

LAMINAS ALVEOLARES PARA LA CONSTRUCCION ECONOMICA

(ALVEOLAR ELEMENTS FOR A LOW COST CONSTRUCTION)

J. M. Delarue, J. F. Brossin
Unidad Pedagógica de Arquitectura N.º 1. FRANCIA

Traducido y adaptado por:
Pablo Díaz Romeral, Arquitecto
IETcc/CSIC

127-15

RESUMEN

Este artículo relata una experiencia de auto-construcción realizada en la Universidad Pedagógica de Arquitectura n.º 1, Francia, con el fin de ensayar un principio de estructura de lona y yeso adaptada a la producción de construcciones baratas en los Países en vías de Desarrollo.

Este principio constructivo presenta los siguientes intereses principales:

- *Técnica que utiliza materiales tradicionales, baratos y locales, adaptables a varios niveles de empleos: auto-construcción por los usuarios, construcción por pequeñas empresas artesanales, prefabricación industrializada en pequeñas unidades de producción.*
- *Posibilidad de realizar multiplicidad de componentes que cumplen varias funciones constructivas y en particular los elementos alveolados que pueden constituir cubiertas ventiladas.*

SUMMARY

This article shows an experience of self-construction carried out at the Pedagogical Architecture Unit n.º 1, France, in order to test a cloth and gypsum structure principle adapted to the production of low cost construction in Developing Countries.

This constructive principle have the following main interests:

- *This technique makes use of traditional local materials suitable for several uses: self construction by dwellers, constructions made by little craft undertakings, industrialized prefabrication in little production units.*
- *Possibility to produce a multiplicity of components deserving different constructive roles, specially alveolar elements that can be used as ventilated roofings.*

Técnica de Telas Funiculares Plegadas

Este artículo relata la experiencia de autoconstrucción realizada en la Unidad de Arquitectura n.º 1 con el fin de analizar un principio estructural en yeso armado con telas, que se adapte a la producción de construcciones económicas en los países en desarrollo.

El principio constructivo presenta los puntos de interés siguientes:

- *Técnica que emplea materiales tradicionales económicos y locales válidos para diferentes niveles de empleo: autoconstrucción por los usuarios, construcción por pequeñas empresas artesanales, prefabricación industrializada mediante pequeñas unidades de producción.*
- *Posibilidad de realizar una variedad de componentes que empleen diferentes papeles constructivos; en particular los elementos estructurales pueden constituir cubiertas ventiladas.*

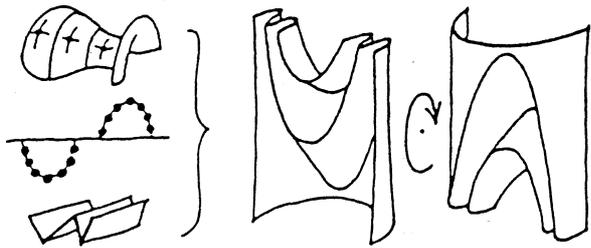
Principio estructural

La investigación sobre los fundamentos de composición de las formas estructurales ha conducido a la puesta a punto de un principio constructivo original denominado Telas Funiculares Plegadas. Se trata de membranas plegadas según la forma natural de equilibrio de fuerzas, en presencia, sumándose a los efectos estructurales de tres principios distintos.

Telas delgadas: Trabajo a lo largo de las superficies e influencia de las distribuciones de curvatura (positiva, negativa o nula).

Forma funicular: Auto-regulación según un diagrama de equilibrio óptimo de tracción excluyendo los esfuerzos de flexión. Estado de equilibrio reversible de estable a inestable.

Doblado: Puesta en obra elemental, asegurando inercia, anisotropía, varias dimensiones.



Principio de composición.

La conjugación de estos datos permite la composición de elementos que se fabrican espontáneamente según la forma de resistencia ideal, en estado de tracción, por suspensión, y que trabajan a continuación correctamente en comprensión después de girarlo, presentando una resistencia suficiente a la flexión.

Se puede mejorar considerablemente el comportamiento de este tipo de construcciones realizando las láminas alveolares con paredes múltiples; éstas están constituidas por varias capas funiculares superpuestas que crean cavidades tubulares intercaladas.

La conformación en lámina alveolar de triple pared permite responder simultáneamente a los imperativos de resistencia y aislamiento.

Las láminas se fabrican en tres fases consecutivas de acuerdo al esquema n.º 1.

Materiales constitutivos

La forma de fabricación de las láminas experimentadas consiste en utilizar la tela de yute impregnada con yeso (técnica del equipo) explotando al máximo las propiedades complementarias de los materiales con fines estructurales, tracción para la tela y comprensión para el yeso (cada uno de estos materiales, bastante baratos, se producen actualmente en muchos países en vías de desarrollo):

- El yeso utilizado para esta construcción es de alta calidad (semihidrato) capaz de trabajar a 450-500 kg/cm² en comprensión mediante una mezcla agua/yeso retardador de fraguado, dosificada con precisión. Es posible emplear un yeso de menor calidad, alrededor de 200 kg/cm² (mezcla α y β) o los fosfoyesos sin residuos que permiten una correcta puesta en obra.
- La fibra natural empleada como soporte es la tela ordinaria de embalaje, de baja densidad, que permite una impregnación total de yeso después de la preparación de la tela por humidificación. Las dimensiones de las telas empleadas son las estándar del comercio (piezas de 140 y 190 que se venden en rollos de 5 m de longitud).

Es preciso, en general, considerar la misma cantidad de agua que de yeso. El agua salada, que

acelera el fraguado, puede emplearse mediante la adición compensadora de un retardador.

Cada composición tela/yeso/agua debe ser cuidadosamente comprobada antes del uso definitivo.

Construcción del edificio

La construcción experimental que se describe es un prototipo destinado a apreciar el comportamiento de las Telas Funiculares Plegadas, constituyendo una lámina alveolar de triple pared.

La forma general del edificio está dictada por la configuración trapezoidal del lugar de colocación.

El principio de composición modular adoptado testimonia la posibilidad de responder a las exigencias de la producción en serie.

El edificio está constituido por arcos cilíndricos, cuya disposición en arbotante permite aumentar la luz.

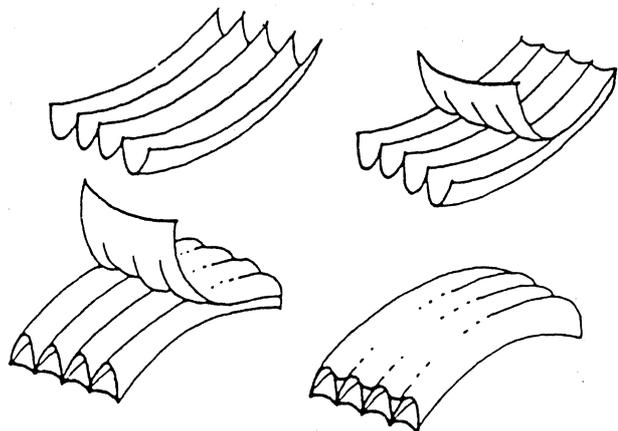
Cada una de las dos figuras complementarias empleadas: rectángulo y triángulo, corresponde a una realización diferente partiendo de un corte de tela inicial idéntico.

Cada lámina mide en proyección 470 x 100 x 19 cm y presenta una flecha de 73 cm, pesan en seco 80 kg (elemento triangular) y 120 kg (rectangular), lo que permite con facilidad la manipulación a hombros por dos personas.

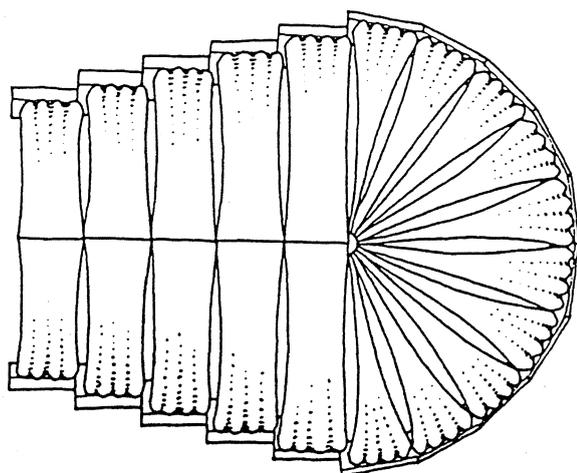
Su curvatura longitudinal se asimila a una porción de arco de círculo.

Los ajustes de longitud, antes de la unión, se realizan por corte mediante sierra.

La concavidad lateral de cada lámina tiene aberturas (esta curvatura lateral puede eliminarse en la fabricación con el fin de conseguir láminas que pueden unirse por los bordes).



Láminas de triple pared



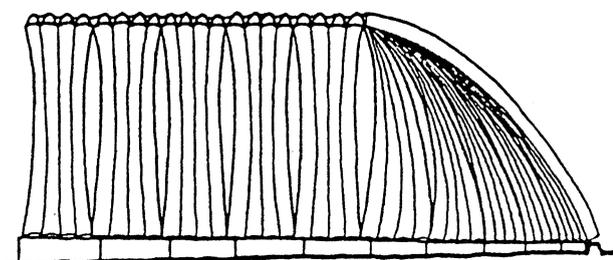
via y permite una cadencia de producción mayor; es un método de realización propicio a la industrialización.

Después de su unión con banda de yeso, cada lámina recibe un revestimiento de estanquidad (mezcla tradicional de cal, arena y yeso). Esta capa de 2-4 cm de espesor dobla el peso de la construcción y forma una costra exterior resistente a los choques.

Esta misma costra puede ser ventajosamente sustituida por una capa de yeso de construcción que es preciso impermeabilizar de acuerdo con las técnicas adecuadas a las condiciones locales.

La realización de la obra gruesa lleva consigo las siguientes etapas:

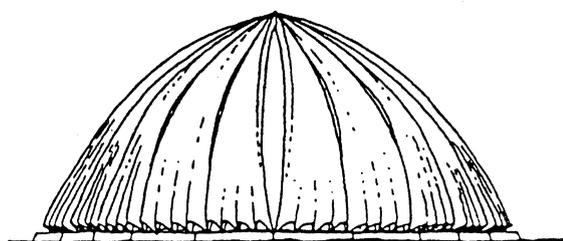
- corte y realización de las telas,
- fabricación de la estructura de suspensión y del molde,
- construcción de los cimientos,
- fabricación y unión de las láminas,
- aplicación del revestimiento de estanquidad.



El conjunto de estas operaciones se lleva a cabo en 8 días por un equipo de 5 personas no especializadas y con medios absolutamente manuales.

Excepto los utensilios de obra usuales, los únicos útiles particulares utilizados para ahorrar tiempo han sido una máquina de coser, algunos tubos de andamio y una máquina de proyectar yeso.

Este aparellaje puede reemplazarse por otro menos sofisticado: costura manual, estacas de madera atadas y aplicación manual del revestimiento con llana.



Vistas del módulo experimental.

Las láminas no se emplean en la posición rigurosamente inversa a la de fabricación, con el fin de probar su relativa flexibilidad de empleo mediante una ligera concesión a la lógica estructural absoluta.

Dos técnicas de fabricación de láminas se han comparado: suspensión y moldeado:

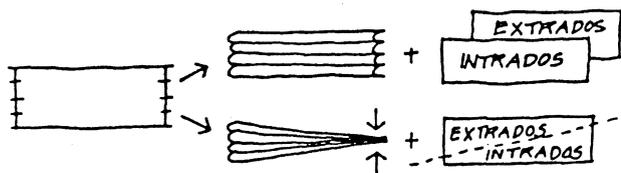
- La fabricación por suspensión es la modalidad más inmediata, que se puede llevar a cabo en cualquier lugar con un equipo mínimo. Permite numerosas variaciones de forma y ajuste en la obra. Es recomendable para la producción de un número reducido de elementos.
- La fabricación por moldeado permite asegurar una reproducción rigurosa de las formas. Suprime cualquier operación de realización pre-

Perspectivas de empleo

La experiencia descrita no ha sobrepasado el estado de obra gruesa; las operaciones complementarias siguientes (obtención de huecos, realización del acceso y acabados interiores) no se han realizado.

En el estado actual, a la vista de los resultados obtenidos, se pueden establecer las conclusiones siguientes:

Los sistemas de cobertura para la construcción económica presentan con frecuencia problemas debido a que los elementos de estructura son raros (y aún más raras las soluciones con yeso). La respuesta que proporciona este tipo de construcción presenta la ventaja adicional de permitir la realización de paramentos y cubiertas ventila-



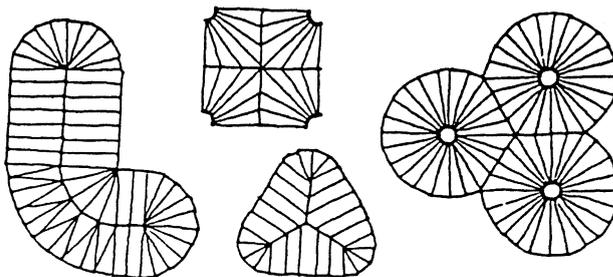
Principio de realización.

Se alcanza de esta forma toda una diversidad de elementos que pueden cumplir las diferentes funciones resistentes y constructivas (muros portantes, cubiertas, envolturas, rellenos, etc.) y que pueden constituir gamas completas y coherentes de componentes complementarios con un comportamiento homogéneo.

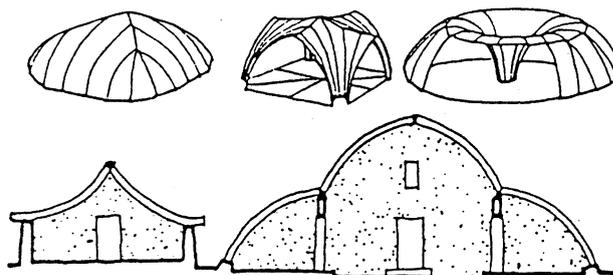
das naturalmente por convección (frescor diurno y calefacción nocturna por restitución de la energía acumulada).

Este tipo de construcción es muy válida para realizar edificios colectivos (se consiguen fácilmente 100 m² con 8 m de luz sin puntos de apoyo intermedios), así como para edificios industriales o agrícolas. Se presta tanto para construcciones definitivas como provisionales en los hábitat de urgencia.

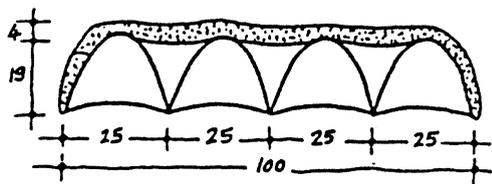
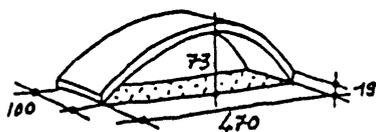
Variando la composición de diferentes construcciones, como la presentada, se pueden conseguir diferentes tipos de edificios basados en la combinatoria modular obtenida de las mismas láminas triangulares y rectangulares.



Algunos principios de unión.

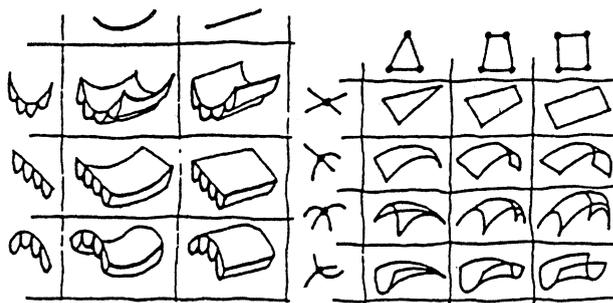


Algunos principios de unión.

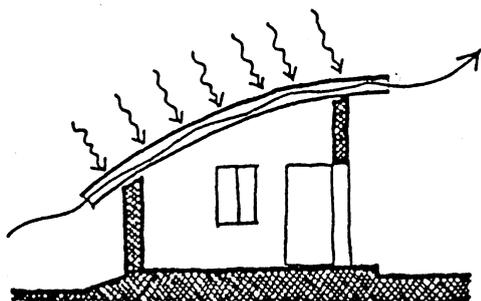


Corte transversal de una lámina rectangular.

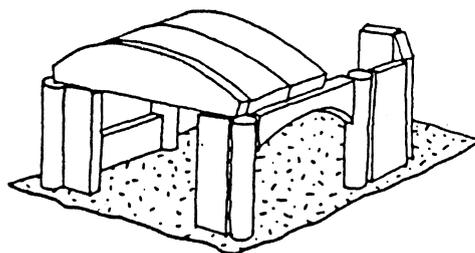
Son posibles sencillas variaciones de los numerosos parámetros que definen las formas o proporciones de los elementos, sin modificar el principio de composición estructural. Se puede también acceder a una gran variedad de formas, a una flexibilidad de uso aún superior.



Principales categorías de variación.



Cubierta ventilada.



Ejemplo de vocabulario constructivo.

Más allá de las exigencias, estrictamente técnicas, este principio constructivo se muestra interesante por la calidad plástica de las formas y los espacios que engendra, fruto de una manifestación legible de una verdad estructural claramente expresada.

Esta vuelta obligada a una etimología de las formas estructurales universales produce un vocabulario formal culturalmente integrado, dotado de fuertes conmutaciones simbólicas (cúpulas, arcos, columnas, etc.).

Las condiciones de realización de esta experiencia –equipo mínimo, personal no cualificado, materiales normales– prueban que es un método aplicable por autoconstrucción en obra, ejecutado directamente por los usuarios (mediante unas instrucciones mínimas).

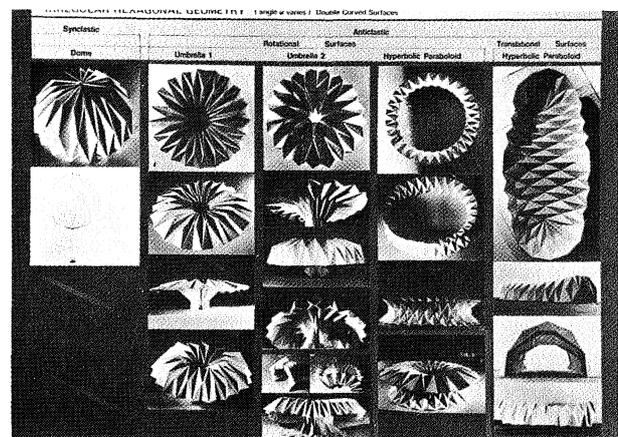
Esta técnica puede también ser empleada por las empresas de construcción artesanales o los albañiles locales.

El empleo de un equipamiento de obra adecuada mejora considerablemente la calidad de acabado y el rendimiento de producción; los instrumentos de elevación permiten manejar dimensiones mayores.

La técnica de telas Funiculares Plegadas puede corresponder a un sistema de prefabricación industrializada por pequeñas unidades de produc-

ción temporales, fabricando diversas formas de productos elaborados o semielaborados transportables (innumerables refinamientos pueden mejorar los rendimientos del sistema). Una característica interesante reside en el hecho de poderse llevar a cabo diferentes niveles de prefabricación:

- elementos íntegramente realizados en fábrica, unidos en obra,
- telas confeccionadas en taller, vendidas en «kits» dispuestas al empleo en el emplazamiento de la construcción.



Esquemas espaciales de la combinatoria posible.

* * *

publicaciones del I.E.T.c.c.



historia del puente en España
puentes romanos
Carlos Fernández Casado
Prof. Dr. Ing. de Caminos, Canales y Puertos

historia del puente en España

puentes romanos

Carlos Fernández Casado
Prof. Dr. Ing. de Caminos,
Canales y Puertos

Se han reunido en esta publicación doce artículos que fueron apareciendo durante 25 años en la Revista «Informes de la Construcción», a partir del mes de marzo de 1955. El propósito era mucho más ambicioso pues se trataba de hacer una «Historia del puente en España», pero hasta el momento actual sólo se ha revisado la época romana, si bien el autor tiene la intención de prolongar la historia hasta cuando sus años de vida le den lugar.

Unos apéndices añadidos a los doce artículos originales informan sobre las variaciones experimentadas por algunos puentes más importantes como la del traslado de las ruinas mejor conservadas del puente de Alconétar, que corrió el peligro de quedar sumergido en el embalse de Alcántara, y la reparación de la cimentación de una de las pilas centrales del puente de este mismo nombre que fue detectada, al quedar durante unos días cortado el curso del Tajo, para realizar el montaje de los desagües de fondo correspondientes a la presa del citado embalse.

Un volumen encuadernado en cuché, a dos colores, de 21 × 27,5 cm, compuesto de 554 páginas, 105 grabados, 14 dibujos, 753 fotos blanco y negro, 24 fotos color y 110 dibujos de línea.

Madrid, 1981.

Precios: España, 3.000 ptas.; extranjero, 43 \$ USA.