

NOTA DE LA REDACCIÓN

Por motivos ajenos a la U. S. de Documentación y Publicaciones, reproducimos el artículo

"CONSTRUCCIÓN DE UN ESPACIO DEPORTIVO CON PAREDES DE SUPERFICIE REGLADA DE CERÁMICA ARMADA", aparecido en el número 484 pp. 5-14,

con el fin de mejorar la calidad de imágenes y figuras de dicho artículo y cuya resolución no era de la perfección que la revista INFORMES requiere.

CONSTRUCCIÓN DE UN ESPACIO DEPORTIVO CON PAREDES DE SUPERFICIE REGLADA DE CERÁMICA ARMADA

(CONSTRUCTION OF A SPORTS SPACE WITH WALLS OF REINFORCED CERAMICS RULED SURFACES)

Javier Estévez Cimadevila, Dr. Arquitecto
José A. Vázquez Rodríguez, Dr. Arquitecto
Escuela Técnica Superior de Arquitectura de A Coruña

Fecha de recepción: 25-IV-03

ESPAÑA

634-2

RESUMEN

El presente artículo aborda el proceso constructivo de la estructura correspondiente a un espacio deportivo de la Universidad de A Coruña. Se trata de una solución singular constituida por muros portantes de fábrica armada de ladrillo perforado con un espesor de 1 pie, que se "pliegan" formando una superficie de doble curvatura al objeto de dotarlos de estabilidad, pues llegan a alcanzar los 10 m de altura. Dichos muros, además de constituir el cerramiento del espacio, sirven para la sustentación de la estructura de cubierta, constituida por una malla espacial de módulos semioctaédricos apilables conformados con piezas tubulares huecas de madera laminada. Dicha obra pone de manifiesto el interés y la validez de la utilización de la cerámica armada para la construcción de elementos estructurales, pues aún de forma eficiente un óptimo comportamiento mecánico con unas indudables posibilidades formales. En consecuencia, el olvido de esta técnica dentro del panorama de la arquitectura contemporánea, resulta difícilmente justificable.

SUMMARY

This article tackles the construction process of a structure corresponding to the sports space of La Coruña University. It treats an uncommon solution consisting of supporting walls of 1 foot thick perforated brick masonry, that are folded, to form a surface of double curvature giving the walls stability, as they reach the height of 10 metres. The mentioned walls, apart from constituting the space closure, serve to support the structure of the covering which consists of a space truss of semioctahedric pilable modules conformed to hollow tubular pieces of laminated wood. This work manifests the interest and the validity of the use of reinforced ceramics for the structural elements, as it efficiently unites an optimal mechanical behaviour with some indubitable formal possibilities. It is difficult to justify the omission of the use of this technique in the contemporary architecture.

1. INTRODUCCIÓN

Por parte de la Universidad de A Coruña, se encargó el proyecto y la construcción de las obras conducentes al acondicionamiento de un espacio deportivo en el Campus de A Zapateira. El objetivo principal era cubrir dicho espacio con una malla espacial de módulos apilables conformados por barras huecas de madera. Dicha solución estructural se encuentra protegida por las patentes nº 93012185, nº 9600060 y nº 9600061, de las que somos autores.

Con el objetivo de resolver con un único elemento el apoyo perimetral de la estructura de cubierta y el cerramiento del edificio, se proyectó un muro portante en fábrica de ladrillo perforado, que es el objeto del presente artículo.

2. ANTECEDENTES

La utilización del ladrillo como material estructural está injustamente en desuso dentro de la arquitectura contemporánea, condenado, de forma casi exclusiva, a su empleo en particiones y cerramientos. Ello se debe, probablemente, más a su desconocimiento que a sus limitaciones. Es indicativo de esta situación la reducidísima bibliografía técnica que hay al respecto, centrada mayoritariamente en arquitecturas históricas o en problemas de patología y rehabilitación. La comparación con otros materiales estructurales como el hormigón o el acero y, más recientemente la madera laminada, no deja dudas al respecto. En el aspecto normativo, el panorama es desolador. Centrándonos en España, la actual normativa de obligado cumplimiento que regula el proyecto y la ejecución de muros resistentes de fábrica de ladrillo es la NBE-FL-90. No obstante, la nomenclatura de la norma no debe llevarnos a engaño, pues la misma no es sino la reproducción prácticamente íntegra de la precedente MV-201 del año 1972. Es decir, han pasado 30 años sin que se haya producido ningún tipo de actualización de los métodos de cálculo. Ciertamente, en estos momentos está próxima la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación que, en cierta medida, recoge los criterios del Eurocódigo 6 relativo al Proyecto de estructuras de fábrica. No obstante, las expectativas no pueden ser especialmente optimistas, a la vista de los borradores que han podido ser consultados. En cualquier caso, tanto la bibliografía como los códigos parecen dejar de lado las enormes posibilidades de la fábrica armada.

Dentro de este contexto negativo sobresale la ingente obra de un extraordinario ingeniero uruguayo: Eladio Dieste

(1917-2000). Este maestro de la cerámica armada, cuya obra ha sido injustamente poco difundida, ha puesto de manifiesto las enormes posibilidades de este material creando espacios sorprendentes, en los que con escasos recursos, profundos conocimientos y mucho ingenio, combina de forma sutil la racionalidad constructiva y estructural, con una riqueza espacial de altísima calidad arquitectónica (Ilustración 1).

“...Empecé a estudiar y utilizar estructuralmente el ladrillo, al descubrir un material de ilimitadas posibilidades, casi completamente ignorado por la técnica moderna. Lo que se ha hecho hasta ahora con el ladrillo es poco y no bien orientado. Por ejemplo, en Estados Unidos la tecnología de producción de ladrillo es muy refinada, pero se lo usa sobre todo como material de recubrimiento. Cuando se le usa estructuralmente es para repetir en ladrillo las formas ya descubiertas y en uso en hormigón armado...”

Entrevista realizada a Eladio Dieste por los estudiantes de arquitectura. Montevideo, 1965 [Ref.1].

3. PAREDES DE SUPERFICIE REGLADA

Tal y como ya se ha señalado, con el objetivo de racionalizar la solución se planteó como premisa resolver simultáneamente el problema estructural y de cerramiento con un único elemento constructivo. Al mismo tiempo, dado el reducido presupuesto de ejecución material disponible, se eligió un material que no precisase de acabados posteriores, ni de operaciones de mantenimiento que aumentarían su coste. Su diseño concreto surge de las acciones a las que se encuentra sometido:

- Por una parte, las transmitidas por la estructura de cubierta, que genera tanto acciones verticales como horizontales, debidas estas últimas a la forma de trabajo de la misma como consecuencia de su sustentación, en uno de sus lados, sobre soportes inclinados en forma de V.
- Por otra parte, la acción cólica que, dada la ubicación del edificio y la altura del muro que alcanza los 10 m hace que adquiera magnitudes significativas.

La forma de trabajo del muro como una ménsula, genera unos momentos en su base incapaces de ser equilibrados con una superficie plana, salvo que se recurra a una solución que se establezca por gravedad, lo que demandaría unos grandes espesores de muro. En consecuencia, surge

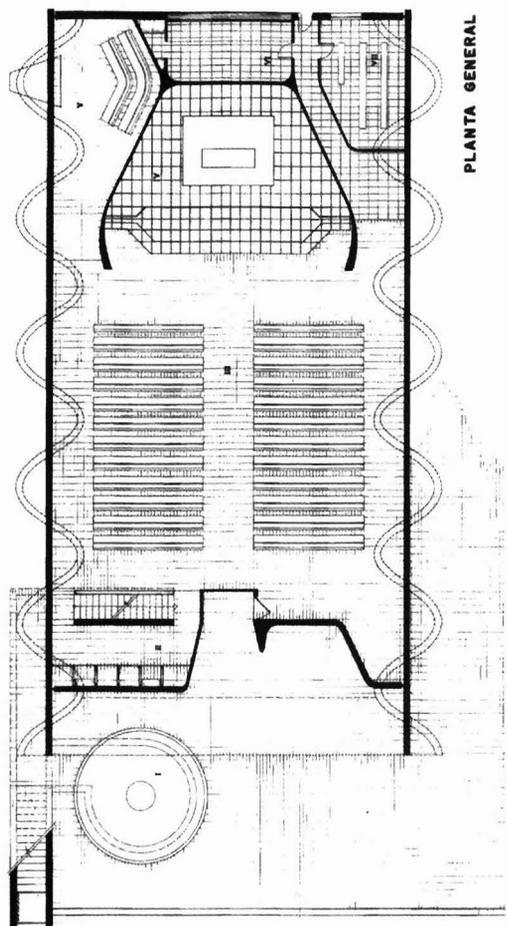
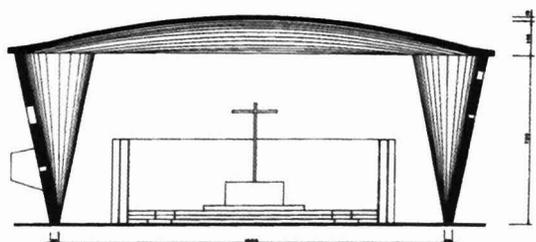
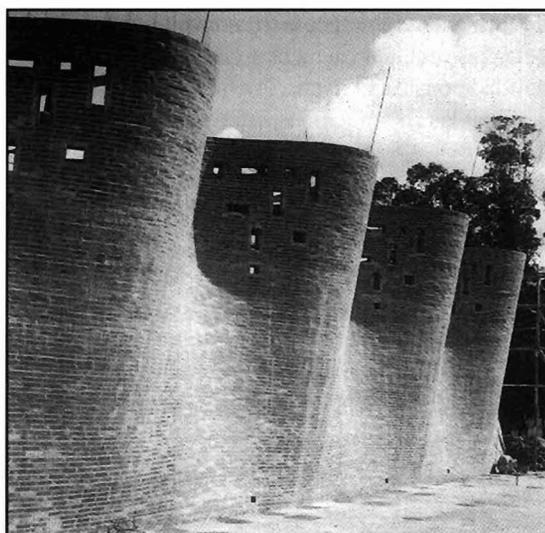
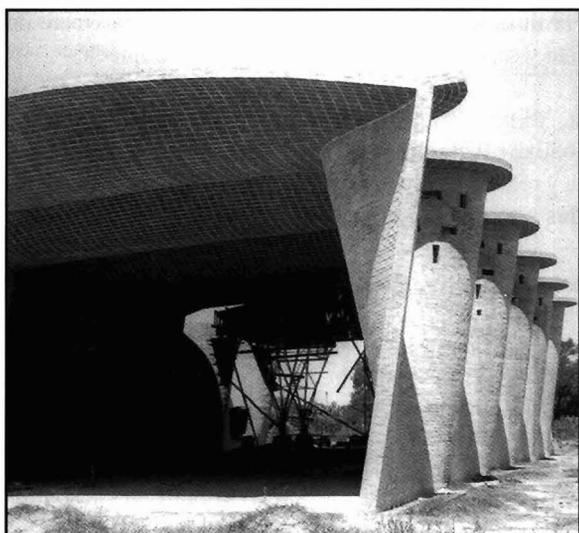


Ilustración 1. Iglesia de Atlántida. Departamento de Canelones. Uruguay, 1960.

de forma natural la geometría, creándose una serie de superficies regladas que aúnan una cierta facilidad y racionalidad constructiva, con la eficiencia estructural que demandan las solicitaciones actuantes.

Al objeto de concretar la geometría, y dado que en coronación precisamos un apoyo lineal para ubicar los anclajes de la malla, se proyecta en arranque de muro el contorno de los módulos de la estructura espacial, lo que da lugar a la conformación de unas paraboloides hiperbólicas que satisfacen las exigencias estructurales con un espesor reducido de 1 pie, al tiempo que dotan al edificio de una expresividad formal que dignifica su impacto visual.

En la Ilustración 2 se recogen los planos de proyecto de planta y sección que definen la solución adoptada.

Las dimensiones totales de la estructura son: 43.650x21.974 mm. Al objeto de evitar fisuras por retracción y reducir los esfuerzos térmicos, se han dispuesto dos juntas verticales de dilatación en el tramo largo.

Las características generales de la fábrica empleada son las siguientes:

- Ladrillo perforado color pardo volcánico.
- Dimensiones nominales 238x115x68 mm.

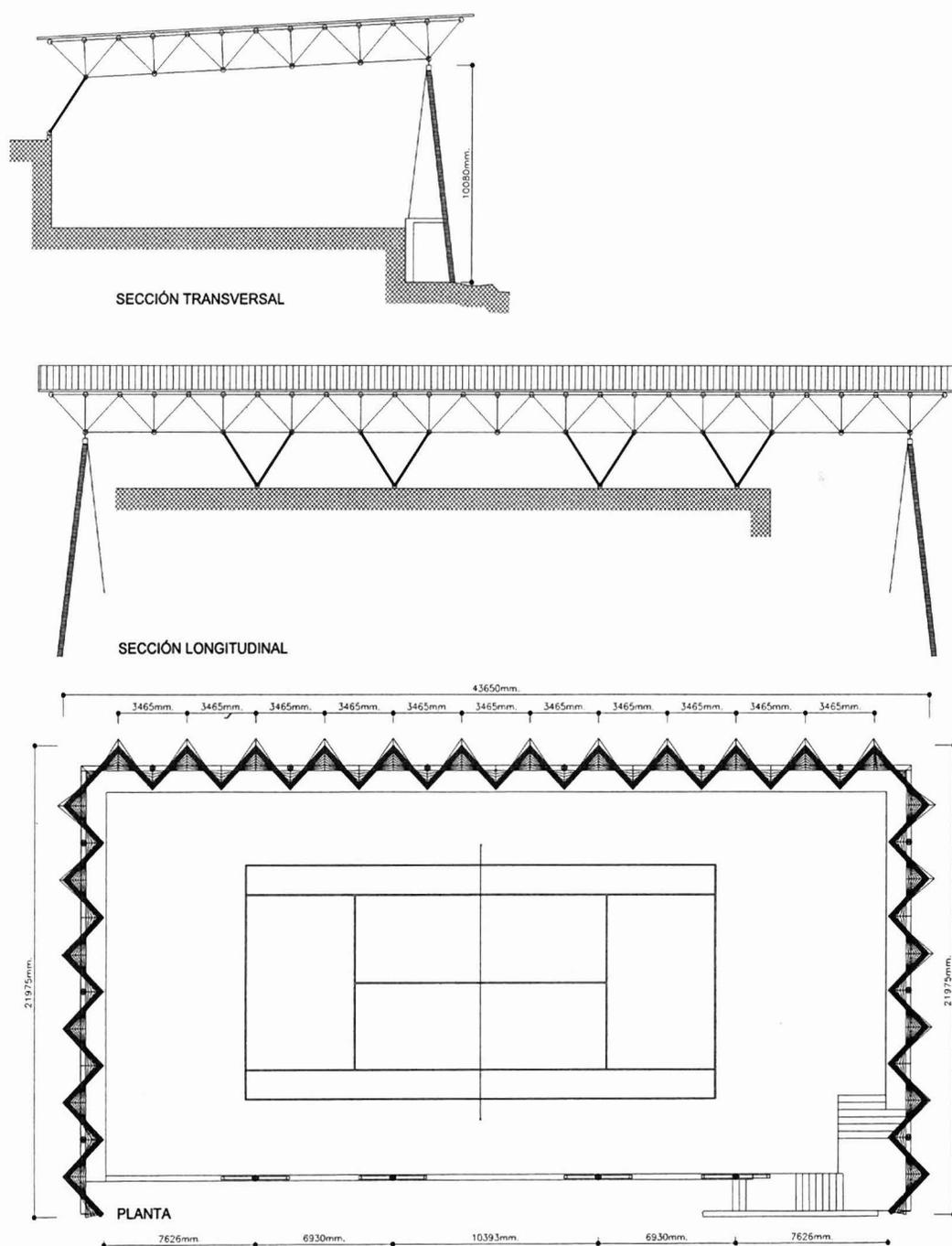


Ilustración 2. Planos de planta y sección de los muros portantes de cerámica armada.

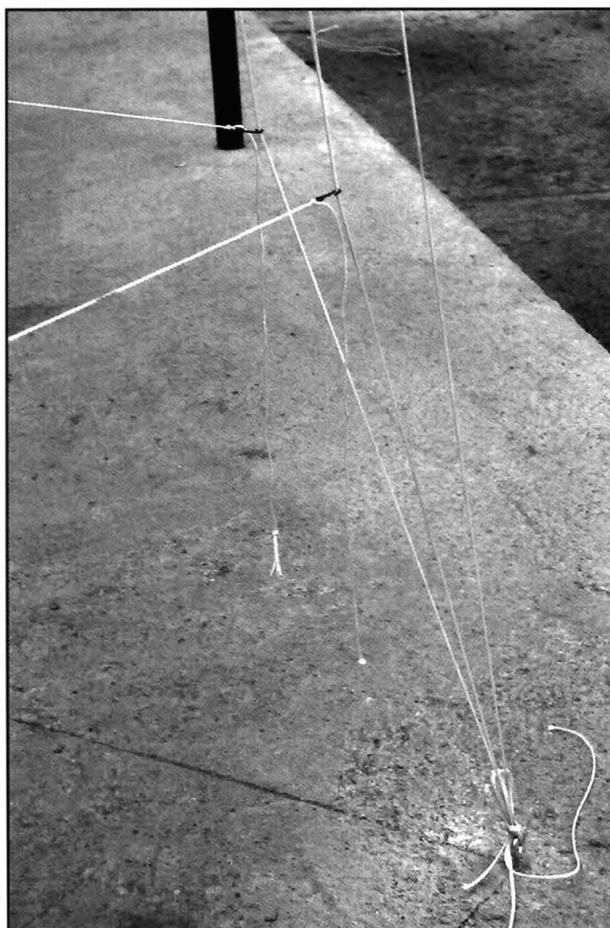
- Valor medio de resistencia a compresión (UNE 67-026-94): 25 N/mm².
- Mortero M-80, dosificación 1:4. Resistencia característica: 8 N/mm².
- Fábrica con aparejo flamenco de espesor 1 pie.
- Espesor de juntas 12 mm.

El armado horizontal de la fábrica se dispone cada 6 tendeles y está constituida por 2 armaduras horizontales galvanizadas achaflanadas de 5 mm de diámetro equivalente separadas 200 mm a ejes y unidas entre sí con barras dispuestas cada 450 m, asimismo galvanizadas de 2,5 mm de diámetro.

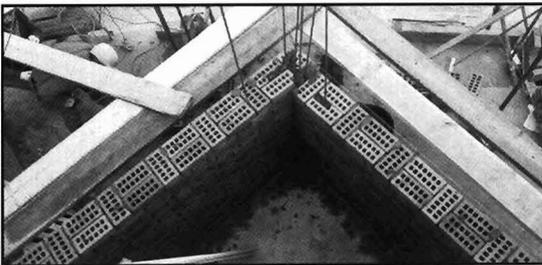
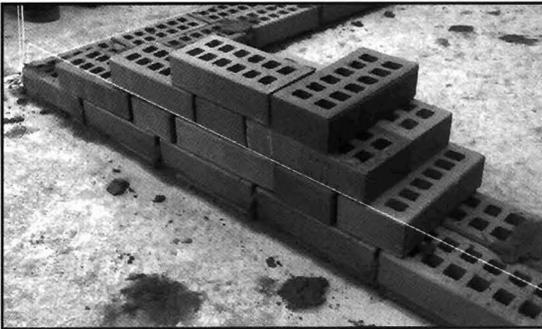
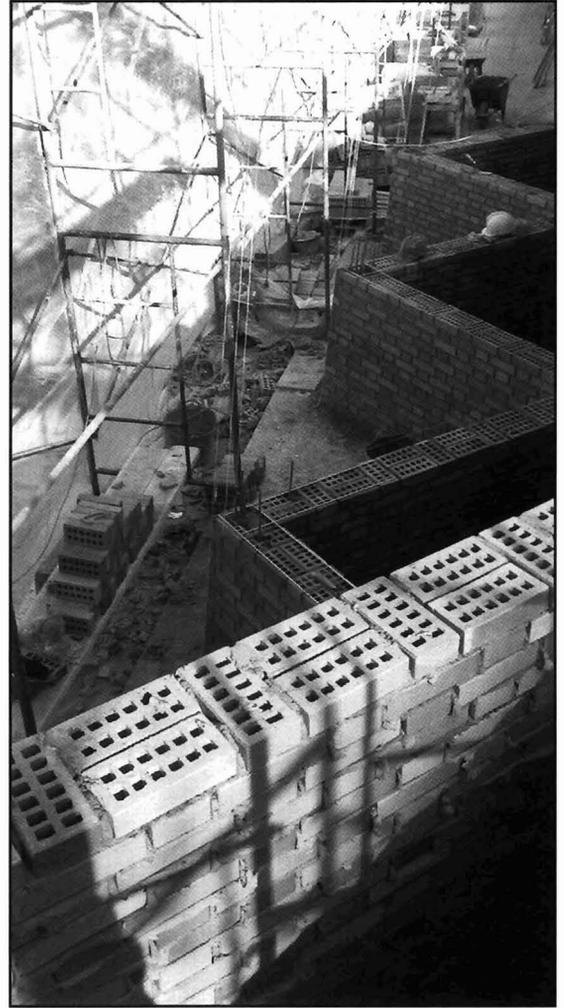
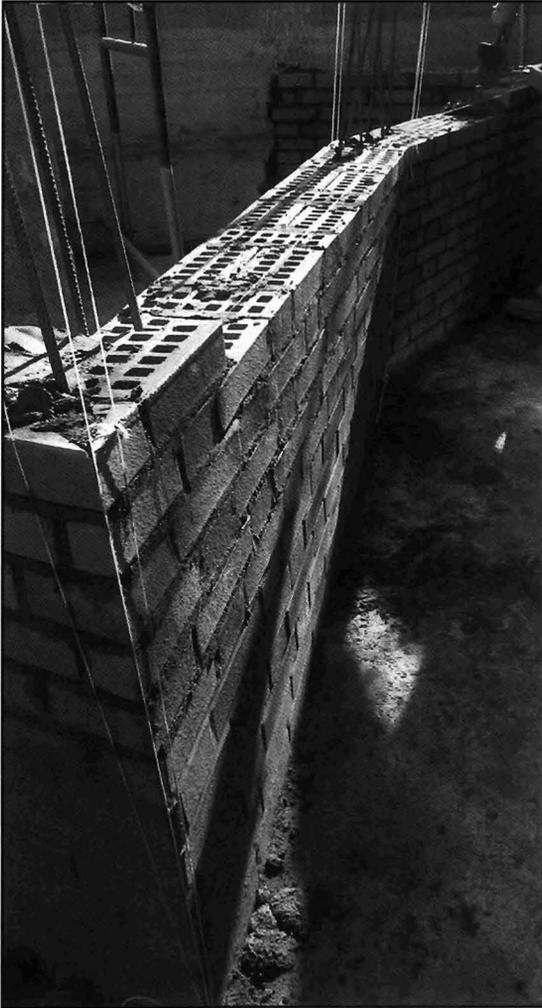
Al objeto de reforzar la fábrica en las aristas de los paraboloides, donde las tensiones de tracción superan el

valor del 10% de la resistencia de cálculo a compresión, se ha dispuesto una armadura adicional constituida por barras verticales de 10 mm.

Uno de los principales problemas que plantea la ejecución de este tipo de muros es el replanteo, agudizado, en este caso, por el trazado inclinado del zuncho de coronación y el arranque a diferente cota de los muros, lo que demandaba un cuidadoso ajuste de la geometría. Las Ilustraciones 3 y 4 muestran el procedimiento seguido. Este ha consistido en el dibujo de la intersección de los paraboloides con las distintas cotas de cimentación, y la disposición de hilos que definen las aristas del parabolide hasta su remate superior. Al objeto de garantizar una geometría precisa y facilitar la ejecución de la obra, por cada arista se dispusieron 3 hilos (Ilus. 4), de forma tal que uno fija la posición precisa de la arista, y los otros sirven para ubicar la posición de los tendeles. Ejecutado el replanteo, la construcción de la fábrica no plantea la más mínima dificultad y el rendimiento obtenido es prácticamente comparable con la ejecución de una superficie plana.



Ilustraciones 3 y 4. Replanteo de los muros.



Ilustraciones 5 a 9.
Detalles de aparejo y armaduras de la fábrica.



Ilustración 10. Detalle de junta vertical.

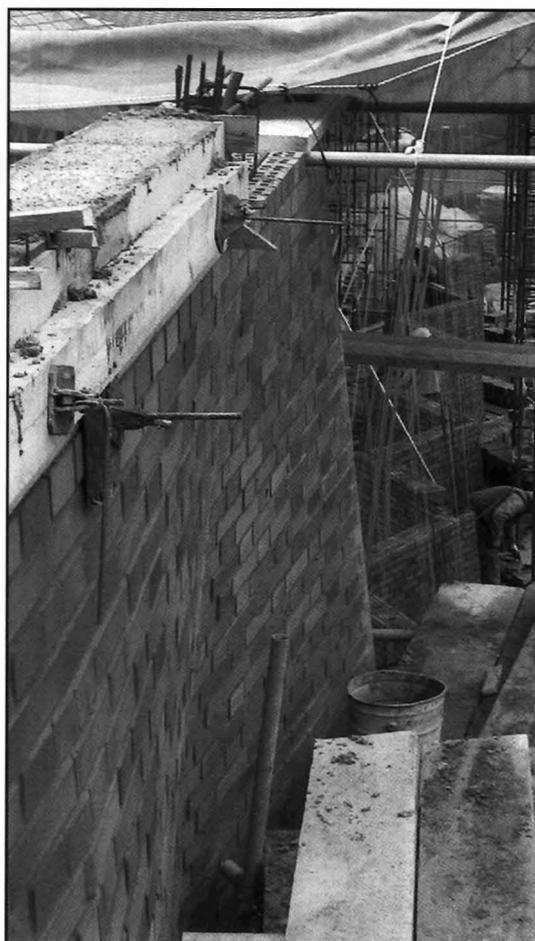
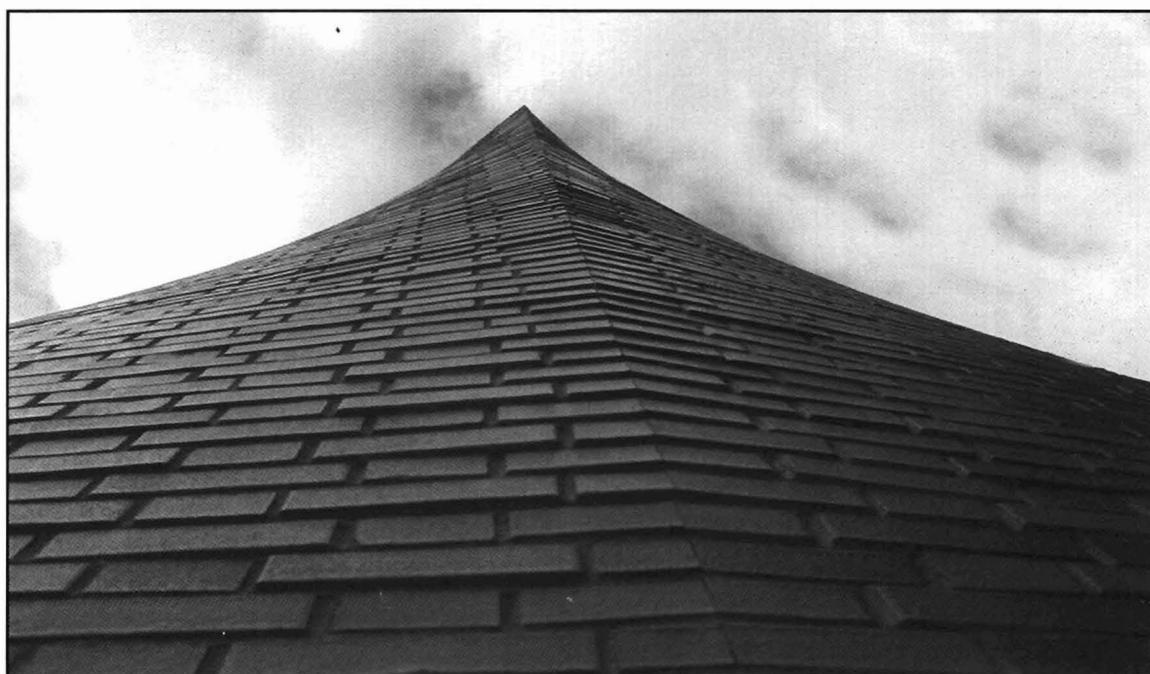
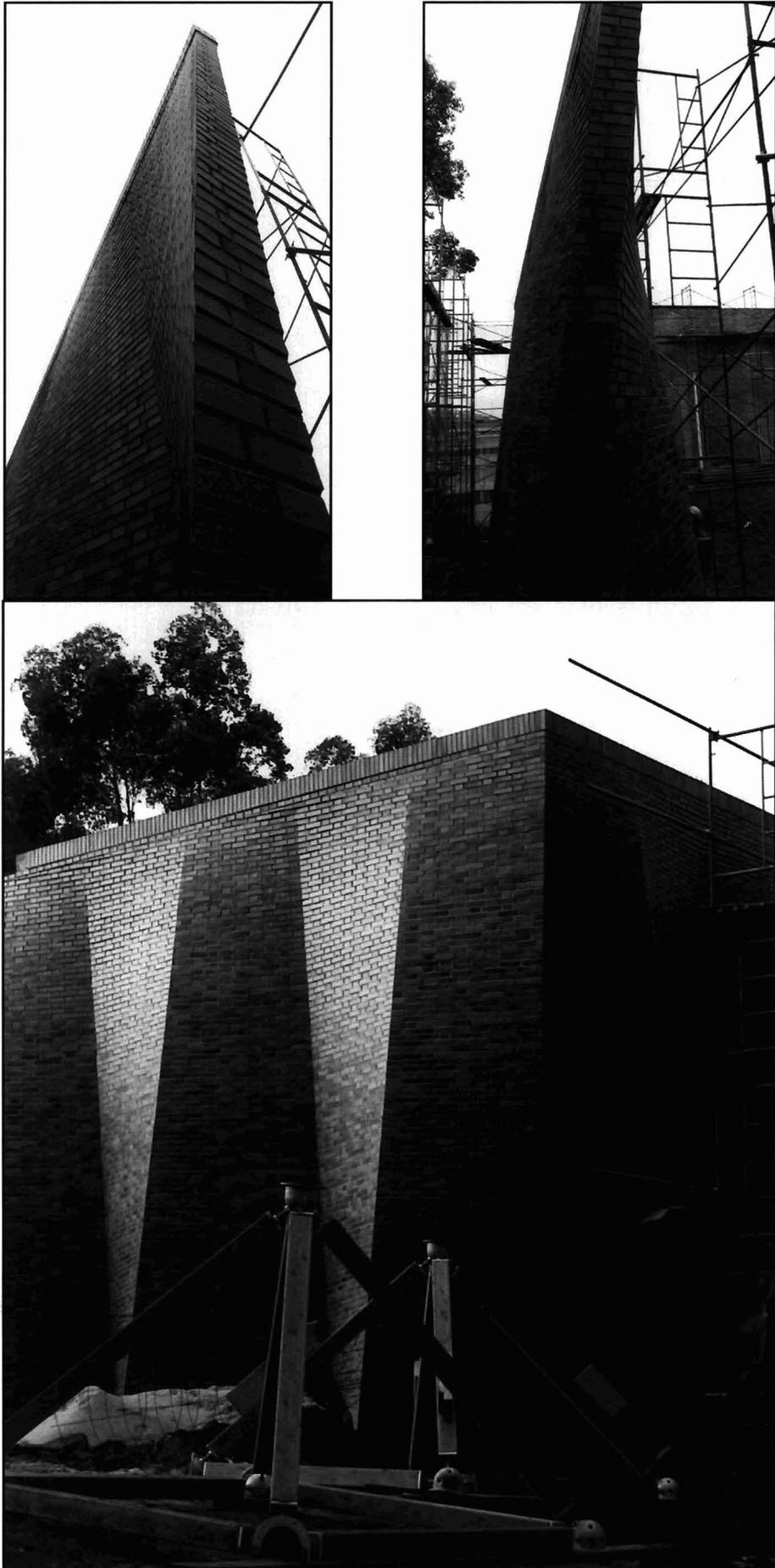


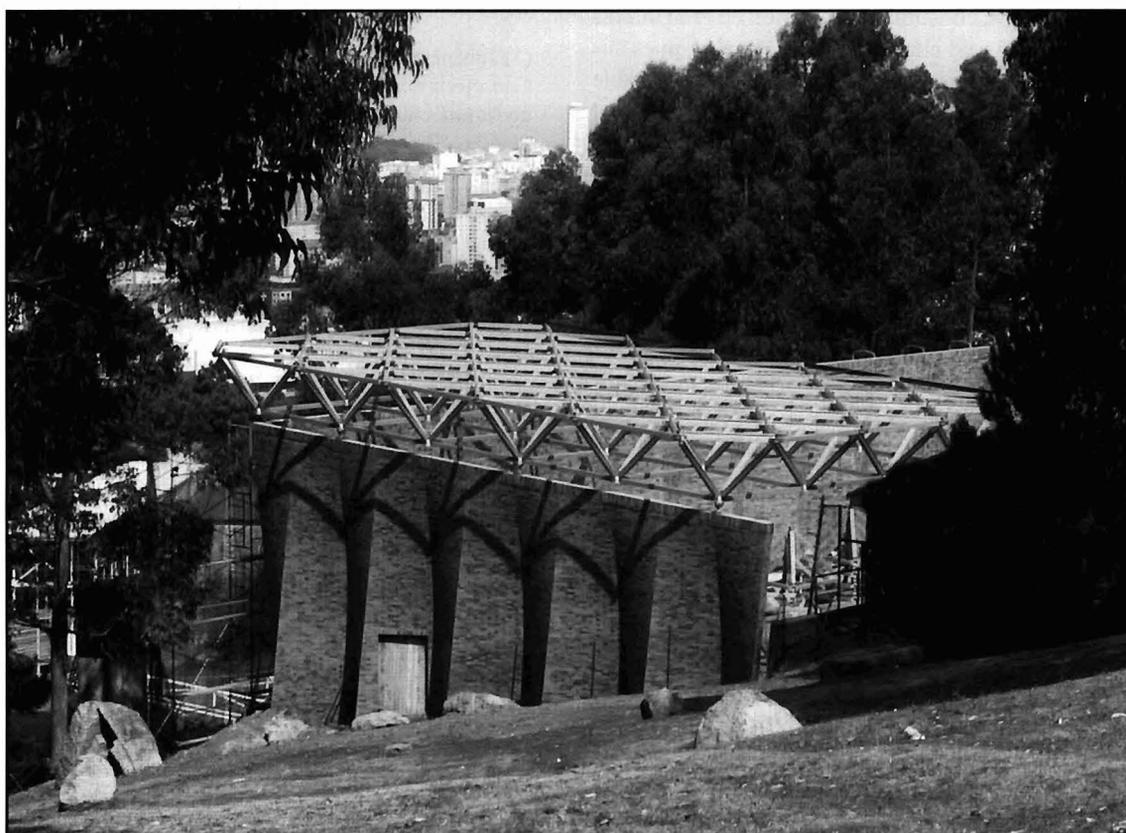
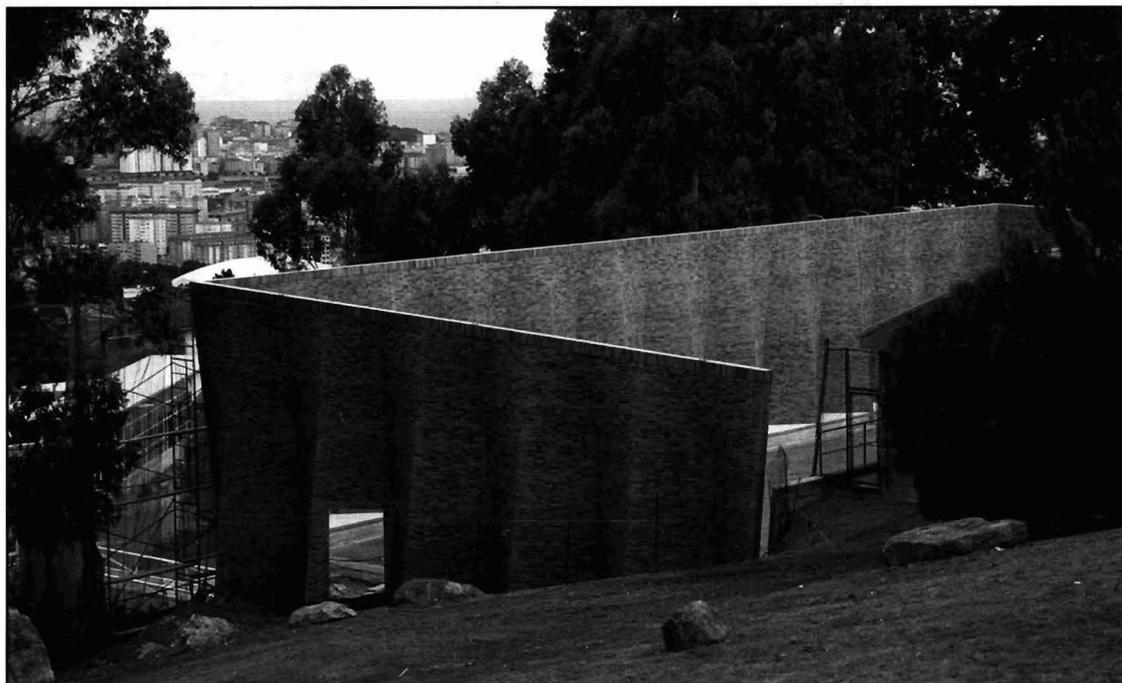
Ilustración 11. Detalle de encadenado.

Las ilustraciones siguientes muestran distintas fases del proceso constructivo y el estado final del muro. En ellas

puede apreciarse la elevada esbeltez del mismo y su expresividad formal.









4. CONCLUSIONES

La utilización de la cerámica armada conformando superficies regladas, constituye una opción de gran interés para la construcción de elementos estructurales, pues sus grandes posibilidades formales se sustentan en una notable eficiencia mecánica. El desuso de esta técnica dentro del panorama actual de la arquitectura obedece más a razones

derivadas de su desconocimiento que a las limitaciones impuestas por el material.

BIBLIOGRAFÍA

(1) Jiménez Torrecillas, A. "Eladio Dieste 1943-1966". Consejería de Obras Públicas y Transportes. Dirección General de Arquitectura y Vivienda. Junta de Andalucía Sevilla, 1996.

DATOS DE LA OBRA

Promotor: Universidad de A Coruña
 Arquitectos: Javier Estévez Cimadevila, José A. Vázquez Rodríguez
 Arq. Técnico: César I. Menéndez Marqués
 Constructor: Construcciones J. Bello
 Madera laminada: Caramés Seoane