# Testruc: una novedosa y eficaz cubierta

*MSc. Arq. Juan Raúl Salgado Domenech**

La idea de obtener una nueva cubierta surge a mediados del año 1994 cuando concluía mis estudios de Maestría en Ciencias de la Construcción. Desde esa fecha el objetivo básico estaba dirigido a plantear una estructura de nuevo tipo que, en síntesis, reuniera la resistencia, durabilidad y confort de las denominadas *cubiertas pesadas* (generalmente planas) y a la vez la expresión formal, economía, ligereza, rapidez de ejecución y facilidad de reparación que caracterizan a las llamadas *cubiertas ligeras* (inclinadas en su inmensa mayoría).

Comenzó así un proceso de investigación y diseño que años después se constituiría en proyecto de Investigación y Desarrollo, incorporando nuevos especialistas y generando los primeros prototipos que, evaluados una y otra vez, nos han permitido llegar a la propuesta actual: un sistema que, empleando tejas autosoportantes como componente principal, permite conformar al unísono una estructura soporte y su impermeabilización por geometría, lo cual le confiere una singular ventaja.

El sistema lo componen cuatro elementos básicos: las vigas y tensores, los *hastiales*, las tejas estructurales autosoportantes y las piezas que conforman la cumbrera o caballete. Las vigas y tensores convierten los tradicionales cerramientos o arquitrabes en vigas laterales arriostradas por tensores, con la finalidad de recibir y trasmitir al resto de los elementos portantes de la edificación las cargas y empujes de la cubierta. Se construyen de hormigón armado y su diseño varía a partir de las exigencias del proyecto y en función de las especificidades de la cubierta (luces a cubrir, tipo de material de la teja, magnitud de las cargas, diseño). Es importante la nivelación de las vigas y el correcto anclaje del acero de refuerzo viga-tensor, pues de ello depende en gran medida la estabilidad de la cubierta.

*Las placas rígidas integradas a la estructura soporte hacen invulnerable el tejado ante los fuertes vientos que provocan los ciclones, huracanes y otros fenómenos atmosféricos. Su comportamiento al complejo lluvia -viento es excelente.*

En los hastiales se define la curva a utilizar, en función de una relación entre flecha y luz que posibilita el predominio de esfuerzos a compresión en la cubierta. En la definición de la curva se consideró, como criterio adicional, que la expresión formal resultante se identificara más con los techos a dos aguas y tejados tradicionales que con las bóvedas usualmente utilizadas en viviendas. A las consideraciones anteriores se suman los requisitos necesarios a cumplir para garantizar el adecuado solape que asegure una eficaz impermeabilización por geometría.

Los hastiales permiten no sólo cerrar los extremos de la cubierta sino replantear el número exacto de hiladas de tejas a colocar y el espesor de sus juntas y clave; pueden construirse con cualquier elemento convencionalmente utilizado para conformar muros o paramentos (bloques, ladrillos, adobes, paneles).

Las tejas autosoportantes, por su carácter estructural, se han denominado TESTRUC** y pueden construirse con diversos materiales, tales como microconcreto, ferrocemento, cerámica y asbesto-cemento .

* *El Arq. Salgado integra el Centro Técnico de la Vivienda y el Urbanismo, del Instituto Nacional de la Vivienda de Cuba*

** *Este sistema tiene certificado de autor de invención concedido por Resolución 18 del 2001 de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI), registrado en la clasificación de patentes: EO4D 1/30, EO4B 1/32, EO4B 7/20.*

Depto. de DOC. y BIBLIOTECA

En la teja aparece un componente estructural y uno impermeabilizante, lo cual permite construir soporte e impermeabilización de uno o dos planos mediante un novedoso proceso de montaje que no utiliza las tradicionales cimbras; esto aporta la ventaja adicional de resolver, de forma práctica, las variaciones de luces en la construcción de las estructuras, resultando muy versátil al abordar estas cubiertas en edificaciones existentes y obras nuevas con luces variadas.

El proceso de montaje se auxilia de aditamentos que, a través de los hastiales, garantizan la alineación de las hiladas de tejas, haciendo más cómoda y segura la colocación de estas piezas, lo cual se realiza desde las vigas hacia la clave, utilizando mortero de cemento para la unión entre los elementos que se colocan en hiladas alternas.

*Las vigas y tensores reciben y trasmiten las cargas y empujes de la cubierta. Los hastiales replantean la cubierta y cierran sus extremos; en ellos se define la curva a utilizar en función de una relación entre flecha y luz.*

La clave se realiza por tramos empleando un hormigón de gravilla, en un proceso que garantiza la terminación superior de la cubierta.

El tiempo de construcción de un techo con este sistema dependerá del número de operarios a emplear en la colocación de las tejas. En este proceso pueden intervenir de uno a cuatro albañiles con sus respectivos ayudantes; se estima que un operario puede colocar hasta 40 tejas por hora, es decir 2. 5 metros cuadrados considerando que 16 piezas cubren un metro cuadrado.

El caballete o cumbrera se construye con una pieza a dos aguas, generalmente del mismo material de la teja y se fija con mortero al momento de realizar la terminación superior en la clave .

*Las tejas se colocan desde las vigas hasta la clave en hiladas alternas.*



R16295

La cubierta que se obtiene es muy duradera si partimos del hecho que utiliza materiales resistentes a los efectos que provocan la humedad, los cambios de temperatura, la acción de insectos y otros procesos que tradicionalmente degradan las cubiertas y sus impermeabilizaciones.

Al estar constituido el tejado por placas rígidas integradas a la estructura soporte, las coberturas se hacen invulnerables a los fuertes vientos que provocan los ciclones, huracanes y otros fenómenos atmosféricos. La impermeabilización por geometría (la más efectiva de cuantas se han usado históricamente) garantiza un excelente comportamiento ante el complejo lluvia – viento, unido al uso de una pendiente apropiada.

Diseño y materiales se combinan para garantizar una adecuada resistencia a impactos accidentales y al tránsito ocasional sobre el tejado aportando, en su aparente expresión tradicional, una eficaz protección física a la edificación ante eventuales "intrusos". De producirse la rotura del componente impermeabilizante de alguna teja, su reparación consiste en cubrir el elemento dañado con una lámina metálica o de plástico resistente a los rayos ultravioletas a fin de garantizar su impermeabilidad e integridad; aprovechando la separación del solape, y al ser las hiladas alternas, las láminas pueden empotrarse sin dificultad, lo que constituye un procedimiento de reparación sencillo y eficiente.

La superposición de los componentes impermeabilizantes mejora el comportamiento térmico en estas cubiertas, dado que la carga térmica que incide sobre las piezas se disipa al tener que pasar por planos separados y finalmente a una estructura aligerada que contiene el aislante más económico que existe: el aire.

Tanto las piezas de microconcreto como las de ferrocemento se obtienen a partir de una tecnología diseñada bajo el concepto de producción en el sitio, de forma que sean las materias primas quienes se muevan a la obra y no el producto terminado disminuyendo así, entre otros, los índices de rotura y costos de transporte. Los criterios tecnológicos han asimilado prácticas internacionales en relación con estos materiales.

El equipo conformador, en su versión actual, permite obtener todas las piezas que componen la cubierta; se trabaja para mejorar su diseño y productividad (con tres operarios el equipo es capaz de producir de 140 a 160 tejas en una jornada de 8 horas).

El proceso productivo abarca tres etapas básicas. En la primera, de preparación y almacenaje de las materias primas, se destaca la importancia de garantizar la granulometría adecuada en los áridos, velando porque el contenido de limo y arcilla no exceda el porcentaje estipulado.

La segunda etapa contempla la dosificación, mezclado y conformación de las piezas; en ella el uso del cemento adecuado, la dosificación correcta y la necesaria relación agua-cemento constituyen elementos básicos a controlar. El uso de aditivos se recomienda en todos los casos donde su utilización sea económicamente factible.

La última y no menos importante etapa es la de curado, almacenamiento y control de calidad; es importante asegurar el adecuado curado de las piezas, así como chequear durante el desmolde que no existan anomalías que afecten el correcto funcionamiento de las tejas; el almacenamiento se garantizará sobre una superficie nivelada, de fácil acceso y con capacidad suficiente para un período de producción determinado.

*La clave se realiza por tramos y se coloca la pieza que forma el caballete o cumbrera de la cubierta. En la vista interior, utilización de aditamentos auxiliares de montaje que se retiran una vez concluida la clave.*

Las tejas pueden ser pigmentadas durante el proceso de producción y también pueden ser pintadas antes o después de su colocación. Para las de cerámica lo más viable es obtenerlas por extrusión, por la elevada productividad que aporta este proceso. En la actualidad se crean las condiciones para obtener los primeros prototipos con este material.

Las piezas de asbesto-cemento han resultado ser muy ligeras y resistentes. Su producción industrial, a partir de un proceso de elevada productividad, constituye aún un aspecto a investigar e innovar. Por las bondades que ofrece este material, se estudia una variante de uso como doble cubierta para edificaciones con techo plano y grado notable de deterioro, constituyendo esta acción de impermeabilización la solución más eficaz y económica en estos casos.

Las dimensiones de las tejas son 400mm de ancho y 350mm de largo, con pequeñas variaciones según el material utilizado, en función de lo cual también su peso varía desde 4 a 7 kilogramos.

Las cubiertas podrán salvar luces hasta 5 y 7 metros en función del material empleado en las piezas; los diseños variarán según el nivel de creatividad, dominio del sistema y talento de los proyectistas.

Testruc puede constituir la cubierta de un edificio multifamiliar o una vivienda aislada, de una estructura de adobe o de hormigón, de la ciudad o del campo.

A partir de este sistema, dos etapas constructivas que históricamente caracterizaron las cubiertas ligeras y múltiples cubiertas planas (construcción de estructura soporte y colocación de coberturas o impermeabilización) se reducen a un único proceso que resuelve no sólo el ahorro de mano de obra especializada o el acortamiento de tiempo de ejecución, sino que, con su correspondiente efecto económico y ecológico elimina la madera y el metal, materiales caros y deficitarios tradicionalmente utilizados.

Una parte importante de los objetivos inicialmente planteados se ha obtenido como resultado de intensas jornadas de actividad investigativa e innovativa; la práctica deberá enriquecer con su ilimitada sabiduría los actuales resultados que de seguro contribuirán, en mayor o menor medida, a enfrentar uno de los problemas más preocupantes y agobiantes de nuestros asentamientos humanos: "el techo".

FACULTAD DE ARQUITECTURA
Depto. de DOC. y BIBLIOTECA