el sur se encuentra la Plaza de Armas, el único espacio preexistente, al norte se creó la Rotonda de los jaliscienses ilustres y hacia el oriente la plaza de la Liberación.

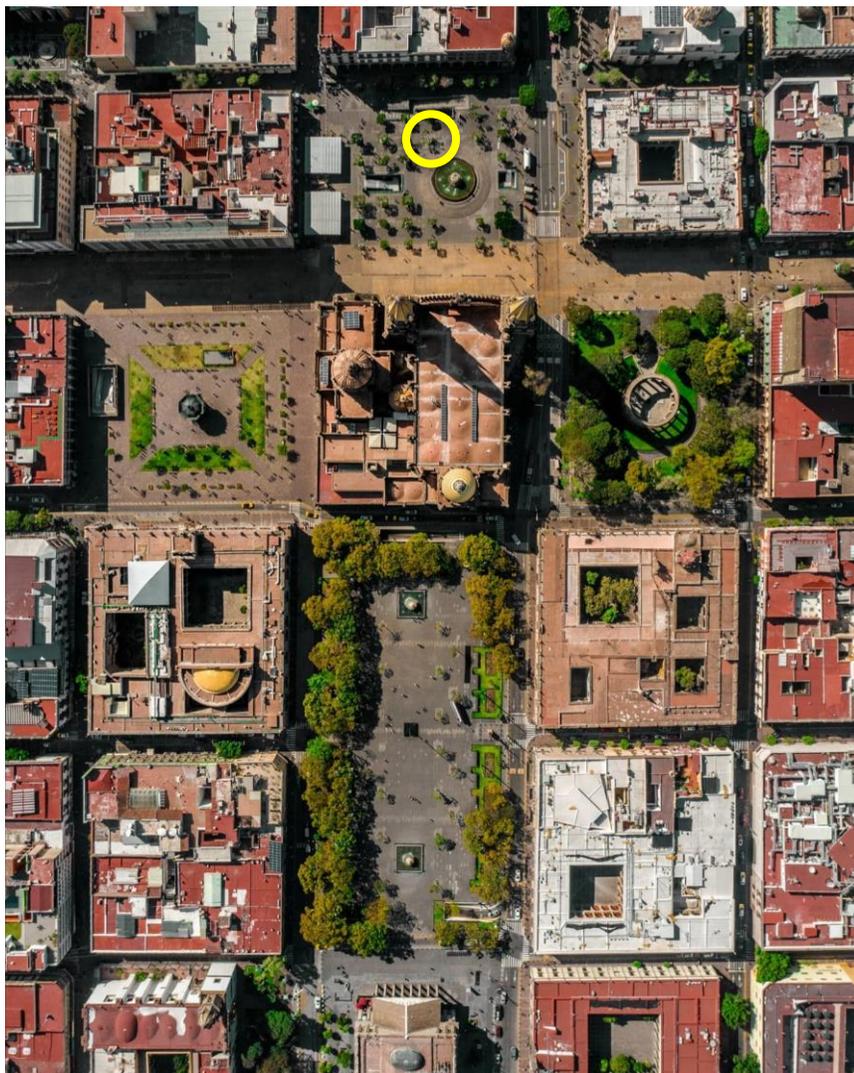
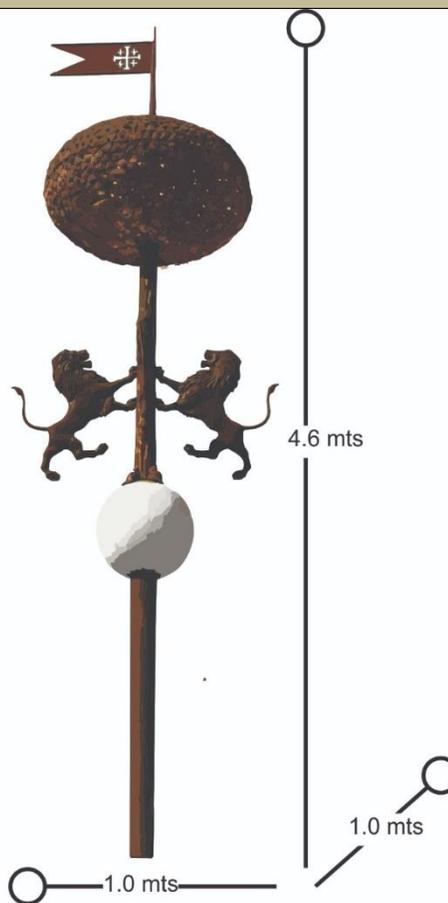


Imagen tomada de <https://www.facebook.com/guadalajara/posts/2591269941157129>, en donde dentro del círculo se señala la ubicación de la fuente en la cruz de plazas.

El emblema de la ciudad está sobre la fuente diseñada por Díaz Morales y se sostiene al centro, sobre un fuste de hierro que la eleva aproximadamente 4 metros. La fuente está realizada en piedra y el vaso cilíndrico se recubre de mármol color marfil y café claro. En la base del vaso se desplantan cuatro conchas que distribuyen el agua hacia la fosa general que tiene una planta circular.

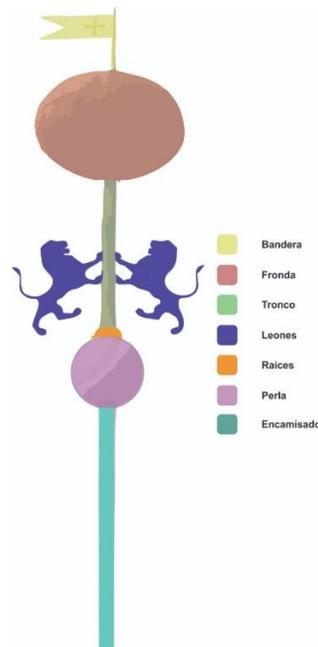
DATOS GENERALES



Nombre de la obra	Emblema de la ciudad de Guadalajara
Época	Aproximadamente 1950
Medidas	4.6 x 1 x 1 mts
Materiales constitutivos	Bronce, hierro, aluminio.

III. TÉCNICA DE FACTURA

La escultura se encuentra compuesta por siete elementos montados sobre un poste o soporte de hierro que se desplanta desde el fondo en el centro del vaso y al ganar altura disminuye su diámetro:



Los componentes y técnicas de factura utilizados para dar forma a cada uno de estos elementos se describen a continuación.

Banderín

El banderín fue realizado a partir de una lámina de hierro sobre la cual se calaron las cruces características del escudo de Guadalajara. Dicha lámina se fijó a un elemento de bronce de forma cónica pasándolo y doblándolo por una hendidura. Este elemento cónico fue colocado a presión sobre la punta del poste de hierro.

Fronda

La fronda fue hecha a través de bronce colado posiblemente en molde de arena. Para conformarlo, el artista dividió la forma escultórica en dieciséis partes o gajos, que posteriormente unió con a través de cordones de soldadura de aportación. Es importante hacer notar que la fronda se sostiene a la escultura por dos mecanismos: a través de un anillo de hierro soldado al cuerpo de bronce, y descansando gran parte de su peso sobre el tronco.

Tronco y raíces

Al igual que la fronda, el tronco y las raíces del árbol fueron realizados a partir de bronce vaciado en molde de arena. En el caso el tronco, la forma fue fundida en dos partes unidas a través de soldadura y fijadas al fuste a través de tornillos. Las raíces por su parte, fueron coladas en una sola pieza y unidas al fuste a través de tornillos de hierro.

Leones

Para dar forma a los leones, el artista empleó la misma técnica que en el tronco: dos partes de bronce colado en molde de arena unidas por soldadura. Los cuatro leones se fijaron a través de tornillos localizados en las patas delanteras de las figuras. Su textura es lisa y en algunos puntos de la melena el artista intentó conferirle un poco de textura haciendo algunas hendiduras o rayados, pero no prosiguió en todas las zonas.

Perla

La perla está conformada por una esfera hueca de aluminio, realizada a través de maquinado. Dado que no se observaron puntos de soldadura, este elemento pudo haberse integrado a la escultura introduciéndolo por la parte superior, antes de colocar el tronco, la fronda y el banderín, haciéndolo descansar por el encamisado de cobre que en ese punto es un poco más grueso. Es importante hacer notar que fuentes históricas celebran la variedad y juego de colores de los elementos compositivos:

“La fuente, descontextualizada, es una pieza importante, sus relaciones internas de proporción e intención son felices y seguras, un serio estudio cromático confiado al uso de los materiales diversos, es definitivamente acertado y el resultado final se podría inscribir en el albo de los éxitos, tanto en el delicado problema del diseño de fuentes como en el más particular de la búsqueda de un lenguaje propio.” **Arq. Gonzalo Villa Chávez, 1988**¹¹

Esta observación da pie a pensar en dos escenarios distintos: uno en que la perla pudo haber sido concebida para lucir en aluminio aparente, y otro en el cual fue pintada en color beige, tal como lo muestran las estratigrafías.

Encamisado

A diferencia de los elementos realizados en aleaciones cúpricas, el encamisado fue facturado en cobre. Este componente cumple una función doble: la de recubrir el fuste o soporte central de hierro y la de soportar la perla. Para alcanzar este último objetivo, el artista unió un anillo de cobre que incrementa el diámetro del encamisado a través de un tornillo opresor que alcanza hasta el fuste.

¹¹ El Centro Histórico de Guadalajara. Ed. Ayuntamiento de Guadalajara 1986-1988

IV. ESTADO DE CONSERVACIÓN Y DIAGNÓSTICO

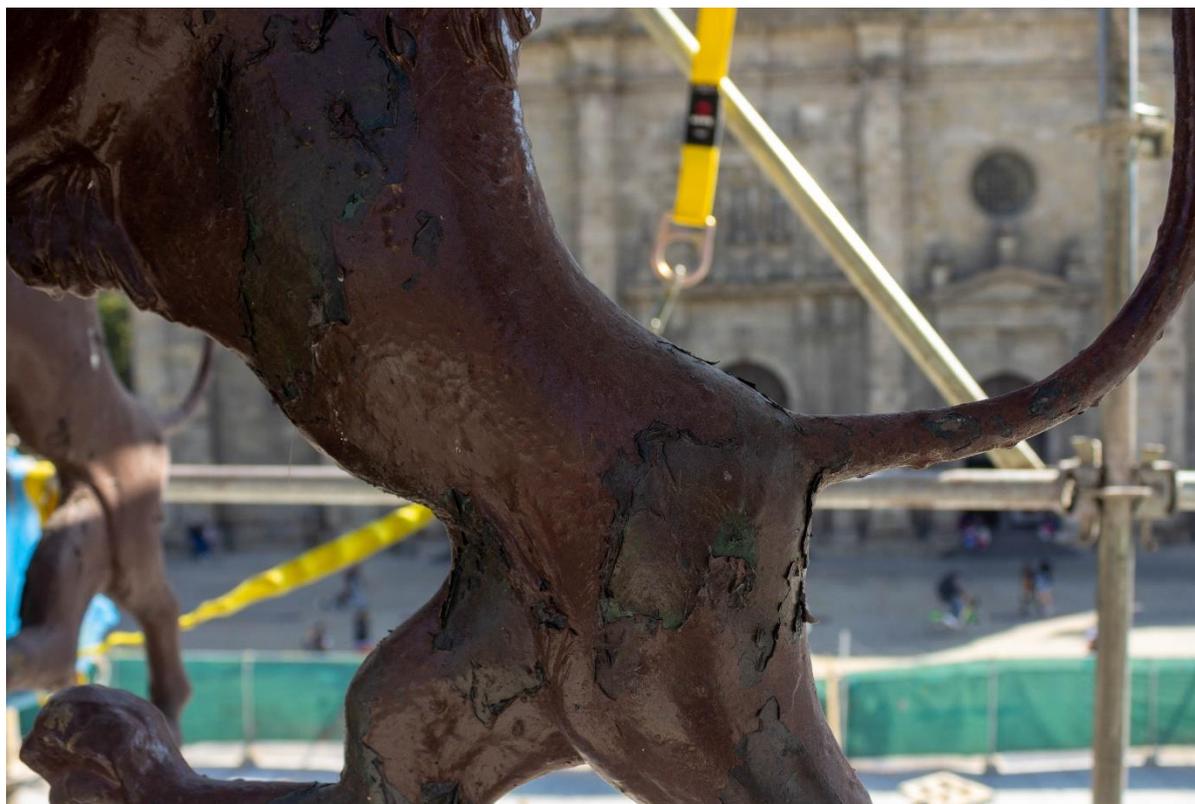
A simple vista, las principales afectaciones observadas en el emblema se observan en la separación de uno de los elementos de unión en el tronco del árbol y a la aplicación de capas sucesivas de pintura que con el tiempo se han ido separando dejando expuesto el metal del interior a la corrosión puntual, donde la superposición genera además problemas de orden estético al modificar la forma original ideada por el autor.

Separación de elementos. Es visible una separación considerable que corre a lo largo del tronco a la que también se le denominará grieta. La dirección de este deterioro hace pensar que se trata de una zona de unión del material que se separó por fenómenos de dilatación y contracción por temperatura y por la corrosión galvánica del hierro en el interior la cual produce expansión de sus productos de oxidación. Esto es una posible entrada para la humedad, problemas de microfisuras y agrietamientos posteriores.



Superposición de policromías. Las capas de pintura que se han ido colocando sobre los elementos escultóricos tuvieron el objetivo de aislar la pieza del medio ambiente, así como darle una apariencia acorde a la estética de su momento histórico. Es muy probable, que cada vez que la escultura presentó un aspecto sucio o deteriorado como método de mantenimiento, se aplicó una capa de pintura sin

eliminar los recubrimientos inferiores. Estas capas se han ido debilitando por su exposición al medio ambiente o su baja calidad y en este momento se encuentran opacas, resacas, debilitadas, frágiles y proporcionan un espacio bajo el cual se almacena la humedad por condensación o el agua cuando llueve. Esto ocasiona que el metal bajo este sistema de repolicromías pueda presentar corrosión diferencial o por punteaduras. Además de esto, la superposición de material ha imposibilitado la apreciación de la forma escultórica bajo ellas, haciendo que el elemento en general no pueda percibirse adecuadamente en su estética, ocultando también que se trata de un vaciado en bronce. Para el caso de la perla, la superposición de capas de pintura ha incluso deformado a la esfera, haciendo que el volumen continuo se pierda, observándose zonas con volúmenes y depresiones.



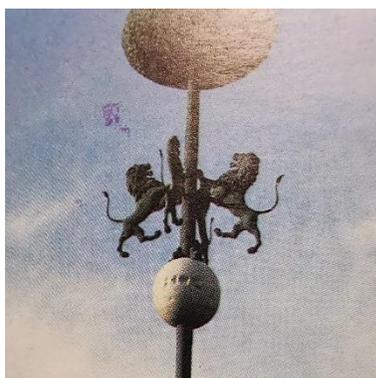
Suciedad. Sobre toda la superficie del emblema se puede observar la deposición de polvo y contaminantes además de deyecciones de paloma. De forma puntual es observable en la base de la copa del árbol una acumulación de suciedad de aves (dyecciones, plumas y otros). Estas acumulaciones han bloqueado los espacios de la copa por los que puede correr el agua de lluvia lo que ocasiona un alto nivel de acidez, razón por lo que, aunque no sea perceptible a simple vista, no se descarta la presencia de corrosión activa.

Corrosión activa. Para fines de comprender los daños que ocasiona este fenómeno, se describirá por su presencia en cada uno de los elementos escultóricos:

Perla

Este elemento fue construido en aluminio, colocado alrededor del fuste de hierro y posicionada sobre un encamisado de cobre. Es importante hacer nota que el contacto de distintos metales en presencia de humedad (por ejemplo, el agua de lluvia o días de alta humedad medioambiental) propicia el desencadenamiento de un fenómeno conocido como corrosión galvánica. La corrosión galvánica consiste en la oxidación provocada por un metal a otro metal de distinta naturaleza cuando estos se encuentran en presencia de un líquido capaz de conducir electricidad, conocido como electrolito. El agua de lluvia, especialmente la lluvia ácida que a menudo cae en ambientes urbanos, es un ejemplo de este tipo de material. En este caso, tanto el cobre como el hierro tienen la capacidad de oxidar al aluminio. Por esta razón, la perla sufrió importantes pérdidas de material en las áreas de contacto con los elementos construidos con otros componentes metálicos.

Además de la corrosión galvánica, la perla presenta un importante número de abolladuras, la mayoría de ellas localizadas en el centro de este elemento. Si bien se desconoce la causa de este deterioro, es probable que haya sido ocasionado durante una operación de mantenimiento que tuvo lugar antes del año 1980, pues en la fotografía en blanco y negro incluida en el libro titulado “El centro de Guadalajara” publicado en ese año ya es evidente. Como la estratigrafía lo muestra, en años recientes, dichas abolladuras fueron resanadas con pasta automotiva para devolver a la perla la forma esférica. Sin embargo, la pasta no fue aplicada de manera adecuada por lo que la figura se percibe deformada.



Fuste

De manera similar a lo sucedido con el aluminio, el cobre y sus aleaciones aceleran la oxidación del hierro, especialmente en presencia de humedad. En consecuencia, el fuste de hierro presenta un grado de corrosión mucho más grave que el de los elementos de bronce, pues la humedad acumulada entre el fuste que simulan el tronco del árbol favorecieron la corrosión galvánica de este elemento.

Fronda

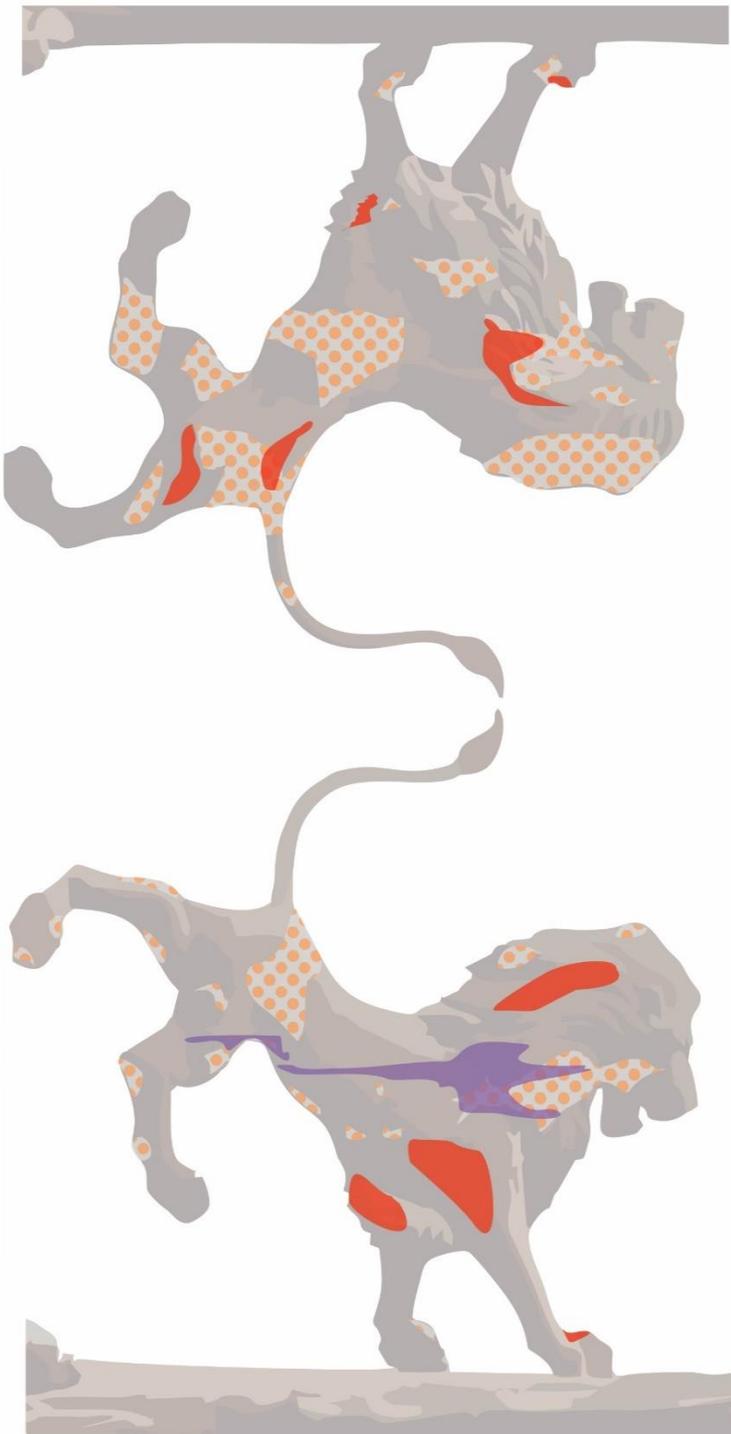
Al interior, la fronda presenta múltiples concreciones verdes y azules que son característicos de la corrosión del cobre y sus aleaciones. La formación de estos productos de corrosión se debe a la interacción de la aleación con el agua de lluvia y la humedad medioambiental que, en contextos urbanos suele tener un pH ácido. Cabe destacar que el anillo de hierro que cumplía con la función de sujetar la fronda, se encuentra en un estado de corrosión considerablemente avanzado. Las observaciones realizadas in situ sugieren que existe un núcleo de metal sano muy delgado, pues la superficie casi en su totalidad se

encuentra mineralizada, carece de cohesión y presenta gran fragilidad. El que este elemento se encuentre comprometido representa un riesgo importante para la estabilidad de la obra. Por lo tanto, este deterioro deberá ser atendido en el futuro, cuando las condiciones temporales y materiales permitan desensamblar la escultura en su totalidad y desprender el fuste del vaso de la fuente.



León Sur

Esquema de Deterioros



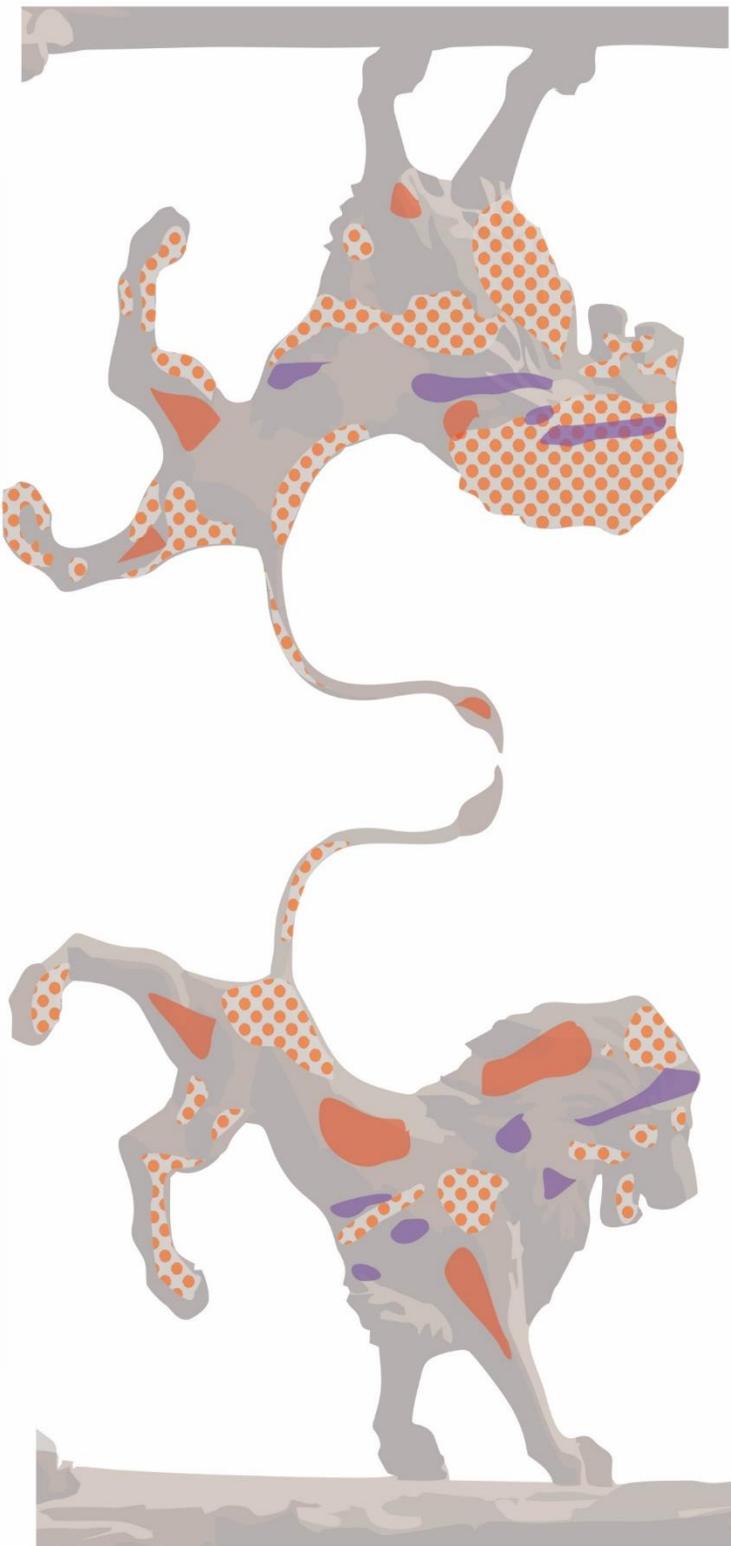
Perfil Izquierdo

Perfil Derecho

-  Deyecciones
-  Desprendimiento de pintura
-  Corrosión

León Norte

Esquema de Deterioros



Perfil Izquierdo

Perfil Derecho



Deyecciones



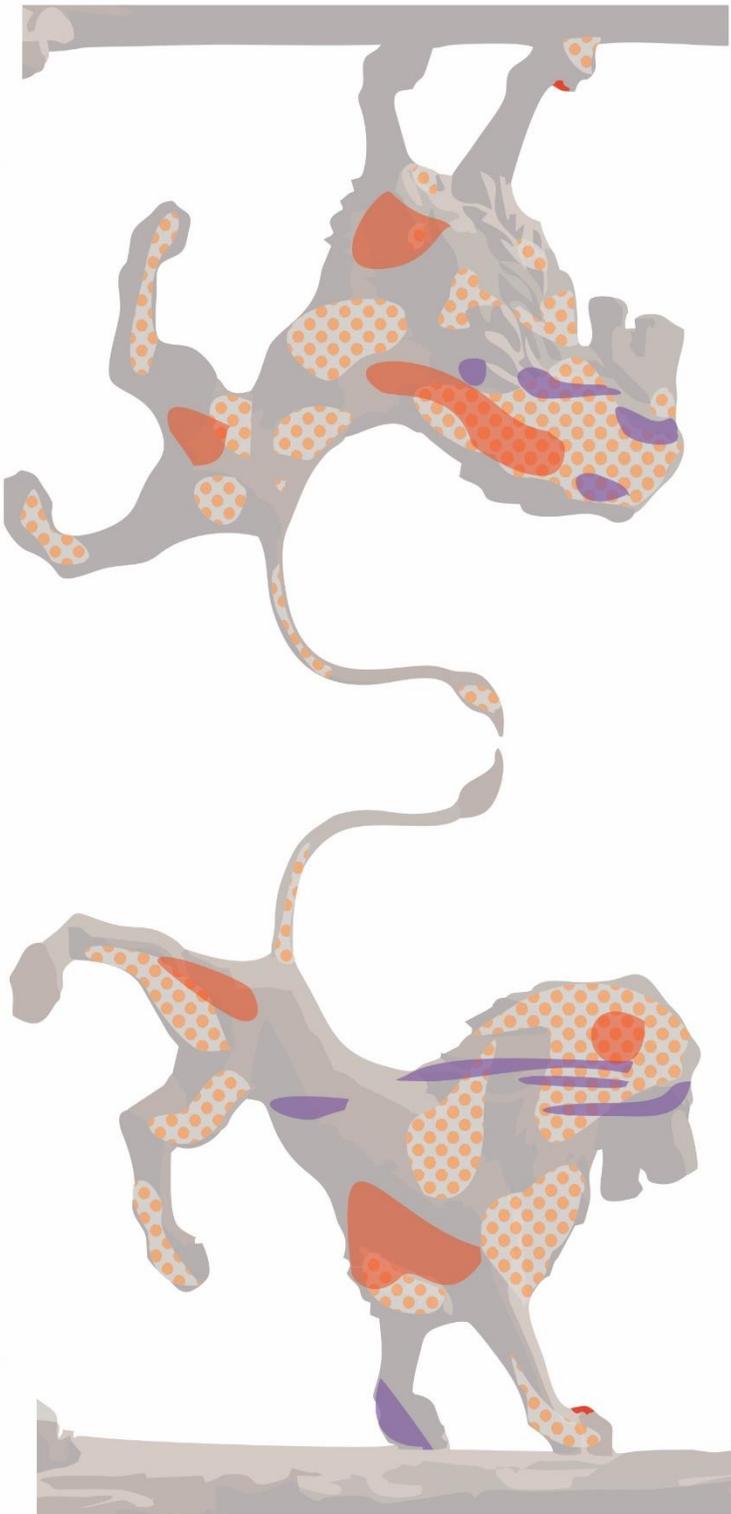
Desprendimiento de pintura



Corrosión

León Poniente

Esquema de Deterioros



Perfil Izquierdo

Perfil Derecho



Deyecciones



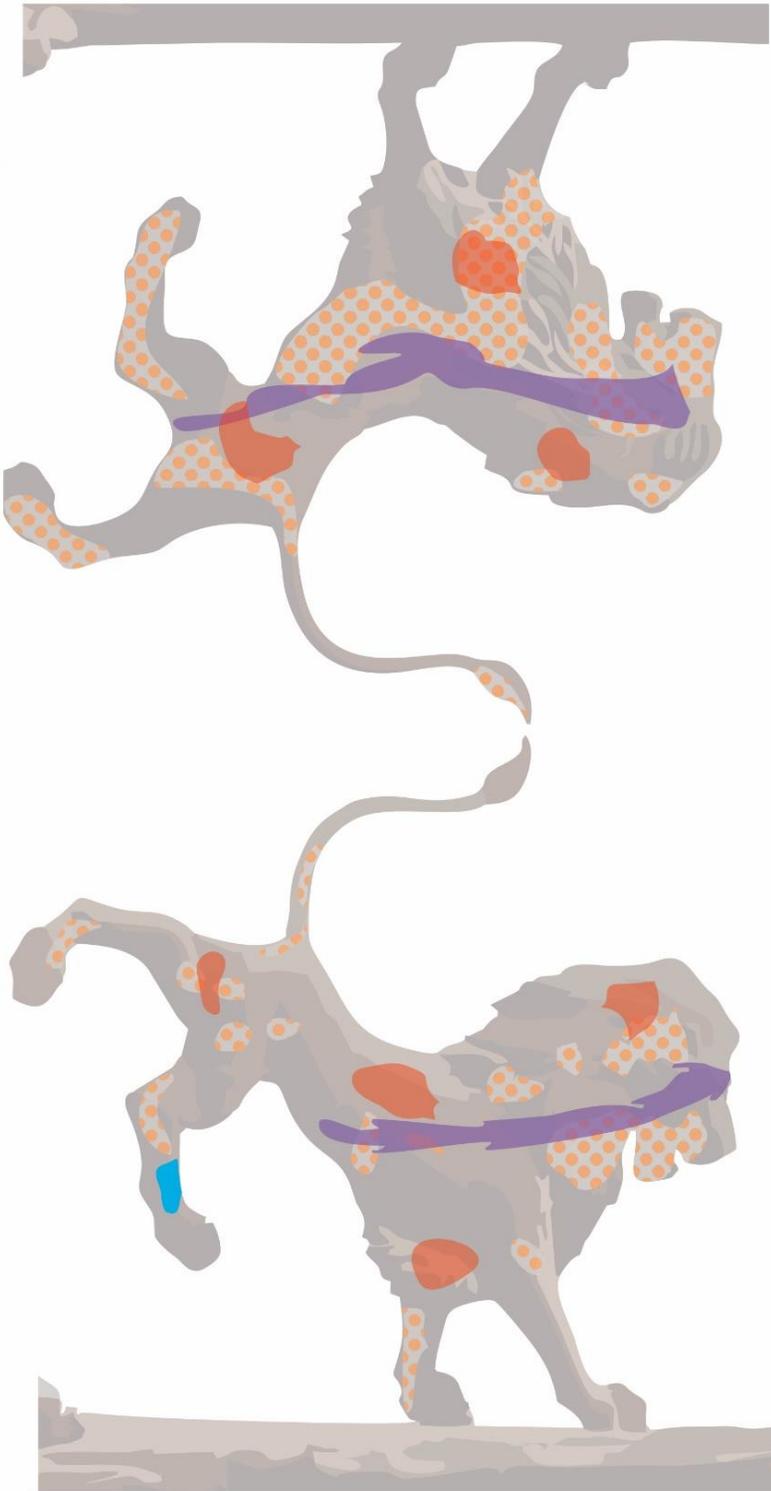
Desprendimiento de pintura



Corrosión

León Oriente

Esquema de Deterioros



Perfil Izquierdo

Perfil Derecho



Deyecciones



Desprendimiento
de pintura



Corrosión



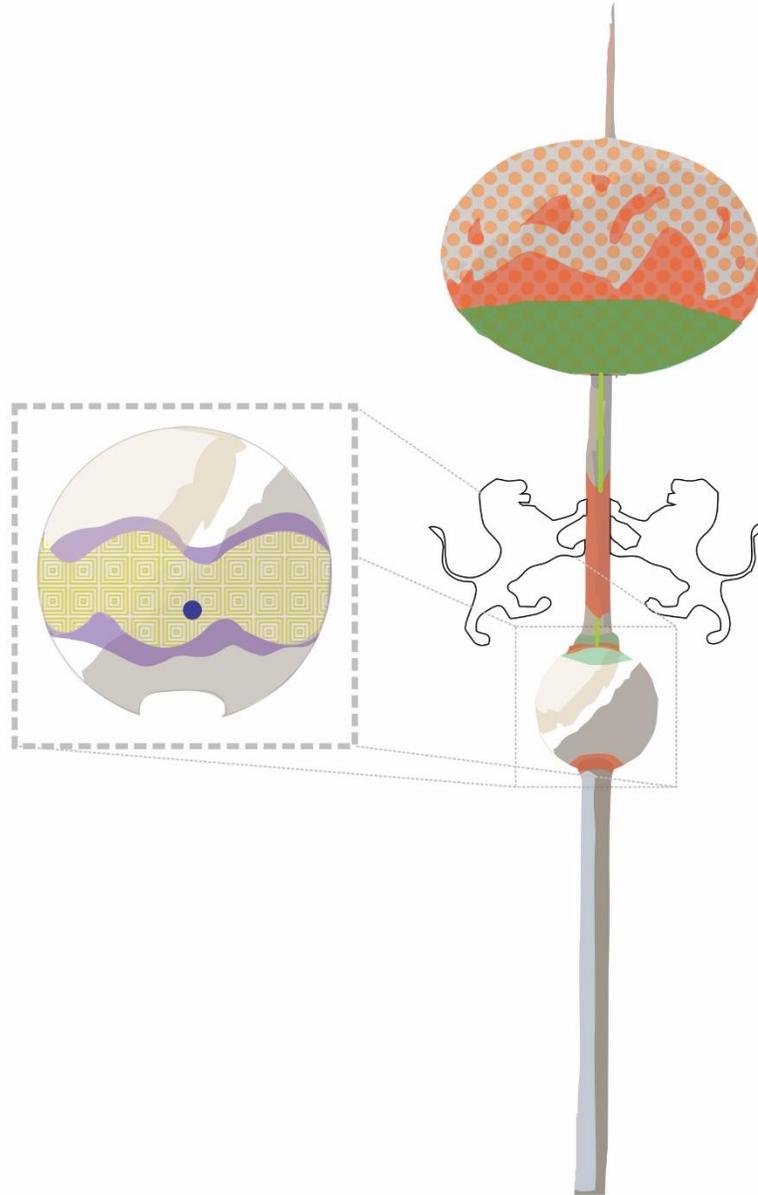
Metal Expuesto



Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Sur

Esquema de Deterioros



Suciedad



Desprendimientos de pintura



Pasta invasiva



Picadura por corrosión galvánica



Corrosión



Abolladura



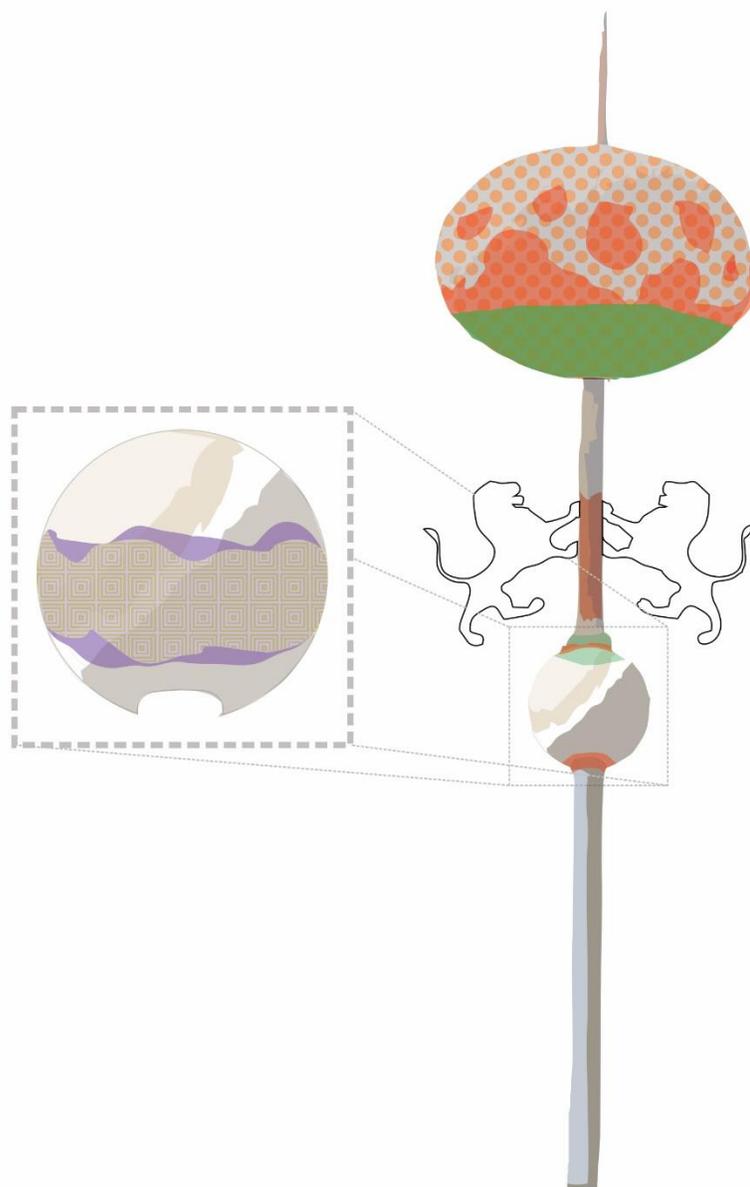
Grieta



Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Norte

Esquema de Deterioros



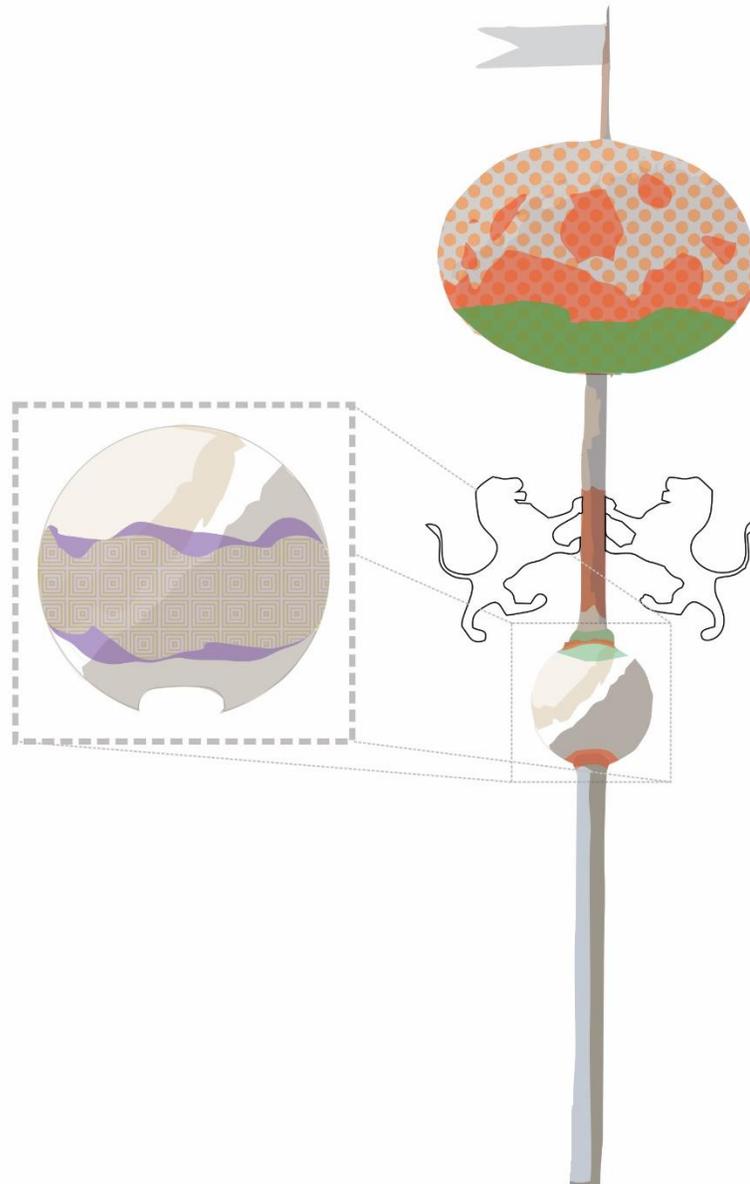
- | | | | |
|---|---|--|--|
|  Suciedad |  Desprendimientos de pintura |  Pasta invasiva |  Picadura por corrosión galvánica |
|  Corrosión |  Abolladura | | |



Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Poniente

Esquema de Deterioros



Suciedad



Desprendimientos
de pintura



Pasta
invasiva



Abolladura



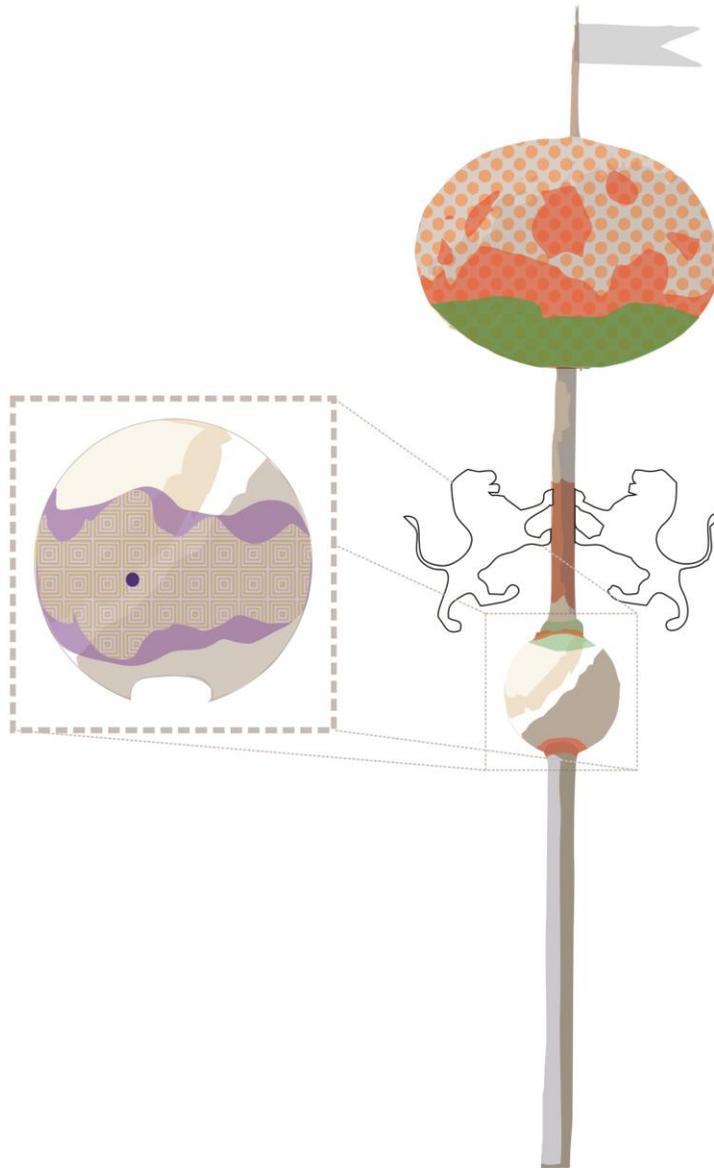
Corrosión



Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Oriente

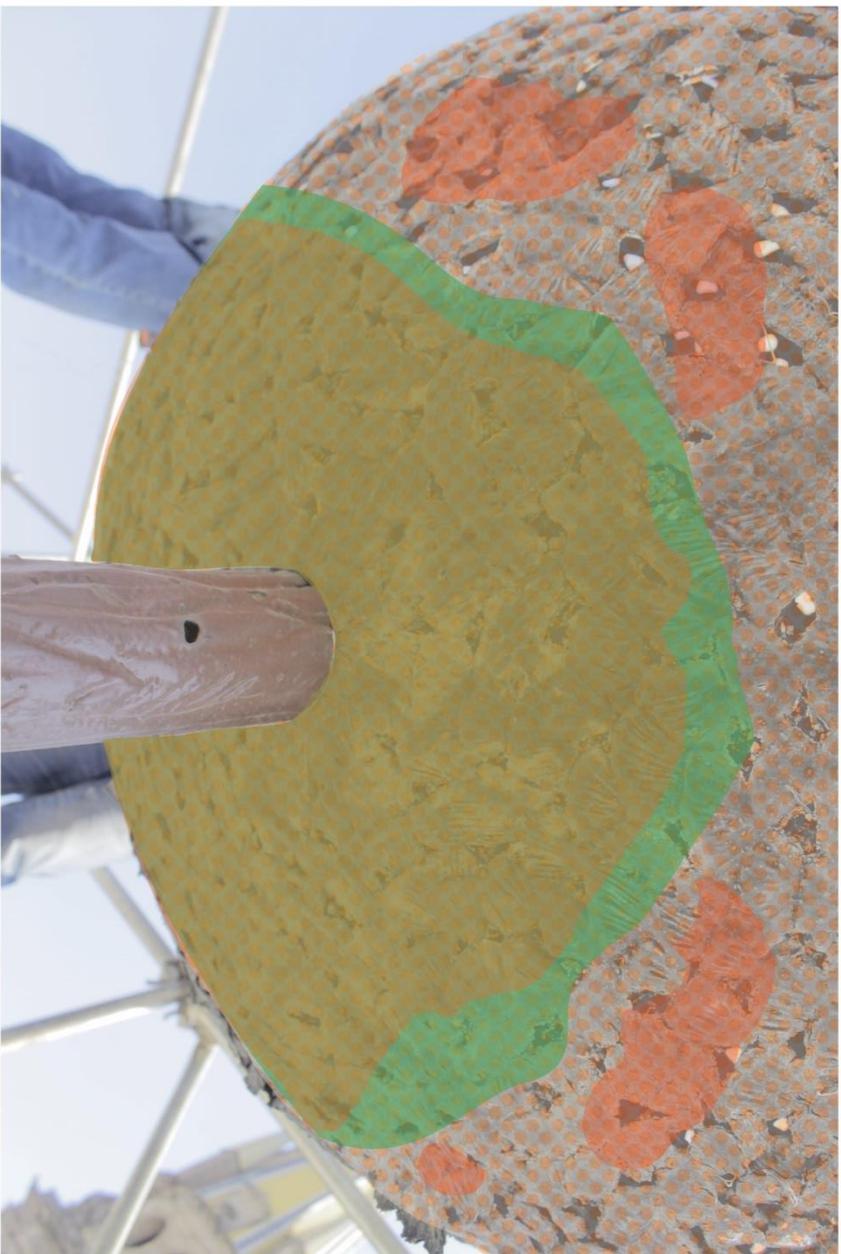
Esquema de Deterioros



- | | | | |
|---|---|--|--|
|  Suciedad |  Desprendimientos de pintura |  Pasta invasiva |  Picadura |
|  Corrosión |  Abolladura | | |

Vista Sur-Poniente

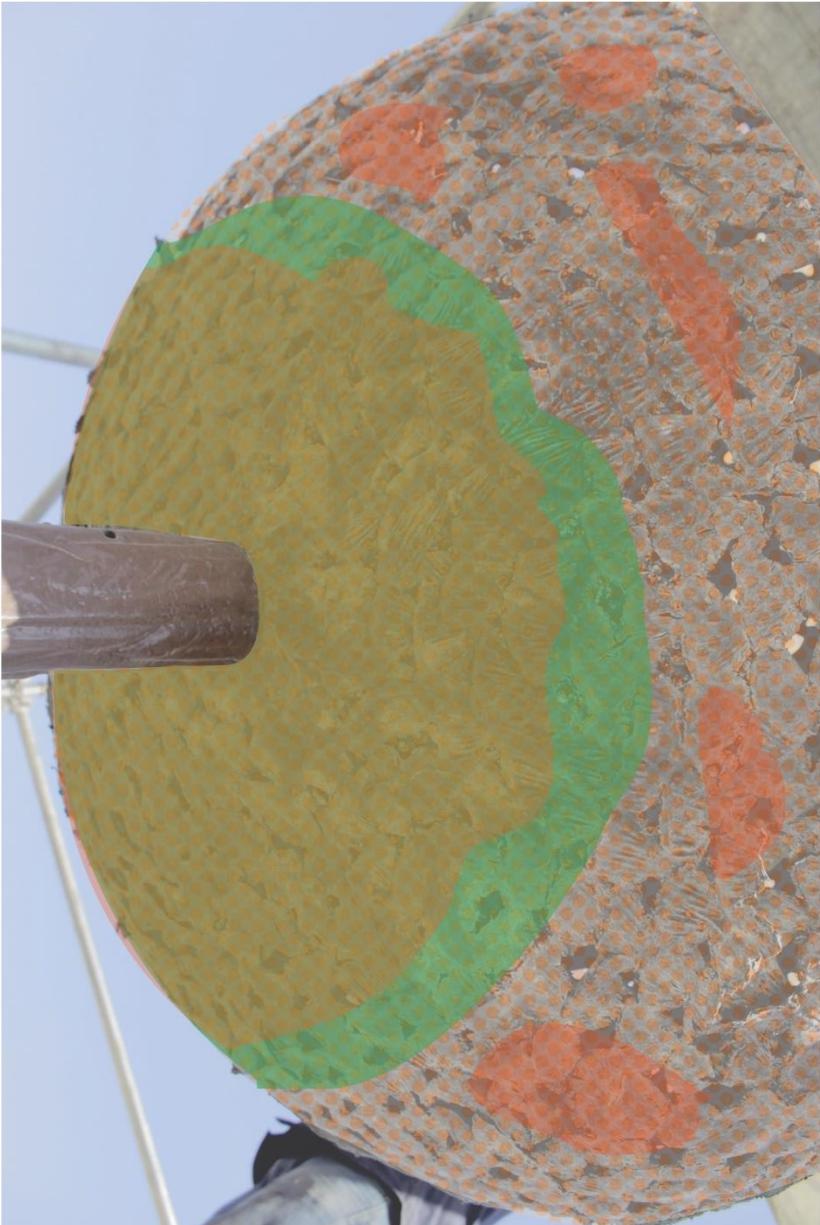
Esquema de Deterioros



-  Suciedad
-  Desprendimientos
-  Corrosión

Vista Nor-Oriente

Esquema de Deterioros



Suciedad



Desprendimientos



Corrosión

V. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

La propuesta de intervención está diseñada para devolver la estabilidad material a la escultura y recuperar las cualidades estéticas e históricas del emblema, atendiendo a los criterios internacionales y los principios que marca la disciplina de la Restauración.

Los materiales y técnicas que se aplicarán buscarán en todo momento no causar ningún daño en la obra, siendo particularmente sensible el metal a la acción de materiales ácidos y/o básicos que modifiquen su naturaleza química lo que puede ocasionar mayores problemas a futuro. Por lo tanto, se realizarán pruebas con cada uno de los materiales utilizados y se realizarán observaciones puntuales, en donde los análisis químicos serán de gran importancia para delimitar las acciones y procedimientos.

- **Preliminares:** Montaje de andamios, protección de la fuente y adecuación del espacio
- **Registro fotográfico:** Se realizará al inicio y al final de la intervención con la finalidad de ejemplificar los avances de cada procedimiento, aunado a que las imágenes servirán de guía para la elaboración de diagramas de deterioro y procesos, mismos que son fuente de información fundamental para futuras intervenciones.
- **Elaboración de calas estratigráficas:** Elaboración de ventanas estratigráficas buscando el color y número de capas de pintura en el fuste, perla, tronco, leones, copa del árbol, y en el banderín. Estas calas servirán para determinar el color final que tendrá la pátina aplicar. Para realizarlas se separará cada capa de color utilizando bisturí y solventes aplicados con papetas o hisopo rodado, de esta manera se identificará cada estrato practicando una ventana en sucesión de otra hasta llegar al metal.
- **Estudios de contacto para la identificación de la aleación:** Se realizarán pruebas químicas para determinar la naturaleza del último recubrimiento que presente el bronce, así como para determinar la naturaleza de la aleación presente pues la abundancia de uno u otro elemento puede modificar las reacciones con los diversos materiales utilizados en la intervención o los propuestos para su conservación a futuro.
- **Eliminación de capas superpuestas de pinturas:** Se comenzarán a eliminar las diversas capas de pintura utilizando medios mecánicos. Cuando la pintura se encuentre demasiado adherida, se utilizarán solventes y mezclas de ellos para reblandecerlos sin dañar el metal. También se considerará el uso de removedor de pintura comercial dejándolo actuar unos minutos sobre la superficie para después ser eliminado con solvente al mismo tiempo que las capas de pintura reblandecidas o hinchadas.
- **Tratamiento de eliminación de corrosión:** Después de la eliminación de pintura se evaluará el estado de la corrosión y donde se encuentre el proceso activo se utilizarán medios químicos y

mecánicos para eliminar el material en mal estado. Para eliminarla se utilizarán papetas impregnadas con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) para reblandecer las concreciones de óxidos activos de cobre. Este proceso se realiza humedeciendo una compresa de algodón con una solución del 2 al 15% de EDTA, la cual se deja actuar de 1 a 15 minutos dependiendo del tipo de reacción secuestrante que se busque. Si durante el tiempo determinado no hay migración de color azul o verde a la compresa, se deja actuar por más tiempo. Cuando los óxidos comienzan a reblandecerse se utilizan medios mecánicos como cepillos de plástico suave, fibras de plástico o herramientas de madera para eliminar cualquier punto de corrosión activa. Para corroborar el proceso se hace una segunda aplicación de papetas de EDTA verificando que no haya migración de color en el algodón y que el metal se encuentre limpio y sin que el color original se haya modificado. Este proceso se realizará en todas las hendiduras del metal que tengan la problemática, lo cual puede ser a razón de un 30% de la escultura. El proceso termina aclarando la superficie con agua destilada y acetona.

- **Unión de separación o grieta por medio de soldadura y estabilización de elementos separados o inestables:** Se realizará la unión de este espacio utilizando soldadura con aportación de bronce TIC. También se reforzarán algunos elementos metálicos que se encuentran móviles o desprendidos utilizando este mismo sistema.
- **Aplicación de pátina química:** En todos los elementos escultóricos se aplicará una pátina química para proteger del medio ambiente la superficie del metal y crear un color homogéneo. Esto se realizará calentando la superficie para después impregnar soluciones químicas que modifiquen la superficie metálica.
- **Capa de protección:** Para finalizar la intervención, se aplicará un recubrimiento protector a base de ceras transparentes o barniz de poliuretano de alta resistencia.

VI. PROCESOS REALIZADOS

Registro fotográfico y elaboración de esquemas.

Como proceso imprescindible en cualquier intervención de restauración, se realizó el registro fotográfico antes, durante y después. Este proceso fue elaborado con cámara fotográfica profesional poniendo énfasis en los detalles y en las tomas generales de inicio y fin. Las fotografías previas se utilizaron además para realizar los diferentes esquemas que reportan los deterioros y procesos realizados.



Montaje de sistema tubular para acercamiento puntual al emblema.

Se colocó un sistema modular multidireccional que funcionó como superficie de apoyo para lograr una altura de aproximadamente 8 metros desde el nivel del suelo. Se establecieron dos niveles para acercarse al emblema y poder trabajarlo sin ejercer ningún tipo de esfuerzo mecánico sobre la fuente ni el emblema de bronce. El andamio se colocó el día 18 de enero y se desmontó el miércoles 3 de febrero del año en curso.



Protección del mármol y cantera de la fuente

Para evitar cualquier mancha o deterioro mecánico en la fuente, se decidió cubrir todo el elemento para su protección. Este proceso fue realizado con polipack de $\frac{1}{4}$ y película plástica autoadherente, cubriendo el vaso y los elementos en forma de concha que se encuentran en la base. Sobre esta primera capa que funciona aislante y amortiguante, se colocó una segunda, compuesta por lona impermeable en color claro para identificar y controlar cualquier tipo de suciedad o escurrimiento que pudiera ocurrir durante los procesos de restauración.



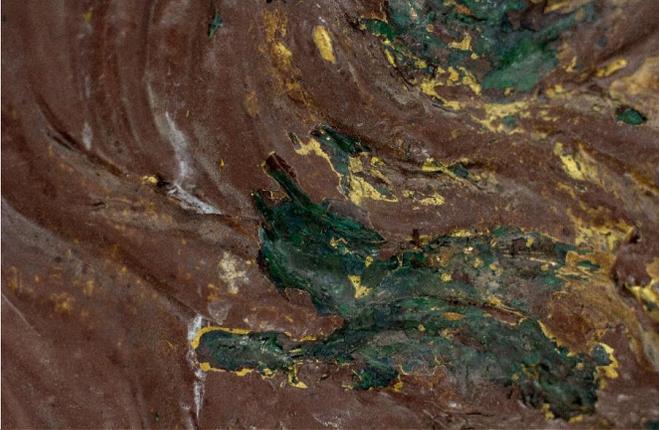
Pruebas de solubilidad.

Antes de realizar cualquier proceso se probaron sobre la pintura diferentes solventes y productos de remoción para detectar cual de ellos funcionaba para eliminar las repolicromías de manera efectiva, sin dañar ni modificar la superficie metálica. Estas pruebas se realizaron aplicando cada material con hisopo o papetas identificando al que funcionaba con mayor efectividad.

Elaboración de calas estratigráficas

Cuando se va a realizar un proceso de restauración en un objeto metálico que ha sido sometido a diversos procedimientos de mantenimiento y que tiene una gran cantidad de capas de pintura, la superposición de estas crea diversos problemas estéticos y facilita que se oculten otros de orden químico o físico. Con el fin de determinar cuál sería el acabado de la escultura tras la intervención de restauración, se buscó conocer las diferentes apariencias que el monumento había tenido a través de su historia. Las calas realizadas en los diferentes elementos arrojaron las siguientes estratigrafías:

Banderín		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hierro 2. Rojo 3. Azul y amarillo distribuidos en diagonal 4. Negro 5. Rojo 		
Fronda		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bronce 2. Pátina férrica 3. Verde claro 4. Verde oscuro 		

<ol style="list-style-type: none"> 1. Bronce 2. Pátina férrica 3. Verde esmeralda 4. Verde oscuro 5. Café oscuro 6. Café claro 	
<p>Leones</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Bronce 2. Pátina férrica 3. Verde claro 4. Verde esmeralda 5. Verde oscuro 6. Negro 7. Dorado (en melena y garras) 8. Café 	
<p>Perla</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Aluminio 2. Beige grisáceo 3. Beige 4. Gris 5. Beige 6. Marrón 7. Beige 8. Beige 9. Beige 10. Beige 11. Beige 12. Beige 	

- 13. Pasta automotiva
- 14. Blanco



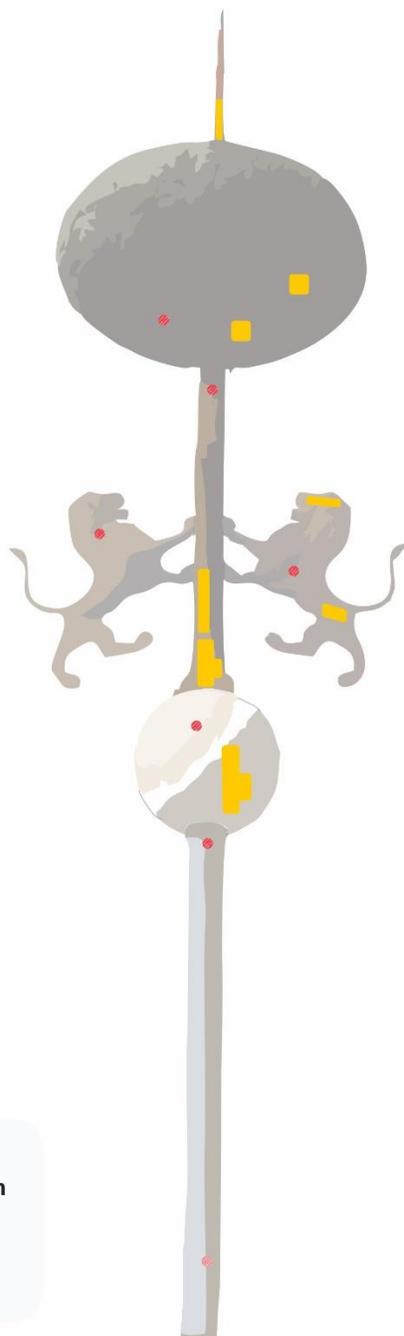
El análisis de estas calas estratigráficas sugiere, inicialmente, que los elementos de bronce fueron terminados con una pátina férrica. Por su parte, en ese momento, el banderín parece haber sido pintado de rojo, y la perla haber estado pintada de beige grisáceo o tenido el aluminio aparente.



Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Sur

Esquema de Procesos



**Toma de Muestra
para identificación
de aleación**



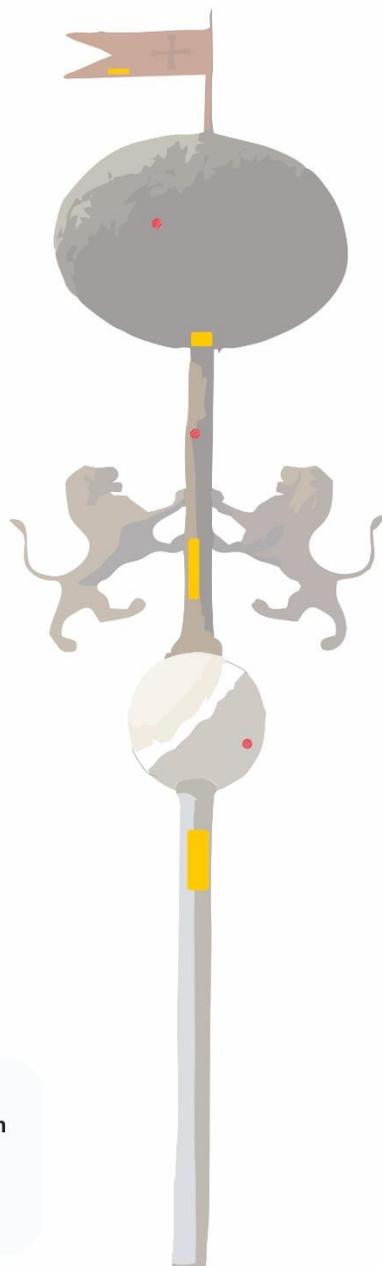
**Calas de
Prospección**



Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Poniente

Esquema
de Procesos



Toma de Muestra
para identificación
de aleación



Calas de
Prospección

Toma de muestras y análisis químico para la identificación de la aleación

Se obtuvieron muestras de la perla, el tronco del emblema y de la cola del león que se encuentra orientado hacia el sur, para analizar sus componentes y las características de la aleación bajo el microscopio. Con veinticinco aumentos se observaron rasgos correspondientes a una aleación compuesta por dos tipos de metales distintos que no se mezclaron por completo: uno rojizo correspondiente a la aleación del cobre y otro de color argénteo. Al realizar las pruebas químicas se detectó la presencia de cobre, estaño, zinc, y plomo como parte de los componentes de la aleación. Cabe destacar que también se detectó la presencia de hierro sobre la superficie de la aleación de cobre, lo que sugiere que, inicialmente, fue patinada con compuesto férrico, tal como el nitrato de hierro, proceso común en la factura de esculturas de bronce. Las reacciones que tuvieron lugar durante el análisis se enlistan a continuación:

Identificación de cobre	$Cu + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2$
Identificación de Zinc	Al agregar ácido sulfúrico concentrado, se formó una capa de productos de corrosión negros correspondientes a sulfatos y sulfuros de cobre $4H_2SO_4 + 5Cu = Cu_2S + 3CuSO_4 + 4H_2O$ Posteriormente, al agregar sulfuro de sodio se formó el precipitado blanco correspondiente al sulfuro de zinc. $ZnSO_4 + Na_2S \rightarrow ZnS$ $Cu + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2$
Identificación de estaño	$Sn + 2HCl \rightarrow SnCl_2 + \uparrow H_2$ $SnCl_2 + \text{ác. fosfomolibdico}$
Identificación de plomo	$Pb + 2HNO_3 \rightarrow Pb(NO_3)_2 + H_2$ $Pb(NO_3)_2 + KI \rightarrow K_2(PbI_4) \text{ (amarillo)}$
Identificación de hierro	$FeCl_3 + K_4[Fe(CN)_6] \rightarrow K_2Fe[Fe(CN)_6] + KCl \text{ (azul de Prusia)}$
Identificación Aluminio	Además de las muestras obtenidas de los elementos de bronce, se tomaron pequeños fragmentos de la perla para su análisis. Debido a su color y características físicas, como alta maleabilidad, opacidad y color y textura de los productos de corrosión, se buscó caracterizar aluminio como su componente principal. Tras realizar el análisis, se obtuvieron resultados positivos. La reacción que tuvo lugar es la siguiente



Limpieza de suciedad en la copa del árbol

En la base de la copa del árbol, por el interior se detectó una gran cantidad de suciedad compuesta de excretas de ave, plumas y tierra que, por el paso del tiempo y las precipitaciones pluviales, se depositaron en esta área. Además, se encontró también material mineralizado proveniente del fuste de hierro que sirve como eje y soporte a todo el elemento escultórico. Todo este material bloqueaba las aperturas entre el follaje del árbol, lo que ocasionó que el material se fuera acumulando más y que la humedad permaneciera por más tiempo, logrando así que se generaran procesos de corrosión en esa zona. Esta humedad también favoreció que se produjera un efecto de corrosión galvánica entre el eje de hierro y la zona de contacto con el bronce, lo que provocó que el hierro se fuera desprendiendo en escamas adelgazando su espesor y comprometiendo a futuro la estabilidad de este elemento. Esto se realizó aspirando el material ingresando una manguera hacia el interior de la copa.



Eliminación de capas de pintura, recubrimientos y pasta de resane en la perla.

Las diversas capas de pintura que fueron identificadas por medio de las calas estratigráficas fueron eliminadas por medio de procesos químicos y mecánicos.

El proceso consistió en aplicar removedor de pintura comercial y dejarlo actuar entre 1 y 4 minutos. Cuando era visible el hinchamiento de las capas de pintura se procedía a retirarlas con herramientas de

plástico o madera, tales como espátulas y cepillos de diversos tamaños y formas. Después de este proceso se aclaraba con thinner arrastrando sobre la superficie con estopa para luego, evaluar la zona y aplicar otra capa de removedor de forma general o puntual según se necesitara.

Ya que el metal fue expuesto en un 90% se procedió a detallar esta limpieza trabajando en cualquier hendidura y zona en donde se observara alguna mancha de color.

La sección de la escultura que fue repolicromada con mayor frecuencia fue la esfera denominada como perla. Este elemento presentaba diversas capas de pintura pero además, cercana al metal, fue identificada una pasta de resane color salmón que tenía la función de rellenar y emparejar toda la superficie esférica. Bajo la pasta se encontraron una serie de abolladuras dispuestas en toda la circunferencia, las cuales se cree que fueron producidas por recargar alguna escalera para pintar el emblema, lo que ocasionó que se resolviera el problema resanando de una forma invasiva, haciendo que la forma original de la perla se modificara. En algunas de las abolladuras la pasta llegaba a tener hasta 1 cm de espesor.

Esta pasta fue eliminada poco a poco utilizando un cincel de dentista, desprendiendo con percusión de un martillo poco a poco el material, puesto que el metal bajo ella era sumamente suave y se podía rayar o perforar si este proceso no se hacía con cuidado.

Al liberar de estratos al emblema, fue posible observar la técnica de factura de toda la escultura, haciendo evidentes los detalles de fundición y factura, así como deterioros ocultos por la gran cantidad de capas, tales como corrosión, activa, pérdida de soldaduras, elementos poco funcionales, y pérdidas de material por corrosión galvánica. Particularmente, en la zona baja de la perla se observaron productos de corrosión del aluminio los cuales presentaban pulverulencia y colores entre el blanco y el amarillo. En algunas zonas el metal estaba corroido a tal nivel, que se presentaron pérdidas de hasta un cm². Al eliminar las capas de pintura, fue evidente que estas eran la única forma en la que la perla se sostenía a las raíces del árbol, por lo que fue posible deslizarla hacia abajo y determinar la gravedad del problema de pérdida de material, así como la problemática que presentaba el fuste de hierro que se encontraba oculto por la perla.





Eliminación de corrosión activa

Este procedimiento se realizó después de eliminar todas las capas de pintura y de hacer diversas pruebas con el material a utilizar. Fue necesario sobre todo, para poder realizar la soldadura en la grieta y aplicar la pátina general. La corrosión se podía identificar como manchas y escurrimientos verdosos sobre el amarillo del bronce.

La metodología consistió en aplicar papetas puntuales de EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), el cual es un agente quelante, que puede secuestrar iones de la aleación que se produce por el proceso de corrosión, reblandeciendo la corrosión y haciendo que el metal quede libre de esta. El EDTA disódico con pH entre 4 y 6 se aplicó entre 1 y 2 minutos, hasta que era visible un color azul encendido o verde claro sobre el blanco del algodón, teniendo la precaución de no cambiar la coloración del bronce a un tono rosa. Si se dejaba por más tiempo, se corría el peligro de modificar la aleación del bronce al secuestrar los iones del metal aleante, modificando la composición superficial de la aleación.





Reconversión de corrosión activa.

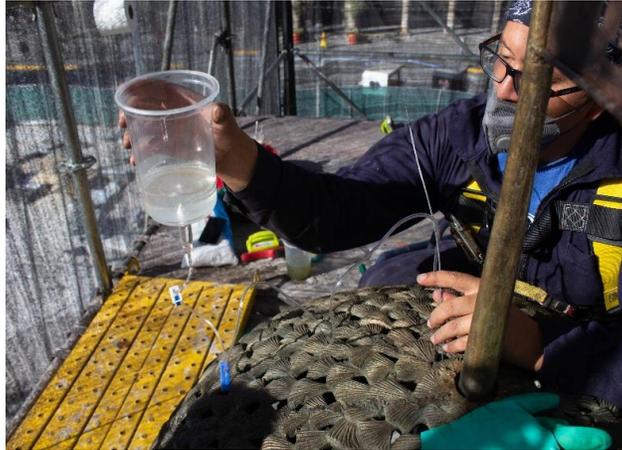
En la zona del fuste que ocultaba la perla se pudo observar un problema de corrosión activa de hierro, cuando esta se deslizó hacia abajo al eliminar las capas de pintura que la anclaba al tronco del árbol.

El hierro se observaba de color naranja y presentaba en algunos puntos la separación a través de lascas propiciando que la humedad se introdujese poco a poco al centro del metal sano. Por este motivo se decidió utilizar una solución de ácido tánico al 2.5% con un pH entre 2.2 y 2.4, la cual fue aplicada con brocha después de calentar la superficie del metal con una pistola eléctrica. El proceso se practicaba varias veces hasta lograr que el mineral se volviera negro oscuro, lo que indicaba que el proceso de corrosión activa (oxihidróxido de hierro) se transformara en corrosión pasiva y estable (tanato de hierro).



Consolidación de elementos férricos mineralizados

Como se mencionó, en la zona de copa fue posible observar un proceso de desprendimiento de metal corroído y mineralizado que estaba adelgazando el hierro sano del fuste. En esta zona fue imposible hacer un proceso de reconversión como en la zona de la perla, puesto que era imposible tener acceso a ella por estar dentro de la copa del árbol. Por lo tanto, para prevenir que el material se siguiera separando y unir lo que estaba por desprenderse, se inyectó por medio de un sistema de goteo por venoclisis resina epóxica araldite, la cual fraguaba en 15 minutos y tenía un curado completo en 24 horas.



Unión de grieta por medio de soldadura y estabilización de elementos separados o inestables.

Este proceso se realizó por medio de soldadura de arco eléctrico (TIC) apoyada con argón y metal de aportación de bronce. Previo a este proceso fue necesario quitar productos de corrosión y desengrasar por medio de papetas con acetona.

La soldadura se aplicó en la zona de la grieta o separación en el tronco del árbol y también se reforzaron diversos puntos como: las 8 patas delanteras de los leones, 4 raíces del árbol y la base de la copa del árbol, en el punto de contacto con el tronco.



Aplicación de pátina.

En principio, se consideró realizar una pátina en caliente utilizando Nitrato de hierro, pero la coloración que se lograba en un inicio tenía una tonalidad muy naranja, donde la única forma de lograr un color marrón oscuro era utilizando calor. Sin embargo, este procedimiento se descartó porque se ponía en riesgo tanto las soldaduras antiguas como las recientes y se podía provocar una desaleación del metal.

Este puede ser un problema serio puesto que el metal cambia su microestructura, y se incrementa su porosidad. Por esta razón se decidió utilizar una solución oxidante especializada para oscurecer superficies de cobre, latón y bronce². Con este producto se obtuvo una pátina de un café ligeramente oscuro que forma una capa de óxido estable que protege la superficie del bronce.



Resane y estabilización de elemento esférico (perla).

² Revisar hojas de seguridad y aplicación M20 en los anexos del presente documento.

Al eliminar los resanes que ocultaban las abolladuras y que también modificaban la forma de la esfera, era indispensable volver a recuperar el volumen perdido. También se tenía que recuperar el material deshecho por el fenómeno de corrosión galvánica en la base de la perla que estuvo en contacto con el encamisado de cobre en la sección baja del fuste y en la parte superior, con el bronce del árbol. Este proceso también se efectuó para sellar las picaduras elaboradas por los productos de corrosión propios del aluminio en el cuerpo de la perla. Para realizar el resane de las abolladuras y en los huecos provocados por las picaduras en el metal sin invadir secciones ni cambiar la forma, se utilizó una pasta epóxica para metales de curado rápido, la cual puede ser rebajada y lijada con facilidad y que permite la aplicación posterior de distintos recubrimientos.

Para solucionar el problema de la pérdida de material por corrosión galvánica en la parte superior e inferior del cuerpo esférico, se utilizó una masilla epóxica que, después de ser trabajada a nivel para dar la forma adecuada, fue perforada en 4 puntos en la parte inferior para permitir el drenaje de existir alguna filtración posterior de agua.



Aplicación de pintura sobre perla y fuste

Al descubrir la gran cantidad de capas y el aluminio como metal conformante, se planteó la posibilidad de que el elemento denominado como perla, pudiera tener expuesto este metal, ya que era un elemento novedoso y utilizado con regularidad en 1950. Aunque no hay certeza en esta afirmación, es evidente que pronto tuvo algún color blanco “aperlado” para simular esta característica y al final de cuentas, el color se agregó para dar una solución a la problemática de las abolladuras.

A raíz de la gran cantidad de deterioros encontrados tras la liberación de pintura y pasta, se decidió aplicar un recubrimiento bicapa de poliuretano de alta resistencia marca Nervion³ en color gris perla y marfil⁴ para el fuste .

³ Ver ficha técnica en los anexos de este documento.

⁴ Revisar paleta cromática en <https://www.nervion.com.mx/colores/industriales>



Aplicación de capa de protección

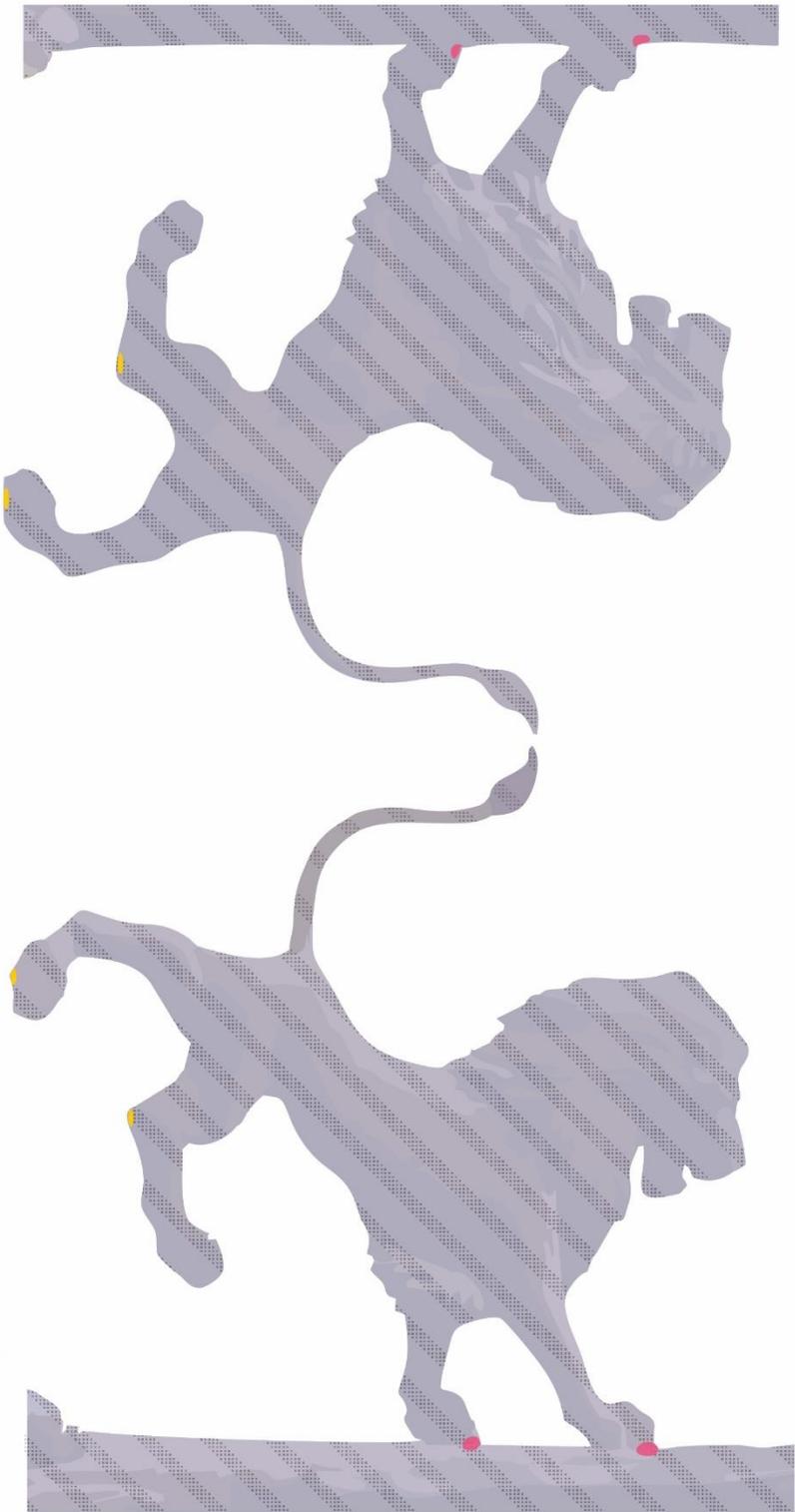
Para finalizar la intervención, se colocó un barniz transparente de poliuretano de Alta resistencia de la marca Nervion⁵, el cual será una barrera impermeable y protectora ante el agua, oxígeno y contaminantes del medio ambiente.



⁵ Durafloor 750.

León Sur

Esquema de Procesos



Perfil Izquierdo

Perfil Derecho

-  Eliminación de pintura
-  Soldadura
-  Aplicación de Patina
-  Perforaciones para drenaje

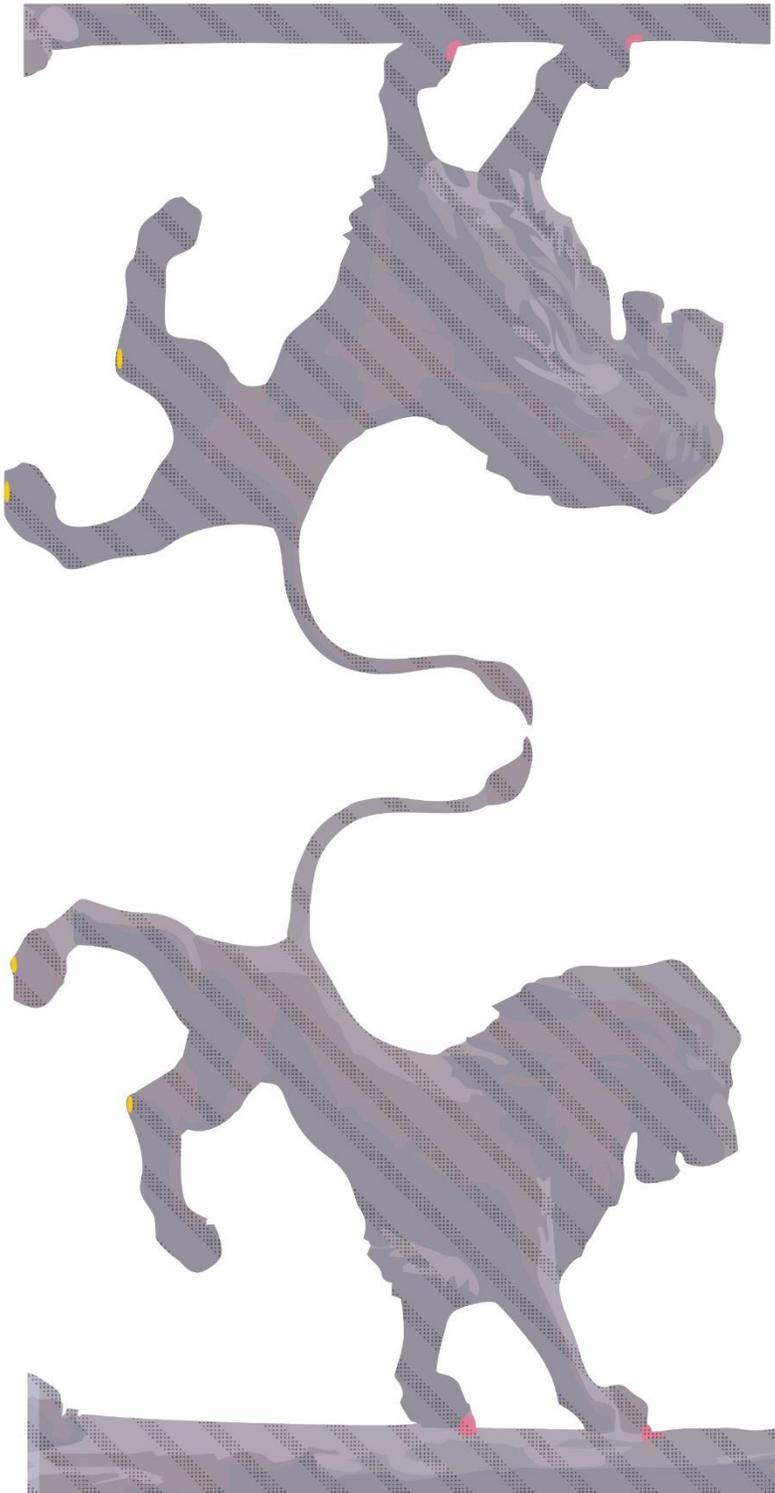


CLAVE C&R

Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

León Norte

Esquema de Procesos



Perfil Izquierdo

Perfil Derecho

Eliminación de pintura



Soldadura



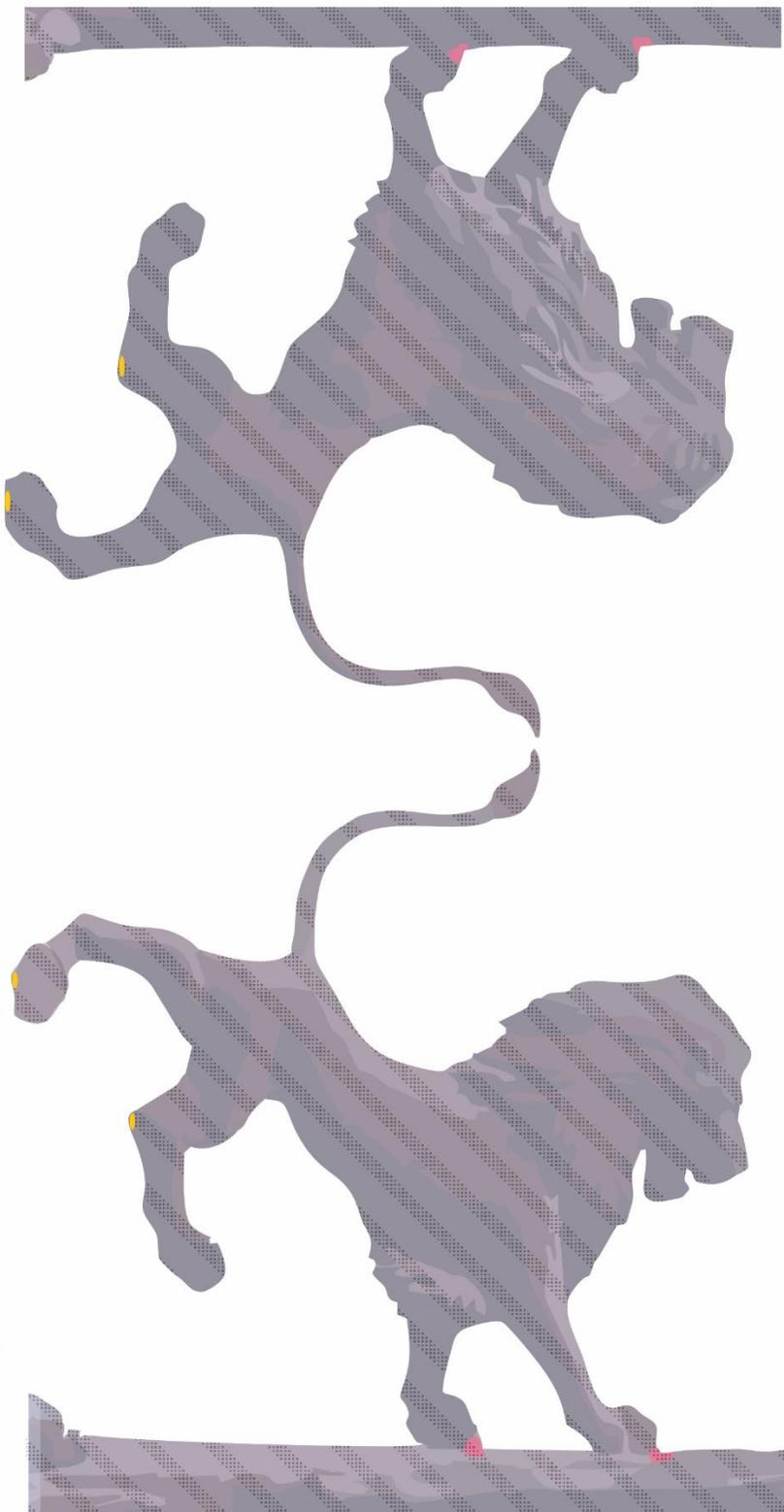
Aplicación de Patina



Perforaciones para drenaje

León Poniente

Esquema de Procesos



Perfil Izquierdo

Perfil Derecho



Eliminación
de pintura



Soldadura



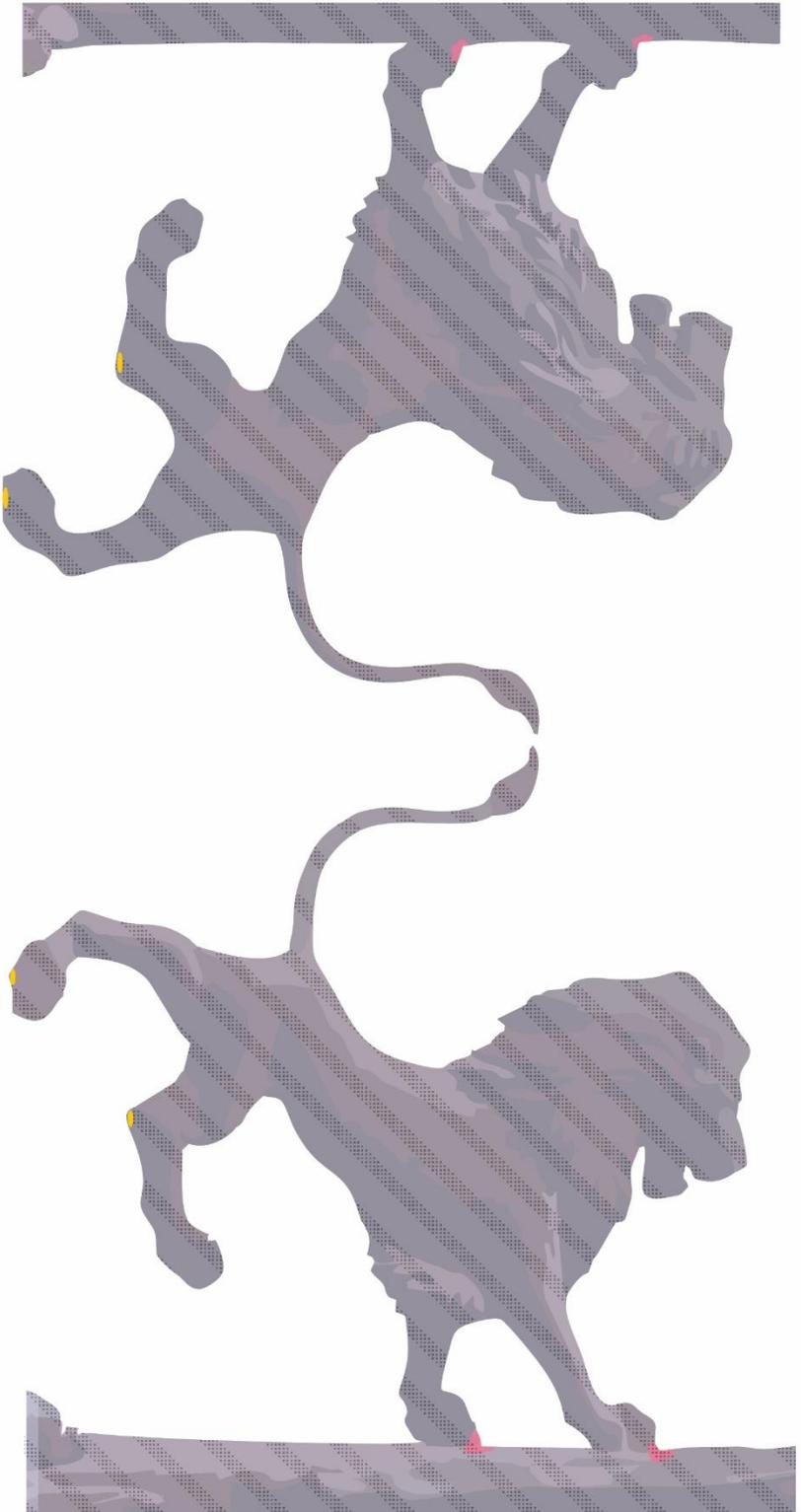
Aplicación
de Patina



Perforaciones para drenaje

León Oriente

Esquema de Procesos



Perfil Izquierdo

Perfil Derecho



Eliminación de pintura



Soldadura



Aplicación de Patina



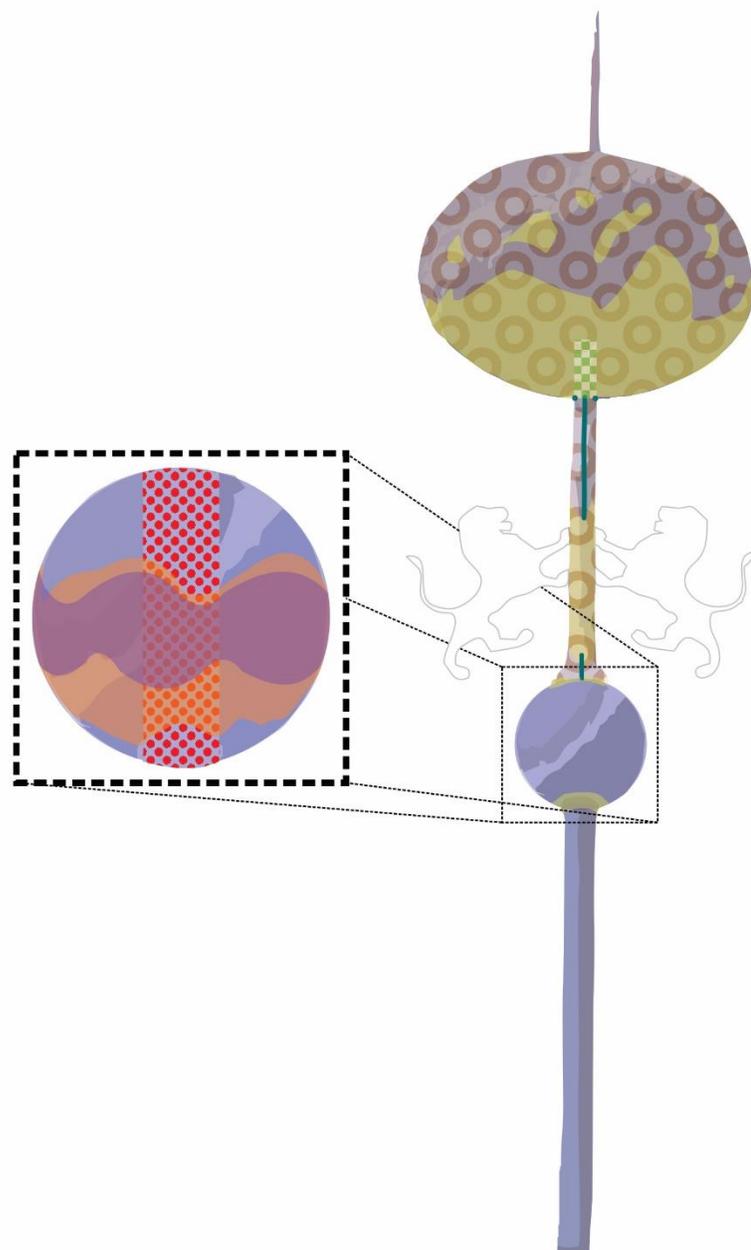
Perforaciones para drenaje



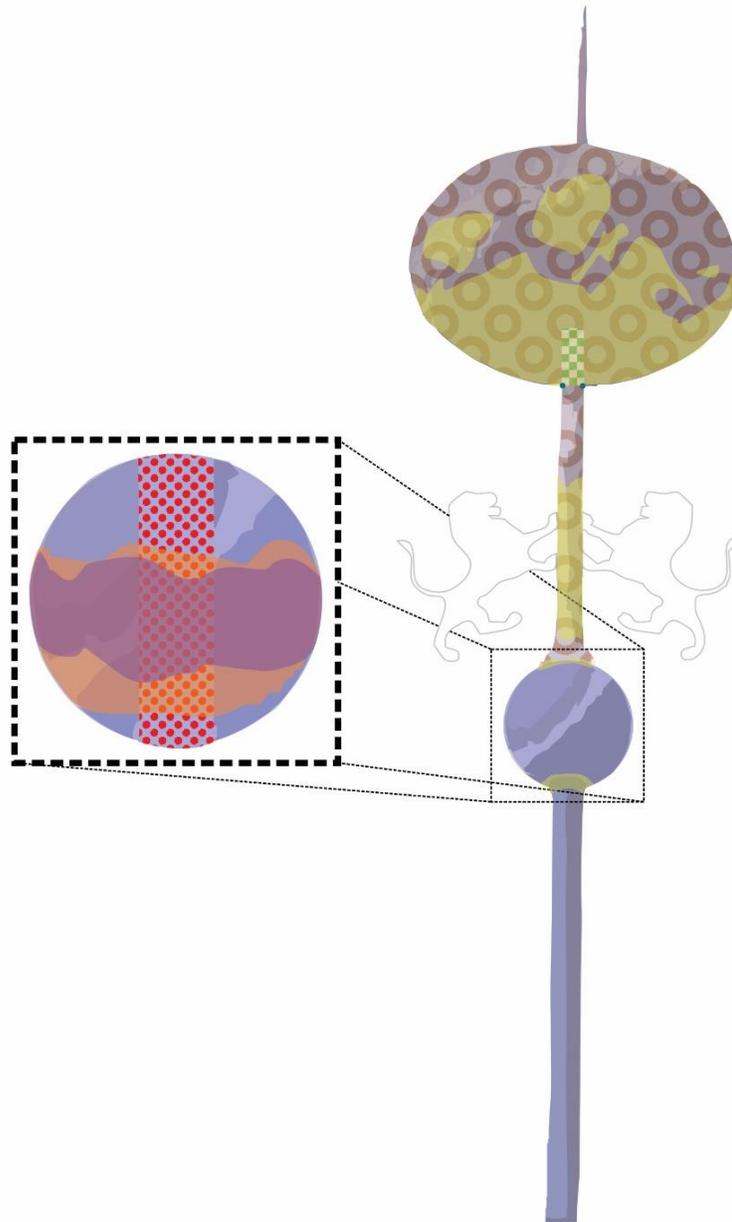
Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Sur

Esquema de Procesos



- | | | | | | | | |
|---|---|---|---------------------------------|---|----------------------------------|---|----------------------|
|  | Eliminación de pintura |  | Aplicación de Resane |  | Eliminación de pasta de resane |  | Soldadura |
|  | Consolidación de elementos férricos mineralizados |  | Eliminación de corrosión activa |  | Reconversión de corrosión activa |  | Aplicación de Pátina |



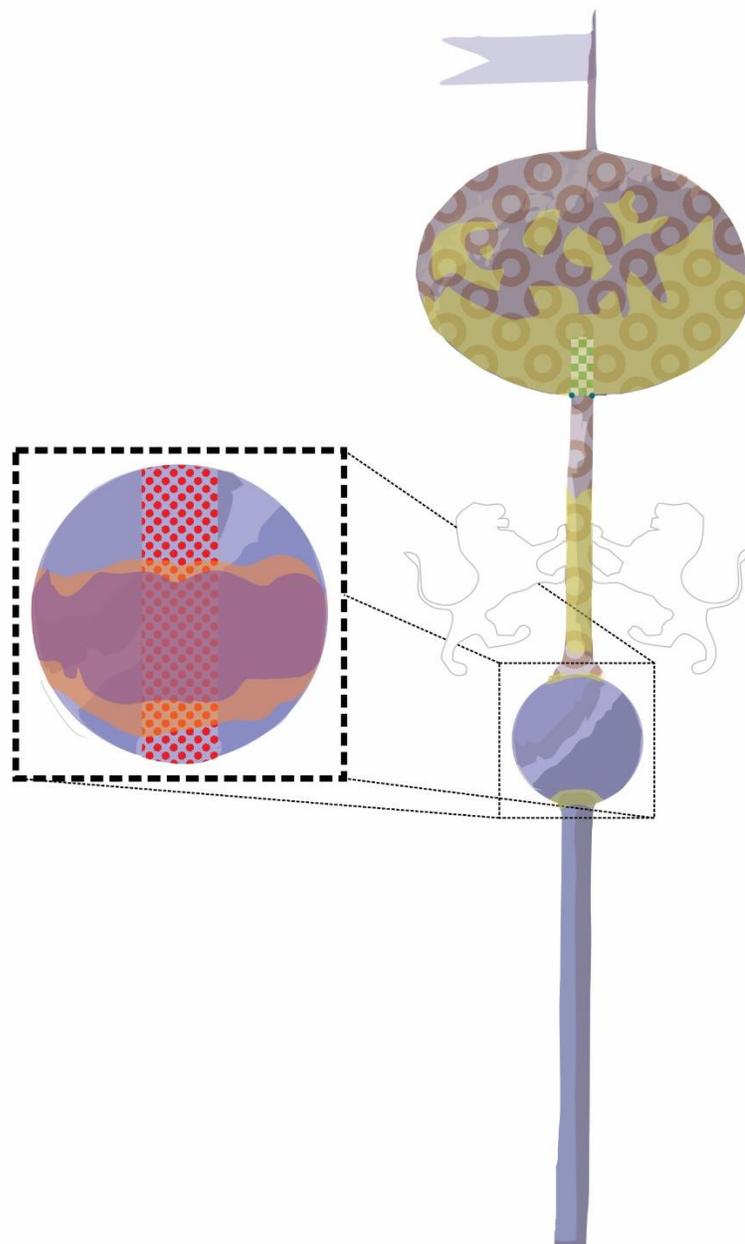
- | | | | | | | | |
|---|---|---|---------------------------------|---|----------------------------------|---|----------------------|
|  | Eliminación de pintura |  | Aplicación de Resane |  | Eliminación de pasta de resane |  | Soldadura |
|  | Consolidación de elementos férricos mineralizados |  | Eliminación de corrosión activa |  | Reconversión de corrosión activa |  | Aplicación de Pátina |



Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Poniente

Esquema de Procesos



Eliminación de pintura



Aplicación de Resane



Eliminación de pasta de resane



Soldadura



Consolidación de elementos férricos mineralizados



Eliminación de corrosión activa



Reconversión de corrosión activa



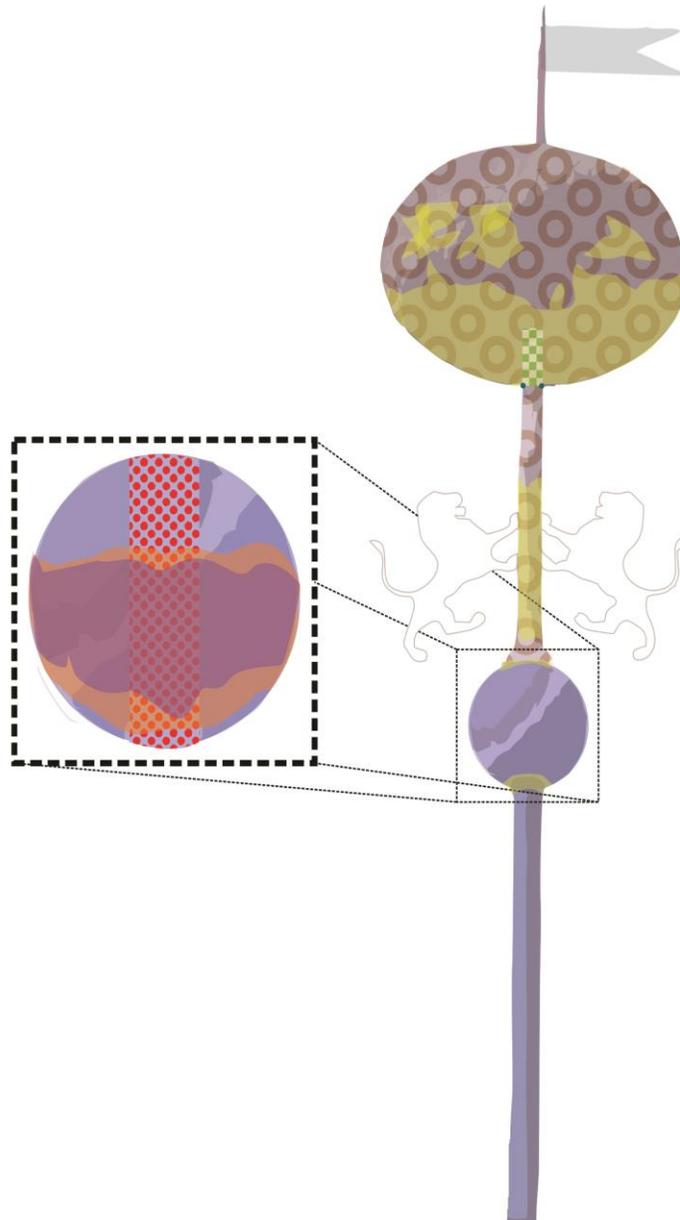
Aplicación de Pátina



Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Oriente

Esquema
de Procesos



- | | | | |
|---|---|--|--|
|  Eliminación de pintura |  Aplicación de Resane |  Eliminación de pasta de resane |  Soldadura |
|  Consolidación de elementos férricos mineralizados |  Eliminación de corrosión activa |  Reconversión de corrosión activa |  Aplicación de Pátina |

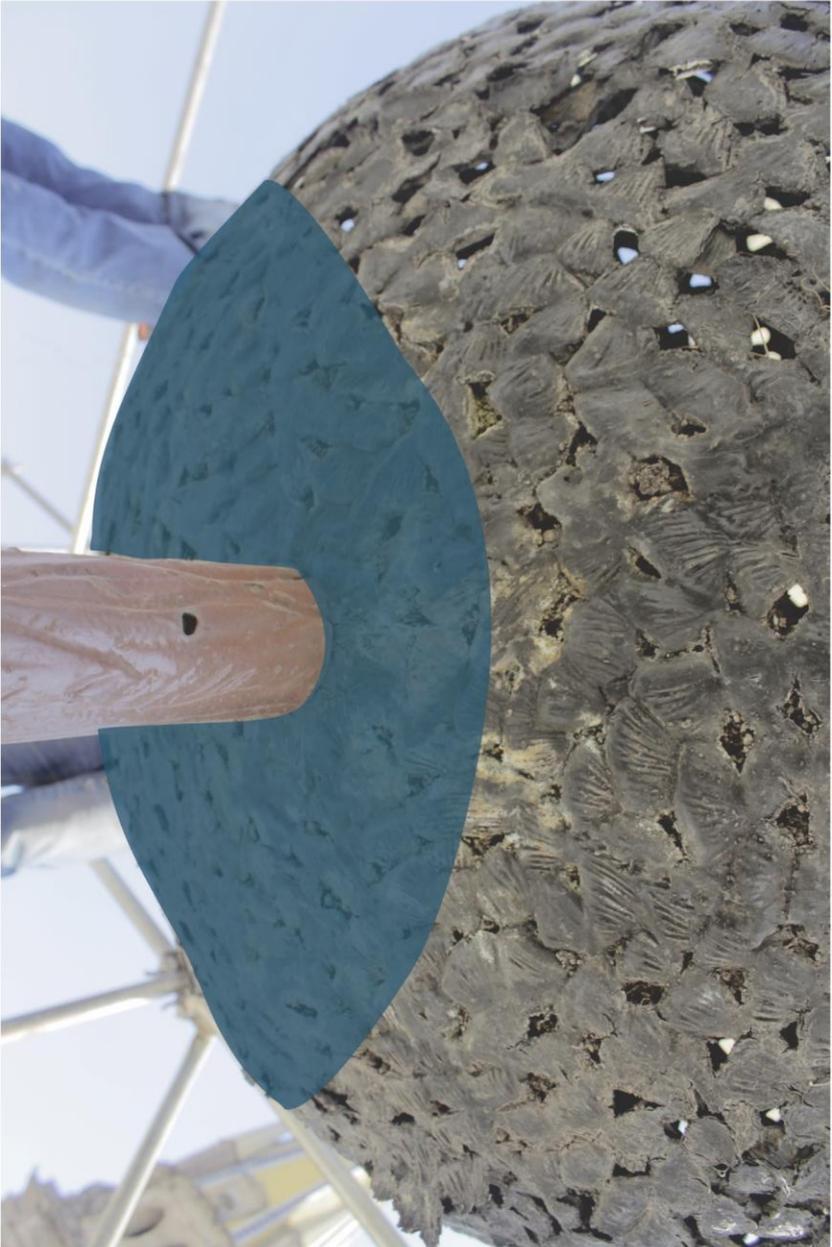


CLAVE C&R

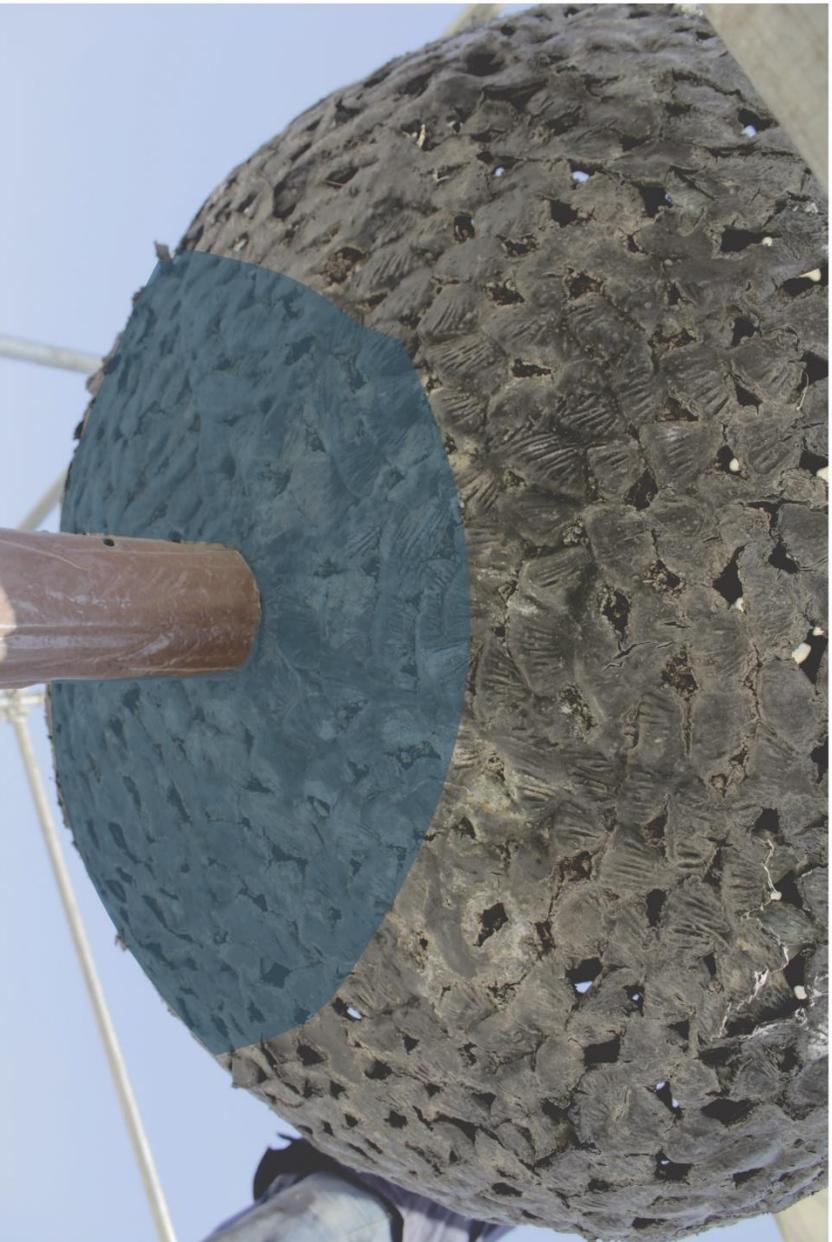
Proyecto: Emblema de Guadalajara
Enero 2021

Vista Oriente

Esquema de Procesos



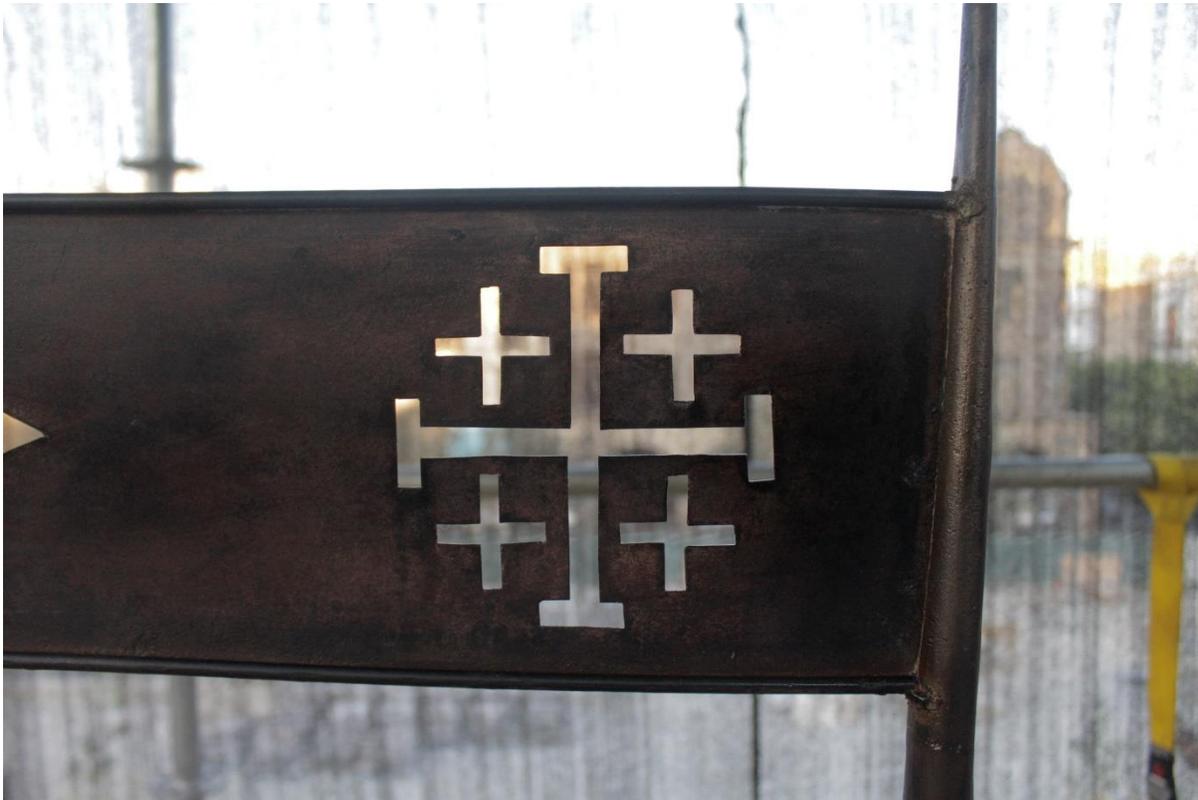
■ Limpieza de suciedad



■ Limpieza de suciedad











VII. CONSERVACIÓN PREVENTIVA

El proyecto de restauración ejecutado eliminó las causas de deterioro y dio solución a los efectos que estos generaron en el elemento escultórico, dejándolo estable y recuperando sus cualidades estéticas. Sin embargo, ni estas acciones ni la inversión económica realizada habrán valido la pena si no se establece un monitoreo constante para detectar alteraciones y lo más importante, realizar el mantenimiento periódico del emblema.

En este texto se presentan las recomendaciones a seguir para el correcto mantenimiento de la escultura, lo cual garantizará que los procesos de restauración efectuados sean durables y que el emblema permanezca en decoro. Por esta razón, este apartado tendrá que ser turnado al área correspondiente del H. Ayuntamiento que se encargue del mantenimiento de estos Bienes Culturales.

Recomendaciones para el mantenimiento y cuidado del emblema

- **Monitoreo:** Será necesario que el área encargada del Ayuntamiento de Guadalajara disponga de personal para vigilar la situación en la que se encuentre el emblema, así como su evolución material con el paso del tiempo. Para lo anterior, el personal de CLAVE C&R se compromete a realizar una capacitación en el sitio para que las personas encargadas del monitoreo puedan saber cuáles son los cambios a esperar, los puntos a observar y las situaciones a las que hay que prestar más atención. Además, como referencia para que este monitoreo pueda realizarse más eficazmente, se entrega un registro con fotografías del fin de procesos que servirá para visualizar fácilmente la presencia de cambios o alteraciones negativas.

- **Sobre la limpieza:** no es necesario realizar algún tipo de limpieza particular sobre el emblema, pues la lluvia elimina polvo y materiales depositados con el aire. En caso de que algún material soluble en agua caiga (accidental o intencionadamente) sobre las piezas, será necesario lavar con agua corriente y un poco de jabón neutro sin tallar la obra, ya que generar fricción sobre la escultura con cepillos de cualquier tipo de cerdas o fibras puede ocasionar la pérdida de las pátinas y los recubrimientos de protección de manera anticipada; de tratarse de algún material que solo se retire con solventes, será necesario contactar a CLAVE C&R, ya que el recubrimiento final podría verse afectado con la aplicación de ciertos solventes. Finalmente, en caso de observar la presencia de nidos de aves sobre el elemento, será necesario removerlos para evitar que la suciedad se acumule nuevamente en el interior de la fronda del árbol.

- **Sobre la perla:** es importante recalcar que, como se menciona en la técnica de factura, el elemento que conforma la perla está elaborado de aluminio, metal sumamente maleable y con poca resistencia, por lo que **NO** se podrá apoyar nada sobre ella, debido a que se podrían generar nuevas abolladuras. Para realizar cualquier tratamiento de limpieza o mantenimiento será necesario utilizar una plataforma de elevación articulada.

- **Sobre la aplicación del recubrimiento:** La capa de protección aplicada es resistente a las inclemencias del intemperismo, teniendo una durabilidad en buenas condiciones de hasta 5 años. Posterior a este tiempo, será necesario valorar la pertinencia de dejar o retirar el recubrimiento para una posterior aplicación, en caso de determinar una nueva aplicación la metodología es la siguiente:

1. Eliminación del recubrimiento por medio de la disolución del mismo con solvente S211 o S121 de la marca Nervión.
2. Verificación del buen estado de conservación de los diferentes elementos que constituyen el emblema tomando como referencia el registro fotográfico mencionado al inicio de este apartado.
3. Preparación de superficie, en donde se deberá eliminar el polvo depositado superficialmente por medio de un paño con agua. Posterior a ello, se eliminarán los restos de grasa que se hayan adherido por la manipulación de los elementos por medio de la aplicación de acetona impregnada en estopa.
4. Mezcla de los componentes (base y reactor) por aproximadamente 5 min hasta obtener una mezcla completamente homogénea y una vez que esto suceda, es necesario esperar de 10 a 15 minutos para favorecer el inicio de la reacción previo a la aplicación.
5. Aplicación de solvente para ajustar la viscosidad del recubrimiento, como adelgazador se utiliza el solvente S-121 o S-211 a no más del 30% con relación al recubrimiento.
6. Entre cada aplicación es necesario dejar secar entre 15 a 25 minutos, posteriormente será necesario verificar que la película está lo suficientemente seca para que no se queden marcadas las huellas y para asegurar la evaporación del solvente. Es recomendable dar manos siempre en forma paralela, de ser necesario en sentido cruzado con respecto a la primera mano.

Al momento de aplicar el recubrimiento es indispensable tomar precauciones como utilizar el equipo de seguridad adecuado: mascarillas con doble filtro de carbón activado, lentes de seguridad, ropa y guantes de algodón

Entre las condiciones de aplicación se tiene que considerar que no se puede aplicar el producto si la temperatura ambiente está abajo de 4°C o por arriba de los 43°C, tampoco si la temperatura del sustrato no se encuentra al menos a 3°C por encima del punto de rocío y la humedad relativa en el ambiente es mayor del 85%.

Consideraciones sobre futuras intervenciones

Se sugiere que se contacte a CLAVE C&R para cualquier duda al respecto o por si es necesaria una nueva restauración: Lic. Miriam Limón Gallegos⁶. Hay que entender también que la escultura está conformada por elementos construidos en diferentes metales, por lo que se facilita la presencia de corrosión galvánica en caso de contar con las condiciones adecuadas (humedad acumulada y presencia de sales). Finalmente, en caso de que el emblema fuera sustraído por vandalismo, tanto el Ayuntamiento de Guadalajara, como CLAVE C&R, tienen el resguardo de las fotografías que registran la situación actual de las esculturas, lo que servirá de referencia para poder reproducir tanto pátinas como elementos perdidos.

⁶ Número celular: 3311359124; correo electrónico: m.limongallegos@gmail.com