

Julius Natterer.

Maestro europeo de las estructuras de madera

CONFERENCIA PRONUNCIADA POR EL PROFESOR JULIUS NATTERER, INSTITUTO FEDERAL SUIZO DE TECNOLOGIA, LAUSANA, SUIZA
TRADUCCIÓN Y ADAPTACIÓN: NELLY MALM, ANGER

Julius Natterer (1938) fundó su propia oficina especializada en construcciones de madera, primero en Munich en 1970, y luego en Suiza en 1983. En 1978, fue nombrado director de la Sede de Construcción de Madera del Instituto Federal Suizo en Lausana. Es autor de varias publicaciones de ingeniería de madera.

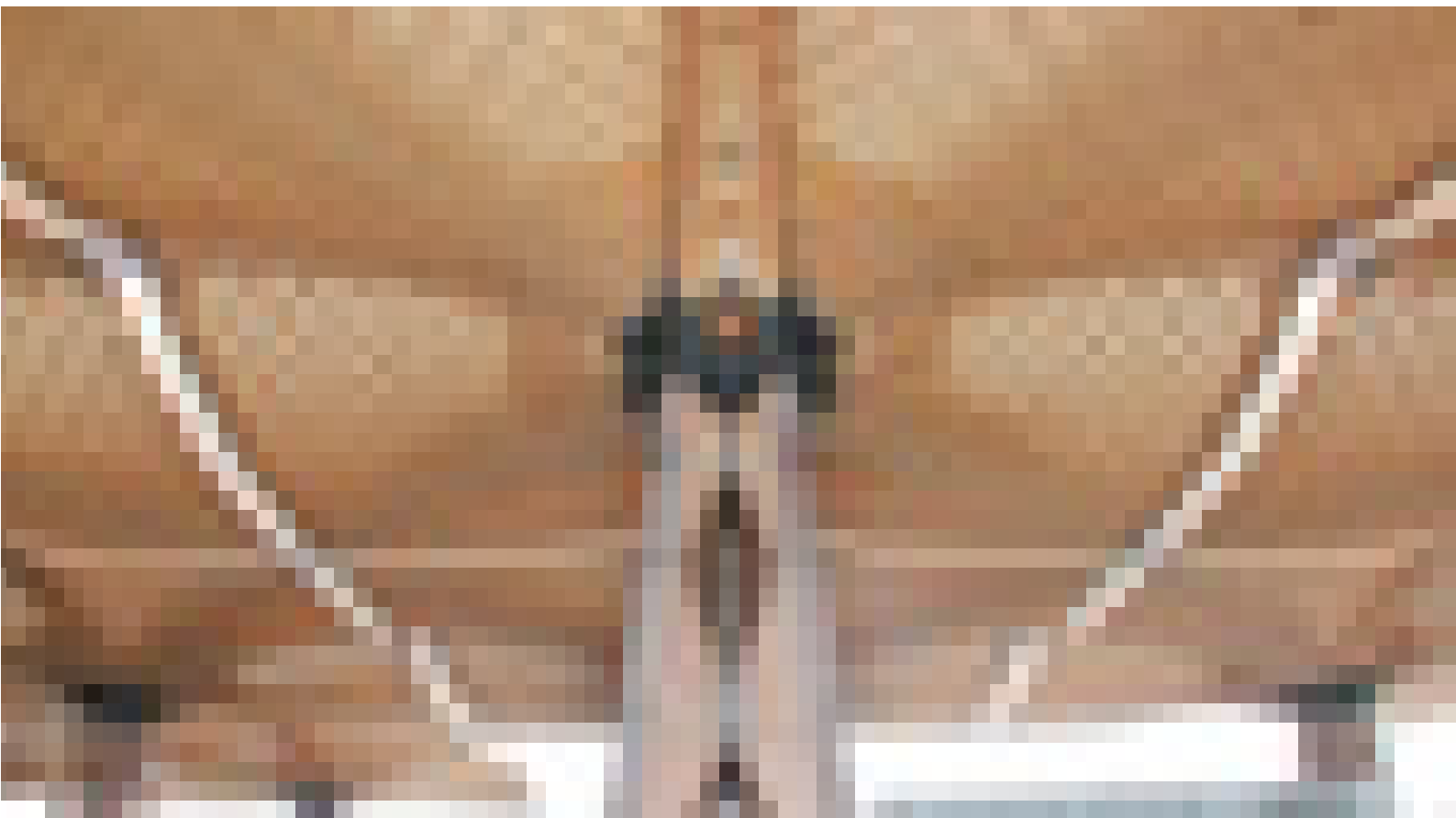
Introducción

Cada tipo de construcción puede ser realizada de una forma económica utilizando construcciones de madera

si el desarrollo de la estructura ha sido estudiado meticulosamente. Toda construcción nueva es un desafío, y el ingeniero tiene que dejar su rutina para explorar, en colaboración con los arquitectos, la extensión de las técnicas de construcciones de madera. Tiene que buscar apoyo en las últimas investigaciones para en cada caso encontrar la óptima solución, y para adaptarla a las exigencias de la arquitectura moderna.

Hoy las preocupaciones ecológicas son cada vez más importantes y la madera, bajo el doble aspecto de energía necesaria para su producción y su aptitud para almacenar CO₂, podría

ser el material de construcción mejor adaptado al siglo XXI. Sin embargo, si estas preocupaciones ecológicas alcanzan más amplitud y influencia, hay otro aspecto importante: la preocupación económica. Porque cada proyecto tiene que presentar no sólo un valor ecológico o arquitectural, sino también un valor económico. Las técnicas actuales de clasificación, particularmente el nuevo método de ultrasonidos, hace posible la determinación de una manera casi-probabilística los valores de elasticidad y el módulo de roura. De esta manera se puede definir una calidad con características más altas. El empleo de madera de alta calidad





CONSTRUCCIÓN

no tendría que ser el único reto de las construcciones de madera. Es necesario promover diferentes posibilidades donde la madera se pueda utilizar. Además de la utilización de madera de óptima calidad para construcciones de alta tecnología, como naves o cubriciones de luz importante

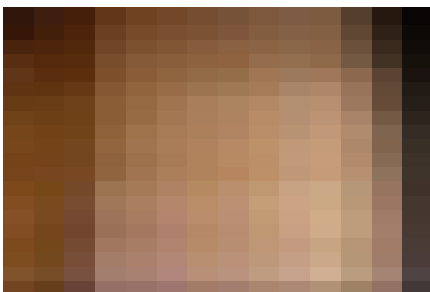
y puentes, se tendrían que desarrollar y perfeccionar las posibilidades de utilizar una madera de calidad media o baja para paredes, techos y suelos, también en combinación con otros materiales como el hormigón, el vidrio o la fibra de vidrio.

Construcciones de madera maciza

Los diferentes sistemas de clavar tablas de madera nos permiten alcanzar estos objetivos. Estos sistemas consisten en tablas alineadas cara a cara clavadas. Así se obtienen elementos macizos con un grosor que corresponde a la anchura de las tablas. Con estos sistemas un defecto hipotético en una tabla no llevará a un fallo en toda la estructura. La tensión está trasladada al tablero contiguo a través de la configuración de los clavos, (Fig. 1). Las ventajas de estas estructuras son múltiples. Permiten reducir el nivel estático comparado con la viga tradicional y mejorar la protección acústica y la inercia térmica.

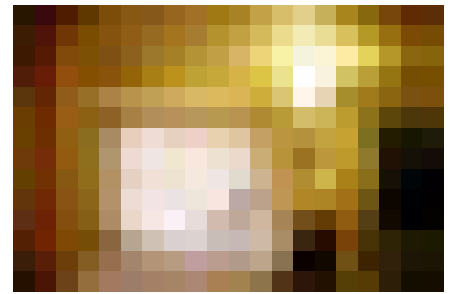
Con este sistema, durante el verano, el sobrecalentamiento de los edificios se limita y durante el invierno el calor solar está mejor distribuido durante el día.

Estas estructuras quedar vistas, recubiertas o no, con revoque y papel pintado. diferentes variedades de secciones pueden ser obtenidas sin costos elevados (Fig. 1).



Para los suelos se pueden obtener vanos superiores mediante la utilización de sistemas mixtos, donde la madera está en tracción y el hormigón en compresión. Así se aprovechan las mejores cualidades de cada material.

La conexión entre los dos componentes se hace mediante ranuras y pernos pretensados (Fig. 2). Según las diferentes cargas y exigencias estéticas, los elementos de madera pueden tener varias formas: Desde maderas cilindradas para puentes y semi-redondas para techos desprovistos de demandas estéticas, hasta tableros clavados para edificios corrientes o incluso vigas laminadas encoladas en secciones de "T" para suelos de altas cargas. Comparado con una losa tradicional de hormigón, su peso específico es considerablemente reducido (Fig. 2) y es resistente al fuego hasta unos 60 a 90 minutos.



Casa solar, Montreux (Suiza, 1999)

La forma de estructura está hecha utilizando tablazón clavada verticalmente (vertical nailed planks, VNP). La parte central de la estructura consta de una escalera, un ascensor y el cuarto de baño, dentro del esqueleto de la estructura.

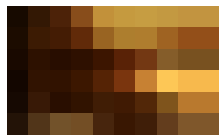
En la parte sur el invernáculo de dos pisos abastece el máximo aprovechamiento solar. El garaje - situado en el exterior - está igualmente hecho de tablazón vertical clavado (VNP), en las partes de arriba y de abajo del diafragma. El suelo está hecho con un sistema mixto de madera - hormigón.



FIGURA 1



FIGURA 2. COMPARACIÓN ENTRE PESO VIVO O MUERTO EN EL SISTEMA MIXTO Y PRINCIPIO DE LA UNIÓN ENTRE MADERA Y HORMIGÓN.



CONSTRUCCIÓN

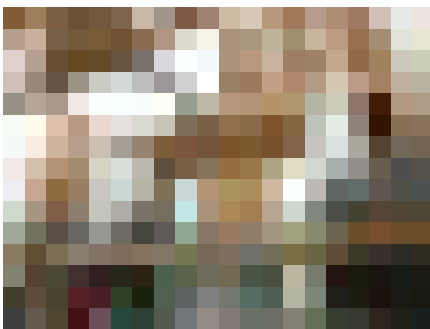
transversales transmiten el peso de la plataforma y la torre de la iglesia.



Casas residenciales, Arlesheim (Suiza, 1999)

Estas residencias adosadas están compuestas por 72 casas de dos pisos. El suelo es de tablazón vertical clavado (VNP). El doble diafragma separa y estabiliza, como un elemento sólido entre las dos casas. Una capa de un tablero de yeso cubre incluso las caras visibles para satisfacer las normas de resistencia al fuego.

En el exterior del edificio, los tablazón vertical clavado (VNP) es de abeto Douglas con un grueso de 30 mm x 30 mm que da un aislamiento térmico sin necesidad de productos especiales. Con el fin de optimizar los costos de construcción la mayoría de los elementos son prefabricados.



Iglesia, Schnerverdingen (Alemania, 2000)

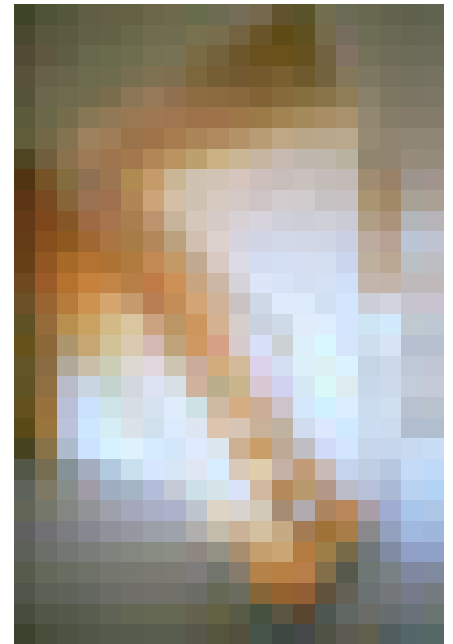
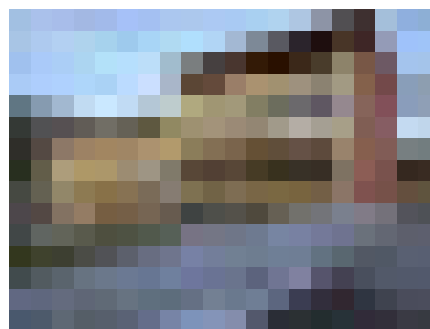
La iglesia contiene un espacio libre con una altura de dos pisos. La plataforma que se sitúa al nivel del primer piso está suspendida del techo. La cubierta del edificio está levantada con tableros clavados verticalmente (VNP) de madera de roble. Los elementos de la estructura de sostén del interior de la iglesia es de madera de pino.

Dos entramados con vigas longitudinales y dos entramados



Polideportivo, Haukivuon (Finlandia, 1999)

Un polideportivo de 24 x 30 metros. El techo está compuesto de módulos de VNP. Estos están situados entre la estructura principal de sostén. Esta última está compuesta por vigas subtensionadas con el *alma de viga* LVL de "Kerto". También las paredes están fabricadas con tableros clavados recubiertos de contrachapado para mejorar su estabilidad. Debido a su sistema de construcción sencillo, pueden contratarse personas desempleadas no especializadas. Previo a la construcción se llevaron a cabo varios ensayos para determinar las características físicas de los tableros clavados y su resistencia al fuego. Finalmente, antes de colocarlas, las estructuras principales fueron ensayadas con una carga de más de 50 toneladas.

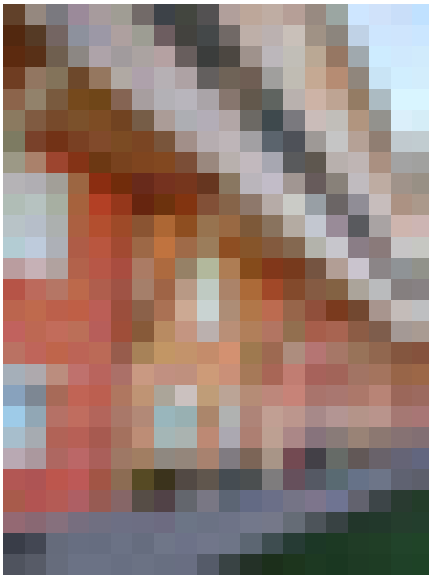


Schaanwald, Casa multifamiliar (Suiza, 1995)

Esta construcción está compuesta por cinco casas para dos familias cada una. El techo y el suelo son construcciones de un solo vano, yendo de una medianería hasta otra. Los suelos de los apartamentos están formados por tableros clavados verticalmente (VNP). Para los suelos intermedios entre dos apartamentos se ha utilizado el sistema "TCC" (sistema patentado) con un aislamiento sonoro. Las paredes de contraviento del interior son de "VNP" cubiertas con paneles hechos a base de fibras de madera. Debido a razones relativas a la acústica y al fuego las medianerías están rellenas de hormigón.



CONSTRUCCIÓN



Edificio residencial, Riesenfeld (Alemania, 1999)

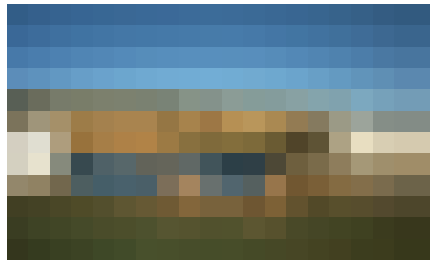
Un edificio residencial con estructuras horizontales y verticales de soporte en un sistema mixto de madera y hormigón. El diafragma de madera-hormigón consta de dos facetas de elementos de "VNP" (tableros clavados verticalmente) con un grosor de 80 mm. Para cumplir con la exigencia de resistir al fuego durante 90 minutos era necesario poner una capa de 150 mm de hormigón entre las dos facetas de "VNP". Un pasillo exterior está fijado sobre la fachada del cuarto piso, continuando hasta la fachada del tercer piso. Jabalcones en compresión sostienen estos dos pisos.



Casa para disminuidos, Buchegg (Suiza, 1997)

Ampliación de un edificio ya existente, ligeramente curvado con una base de aproximadamente 60 metros de largo y 10 metros de ancho. Los cimientos, dos núcleos sanitarios así como la fachada, son de hormigón. Las losas del suelo son del tipo "TCC"

(sistema patentado) y para el techo se han utilizado losas de tableros clavados verticalmente(VNP). En el centro del edificio el elemento de carga es el muro curvado de hormigón y en el exterior, los pilares redondos con vigas laminadas encoladas. La fachada inclinada esta suspendida y es un muro sin carga. La forma redondeada de los suelos se obtuvo introduciendo piezas de madera en forma de V entre los tableros "VNP".



Estructuras espaciales

Además de una utilización cuantitativa, las construcciones de alta tecnología como puentes y cubiertas espaciales requieren una planificación detallada para obtener una construcción visualmente "ligera".

Se tienen que respetar varios criterios para optimizar la estructura. Primero la elección de sistemas hiperestáticos, que trasladan los esfuerzos hacia elementos de calidad superior, lo que permite unificar las diferentes características de las maderas. Segundo, la adjunción de elementos en compresión reduce la luz del sistema principal de sostén y traslada los esfuerzos de flexión - ya que estos requieren grandes secciones - a esfuerzos normales. Finalmente, debido a sus costos, los detalles son de una importancia especial. Como consecuencia es necesario reducir el número de detalles o simplificarlos. Por ejemplo, los elementos a compresión se pueden unir únicamente por contacto.

Construcciones espaciales del tipo cáscara cumplen con los dos primeros criterios. Son altamente hiperestáticos y sometidas principalmente por esfuerzos axiales bajo cargas perma-

Puente para carga pesada, Le Sentier (Suiza, 1997)

Los propósitos principales fueron la utilización del material crudo de los bosques del municipio y la aplicación de la ingeniería civil moderna. El corte transversal en madera - hormigón consta de ocho cortes transversales en madera redonda de 13 metros de largo (\varnothing 48-72 cm). Para obtener una calzada, fueron cortadas bilateralmente para tener una anchura constante y provistas de hendiduras de descarga. La distribución de la carga de se ha realizado mediante unos refuerzos en las ranuras de la losa de hormigón.

mentes. Sin embargo, el numero elevado de nudos necesario para su realización, durante mucho tiempo ha limitado la construcción de este tipo de estructuras. Pero estos nudos, si son numerosos, se pueden realizar de una manera más sencilla. En las cáscaras de tableros atornillados, las juntas están hechas de tableros continuos alternativamente en cada dirección con elementos de relleno en la otra dirección y atornillados para obtener elementos compuestos. Todas estas técnicas requieren colaboraciones estrechas y excelentes entre arquitectos e ingenieros para obtener el mejor aprovechamiento de la diversidad de las formas y texturas que las diferentes construcciones de madera pueden ofrecer.



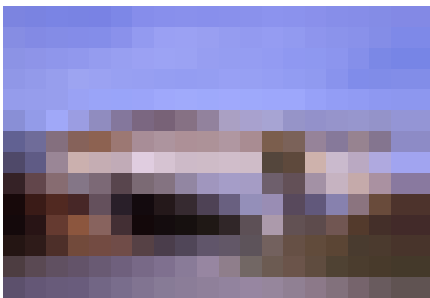
Puente peatonal, Hannover (Alemania, 1997)



CONSTRUCCIÓN

Concurso para la EXPO 2000. El sistema de la estructura principal de este puente peatonal está concebido como una armadura de cerchas con doble-enrejado. Las diagonales de compresión constan de cuatro tablas y las diagonales de tracción de dos tablas. Los cordones de viga superiores e inferiores están hechos de madera laminada encolada. Los cordones de las vigas están unidos simétricamente a ambos lados de las tablas del enrejado.

Vano: 23 m, ancho: 3,5 m.



Puente, Neutraubling (Alemania, 2001)

Un puente cubierto con dos vanos de 12,9 m y 6,55 m respectivamente y un voladizo desde 4,1 m. Los cordones de viga superiores e inferiores son de madera laminada curvada. Las fuerzas horizontales han sido reforzadas con bastidores de sostén en los puntos de soporte del puente.



Cafetería, Weiherstephan (Alemania, 1980)

Techo de rejillas de madera. Las vigas principales, con un vano de hasta 7,2 m, forman, junto con las vigas secundarias, una red cuadrada de 2,4 x 2,4 m.

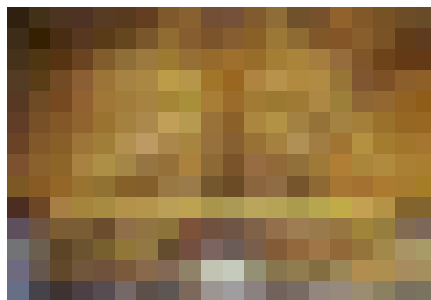
La conducción de la carga va de las vigas, sobre los manojos espaciales de vigas, hasta las columnas de hormigón fijadas con un espacio de 7,2 m entre

ellas. Las columnas están hechas en secciones de 4 partes y de elementos de riostras inclinadas.

Las paredes exteriores están integradas entre los postes. La estabilidad del sistema es debida al refuerzo de riostras de la construcción en dirección longitudinal y transversal.

Cafetería, Universidad Bayreuth, (Alemania, 1981)

Columnas de tipo abánico sostienen un techo "plegado" en el espacio. Cada 14,4 m están sostenidas por columnas de hormigón. Los elementos triangulares del techo se juntan en sus puntos superiores e inferiores. Las columnas exteriores tienen la función de vigas de alero de doble cumbrera.



Restaurante de autopista, Niederurnen (Alemania, 1986)

Techo cubriendo 1400 metros cuadrados sostenido por columnas de hormigón.

Peso de nieve: 2,5 kN/m². La estructura visible está hecha exclusivamente de vigas cuadradas de madera de 16 / 16 cm. Dos tipos de pirámides espaciales, además de construcciones reforzadas derivadas geoméricamente constituyen el sistema principal de soporte.



Iglesia, Kolbermoor, (Alemania)

Una iglesia cuadrada con tres naves.

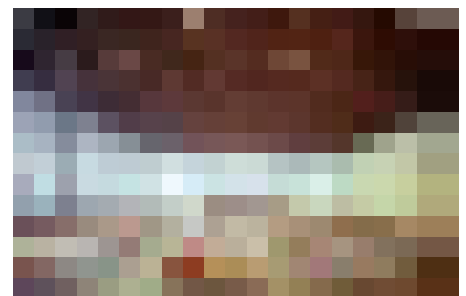
Muy espaciosa con una red de vigas laminadas y juntas de acero. Las vigas dobles están conectadas a las placas de apoyo mediante placas clavadas y pernos. Hay un sistema secundario de correas de madera maciza, colocadas en cada mirador en direcciones alternas.



Residencia, Straubling (Alemania)

El techo es una red de laminados del tipo "intermesh". Las láminas de las vigas encoladas cruzan las juntas de la red alternativamente. Las capas vacías están rellenas con laminado de relleno.

Las vigas están presionadas entre sí mediante cola y clavos para formar una sección sólida.



Auditorium, Weiherstephan (Alemania)

El techo es una armadura enrejada parcialmente con vigas en voladizo reposando sobre las esquinas. El espacio entre éstas es de 9,6 x 9,6 m. La viga de armado es de 1,8 m. El espacio entre los nudos de la armadura: 1,2 metros. Los cordones superiores e inferiores de la viga son dobles, los diagonales son sencillos. En un mismo nudo del cordón de viga inferior se juntan ocho elementos de 6/14 cm de los cuatro cordones de viga inferiores dobles y cuatro de los diagonales de 6/12 cm.



Cáscaras con nervaduras laminadas encoladas



Polideportivo, Lüterkofen (Suiza, 1993)

De este edificio polideportivo sólo la zona inferior de entrada tiene un armazón enrejado (extensión: 16 x 16 m, red: 2,3 x 2,3 m) con una distribución del peso en dos direcciones. El techo del polideportivo mismo consta de estructuras principales y secundarias de armadura.

En los tejados del tipo abordilla / tejado en V (in a saddle-form) la carga está conducida hacia los bordes por las fuerzas de tracción entre dos puntos superiores y por esfuerzos de compresión entre dos puntos inferiores. Los elementos de borde conducen estas cargas a los sostenes, principalmente mediante compresión axial. Cuando los momentos condicionan el diseño de una cáscara, esta cáscara se llama cáscara con nervaduras. Este tipo de estructura consta de dos o tres grupos de nervaduras y una capa de tablas fijadas a las nervaduras mediante clavos.

De este modo es posible partir de un concepto de membranas puras y

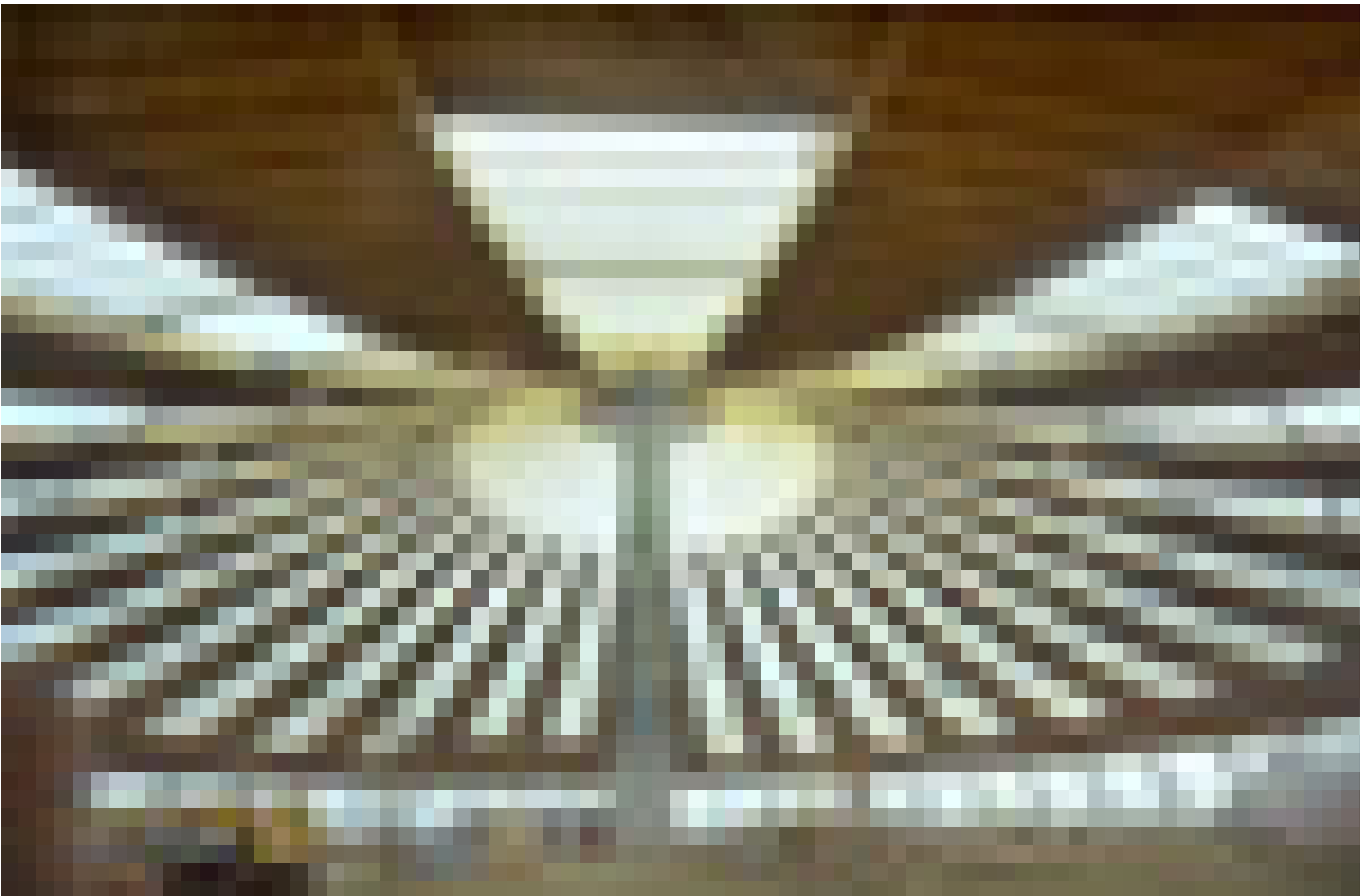
proveer formas libres además de cúpulas, formas rotativas, o del tipo buhardilla.

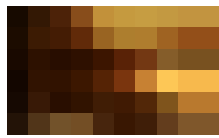


Cáscara con nervaduras, Rosenheim (Alemania)

Cáscara de nervaduras compuesta por tres paraboloides hiperbólicos volados de 18,00 m.

CÁSCARA SUSPENDIDA, WIEN (ALEMANIA), 1981





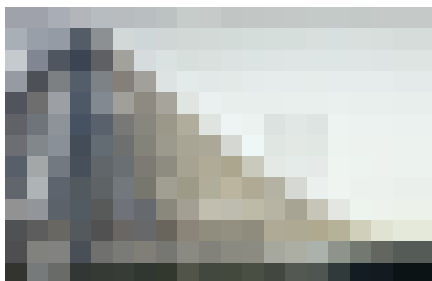
CONSTRUCCIÓN

Las vigas de borde (22 / 80 cm) son laminadas encoladas con una forma curvada y están fijadas a columnas de acero. La cáscara misma consta de nervaduras de 4/10 cm cruzandose en ángulos rectos y dos capas de tablas de 2,4 cm unidas con clavos para resistir al esfuerzo cortante.



Cáscara con nervaduras, Munich (Alemania)

La cáscara consta de cuatro superficies abuhardilladas ensambladas, generadas como membranas de tracción entre las vigas del borde. Las vigas son de tablas laminadas con una forma curvada. El largo del vano es de 9,00 m , y el largo de las vigas en voladizo son de 4, 5 y 9 m.



Cáscara suspendida, Wien (Alemania), 1981

Techo suspendido en forma de una cáscara de 170 m de diámetro. La forma de las nervaduras han sido desarrolladas para obtener cargas simétricas en un estado de tracción. Una capa de tableros alineados direccionalmente asume los esfuerzos de resistencia cortante.



Escenario de aire libre, Altusried (Alemania, 1998)

La estructura del techo cubre una área

de 30 x 100 m. Las 4 vigas en voladizo tienen una distancia entre sí de 25 m y son de troncos redondos de madera.

El techo suspendido que se extiende entre la armadura de cubierta está hecho de tablas clavadas. Las diferentes losas así como las terrazas inclinadas son de una construcción mixta de madera y hormigón. Los elementos de madera son de troncos redondos cónicos (la base de 32 cm y el tope de 16 cm) así que permiten seguir las formas hemisféricas de la tribuna.

Cáscaras con nervaduras laminadas clavadas

Bóveda de medio punto

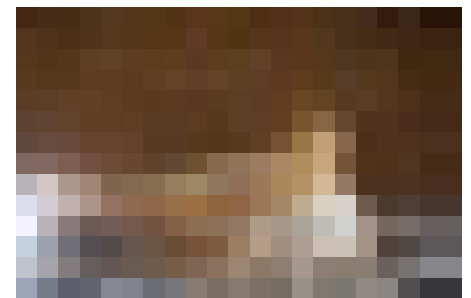
La estructura enrejada que se describen a continuación son bóvedas de medio punto que tienen las ventajas siguientes: erección sencilla y de bajo costo, utilización de tablas sin encolar, estructura de contención estéticamente exigente. Las nervaduras constan de varias capas de tablas, juntadas mediante tornillos de cabez en cruz con la ayuda de un andamio. En una dirección las tablas son continuas, mientras que en la otra sólo llenan las hendiduras. En la segunda capa las tablas continuas están puestas en la dirección opuesta a la capa anterior.



Centro de entrenamiento para aprendices, Chaumont, (Francia, 1993)

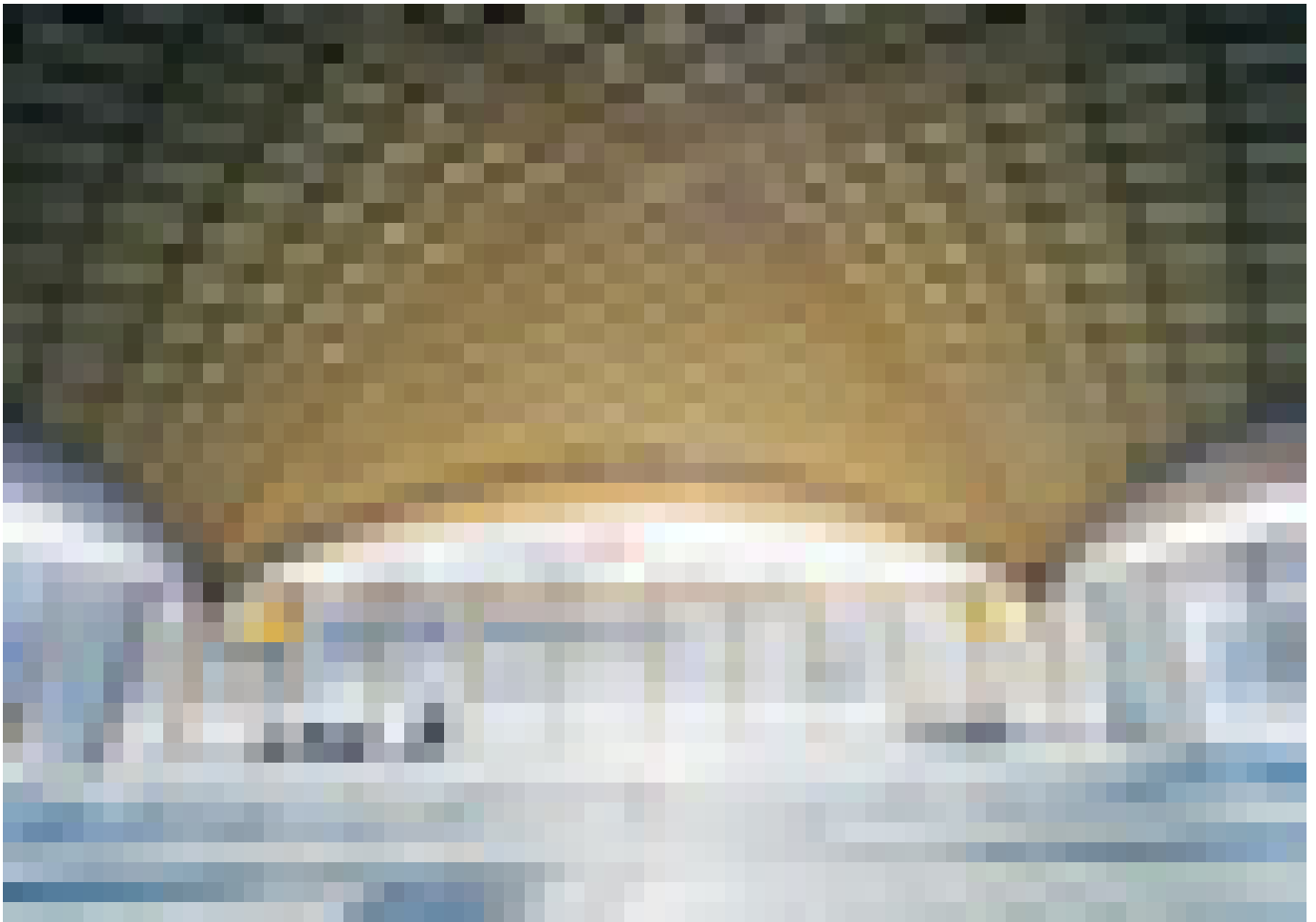
Cáscara con nervaduras hecha de tablas cruzadas. 4 tablas, cada una con un grosor de 35 mm, forman las

nervaduras. El peso sobre la estructura es de aproximadamente 120 kg / m². El volumen interior ofrece un nivel acústico muy bueno debido a las nervaduras visibles de madera y al tablazón.

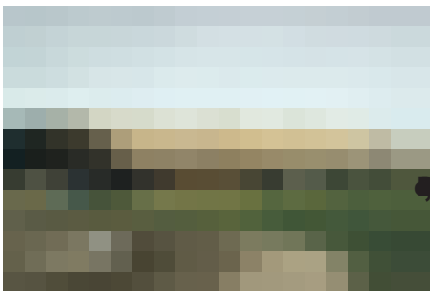


Edificio para Galley, Morges (Suiza, 1995)

El edificio es una estructura de cáscara hecha de tablas atornilladas. Fue levantado por obreros no especializados. Debido a la acción del viento los pesos transversales están sostenidos por una cercha de madera exterior, optimizando el aprovechamiento del volumen interior. Las dimensiones de la estructura son: largo: 60 m, ancho: 20 m, altura: 12m.

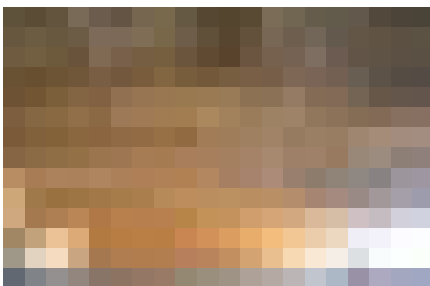


EDIFICIO DE EXPOSICIONES, OBER-RAMSTADT (ALEMANIA, 1997)



Berlin (Alemania, 1996)

Este edificio, con una estructura de cáscara con nervaduras y con un vano de 20 m está sostenido por entramados de madera. El cuerpo del edificio es muy plano, lo que permite una buena integración en el paisaje.



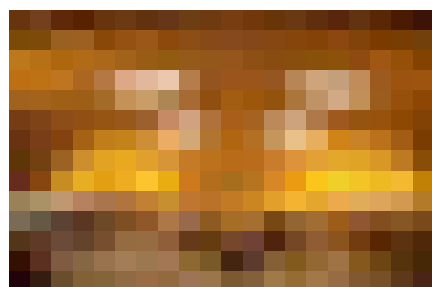
Polideportivo, Arlesheim (Suiza, 2000)

Estadio deportivo de 35m x 54 m. El techo consta de una estructura en forma de bóveda sobre pilares. Las

vigas curvadas laminadas están dispuestas sobre el tejado a fin de transferir las fuerzas horizontales de la bóveda hacia los puntos de soporte. Las reacciones horizontales están soportadas por las vigas en arco de madera laminada.

Cáscara en forma de domo

Los siguientes proyectos son de estructuras enrejadas - utilizando la misma técnica como en los techos abovedados ya descritos. Aquí tenemos las mismas ventajas y métodos de construcción que con la forma de cáscara, con la única diferencia de que la forma de la cáscara - ahora curvada es en dos direcciones.



Polidomo, Ecublens (Suiza, 1991)

Este domo esférico, realizado mediante una construcción de tablas atornilladas, tiene las dimensiones siguientes:

radio: 27,5 m sobre un terreno de 25 x 25 m, altura de la cumbre: 6,8 m.

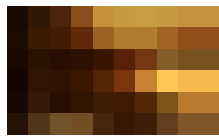
En el punto de intersección las tablas están fijadas entre sí con pernos. La tablaría, fijada sobre las nervaduras con tornillos y en dirección diagonal, tiene la función de arriostramiento en la superficie plana del tejado. La estructura entera necesitaba 32 m³ de madera (tablas).



Polideportivo, Berlín (Alemania, 1997)

Los vanos de la bóveda de medio punto son de 24,5 m. El enrejado de la construcción consta de tres cruces y de continuas capas de tableros. Dos vigas principales rigidizadores en forma de arco fueron colocadas encima del techo.

Edificio de exposiciones, Ober-



CONSTRUCCIÓN

Ramstadt (Alemania, 1997)

Este domo-cáscara rectangular con nervadura tiene 20 x 25 m. Los puntos de cumbrera se encuentran a 11 m. Para las fuerzas horizontales en los bordes de la estructura, hay vigas de tracción, laminadas con cola, alrededor de toda la circunferencia del domo.



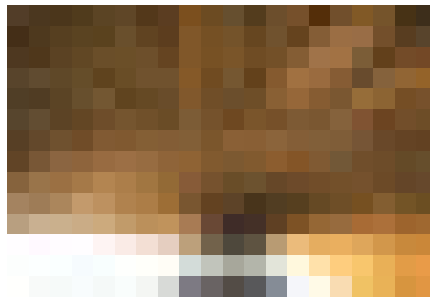
Guardería, Triesen (Finlandia, 1999)

La esfera cubre una superficie de 17 x 17 m. Debido a la calidad pobre del terreno la estructura se apoya en solo 4 columnas de hormigón. El tablón está sostenido por la viga del borde con un arco de acero. Una capa de aislamiento translúcido cubre el tejado a fin de aprovechar la luz natural.



Escuela técnica, Nantes (Francia, 1995)

Pilares redondos de madera sostienen las vigas principales octogonales en una forma cuadrada. Encima hay una sólida nervadura y una estructura de cáscara con tablas clavadas. Las fuerzas horizontales están equilibradas por una viga circular laminada encolada. Las cargas verticales están sostenidas por pilares de madera que además sirven para sostener el puzzle cónico.



Domo cubriendo una piscina, St Quentin (Francia, 1997)

La estructura, con un diámetro de 54 m, tiene la forma de un toro con un ángulo de apertura de 225 grados. Las nervaduras de tabla siguen el círculo meridiano para evitar una curvatura en dos direcciones. Hasta el primer punto de intersección, las tablas están unidas con cola, luego, cerca del centro, están unidas con clavos. El tablazón sobre la superficie del tejado sirve también para reforzar el domo.



ExpoDach2000, Hannover (Alemania)

Para el área central de encuentro de la EXPO 2000 en Hannover se hizo una construcción compuesta por 10 "parasoles" cuadrados. Cada parasol cubre una área de 40 m x 40 m y tiene aproximadamente 26 m de altura. consta de cuatro superficies cáscara con doble curva. En el medio de cada parasol una estructura importante de acero traslada las fuerzas hacia una construcción de torre. Los parasoles están conectados en los extremos exteriores y en los extremos de las vigas en voladizo. los componentes estructurales fueron en su mayoría fabricados in situ o cerca. Grandes grúas montaron las piezas de la construcción pre-fabricada paso a paso.

No se puede hablar de los desafíos ecológicos sin respetar el valor económico del bosque, permitiendo cubrir sus costos. Los antiguos han protegido sus bosques no como consecuencia de su espíritu altruista, sino porque el bosque les daba más que unos leños para quemar. Se tiene que tomar en consideración la capacidad del bosque a resistir a los elementos naturales así como sus funciones protectoras. Pero estas reglas no están limitadas solo con recursos financieros. Usar madera para la construcción contribuye a la posibilidad de salvar el bosque en todo el mundo - como representa un empleo noble de sus productos y les permiten ser mantenidos y replantados. La utilización de madera como fuente de energía no puede alcanzar este objetivo. El papel que tendrá que jugar el bosque del futuro para el ser humano y para el medio ambiente no puede estar asegurado sólo mediante una protección del medio ambiente, igual que el papel de las ciudades del futuro no pueden ser otorgado sólo mediante una protección de los monumentos. En el futuro, la rarefacción de energías fósiles y otras materias primas supondrá un papel más importante para el bosque mediante la producción de madera y regulación del CO₂. Por eso es importante seguir desarrollando la investigación sobre la madera. La sociedad tiene que redescubrir las vinculaciones privilegiadas que tenía con la madera, no únicamente de una manera nostálgica, plagiando la construcción tradicional, sino dejarse inspirar por sus conceptos. Esto supondría una armonía perfecta entre la forma y la función y la buena selección de materiales para poder responder de una manera competitiva a los deseos de la arquitectura moderna. La utilización de madera en sí no supone ninguna garantía de una buena arquitectura. Sin embargo, es una contribución muy importante para la conservación del medio ambiente, aun cuando necesite más concentración en la fase de planificación.