

Dra. Mónica Cejudo Collera
Dr. Carlos Darío Cejudo Crespo
Dr. Ricardo Prado Núñez

Zuriel Ávila Jiménez
Elisa Brambila Lozano
Jessica Gavidia Carranza
Montserrat Pineda Espejel

Mariana Ramírez Martínez
Margarita Solís Zapata
Sergio Torres Luna
Gilberto Villaverde Rodríguez



Manual de acciones emergentes para la conservación de edificios religiosos dañados por sismo

Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de maestría en Arquitectura
Rehabilitación del patrimonio arquitectónico
Taller de investigación III

Tabla 3: medidas de las vigas secas (estufadas) de madera

Grueso (in)	Ancho (in)	Largo (ft)	Grueso (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)
3.5	6	16	8.75	15	487.68
3.5	6	20	8.75	15	609.6
3.5	8	12	8.75	20	365.48
3.5	8	14	8.75	20	426.48
3.5	8	16	8.75	20	487.65
3.5	8	18	8.75	20	548.64
3.5	8	20	8.75	20	609.6
3.5	8	34	8.75	20	609.6
3.5	8	28	8.75	20	609.6
3.5	8	32	8.75	20	609.6

in/pulgadas
ft/pies

Tabla 4: medidas de las vigas en estado natural de madera

Grueso (in)	Ancho (in)	Largo (ft)	Grueso (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)
3	6	16	7.75	15	487.68
4	8	12	10	20	365.48
4	8	16	10	20	487.68
4	8	18	10	20	548.64
4	8	20	10	20	609.6

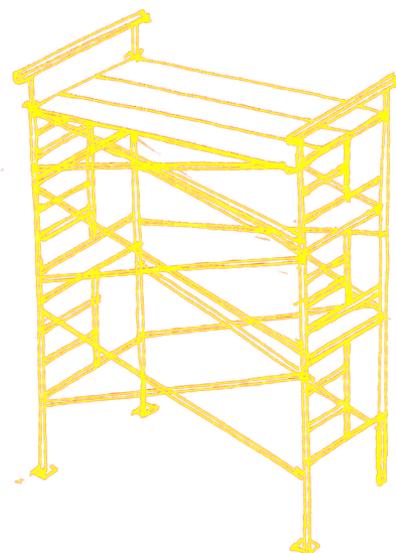
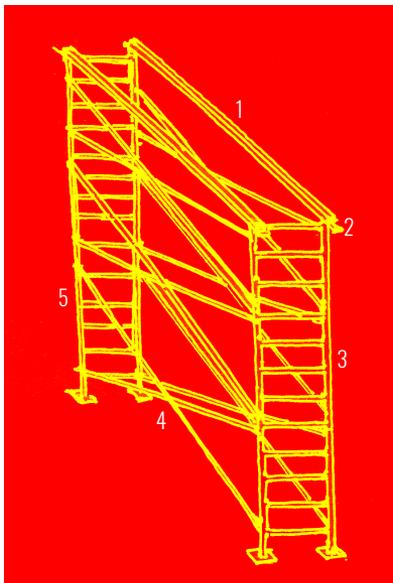
Nota: las medidas anteriores son las que predominan en el mercado, sin embargo, dada la diversidad de geometrías con las que cuentan los inmuebles patrimoniales, es necesario hacer los recortes y ajustes necesarios para la fabricación de los andamios de apuntalamiento.

Es importante mencionar que no es necesario ocupar estrictamente madera con las dimensiones comerciales, ya que las estructuras de apuntalamiento se pueden realizar con el material que se encuentre en el sitio, siempre y cuando esté en buen estado de conservación y resistencia.

Las torres de trabajo son los andamios más utilizados en apuntalamientos debido a que son de fácil manejo y los módulos pueden adaptarse perfectamente a la geometría de diferentes estructuras.

Su montaje es muy sencillo y ligero, sus marcos en "H" fabricados de acero estructural, son fáciles de transportar y almacenar sin importar que se mantengan a la intemperie.

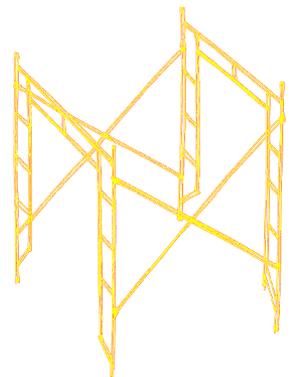
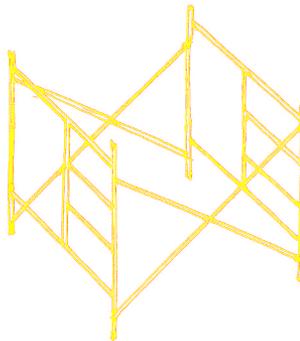
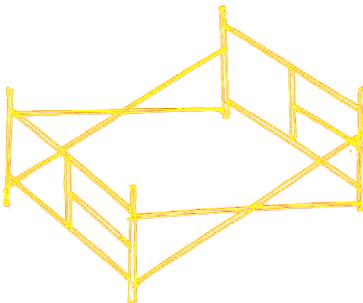
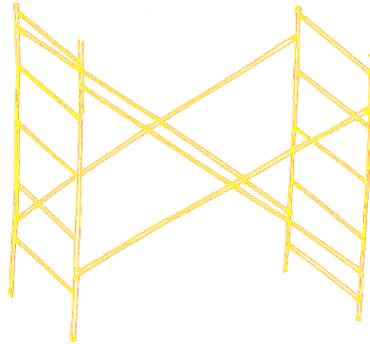
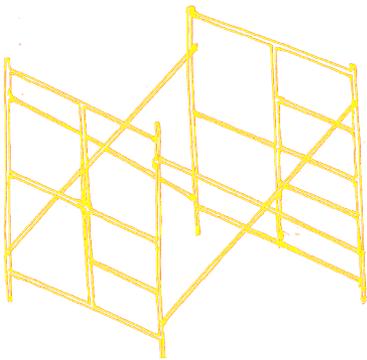
Componentes de una torre de trabajo con andamios convencionales:



- 1 Viga metálica
- 2 Cabezal
- 3 Marco
- 4 Cruceta
- 5 Cople
- 6 Base
- 7 Plataforma
- 8 Tornillo cabezal
- 9 Rueda

Módulos de trabajo más comunes:

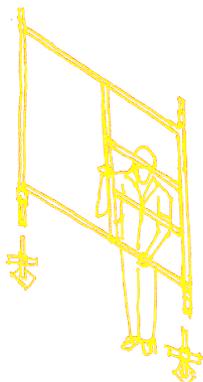
		Módulo 200	Módulo 100	Módulo 95	Módulo 150	Módulo marco puente
Medidas	largo	2.20 m	2.20 m	2.20 m	2.20m	2.20 m
	ancho	2.00 m	2.00 m	0.95 m	1.50 m	2.00 m
	alto	1.56 m	1.00 m	1.56 m	1.56 m	1.56 m
Peso		63 kg	53 kg	45 kg	53 kg	79 kg
Componentes		2 marcos 200	2 marcos 100	2 marcos 95	2 marcos de 150	2 marcos puente
		2 crucetas de 250	2 crucetas de 250	2 crucetas de 229	2 crucetas de 250	2 crucetas de 250
		4 coples de ensamble				



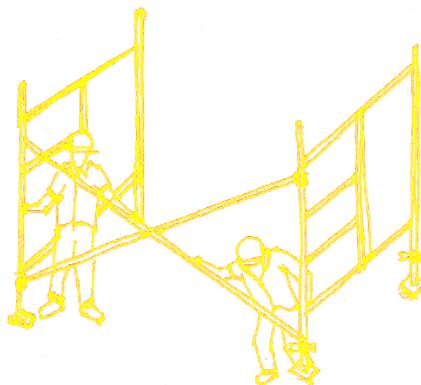
Proceso de montaje

Nota: el terreno sobre el cual se apoyará el andamio debe ser capaz de soportar las cargas previstas. Se debe tomar el cuidado necesario cuando los andamios estén montados en tierra suave o congelada. Cuando se usen tablas de madera para repartir las cargas sobre el terreno es necesario que las bases queden centradas y apoyadas sobre las primeras.

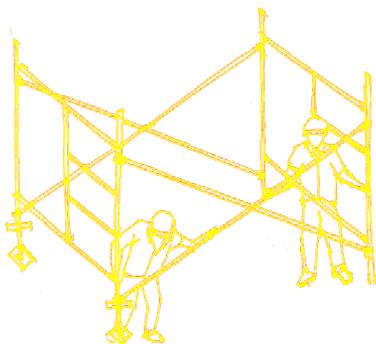
El proceso para el armado de un cuerpo de andamios es el siguiente:



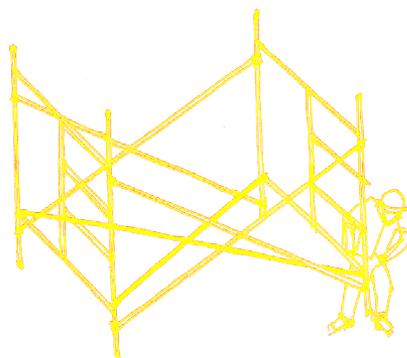
Coloque dos bases sobre el piso y ajústelas a la altura requerida. Inserte el marco asegurándose que el extremo largo quede hacia arriba. Compense las irregularidades del terreno utilizando las mariposas de las bases cuando sea exigido por las condiciones del mismo.



Repita el procedimiento anterior para colocar el segundo marco a la distancia requerida. Verifique que los marcos están alineados y coloque una por una las cruces para rigidizar el módulo.



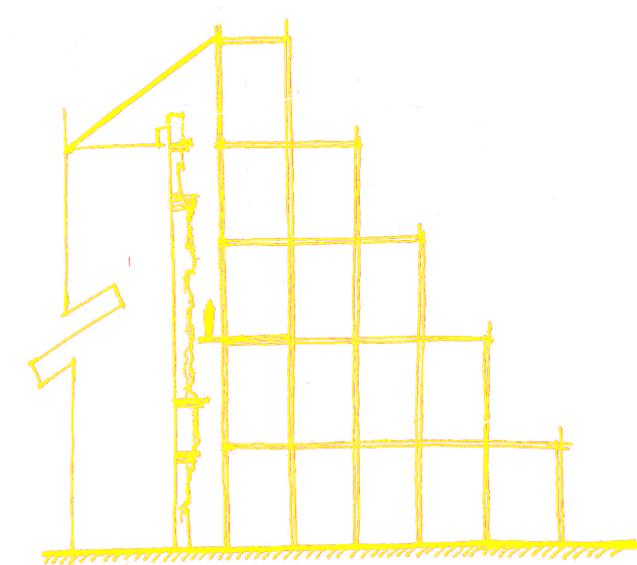
Verifique que todos los componentes estén bien colocados y nivelados.



Una vez que el primer cuerpo está totalmente armado, puede continuar colocándolos.

A continuación se mencionan algunos apuntalamientos generales en muros, arcos, bóvedas, vanos, entrepisos y cubiertas.

Nota: el material a utilizar para los apuntalamientos puede variar de acuerdo a la disponibilidad del mismo en el sitio. Se pueden utilizar andamios de madera, metálicos o una combinación de ambos de acuerdo al requerimiento del inmueble y los recursos que se tengan al alcance.



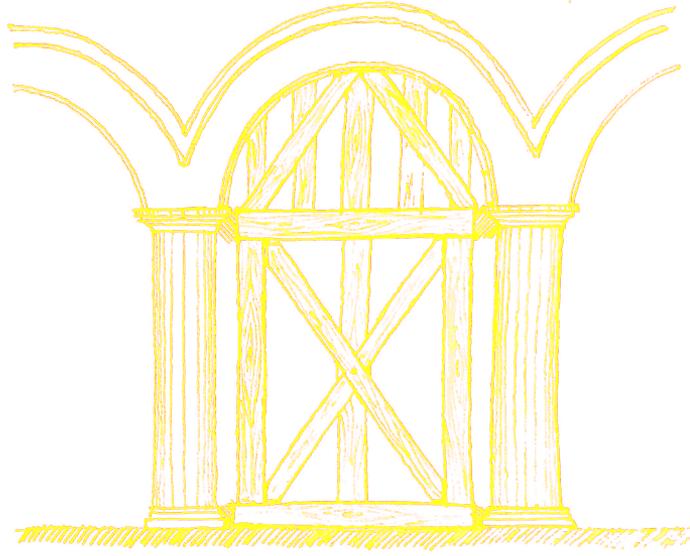
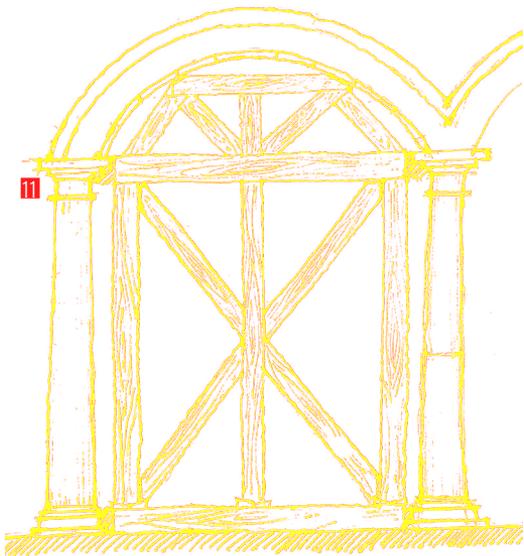
- 1 Marco
- 2 Cople
- 3 Base cuadrada
- 4 Pasarelas o tarimas
- 5 Troqueles

Materiales

- » Puntales de madera
- » Largueros de madera
- » Contraventeos de madera
- » Estacas o cuñas
- » Clavos para madera
- » Material de textura suave para proteger los paramentos del inmueble en las zonas de contacto

Procedimiento

Conforme al proyecto estructural se usan troqueles, entibamientos o separadores, pero en cualquier caso el extremo en contacto con el muro será un arrastre que reparta convenientemente la carga, colocando un material terso y suave que proteja la superficie del muro, para evitar que los elementos de apuntalamiento se recarguen en el muro o dañen elementos ornamentales. Para este tipo de apuntalamientos conviene utilizar andamios metálicos que formen torres escalonadas.



- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1 Clave | 8 Contraventeo |
| 2 Dovela | 9 Viga de arrastre |
| 3 Intradós | 10 Fuste |
| 4 Extradós | 11 Capitel |
| 5 Cuñas de madera | 12 Basamento |
| 6 Viga madrina | 13 Arrastre |
| 7 Pie derecho | 14 Puntales |

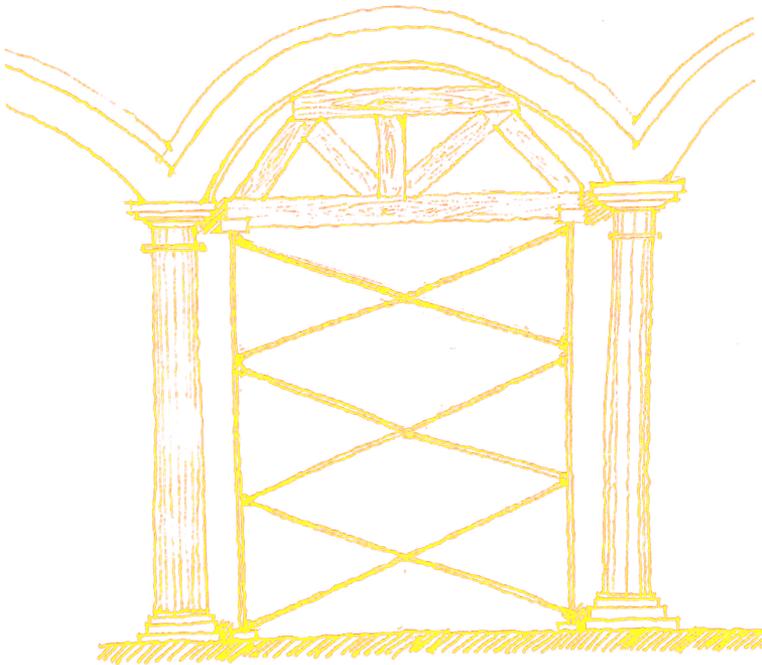
Nota: la separación de los puntales depende de la separación de los pies derechos; en el caso de la separación mínima de los pies derechos, no puede establecerse una norma, ya que esto depende de la medida del claro del arco.

Materiales

- » Contraventeos de madera
- » Estacas o cuñas
- » Clavos para madera
- » Polines de madera
- » Material de textura suave para proteger los paramentos del inmueble en las zonas de contacto

Procedimiento

Siguiendo la generatriz del arco o de la bóveda, se colocan arrastres segmentados, relleno con pedazos de madera los huecos entre el arrastre y el intradós. Estos arrastres a su vez son recibidos por tomapuntas dispuestos de modo que no provoquen empujes, los que a su vez descansan en un arrastre horizontal, el cual es recibido por pies derechos debidamente contraventeados que transmiten al piso las concentraciones a través de un arrastre horizontal.



- 1 Clave
- 2 Dovela
- 3 Intradós
- 4 Extradós
- 5 Cuñas de madera
- 6 Viga madrina
- 7 Contraventeo
- 8 Marco
- 9 Cruceta
- 10 Cople
- 11 Base cuadrada
- 12 Capitel
- 13 Fuste
- 14 Basamento

Materiales

- » Contraventeos de madera
- » Cuñas
- » Clavos para madera
- » Arrastres de madera
- » Polín para viga de arrastre
- » Cuerpos de andamios
(los necesarios para alcanzar el nivel de imposta)

Procedimiento

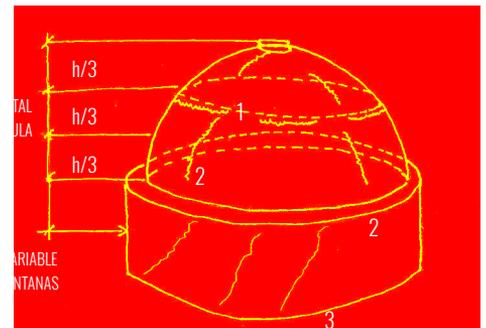
Al igual que en el procedimiento anterior, siguiendo la generatriz del arco o de la bóveda se colocan arrastres segmentados, relleno con pedazos de madera los huecos entre el arrastre y el intradós. A su vez, estos arrastres son recibidos por tornapuntas dispuestos de modo que no provoquen empujes, los que a su vez descansan en un arrastre horizontal, que se apoya sobre los cuerpos de andamios necesarios para alcanzar en altura el nivel de imposta. Los cuerpos de andamios metálicos se pueden colocar en sentido transversal o longitudinal según la dimensión del claro y las medidas de los módulos.

Zonas más frecuentes de daños de cúpulas y tambores

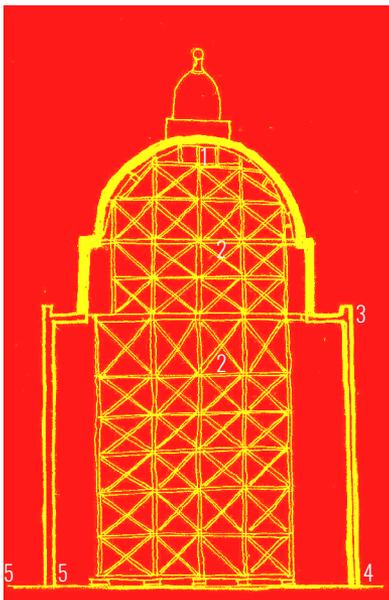
Las grietas y daños en una cúpula se presentan más frecuentemente paralelos a la base, en una zona aproximada de dos tercios de la altura.

También diagonales en forma vertical.

Los agrietamientos también son muy frecuentes en el tambor en forma diagonal.



Apuntalamiento

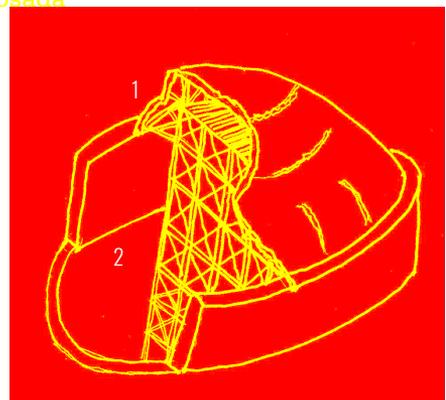


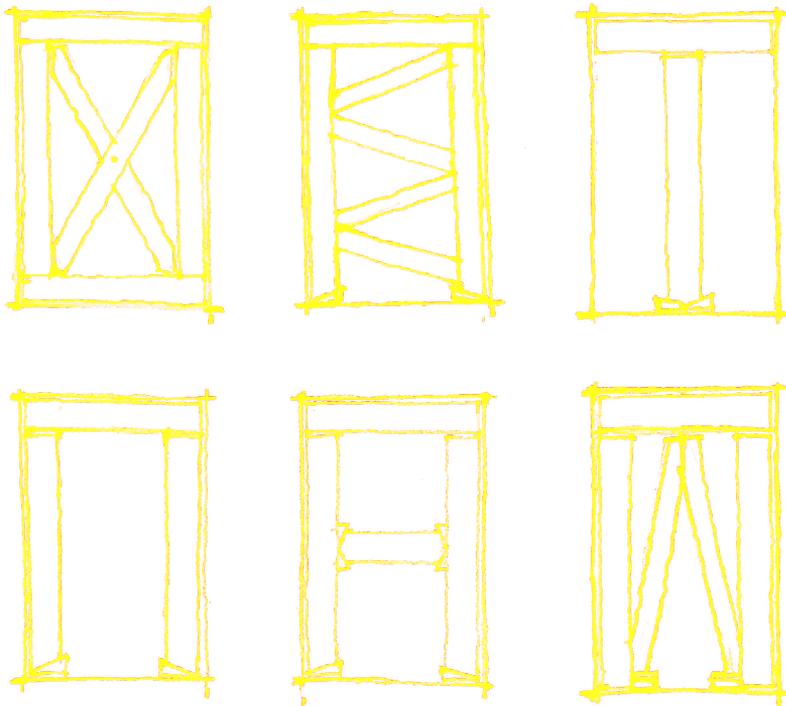
- 1 Cimbra de madera siguiendo el intradós de la cúpula.
- 2 Andamios tubulares o de madera.
- 3 Base de trabajo hecha con triplay, cimbra y barrote.
- 4 Andamios apoyados sobre rastras o bases de tornillo.

Apuntalamiento de la parte restante de una cúpula colapsada

Apuntalar siguiendo la línea interna del borde de la fractura de la parte restante de la cúpula colapsada.

Andamiaje tubular o de madera desde el piso firme, hasta una plataforma de trabajo bajo los restos de la cúpula colapsada. Continuar apuntalamiento siguiendo ejes paralelos a la curva interna de la cúpula. Revisar daños en el tambor.





- 1 Cuñas de madera
- 2 Viga madrina
- 3 Pie derecho
- 4 Troqueles
- 5 Contraventeos

Materiales

- » Contraventeos de madera
- » Estacas o cuñas
- » Clavos para madera
- » Polines de madera
- » Material de textura suave para proteger los paramentos del inmueble en las zonas de contacto.

Procedimiento

Según el daño que presente el vano se podrán utilizar diferentes tipos de refuerzos. En todos los casos se coloca una viga madrina que soporte el cerramiento. Posteriormente se colocará un pie derecho al centro o uno a cada lado del vano con una viga de arrastre, ajustándolos con cuñas de madera. Si es necesario se utilizarán contraventeos para resistir los empujes en ambos sentidos.

Protección de esculturas exentas

Material

- » Caja de triplay de 16 a 19 mm con travesaños de listón de 2" o barrote de 3"
- » Espuma rígida de poliuretano o relleno de esferas de poliestireno expandido

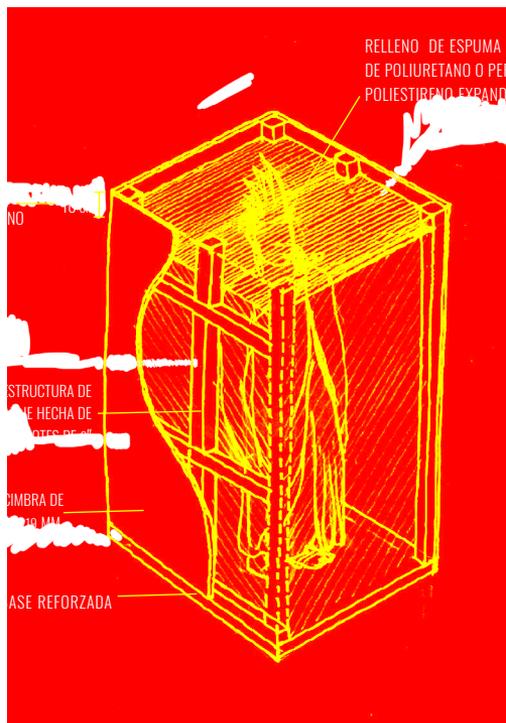
Procedimiento

Realizar un levantamiento detallado y clasificación de las piezas mediante un registro alfanumérico.

Preparar embalaje de madera en forma de caja, mayor que la pieza a proteger, dejando una holgura perimetral y en altura de un mínimo de 10 cm. (La caja deberá ser de triplay con cimbra de 16 a 19 mm con travesaños de listón de 2" o barros de 3", dependiendo del tamaño de la pieza. La parte inferior, donde se va a apoyar la pieza, deberá ser rígida de tablón o tabla para soportar el peso).

Colocar la escultura sobre el fondo de la caja.

Rellenar con espuma rígida de poliuretano hasta inmovilizar totalmente. Este trabajo deberá ser realizado por personal técnico especializado. En caso de no contar con el material o el personal calificado se podrá utilizar un relleno de esferas de poliestireno expandido, compactadas suavemente contra la escultura hasta inmovilizarla.



Protección de sillares tallados con molduras u ornamentación

Material

- » Membrana de polietileno espumado o similar
- » Fleje de plástico o PET

Procedimiento

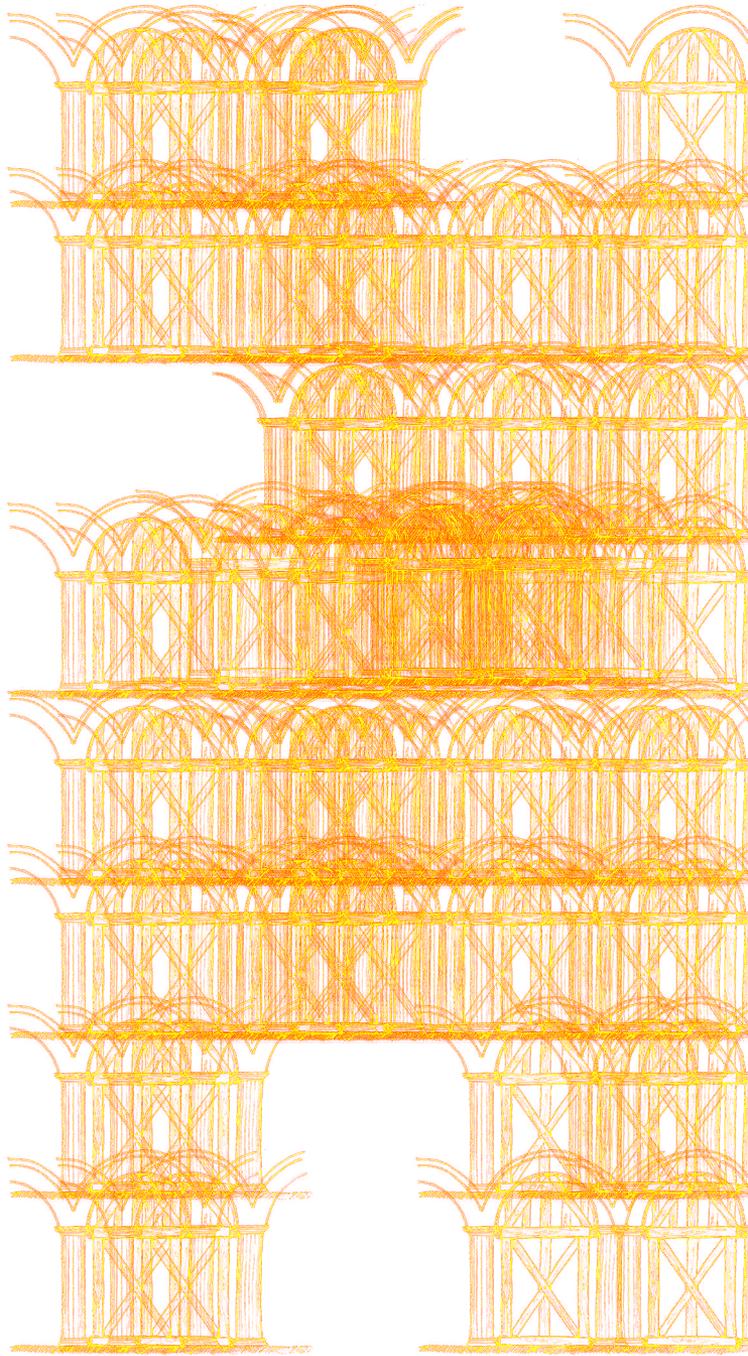
Levantamiento detallado de las piezas, indicando fábricas, daños, deterioros.

Se deberá realizar un registro alfanumérico de las piezas marcando cada uno de los sillares con pintura de agua Vinci.

Las piezas podrán ser embaladas o envueltas con una membrana de polietileno espumada o similar.

Se deberá sujetar por medio de fleje de plástico o PET. Cuando se trate de cargas mayores a 200 kg el flejado deberá hacerse con flejadora manual.





Instituto Nacional
de Antropología
e Historia