

CONTART 2018: VII Convención de la Edificación
30 mayo - 1 junio 2018; Zaragoza (Spain): Colegio Oficial de
Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Zaragoza. Escuela
Universitaria Politécnica de La Almunia, p.927-933

090

**CUBIERTAS VEGETALES EN EDIFICIOS E
INFRAESTRUCTURAS. CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN
DE LAS ESPECIES EN ARAGÓN**

ACERO OLIETE, ALEJANDRO¹; LORÉN ZARAGOZANO, FCO. JAVIER²;
DIAGO BORRA, JOSÉ RAMÓN³; PÉREZ BENEDICTO, JOSÉ ÁNGEL⁴

¹ *Grupo de Investigación Hidráulica y Ambiental Escuela Universitaria Politécnica, La Almunia de
Doña Godina, España*

E-mail: acero@unizar.es, Web: www.eupla.unizar.es

² *Grupo de Investigación Hidráulica y Ambiental Escuela Universitaria Politécnica, La Almunia de
Doña Godina, España*

E-mail: fjloren@unizar.es, Web: www.eupla.unizar.es

³ *Escuela Universitaria Politécnica, La Almunia de Doña Godina, España*

E-mail: jrdiago@unizar.es, Web: www.eupla.unizar.es

⁴ *Escuela Universitaria Politécnica, La Almunia de Doña Godina, España*

E-mail: joanpebe@unizar.es, Web: www.eupla.unizar.es

PALABRAS CLAVE: CUBIERTAS, VERDES, ESPECIES, EFICIENCIA,
ENERGÉTICA.

RESUMEN

La sostenibilidad y la adaptación al cambio climático están fomentado el desarrollo de edificios “verdes” que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos y minimizan los impactos ambientales. Una de los aspectos relevantes de los edificios “verdes” es la creación de cubiertas verdes que contribuyen a crear una micronaturaleza en los edificios. A la hora de establecer las cubiertas verdes hay que tener en cuenta la estructura del edificio, el clima del lugar, la impermeabilización y las especies elegidas.

La correcta elección de las especies es fundamental para el éxito de la cubierta, especial-

mente en lugares como Zaragoza, con clima de extremos: frío en invierno, calor en verano, baja pluviometría y el viento “cierzo” muy presente a lo largo del año.

El correcto análisis previo de los factores determinantes contribuye a mejorar la eficiencia energética de los edificios, así como el aspecto paisajístico.

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del marco de la sostenibilidad, y sobre todo a tenor de la preocupación por el Cambio climático, se están planteando una serie de acciones para desarrollar lo que se denomina: edificio “verde”, edificio que, en su diseño, construcción u operación, reduce o elimina los impactos negativos y puede crear impactos positivos en nuestro clima y entorno natural. Los edificios verdes preservan los recursos naturales preciosos y mejoran nuestra calidad de vida [1]

Hay una serie de características que pueden hacer que un edificio sea “verde”:

- Uso eficiente de energía, agua y otros recursos.
- Uso de energía renovable.
- Medidas de contaminación y reducción de desechos, y la habilitación del reciclado y el reciclaje.
- Buena calidad del aire ambiental en interiores.
- Uso de materiales no tóxicos, éticos y sostenibles.
- Consideración del medio ambiente en el diseño, construcción y operación.
- Consideración de la calidad de vida de los ocupantes en el diseño, construcción y operación.
- Un diseño que permite la adaptación a un entorno cambiante.

Cualquier edificio puede ser ecológico, ya sea un hogar, una oficina, una escuela, un hospital, un centro comunitario o cualquier otro tipo de estructura, siempre que incluya las características enumeradas anteriormente.

En este artículo, pretendemos analizar las cubiertas vegetales en el entorno de la ciudad de Zaragoza, y la contribución a la eficiencia energética de dichas cubiertas.

2. COMUNICACIÓN

2.1. Cubiertas verdes

Las ciudades, y especialmente las más grandes han perdido el contacto con la naturaleza a medida que han crecido, quedando cada vez más lejos los entornos naturales.

El ciudadano que vive en grandes ciudades tiene necesidad de sentir el contacto con la naturaleza. Así, los parques y jardines contribuyen al disfrute de la naturaleza por parte de los ciudadanos. Sin embargo, en algunas ciudades, en sus cascos antiguos no hay espacio para zonas ajardinadas. Por otra parte, también hay numerosas zonas en las ciudades sin zonas verdes próximas.

La sostenibilidad de muchas ciudades, está mejorando progresivamente en los últimos años. Además, la necesidad del contacto con la naturaleza, junto con la búsqueda de ciuda-

des sostenibles, en muchos casos enmarcadas en la Agenda21 local ¹, está fomentando la creación de espacios verdes en terrazas y azoteas de edificios, jardines verticales exteriores e incluso interiores, y microhuertos urbanos. Se pretende conseguir entornos más habitables y respetuosos con el medioambiente. Además, un fenómeno incipiente ha comenzado a producirse: la vegetación de las cubiertas de edificios; un proceso lento que va calando poco a poco.

Una cubierta verde es un sistema de múltiples capas que cubre la cubierta de un edificio o estructura con cubierta vegetal y que encaja en el Modelo TEDUS (Técnicas de drenaje urbano sostenible), en el apartado de elementos estructurales aplicados en origen.

Países como Japón, Alemania, EE.UU., Inglaterra, Países Bajos, Austria y Suiza han apostado por el fomento de las cubiertas verdes. Ciudades como Michigan, Chicago, Berlín, Tokio o incluso Madrid, han cubierto significativos edificios con vegetación. En Aragón tenemos algunos ejemplos en las cubiertas del Balneario de Panticosa (algo descuidadas), las marquesinas de las paradas del tranvía, y algún edificio de carácter privado.

Según el World Green Building Council, se estima que, a nivel mundial, los edificios consumen el 17 por ciento del agua potable, el 25 por ciento de la madera y entre el 30 y el 40 por ciento de la energía. Más del 30 por ciento de las emisiones de dióxido de carbono y un 40 por ciento de los desechos sólidos son originados también por la construcción de edificios. Los tejados verdes contribuyen a minimizar alguno de estos impactos al medioambiente.

Entre sus ventajas [2] [3]:

- Reducir la contaminación atmosférica.
- Incrementar la capacidad de retención de agua.
- Puede ser aplicado en núcleos de población de alta densidad.
- Contribuye a la implementación de energías renovables.
- Superficie libre utilizable.
- Mejora la biodiversidad ofreciendo un hábitat.
- No requiere la ocupación de superficies específicas.
- Mejora la calidad del aire.
- Ayudar a gestionar los impactos de isla de calor urbano.
- Ahorra energía, buen aislamiento térmico.
- Prolonga la vida útil de la impermeabilización.
- Incrementa la absorción acústica.

Por otra parte, la vegetación puede aportar además [4]

- Estética (Visual, sonidos, aromas).
- Resistencia al fuego.
- Sombra.
- Transpiración.
- Producción de oxígeno.
- ✓ Protección del viento

¹ El concepto de Agenda 21 tiene su origen en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible o “Cumbre de la Tierra” celebrada en Río de Janeiro (Brasil, Junio de 1992). La Agenda 21 es un documento que consta de 40 capítulos los cuales estudian la conexión existente entre el medio ambiente, la economía y la sociedad, es un plan de acción global hacia el Desarrollo Sostenible.

Desventajas:

- Mayor coste constructivo en comparación con cubiertas convencionales.
- No es apropiado para cubiertas con grandes inclinaciones.
- Dificultades para la implementación en algunas estructuras.
- Mayor coste en mantenimiento de la vegetación.
- Dificultad de posibles reparaciones.

A la hora de establecer las cubiertas son factores determinantes:

- a) La resistencia estructural.
- b) La impermeabilización.
- c) Los factores climáticos.
- d) Las especies elegidas.

Existen tres tipos diferenciados de cubiertas verdes y se clasifican en función del espesor del sustrato y de las especies vegetales utilizadas: extensivos, intensivos y semi-intensivos. Se presentan en la tabla 1 algunas de las características más significativas [2]

Tabla 1. Tipos de cubiertas verdes.

	Extensivo	Semi-intensivo	Intensivo
Profundidad mm.	25-125	125-180	180-610
Peso kg/m ²	74-122	122-195	170-390
Peso c/agua kg/m ²	95-175	195-280	350-815
Plantas	Musgos, sedums, suculentas, y algunas gramíneas	Perennes seleccionadas, sedum, ornamentales, aromáticas y pequeños arbustos	Plantas perennes, césped, verde Putt, arbustos y árboles, agricultura en la azotea.
Altura plantas cm	15	1 a 3	10
Capacidad de retención de agua l/m ²	25-64	70	113
Riego	No se recomienda, dependerá de la zona	Parcialmente, según sea necesario	Si, automático/fluido
Mantenimiento	Bajo/2-3 inspecciones por año	Medio/mensuales	Alto/quincenales
Coste	Bajo	Medio	Alto

2.2 Elección de especies para la climatología aragonesa

Con relación a los factores climáticos, en Aragón tenemos diversidad de climas, pero si nos centramos en la ciudad de Zaragoza que, prácticamente supone el 50% de la población de Aragón, hemos de recalcar que tiene inviernos fríos, acompañados de días de niebla, veranos muy calurosos, y el viento “Cierzo” que está presente en más de 200 días al año y

que magnifica el efecto térmico del frío invernal, y suaviza los intensos calores del verano. Por otra parte, las lluvias son irregulares, generalmente en otoño y primavera, y además escasas.

Conviene constatar que en las azoteas el movimiento del viento es más intenso, y que las altas temperaturas veraniegas se ponen claramente de manifiesto. El viento puede llegar a ocasionar deshidratación de las plantas, además de daños mecánicos importantes, en algunos momentos. Por otra parte, de existir paredes, estas se calientan incrementando las temperaturas soportadas por las plantas.

Las características del entorno en el que se ubican estas cubiertas, implican la necesidad de resolver algunas cuestiones agronómicas: la elección de un buen sustrato, la disponibilidad de agua, el drenaje de las aguas de riego y de lluvia, la exposición al viento, y el efecto isla de calor de las ciudades.

Todo ello conduce a tener muy en consideración las especies que se seleccionan para que se adapten a las condiciones ambientales, especialmente en ciudades con un clima duro y cambiante como el de Zaragoza.

Las especies más utilizadas en términos generales, y mejor adaptadas para el clima de Zaragoza, pertenecen a las gramíneas, algunas aromáticas, y también diversas especies suculentas, como los sedum.

Dada la importancia de una correcta elección de las plantas, pretendemos establecer algunas orientaciones sobre su elección.

En las azoteas cuando no haya limitación de cargas, cabe preparar el espacio adecuadamente con un buen sistema de drenaje, malla impermeabilizante y sustrato suficiente para el buen desarrollo de la vegetación. Para especies cespitosas, 15 cm de sustrato permeable son más que suficiente. Sin embargo, si se ponen plantas arbustivas de cierto desarrollo (1,5-2 m de altura) o árboles de pequeño desarrollo (< 3 m) convendrá que la capa de sustrato sea mayor; superior a los 20 cm y si la admisión de cargas lo permite, podría llegarse al medio metro. Esta capa no necesariamente tiene que distribuirse en toda la azotea, ya que pueden utilizarse maceteros para las plantas arbóreas. Por otra parte, es indispensable en nuestro entorno diseñar un sistema de riego para las plantas, ya sean microdifusores o riego localizado, dado que los veranos son extremadamente secos.

Entre las cespitosas cabe destacar el uso de gramíneas, y por su adaptación a las condiciones de Zaragoza, podría ponerse *Cynodon dactylon* (bermuda o grama) solo, o mezclado con *Festuca arundinacea*. Estas gramíneas tolerarían un cierto uso puesto que soportan un pisoteo ligero. Además, ambas especies se adaptan bien en este entorno. La grama puede tomar coloraciones marrones en invierno, si este es frío, retomando el verdor en primavera. Su ventaja radica en su adaptación a las temperaturas veraniegas y sus menores necesidades de agua.

En cuanto a las plantas arbustivas, son numerosas las especies que se adaptan bien, tanto de hoja perenne como caduca. La elección de unas u otras deberá contemplar la adaptación climática, así como el uso que se le va a dar a la azotea. Si va a ser un lugar de encuentro de vecinos, o únicamente un espacio visible desde edificios más altos. En el primer caso, cabría priorizar aquellas plantas que además de embellecer el espacio, creen un ambiente muy agradable por sus aromas, flores, texturas, etc. El abanico de plantas disponibles es muy amplio. Citamos algunas: rosales de diversos tipos, *Abelia x grandiflora* (florece gran parte del año), *Buxus sempervirens* (boj), *Euonymus spp* (bonetero, sensible a oidio y cochinitillas), *Laurus nobilis* (laurel), *Nerium oleander* (adelfa), *Myrtus comunis* (mirto), *Pittosporo*

rum tobira (pitósporo), *Prunus laurocerasus* (laurel cerezo), *Santolina chamaecyparissus* (abrotano), *Teucrium fruticans* (teucrío), *Photinia x fraserii* (fotinia), *Cornus alba* (cornejo), *Hibiscus syriacus* (rosal de Siria), *Forsythia x intermedia* (forsitia, floración temprana), *Spartium junceum* (Retama de olor, muy rústico), *Spiraea* spp (espirea), *Lantana* spp (lantana), *Lavandula angustifolia* (espliego o lavanda), *Rosmarinus officinalis* (romero), *Thymus* spp (tomillo), etc.

Además, pueden ponerse plantas de porte rastrero: *Juniperus x media* (enebro) que se adapta bien, e incluso si hubiese una zona sombreada que no se fuese a pisar, *Hedera hélix* (hiedra).

También cabe la opción de poner pequeños árboles, recordando que las plantas crecen y que incluso los árboles clasificados como de crecimiento reducido, acaban teniendo alturas entre tres y cinco metros, y diámetros de copa superiores a los tres metros. Entre ellos, podemos citar: *Albizia julibrissim* (acacia de Constantinopla), *Cercis siliquastrum* (árbol del amor), *Eleagnus angustifolia* (paraíso. Flor muy aromática), *Eryobotria japónica* (níspero), *Prunus cerasifera* ‘Atropurpúrea’, *Pinus mugho* (pino mugo, apenas crece metro y medio).

Por último cabe la posibilidad de utilizar plantas carnosas adaptadas al frío (aptenias) y algunos sedum [5]

En resumen, existe un amplio abanico de plantas que pueden utilizarse. Estas son una muestra de plantas que se adaptan bien y que embellecerían una terraza.

2.3 Mejora en la eficiencia energética

De acuerdo con los criterios de la certificación ambiental de edificios Leed, en la categoría de parcelas Sostenibles, la instalación de una cubierta vegetal produce los beneficios medioambientales y económicos [1]:

- Reduce la cantidad de corriente de agua de lluvia, reduciendo el riesgo de inundaciones, ya que retienen un porcentaje elevado precipitaciones -hasta el 90%- y posteriormente, una parte se evapora, y el resto se conduce de manera retardada; y mejora la calidad de la misma, ya que filtra los contaminantes y metales pesados del agua de lluvia.
- Filtra contaminantes y CO₂ del aire, reduciendo la contaminación a través de un proceso natural.
- Reduce el consumo de energía ya que proporciona aislamiento térmico. Funciona como regulador de la humedad y también de la temperatura interior debido a la inercia térmica que puede proporcionar la cubierta vegetal en su conjunto.
- Aumenta la vida útil de la cubierta, ya que la barrera impermeable queda protegida de la radiación solar, del calor y el frío, y de las tormentas.
- Reduce el efecto de isla de calor en el ambiente urbano, y proporciona espacio verde para cultivar o para el esparcimiento, según el tipo de cubierta vegetal.
- Promueve la biodiversidad ya que permite el crecimiento de especies. El desarrollo de huertos urbanos en azoteas puede ser una opción interesante en los entornos urbanos, e incluso ofrece la posibilidad de poder cultivar nuestros propios productos “en casa”.

Estudios recientes de la Universidad Politécnica de Madrid y de la Universidad Politécnica delle Marche (Italia) han analizado la eficiencia energética que una cubierta vegetal situada en un clima mediterráneo costero aporta a las edificaciones; demostrando que las cubiertas verdes con elevada densidad de vegetación son un 60% más eficientes energéticamente que las que no incluyen vegetación. [6]

3. CONCLUSIONES

En este artículo se han mostrado los beneficios que sobre la eficacia energética, sobre el urbanismo y sobre la sostenibilidad tienen la implantación de las cubiertas verdes.

Así mismo se han enunciado los diferentes tipos de cubiertas verdes y especies que mejor se adaptan a un clima tan adverso para la jardinería como es el clima de la ciudad de Zaragoza, resaltando la importancia de los factores climáticos a la hora de implantar esta solución constructiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] World Green Building Council, «<http://www.gbce.es/pagina/certificacion-leed>,» 2014. [En línea].
- [2] A. Y. Jiménez Camacho, «Modelización de Low Impacts Developments a través,» <http://zaguan.unizar.es>, La Almunia de Doña Godina, 2015.
- [3] A. ABELLÁN, «<https://www.iagua.es/blogs/ana-abellan/drenaje-urbano-sostenible>,» 2016. [En línea].
- [4] Grupo Técnico de Techos Verdes, «Recomendaciones técnicas de proyectos de cubiertas vegetales,» I.S.B.N: 978-956-7911-14-1. [En línea].
- [5] M. Soto, L. Barbero, M. Coviella y S. Stancanelli, «<https://inta.gob.ar/documentos/catalogo-de-plantas-para-techos-verdes>,» s.f. [En línea].
- [6] F. LIVIERI, C. DI PERNA, M. D'ORAZIO, L. OLIVIERI y J. NEILA, «Experimental measurements and numerical model for the summer performance assessment of extensive green roofs in a Mediterranean coastal climate,» *Energy and Buildings*, vol. 63, 2013.