



Cubiertas verdes en Madrid

por: Elsa González Zorn*

Este artículo pretende dar una idea de conjunto sobre el enverdecimiento de superficies en las ciudades en general, y especialmente en Madrid.

Es necesario concretar una zona, ya que los condicionantes medioambientales y constructivos son factores limitantes para el enverdecimiento. Dentro del territorio nacional existen gran cantidad de climas y condiciones diferentes, e incluso dentro de la Comunidad de Madrid existe diversidad. La transferencia de tecnología de un país a otro sin tener en cuenta ésta diversidad es un riesgo que se puede correr fácilmente y que hay que evitar.

Además del factor limitante del agua, existen otros que es necesario prever:

- la construcción de un edificio;
- azoteas horizontales o inclinadas, transiables o no;
- el valor arquitectónico de un tejado;
- condicionantes económicos, el valor del suelo;
- régimen de propiedad, comunidad...

Dentro del contexto en el que nos movemos, la palabra "originaria" de esta tecnología viene del alemán "Dachbegrünung", y se ha traducido al castellano como enverdecimiento de azoteas, de tejados, cubiertas vegetales, cubiertas verdes, renaturación de edificios o superficies reverdecidas, y se habla también de la naturación urbana, de arquitectura ecológica, etc.

En realidad se puede diferenciar entre enverdecimiento horizontal y vertical, que no es más que cubrir de vegetación los tejados y las fachadas de los edificios.

Igualmente se puede distinguir el concepto de enverdecimiento intensivo o extensivo, según se empleen el agua y otras prácticas de cultivo sobre la vegetación o no. El efecto logrado en el primer caso puede ser ornamental, ya que sería lo mismo que un jardín en la azotea, mientras que el extensivo podría tener una utilidad más "funcional". Nosotros nos referiremos siempre a la forma extensiva o "semiextensiva", ya que, como veremos más adelante, la finalidad será influir en el bioclima urbano

Madrid es una de las ciudades europeas con más superficie verde

“

La falta de datos impide concretar las técnicas más eficaces para el enverdecimiento

“

No se sabe a ciencia cierta si conviene abordar el enverdecimiento o recurrir a especies arbustivas a pie de tierra

para mejorar las condiciones de vida de las grandes ciudades.

ORIGEN DE LAS CUBIERTAS VERDES

La idea de aprovechar los tejados de las construcciones no es nueva, y existen algunos ejemplos en la historia.

El ejemplo más famoso y más antiguo es una de las siete maravillas del mundo, los jardines colgantes de Babilonia, del siglo VI antes de Cristo.

En general, la jardinería y sobre todo el cultivo en las azoteas era un lujo que sólo podían permitirse las clases altas, ya que las únicas construcciones capaces de soportar la sobrecarga eran los palacios.

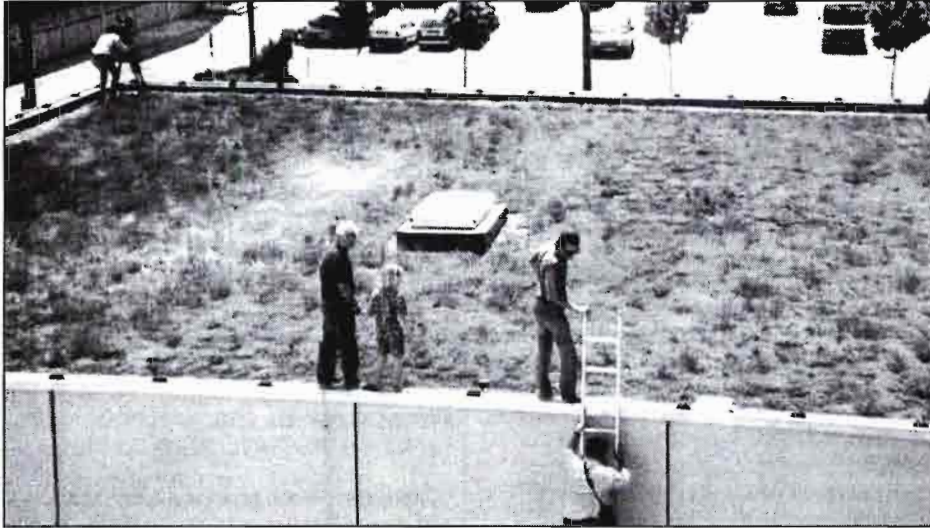
Con el desarrollo de las ciudades se reduce el espacio libre para vegetación, pero el hombre busca ese espacio armonioso y acogedor, en el cual pueda reencontrarse con la naturaleza, y crea jardines e incluye la vegetación en su entorno. Los patricios de la antigua Roma y Pompeya crearon espacios ajardinados en sus tejados. El clima mediterráneo y las azoteas horizontales eran apropiados para ello.

En el siglo XIX aparecen las formas de construcción modernas gracias a los nuevos materiales, como el hormigón, que permite ya disponer de cubiertas "verdes" pro-



Pequeños parques en las ciudades son siempre bien recibidos por todos sus habitantes. Madrid es una ciudad privilegiada al contar con 14 m² por habitante de superficie verde.

(*) Ingeniero Agrónomo.



piamente dichas, sin necesidad de usar recipientes. Después aparecen los materiales plásticos y bituminosos que permiten impermeabilizar las construcciones.

En 1920, el arquitecto Le Corbusier inventa el "techo jardín", y lo pone en práctica en algunos de sus edificios. El mismo dice acerca del tema:

"...el jardín en el tejado será el lugar de reunión preferido de la casa y significa además para la ciudad la recuperación de la superficie edificada".

En esta frase se sintetiza la preocupación que existirá a partir de entonces por el desarrollo de las grandes ciudades. La superficie edificada o bien impermeabilizada con carreteras o calles deja de ser una superficie libre: el suelo ya no recibirá el aporte de agua y materia orgánica, y no se desarrollará vegetación ahí donde se construya. Surge la necesidad de "recuperar" esta superficie.

El enverdecimiento o naturación de los edificios deja de ser un lujo para pasar a ser una necesidad. El valor estético de las cubiertas enverdecidas pierde importancia frente a los problemas de la contaminación urbana.

El jardín o la azotea verde aislados no van a solucionar la contaminación en las ciudades, obviamente. Las actuaciones individuales de tipo ecologista como soluciones puntuales no solucionan el problema global de la ciudad.

Por eso, la naturación urbana que forma parte del desarrollo ecológico de las grandes ciudades se plantea de una forma distinta. El enverdecimiento a gran escala y en lugares estratégicamente situados puede ejercer un efecto mayor y global sobre las condiciones ambientales de la ciudad. El objetivo sería crear una red de pasillos verdes aprovechando los parques y jardines ya existentes, que conectan el centro de la ciudad con la periferia.

Uno de los problemas de la revegeta-

ción o naturación de las grandes ciudades es el valor del suelo en el mercado. Por eso surgió la idea de aprovechar aquellas superficies de la ciudad que quedan "libres" de alguna forma: los tejados y las paredes de los edificios.

En los planes urbanísticos de muchas ciudades alemanas ya se contempla y se efectúa esta alternativa de la construcción, y en el proyecto de desarrollo del Plan General de Madrid se prevé la creación de cuñías verdes desde fuera al centro, aprovechando el Monte del Pardo y la ribera del Manzanares.

Nos situamos en Madrid hoy en día.

Madrid es una de las ciudades europeas con más m² de superficie verde (en total 4.500 ha de superficie verde ó 14 m² de superficie verde por habitante), y la ciudad con más árboles de alineación. Además, Madrid cuenta con una gran afición por la jardinería a nivel particular, así como con una gran tradición de balcones, y sus construcciones incluyen en muchos casos la posibilidad de colocar plantas en forma de terrazas, jardinerías o plantas trepadoras.

Aunque existen ejemplos de "enverdecimiento" en Madrid, éste requiere en la mayoría de los casos el aporte de agua. Cualquier persona familiarizada con las condiciones climáticas de nuestra ciudad sabe que el riego, sobre todo en los meses de verano, es imprescindible. El agua es el punto crucial en la aplicación de esta tecnología en Madrid y también el punto más conflictivo.

El enverdecimiento extensivo de cubiertas en Madrid a gran escala y sin riesgo es una utopía. Se puede hablar, sin embargo, de mantenimiento mínimo posible de superficies cultivadas, y con ello se abre un problema que se puede y se debe intentar solucionar mediante la investigación, quizás de forma paralela a la xerojardinería.

La necesidad de investigación en cubiertas verdes con mantenimiento mínimo cristaliza en parte en la azotea de la ETSI Agrónomos.

ASPECTOS TECNOLOGICOS

Se explican brevemente algunos conceptos generales sobre la técnica del enverdecimiento tal y como se entiende en este contexto.

Los pasos para llevar a cabo el enverdecimiento extensivo de una azotea son:

—Estudio del edificio

La resistencia del tejado de un edificio a la sobrecarga limita la densidad del sustrato de cultivo. La carga que soporta el edificio enverdecido se mide siempre con el sustrato de cultivo a capacidad de campo. Suele variar entre 50 y 150 kg/m².

Si la azotea tiene una inclinación inferior al 20% se puede considerar horizontal. No obstante, existen técnicas que permiten el enverdecimiento de tejados con más inclinación.

Es importante analizar la situación de los desagües, las bajantes, el tipo de aislamiento que tiene el tejado, estado en que se encuentra, etc.

—Impermeabilización

La capa de impermeabilización impide que el agua del tejado verde llegue al interior del edificio. También existen en el mercado materiales antirraza.

La impermeabilización puede ser con material de PVC o bituminoso, y es el punto más importante de el enverdecimiento. En otros países europeos la concienciación por los problemas medioambientales crea una demanda de productos de carácter "ecológico" en el mercado. El PVC es un material contaminante que la población rechaza, por lo que las empresas que se dedican al enverdecimiento se adaptan a la demanda y dejan de utilizarlo, usando otros materiales en su lugar.

—Drenaje

El drenaje puede estar formado por materiales de desecho de la construcción, como por ejemplo ladrillos rotos, etc. También puede ser perlita, lava, grava e incluso existen losas para drenajes hechas de plástico, gomaespuma, cemento, tejidos de alambres, polietileno...

—Filtro geotextil

Impide que las partículas finas del sustrato pasen al drenaje y obstruyan el paso del agua.

—Sustrato de cultivo

Es la capa en la que se desarrolla la vegetación y debe adaptarse a ésta. Debería reunir las siguientes características:

- peso bajo para que afecte lo menos posible a la cubierta;



- alto poder retentivo de agua;
- permeabilidad suficiente;
- estabilidad estructural suficiente;
- cohesión de las partículas tras sequía;
- contenido apropiado de nutrientes.

—Especies vegetales

Deben ser especies vivaces herbáceas resistentes a las condiciones atmosféricas de Madrid. Se proponen unas cuantas, si bien éste tema es objeto de investigación.

- *Acaena microphylla*;
- *Achillea aurea*;
- *Cerastium tomentosum*;
- *Gypsophila repens*;
- *Cymbalaria muralis*;
- *Thymus hirsutus*;
- *Dianthus arenarius*;
- *Helianthemum apeninum*;
- *Sedum acre*;
- *Sedum alba*;
- *Sempervivum tectorum*.

—Mulching de lava

Se evita una evaporación excesiva, y puede servir para resistir el viento.

- En su caso, malla de alambre para evitar erosión eólica, y tubería de riego por goteo para los meses de verano.

La normativa de construcción alemana propone mantener unas distancias específicas entre el tejado verde y las ventanas, aleros, claraboyas, etc. del edificio, para evitar la propagación del fuego al interior del edificio en caso de incendio. También obliga a usar materiales no inflamables.

NECESIDAD Y OBJETIVOS DE LAS CUBIERTAS VEGETALES EN MADRID

Clima y contaminación en Madrid

Repasaremos algunos datos sobre el clima y las condiciones de Madrid:

Según la estación meteorológica de Madrid-Retiro, la ETP anual de Madrid es de 765 mm, mientras que la precipitación es de 454 mm anuales. En el mes de julio, la ETP es de 150 mm, mientras que la precipitación en ese mes es de 10 mm. Esto nos da una idea de lo difícil que será prescindir del riego en los meses de verano. No hay que olvidar que en Madrid la estación más seca coincide con la más calurosa, siendo la media de máximas ese mes de 35°C. La humedad relativa del aire es mínima en verano.

El Área de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Madrid proporciona los datos de sustancias contaminantes en el aire madrileño a través de su red de estaciones situadas en la ciudad en lugares estratégicos. El nivel medio de contaminación se encuentra dentro de los límites que establece la Unión Europea.

Ventajas e inconvenientes de la naturación

Veremos a continuación las principales ventajas de la vegetación en la ciudad:

- La fijación de las partículas sólidas en suspensión en el aire. La vegetación actúa como filtro en éste caso.

- La incorporación en la biomasa de las sustancias nocivas que se encuentran en la atmósfera: el CO₂ en exceso, que proviene de la respiración de los seres vivos, así como de emanaciones industriales con procesos de combustión a partir del carbono fósil.

- Disminución de la contaminación acústica, donde la vegetación actúa como pantalla.

- Aumento de la humedad ambiental hasta límites más aceptables, que contribuye a disminuir la temperatura en verano y hacer el aire más respirable.

- Producción de oxígeno.

- Efectos psicológicos: el color verde, la estética.

- La temperatura debajo de la capa de vegetación se mantiene mucho más constante que si no hubiera vegetación, con lo que los materiales impermeabilizantes no están sometidos a cambios bruscos de temperatura y su vida útil se prolonga en el tiempo.

- La capa de vegetación actúa de aislante térmico, mejorando las condiciones bioclimáticas del interior del edificio, evitando en parte la necesidad de enfriar o calentar las habitaciones.

- Ambas ventajas se traducen en rendimientos económicos por el ahorro de materiales y energía que supone a la larga.

- El agua de lluvia que cae sobre la ciudad fluye normalmente sin obstáculos al alcantarillado y al río más próximo. En su paso, arrastra basura y sustancias contaminantes que dañan seriamente la periferia urbana, e incluso pueden obstruir los desagües. El sustrato vegetal actúa como esponja y filtro, disminuyendo la velocidad del agua, y mejorando su calidad cuando se vierte en los desagües, en lugar de perderse de forma rápida. De ésta forma se libera una parte de nuevo a la atmósfera, mejorando la humedad del aire.

El enverdecimiento de cubiertas en Madrid tiene también inconvenientes que no se pueden ignorar.

Para no sobrecargar la estructura de los edificios, el enverdecimiento extensivo prevé una capa de sustrato de cultivo relativamente delgada, de forma que las especies que se desarrollan sobre la azotea son preferentemente herbáceas y sin posibilidad de un gran desarrollo radicular. La poca disponibilidad de un gran desarrollo radicular. La poca disponibilidad de suelo impide que se acumulen reservas de agua sobre el tejado. Por este motivo sería conveniente incluir un sistema de riego por goteo para paliar los efectos de la sequía estival.

Además, durante los meses de verano la temperatura en los tejados de Madrid asciende de manera formidable, lo que agravaría el peligro de incendio en el tejado con vegetación seca o turba, sobre todo si se quiere restringir el riego.

Cabe plantearse asimismo la influencia sobre el ambiente de una capa de vegetación que pasará gran parte del tiempo con actividad fisiológica baja, debido ya al frío del invierno de Madrid o bien a la sequía del verano, período en el cual estará medio seca y con todos los estomas cerrados para poder soportar las condiciones climáticas.

PROBLEMATICA DEL ENVERDECIMIENTO EN MADRID

Por desgracia, apenas existen datos fiables sobre la influencia real de la vegetación sobre el bioclima urbano, debido en parte a la dificultad de aislar parámetros, ya que sobre la contaminación urbana actúan multitud de factores difíciles de prever y controlar. Existen modelos en ordenador que imitan las condiciones de la ciudad, pero no existen cifras reales.

La falta de datos sobre la influencia de la biomasa en la atmósfera y la falta de información sobre el enverdecimiento de construcciones en Madrid impiden concretizar las especies y técnicas de cultivo más eficaces para paliar los efectos del clima y la contaminación. Como ya se ha dicho, existe un gran campo de investigación en este sentido relacionado con la xerojardinería.

En este punto convendría preguntarse (y puede ser un aspecto a debatir) si realmente es conveniente abordar el enverdecimiento de azoteas en Madrid, o si no sería mejor recurrir a la vegetación a pie de tierra, donde un desarrollo radicular conveniente de especies arbustivas y arbóreas permita a la vegetación soportar la sequía sin perder su función fisiológica. En cualquier caso, ambas posibilidades no son incompatibles.

Madrid es la ciudad europea con más árboles de alineación en sus calles. A nivel mundial, las selvas y los bosques son los pulmones de la Tierra, y a nivel urbano, los parques, jardines y arbolado viario cumplen la misma función. Su importancia como elemento proyectual de la ciudad estriba en su utilidad medioambiental, tanto en su vertiente física como psicológica.

Algunos datos sobre la importancia de los árboles: una encina mediana produce oxígeno para 10 personas al día. En la ciudad, los árboles son un filtro para la contaminación, humos y polvo: un árbol grande recoge en un año 200 kg de polvo, y una calle sin árboles tiene 3 veces más polvo que con árboles. También se ha demostrado que sin árboles el número de microbios en el aire urbano es mucho mayor.

Se deja abierta la incógnita, que se despejará en el transcurso de la investigación.