



Proyecto de Cooperación Internacional

## ¡Qué no baje el telón!

Director del Componente B: Prof. Saverio Mecca

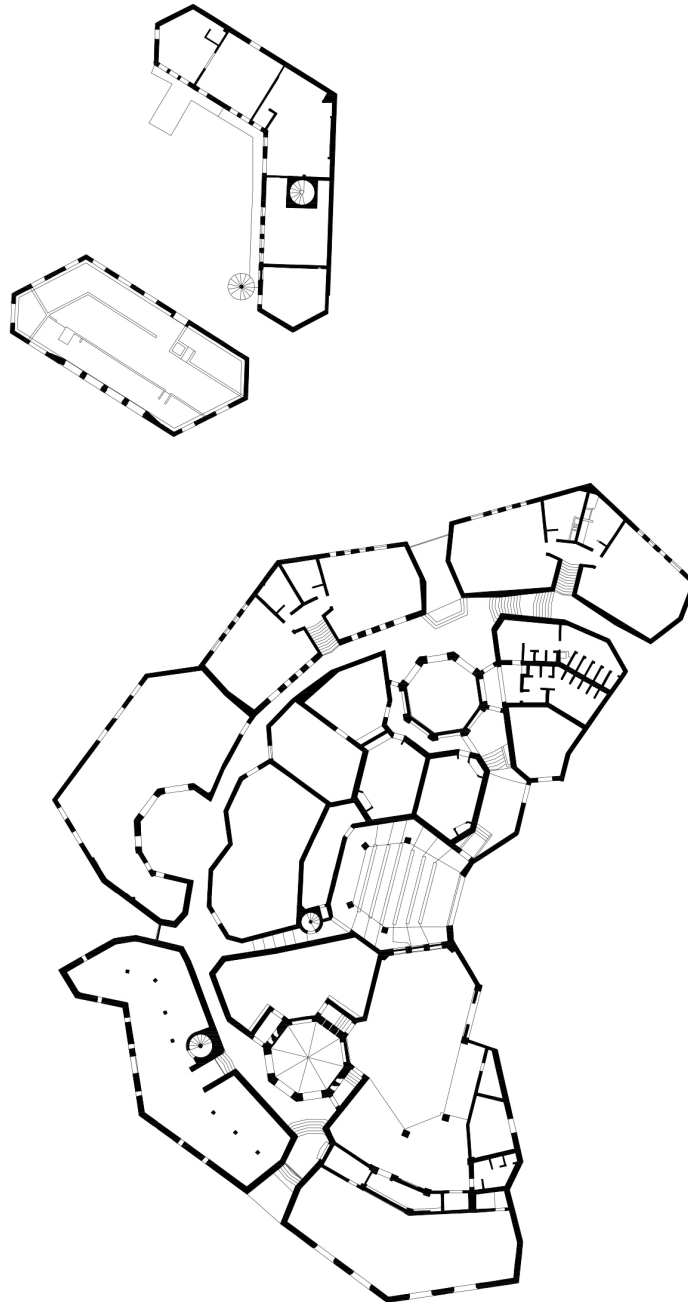
## Análisis de la inestabilidad

*Responsable científico:* Prof. Michele Paradiso

*Colaboradores:* Sara Garuglieri, Stefano Galassi, Giuseppe Berti,  
Marco Altemura

### Anexo n.3

## Detalles estructurales de la construcción



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
FIRENZE

**DIDA**  
DIPARTIMENTO DI  
ARCHITETTURA



**isa**  
UNIVERSIDAD  
DE LAS ARTES



AGENZIA ITALIANA  
PER LA COOPERAZIONE  
ALLO SVILUPPO

MINISTERIO  
de  
*Cultura*  
REPÚBLICA DE CUBA

## ¡QUÉ NO BAJE EL TELÓN!

### Conservación, Gestión y Puesta en Valor del Patrimonio Cultural del ISA

Componente B - Capacitación y monitoreo

DIDA | Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze

El componente B del proyecto ¡QUÉ NO BAJE EL TELÓN! Conservación, Gestión y Puesta en Valor del Patrimonio *Cultural del ISA* tiene como objetivo, a través de la acción coordinada entre el Departamento de Arquitectura (DIDA) de la Universidad de Florencia, el Instituto Superior de Arte (ISA) y el Ministerio de Cultura (MINCULT), el de contribuir a la formación y capacitación de todos los operadores que trabajan en el ámbito de la documentación, conservación, gestión y puesta en valor del patrimonio cultural, en específico del patrimonio material del ISA y lo del territorio del Municipio de Playa y del patrimonio inmaterial de las artes escénicas.

El Componente B está coordinado con el Componente A llevado, por el MINCULT, financiado por la AICS y destinado a la restauración, consolidación y refuncionalización de la antigua sede de la Facultad de Arte Teatral (FAT) del ISA.

Los dos Componentes se complementan, siendo dos caras de la misma intervención.

En concreto, el Componente B pretende transferir y actualizar habilidades y conocimientos específicos en el ámbito del levantamiento digital, de la restauración y consolidación de edificios así como de la planificación, gestión y mantenimiento de la construcción, mediante:

- la activación de Cursos de Capacitación Profesional para fortalecer las bases cognitivas, técnicas y documentales necesarias para el desarrollo del proyecto de restauración, consolidación y refuncionalización de la FAT a cargo del MinCult y de sus estructuras técnicas de diseño. Los cursos están dirigidos tanto al personal empleado por los Ministerios encargados de la conservación del patrimonio arquitectónico como a los profesionales y trabajadores del sector de la construcción, así como a los estudiantes del ISA y de las Facultades de Ingeniería y Arquitectura de La Habana;
- la aplicación de metodologías y herramientas para la restauración y la consolidación del patrimonio arquitectónico aprobadas por la comunidad científica internacional a los edificios que conforman la FAT.

El grupo de trabajo del DIDA está formado por arquitectos, especialistas en levantamiento, restauradores, ingenieros estructurales y gestores de proyectos. Las distintas aportaciones disciplinarias son esenciales para recomponer un marco cognitivo, analítico e interpretativo amplio y, en la medida de lo posible, exhaustivo de la Facultad de Arte Teatral, a partir del cual se puede definir el proyecto ejecutivo por parte del Componente A.

### Grupo de Trabajo del Departamento de Arquitectura (DIDA)

#### Dirección y coordinación

Director: Prof. Saverio Mecca

Director adjunto: Prof. Alessandro Merlo

#### Levantamiento morfométrico y cromático

Responsable científico: Prof. Alessandro Merlo

Coordinadora: Dra Arq. Gaia Lavoratti

Colaboradores (para la recogida de datos): Arq. Francesco Frullini, Arq. Giulia Lazzari, Arq. Elisa Luzzi, Arq. Michela Notaricola

Colaboradores (para la restitución de datos): Dra Arq. Gaia Lavoratti, Arq. Giulia Lazzari, Arq. Alessandro Manghi.

#### Restauración

Responsable científico: Prof. Susanna Caccia

Coordinador: Dr. Arq. Leonardo Germani

Colaboradores: Dra Arq. Stefania Aimar, Dr. Arq. Salvatore Zocco, Arq. Stefania Franceschi, Arq. Francesco Pisano

#### Consolidación

Responsable científico: Prof. Michele Paradiso

Coordinadora: Arq. Sara Garuglieri

Colaboradores: Prof. Stefano Galassi, Arq. Giuseppe Berti, Arq. Marco Altemura

#### Programación de la construcción y el mantenimiento

Responsable científico: Prof. Saverio Mecca

Coordinador: Ing. Vito Getuli

Colaborador: Prof. Letizia Dipasquale

#### Modelado de información para la construcción (BIM)

Responsable científico: Prof. Carlo Biagini

Coordinador: Dr. Ing. Vincenzo Donato

Colaborador: Ing. Andrea Bongini

# Detalles constructivos estructurales

## Prólogo

La reconstrucción de los detalles tecnológicos/estructurales de las bóvedas de la FAT es el resultado de la lectura cruzada de información y datos iconográficos (fotos históricas y planos del proyecto) y de los relatos orales de los protagonistas y testigos tanto de la fase de construcción (Roberto Gottardi, José Morquera Lorenzo, Hilda Fernández Vila) como de la posterior fase de estudio y restauración (Gilberto Quevedo Sotolongo, Universo García Lorenzo, Miguel Ángel Maestro Mesa, Michele Paradiso y Christian Zecchin).

Aquí se presentan los resultados estrictamente relacionados con la bóveda del bloque 9, tanto para atestiguar la estructura constructiva de este bloque y sentar las bases para una interpretación más general del esquema constructivo que pueda referirse al conjunto de todos los edificios abovedados de la FAT. En lo que respecta específicamente al Bloque 9, se utilizaron los resultados de la perforación de núcleos realizada el 04.03.2020 por el grupo ENIA.

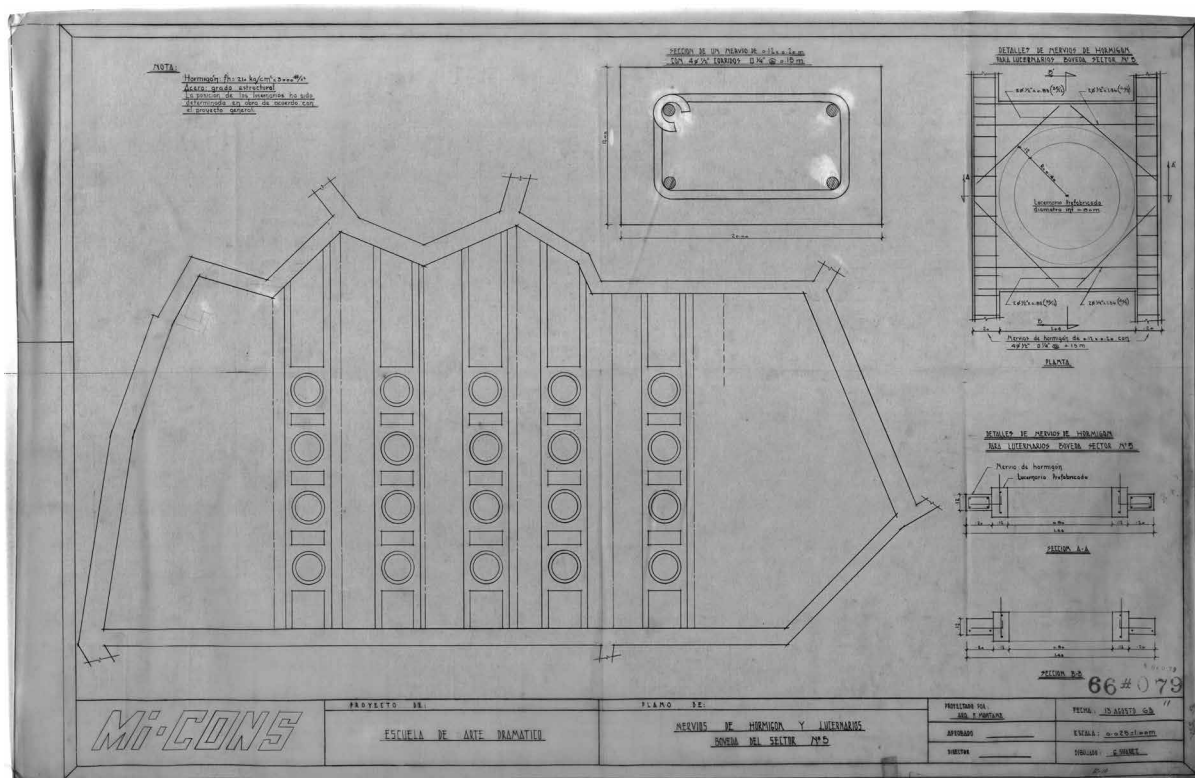


Figura 1 | Plano del proyecto que representa el “Bloque 9” (1963), Archivo de la de la Oficina del Historiador de La Habana.



Figura 2 | Sara Garuglieri, imagen termográfica del intradós de la bóveda del “bloque 9” realizada por por el Arq. Luca Valisi del Politécnico de Milán en colaboración con Arch. Garuglieri. De la foto se destacan con colores más claros algunos elementos que sugieren la presencia de costillas tangente a los tragaluces. Las bandas más oscuras visible en la foto identificar en su lugar hileras de ladrillos exteriores yuxtapuestos en los extrados de la bóveda, 19.02.2020.

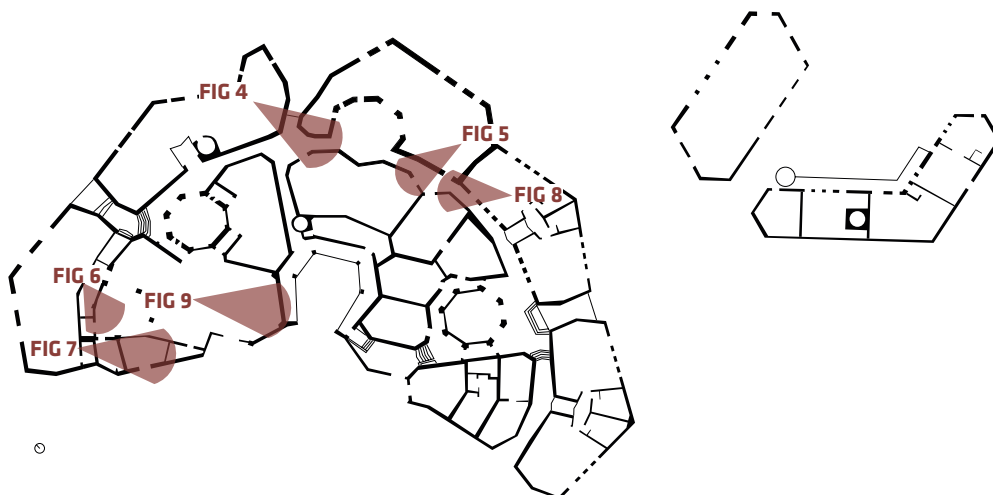


Figura 3 | Plano general del FAT con indicación de los bloques e hipotéticos puntos de vista de las fotos históricas.



### 1. Observaciones y deducciones a partir de las fotos históricas del Archivo Gottardi

El estudio de las fotos históricas de la obra en los archivos privados de Gottardi, digitalizadas por Sara Garuglieri, ha permitido hacer algunas observaciones sobre las técnicas de construcción de los edificios del FAT.

En las fotos siguientes, algunas sin fecha, pero atribuibles a los años entre '62 a '65, se aprecia la presencia de cimbras o guías para la construcción de las bóvedas tabulares tabicadas de ladrillo como se puede ver en la siguiente foto (Fig.4).

A veces las cimbras parecen estar "acopladas" y dispuestas a intervalos regulares, de modo que sugieren que se trata de verdaderos encofrados utilizados para la inserción de las costillas en el interior de las bóvedas (Fig. 5). En cualquier caso, esta hipótesis es poco probable porque la superficie del intradós de las bóvedas es continua y enteramente de ladrillo; por tanto, las costillas, si las hubiera, deberían haberse construido después de haber colocado al menos la primera capa de rasillas.

A este respecto, la Fig. 6 muestra una colocación discontinua de las capas de rasillas, que parecen interrumpirse a intervalos regulares, dejando "huecos" visibles, sobre todo a simple vista en la cabecera de la bóveda. Esto puede dar lugar a dos hipótesis.

La primera es que es la división operativa de la obra, o sea que la misma bóveda, con el fin de acelerar los tiempos de construcción, se dividió en porciones asignadas a diferentes equipos de trabajadores. Esto explicaría las discontinuidades en la ejecución.



**Figura 4 | Fotos históricas de las fases de construcción con sello del Ministerio de Obras Públicas (denominación del mismo Ministerio antes del MICONS). En primer plano la vista de las costillas o guías en detalle, Archivo Gottardi, 1962.**



**Figura 5 | Fotos históricas de las fases de construcción. En el tercer plano las costillas o guías de la bóveda. Respectivamente la primera y la quinta cimbra comenzando de izquierda a derecha, parecen estar dispuestas en pares, sugiriendo un encofrado. En segundo plano, en la bóveda por completar, se observa la presencia de hileras de ladrillos, dispuestas para crear un arco, aún visibles hoy en día en el extradós. Archivo Gottardi, fecha n.d.**

**Figura 6 | Fotografía histórica de las fases de construcción con sello del Ministerio de Obras Públicas. Se observan algunos vacíos en forma de arco, tal vez dejada para la inserción de costillas de hormigón armado, Archivo Gottardi, 1962.**



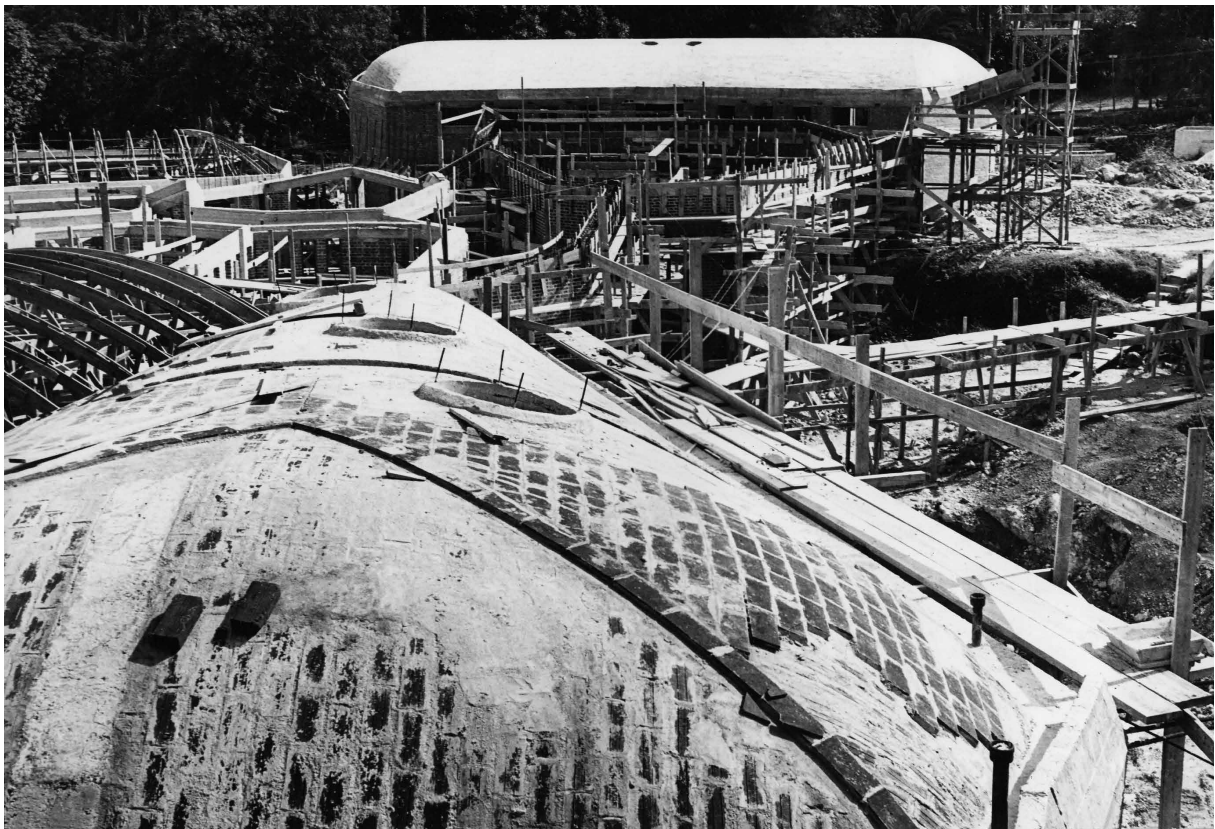
La otra hipótesis, quizá más probable, es que los “vacíos”, con forma de costillas visibles en los dibujos del proyecto, se dejaron para convertirse en moldes de ladrillos para colocar las costillas de hormigón armado, incorporándolos directamente dentro del espesor de las bóvedas.

Otro detalle fundamental de la Fig. 6 se refiere a la disposición de las rasillas en las distintas capas. Las dos últimas capas, la superior, formada por ladrillos perforados, se colocan ambos a lo largo de la cara en la dirección longitudinal del edificio.

En la Fig. 7, las rasillas en correspondencia con la bóveda del bloque 11 están en cambio dispuestas a 90° entre sí en las dos capas visibles.

En cualquier caso, la última capa extradós de todos los techos de la FAT, tal y como la podemos ver hoy, está compuesta por hileras dispuestas con rasillas hacia el lado largo, colocadas longitudinalmente al cuerpo del edificio. Sin embargo, también es cierto que en algunos bloques se supone que la última capa de rasillas en el extradós puede haber sido eliminada y que, por lo tanto, la visible es la segunda capa, que, sin embargo, también está dispuesta en la misma orientación.

Las claraboyas, como se muestra en los planos del proyecto del 63, son de hormigón armado prefabricado con un diámetro interior de 80-100 cm y un grosor y 12 cm de espesor. No hay indicación de su altura, que, sin embargo, está enrasada con el intradós de la bóveda y, como puede verse en la Fig. 7, casi enrasada con el extradós exterior de la bóveda, dejando algunas barras de refuerzo para conectar los ladrillos perimetrales y crear los óculos salientes de los lucernarios (Fig. 8).



**Figura 7 | Fotos históricas de las fases de construcción. Detalle en primer plano del tejado del bloque 11. Las capas visibles de las rasillas visibles están dispuestas en ángulo recto entre sí. Archivo Gottardi, fecha n.d.**



**Figura 8 | Fotografía histórica de las fases de construcción con sello del Ministerio de la Construcción (detalle). Vista de los tragaluces de la bóveda del bloque 9, Archivo Gottardi, 1965.**

Para la realización de los lucernarios (Fig. 6), se colocaron las dos primeras capas de rasillas, se vertieron las costillas y se dispusieron las claraboyas en hormigón armado prefabricado, y a continuación se realizaron las aberturas en las dos capas del intradós, como puede verse en el “recorte” del ladrillo en la foto histórica citada anteriormente.



## 2. Observaciones y deducciones a partir de la extracción de muestras

Tanto los testimonios orales directos como el análisis de los dibujos originales del 63 siempre han sugerido (ver foto histórica abajo Archivo Roberto Gottardi, (Fig. 9) la presencia de un armazón de cimbras colocadas a intervalos variables entre 80 y 120 cm sobre las que se construyeron vigas de hormigón armado a las que se unió la estructura del lucernario. Queda la duda de si estos arcos de hormigón armado están también presentes en las partes del tejado donde no hay claraboyas.

En los espacios restantes, se reforzaron los lunetos de las bóvedas tabicadas propiamente dichas.

Sin embargo, debido al carácter extemporáneo (muy documentado) de las decisiones tomadas durante la fase de construcción, también es cierto que no hay certeza de que los dibujos ejecutivos del proyecto se correspondan exactamente con la realidad del edificio.

Esto ha hecho y hará necesario realizar más investigaciones in situ para resolver las dudas entre la idea de diseño y la realidad del entorno construido.

A partir de estas consideraciones, se tomaron imágenes termográficas de los bloques 1, 9, 5 y 11, que parecen confirmar la presencia de elementos similares a las costillas en los bloques 9 y 11.

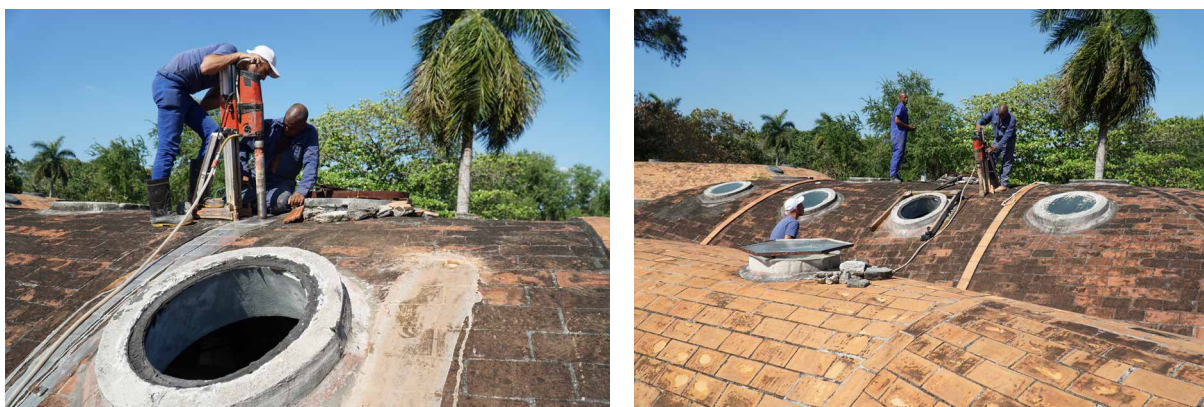
Las imágenes termográficas condujeron así a la perforación de núcleos realizada el 04.03.2020 por la empresa ENIA en un bloque considerado significativo denominado bloque 9.

Las perforaciones de las muestras se llevaron a cabo respectivamente donde se suponía la presencia de posibles costillas de hormigón armado en la tangencia de los lucernarios (muestra B) y en un punto genérico para comprender la composición estratigráfica de la bóveda (muestra B).



**Figura 9 | Fotos históricas de las fases de construcción. Vista desde el tejado del bloque 11 orientada hacia el bloque 1. Archivo Gottardi, fecha n.d.**





**Figuras 10 y 11 | Marilyn Medero Pérez, de las dos muestras tomadas en la bóveda del bloque 9, 04.03.2020.**  
**Figura 12 | Grupo de investigación coordinado por el profesor Alessandro Merlo, foto aérea desde el dron en el tejado del bloque 9, 21.10.2019.**

### **Muestra A \_ Punto genérico de la bóveda**

El taladro de núcleo hizo un agujero pasante que permitió ver toda la estratigrafía de la bóveda, que se compone por 5 capas de rasillas excepto la segunda capa con respecto al extradós, formada por ladrillos perforados.

Cada capa de rasillas se alterna con una de mortero.

La reconstrucción de la estratigrafía se basó en las fotografías de la campaña de investigación (Fig. 13, 15) de la que se deduce que el que el grosor total de la bóveda es de 22,7 cm en una luz máxima de aprox. 8,7m, el grosor de las rasillas es de 1-1,5 cm, el espesor total de los ladrillos perforados es difícil de determinar pero la altura de los agujeros mide 3 cm.



**Muestra B \_ en la proyección de la tangente a los tragaluces**

El taladro de núcleo, incapaz de cortar el acero de refuerzo contenido en el hormigón, consiguió hacer un agujero no pasante precisamente por la interceptación de un refuerzo metálico.

La porción eliminada se compone de una capa de rasillas en el extradós

La parte tomada consiste en una capa de rasillas en el extradós, una capa de mortero y una capa de hormigón armado. (Fig. 14 - 16)

Una vez más, se confirma definitivamente la hipótesis inicial sobre la presencia de costillas de hormigón armado en el interior de la bóveda en correspondencia con las claraboyas.

Los planos del proyecto del 63 sugieren que la sección de la costilla es de 20x12 cm (Fig. 1). Sobre la base de este dato y de las fotos de la campaña de investigación, se supone que el la estratigrafía de la bóveda está compuesta como se muestra en la imagen siguiente.

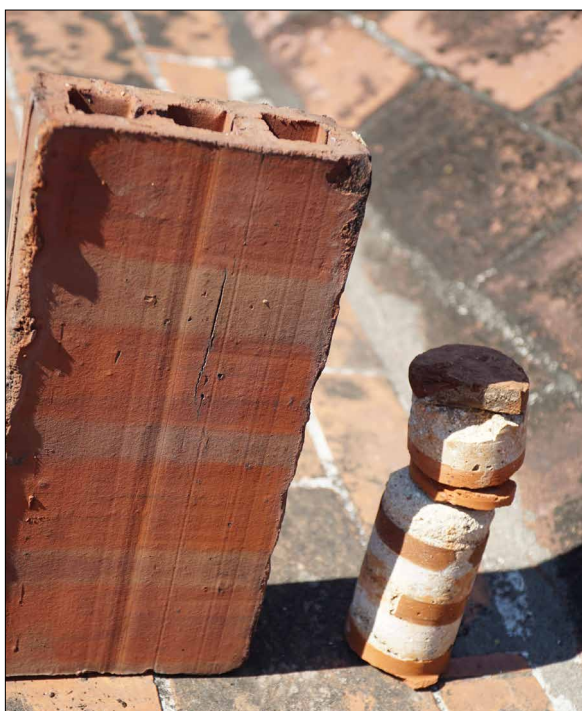
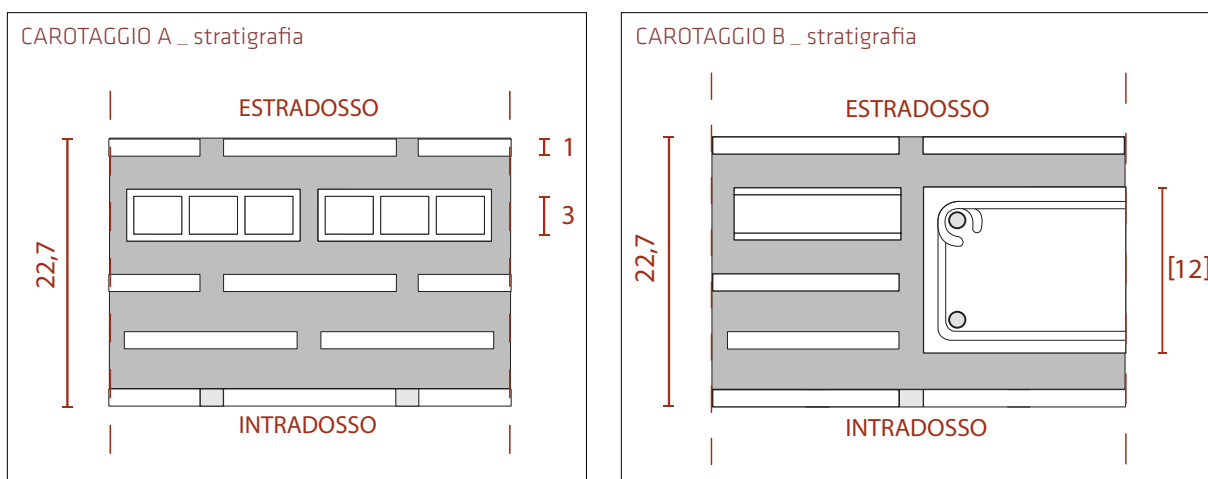


Figura 13 | Marilyn Medero Pérez, porción estratigráfica correspondiente a la Muestra A, 04.03.2020.

Figura 14 | Marilyn Medero Pérez, porción estratigráfica correspondiente a la Muestra B, 04.03.2020.





**Figura 15 | Marilyn Medero Pérez, Perforación realizada en la bóveda con indicación de las medidas correspondientes a la muestra A, 04.03.2020.**



**Figura 16 | Marilyn Medero Pérez, Perforación realizada en la bóveda sin indicación de medidas correspondiente al núcleo B, 04.03.2020.**

### 3. Hipótesis sobre la composición estratigráfica y estructural de las bóvedas

Como ya se ha dicho, el intento de reconstruir la estructura de la bóveda se basó en la interpolación de datos iconográficos, testimonios orales y muestreo.

El testimonio del Ingeniero Miguel Ángel Maestro Mesa, junto con el del Arq. Lorenzo Universo García, confirma lo ya asumido, parecen confirmar que la última capa de rasillas fue eliminada del bloque 9 durante los trabajos de restauración de 2005-2008. Como es sabido, se debía colocar una última capa de cerámica con nuevos elementos, pero todo se bloqueó y la obra no se completó.

#### La estratigrafía

Sólo algunas de las medidas son visibles en las fotografías de las muestras tomadas.

En el extradós (Fig. 15) el espesor total de la bóveda era de 23 cm, el grosor de las rasillas oscila entre 1-1,5 cm y el del mortero aproximadamente 2,7/3 cm, mientras que el ladrillo perforado parece tener una parte perforada de h 3 cm, se puede deducir que el ladrillo perforado tiene un grosor de entre 4,5/5 cm, siempre que la perforación del núcleo se haya realizado exactamente dirección perpendicular a una hipotética tangente en el punto de inspección de la superficie abovedada.

En base a estas dimensiones, añadiendo la capa de mortero y rasillas eliminadas durante las restauraciones, se puede deducir que las bóvedas que no han sido alterados deben tener un grosor de aproximadamente 27 cm en una extensión máxima de 8,5 m.

Siguiendo el mismo concepto, también se elaboró una hipótesis estratigráfica de los puntos donde hay presencia de costillas de hormigón armado en el interior de la bóveda.

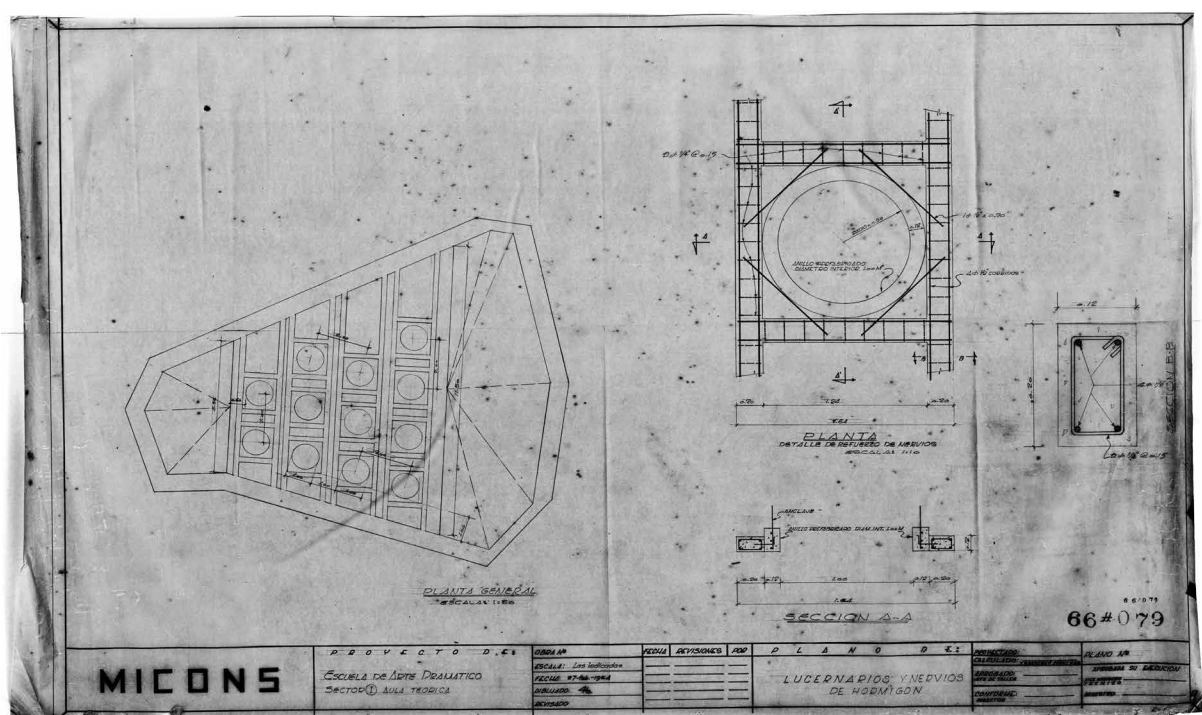


Figura 17 | Plano del “Bloque 9” y detalles constructivos (1963), Archivo Oficina del Historiador de La Habana.





## Conclusiones

Todo lo anterior es sólo una primera idea de cómo se construyeron las bóvedas de los edificios del FAT. De hecho, si es cierto que en el bloque 9 pudimos basarnos en las investigaciones termográficas y en las muestras y, por tanto, deducir el dibujo en perspectiva que se muestra en la página siguiente, las observaciones realizadas sobre los detalles de las fotografías históricas parecen confirmar que, a partir de las indicaciones técnicas de los ingenieros del MICONS, responsables de los planos ejecutivos para todo lo relacionado con las estructuras de hormigón armado, durante la ejecución de las bóvedas cada equipo parece haberse adaptado a la particularidad de la bóveda del edificio.

Esto significa que, por esta y otras razones, en el estado actual de los conocimientos y los resultados de las investigaciones in situ, que son sólo parciales, no es posible determinar una única técnica de ejecución para todas las bóvedas. Sólo investigaciones más profundas, tal vez incluso durante las obras de restauración, podrá resolver estas dudas.

