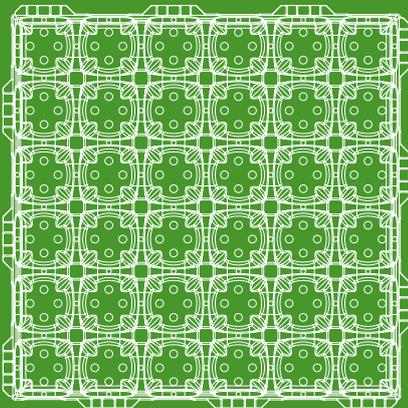


DRAINROOF MANUAL TÉCNICO

SISTEMA A ALTO RENDIMIENTO PARA TECHOS VERDES



ÍNDICE

DRAINROOF MANUAL TÉCNICO

1.	Introducción	P. 5
1.1	Generalidades	
1.2	Uso del producto	
1.3	Funcionalidad	
1.3.1	Protección de la cobertura	
1.3.2	Acumulación de agua de lluvia	
1.3.3	Drenaje de aguas pluviales	
1.3.4	Reducción del coeficiente de salida	
1.4	Elementos	P. 6
1.4.1	DRAINROOF h6	
1.4.2	DRAINROOF h2,5	
2.	Material y fabricación	P. 7
2.1	Material	
2.2	Proceso de fabricación	
3.	Características técnicas	P. 8
3.1	DRAINROOF h2,5	
3.2	DRAINROOF h6	
3.3	Método de instalación	
3.4	Medidas de seguridad	
4.	Transporte y almacenamiento	P. 10
5.	Instrucciones de diseño	P. 11
5.1	Análisis de contexto	
5.2	Diseño del elemento de soporte	
5.3	Capa de aislamiento térmico	
5.4	Vaina de sellado	
5.5	Barrera antiraíz	
5.6	Acumulación y drenaje de aguas pluviales	
5.7	Diseño del elemento de anclaje de la vegetación	
5.8	Capa de cultivo	

6.	POSIBLES TIPOS DE TECHOS VERDES ALCANZABLES CON DRAINROOF	P. 14
6.1	Tejados ajardinados EXTENSIVOS o INTENSIVOS con Drainroof	
6.1.1	Características	
6.1.2	Estratigrafía y mantenimiento de una amplia cubierta verde con DRAINroof con climas templados	
6.1.3	Amplio jardín inclinado en la azotea	
6.2	Tejado ajardinado LIGERO INTENSIVO con DRAINROOF para climas templados	
6.3	Jardín INTENSIVO en el tejado para climas templados	
7.	Plantas	P. 20
7.1	Plantas adecuadas para tejados ajardinados extensivos	
7.2	Plantas adecuadas para tejados ajardinados intensivos	
8.	Especificaciones técnicas adicionales	P. 21
8.1	Sistemas de acumulación de agua de lluvia	
8.2	Tejados inclinados	
8.3	Detalles técnicos: ángulos o similares	
8.4	Condiciones ambientales de colocación	
8.5	Proyecto de sistema de riego	
8.6	Mantenimiento del sistema verde	
9.	Pruebas	P. 24
10.	Mantenimiento	P. 24
APÉNDICES		
APÉNDICE A – DATOS DE SEGURIDAD		P. 26
APÉNDICE B – LEGISLACIÓN ESTÁNDAR		P. 28
APÉNDICE C – CERTIFICADOS DE PRUEBA		P. 29



DATOS TÉCNICOS

1. INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

DRAINROOF es un panel moldeado de PP, concebido para la construcción de techos y coberturas verdes. El elemento se instala sobre la membrana impermeable de la losa y funciona como un sistema de drenaje y acumulación de agua de lluvia.

1.2 USO DEL PRODUCTO

DRAINROOF se utiliza para la creación de los sistemas siguientes:

- Tejados ajardinados extensivos
- Tejados ajardinados intensivos

Para las soluciones anteriores, DRAINROOF garantiza:

- Capacidad de almacenamiento y drenaje de los elementos;
- Ventilación de la capa de cultivo;
- Resistencia a los ataques biológicos.

1.3 FUNCIONALIDAD

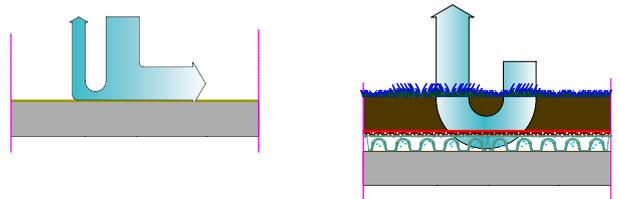
1.3.1 – PROTECCIÓN DE LAS COBERTURAS

DRAINROOF asegura la protección del sistema de aislamiento de las coberturas contra tensiones térmicas y mecánicas, prolongando así la vida útil de toda la estructura de la cubierta y manteniéndola ventilada. La presencia de los pies redondeados garantiza la protección de la vaina de posibles grabados.



1.3.2 ACUMULACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Los conos de DRAINROOF permiten la acumulación del agua de lluvia en exceso, garantizando una reserva de agua para el sustrato de cultivo. El agua recogida se reutiliza por la vegetación y se devuelve a su ciclo natural.



1.3.3 DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES

La superficie perforada de DRAINROOF permite un drenaje perfecto de las aguas pluviales.



1.3.4 REDUCCIÓN DEL COEFICIENTE DE SALIDA

DRAINROOF permite la reducción del coeficiente de salida, ayudando también a reducir la cantidad de agua canalizada a los sistemas de evacuación en el subsuelo. El efecto de retención pluvial es directamente proporcional al espesor de la capa de cultivo, a su capacidad de retención y a la masa vegetal actual.

Espesor de la capa de cultivo (cm)	Tipo de vegetación	Coeficiente de salida	
		Inclinación cobertura < 15°	Inclinación cobertura > 15°
8 < S < 15	Sedum, Superficies verdes	0.4	0.5
15 < S < 25	Superficies verdes, árboles grandes	0.3	> 0.5 *
25 < S < 50	Árboles pequeños con altura < 10m	0.2	> 0.5 *
S > 50	Árboles con altura > 10m	0.1	> 0.5 *

1.4 ELEMENTOS

1.4.1 DRAINROOF H6

Drainroof es un elemento de polipropileno para el drenaje de aguas pluviales y su acumulación en azoteas verdes. El tamaño del panel es 50x50 cm y 6 cm de altura.



1.4.2 DRAINROOF H 2,5

Drainroof es un elemento de polipropileno para el drenaje de aguas pluviales y su acumulación en azoteas verdes. El tamaño del panel es 50x50 cm y 2,5 cm de altura.



2. MATERIAL Y FABRICACIÓN

2.1 MATERIAL

Drainroof está hecho de 100% polipropileno regenerado (PP). El material es químicamente inerte y no libera sustancias en el medio ambiente. El material no libera sustancias en el agua almacenada. Puede sufrir una exposición prolongada a los rayos UV. Las propiedades de los materiales se muestran en la siguiente tabla.

CARACTERÍSTICAS	MÉTODO	U.D.M.	VALOR
MFI (190°C / 2,16 kg)	ASTM-D-1238	g/10'	5±1
resistencia izod	ASTM-D-256	J/m	70-90
Módulo elástico de flexión	ASTM-D-790	MPa	1200 - 1300
Temp. de reposo b/50n	ASTM-D-1525	°C	70-80
Densidad	ASTM-D-792	g/cm ³	0,89-0,92

En el Apéndice A se proporciona información sobre el uso seguro de los materiales.



Figura 5 - Gránulos de polipropileno regenerado

2.2 MANUFACTURING PROCESS

DRAINROOF se fabrica mediante moldeo por inyección en la planta de Geoplast en Grantorto (PD), Italia. Geoplast Spa es una empresa con certificación de calidad UNI EN ISO 9001:2000.



Figura 6 - Sede central de Geoplast Spa

3. DATOS TÉCNICOS

3.1 DRAINROOF H 2,5

Los datos técnicos de Drainroof H2,5 se indican en la tabla y en los planos dimensionales (Figura 1). El producto es negro.

Código de producto	FDRAIN5002
Dimensiones	50x50xH2,5
Peso	2,39 kg/m ²
Superficie de drenaje	547 cm ² /m ²
Volumen de desagüe	17,2 l/m ²
Resistencia a la compresión	3,2 t/m ²
Reserva de agua (a nivel)	6 l/m ²
Material	PP 100% regenerado Químicamente inerte
Color	Negro

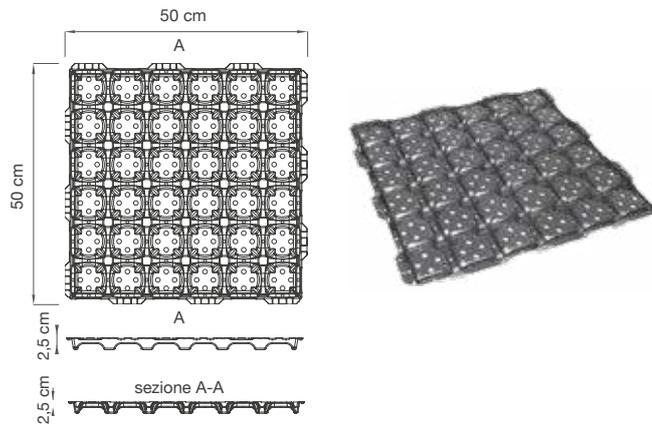


Figura 7 - Planos de dimensiones h2,5

3.2 DRAINROOF H6

Los datos técnicos de Drainroof H6 se indican en la tabla y en los planos dimensionales (Figura 2). El producto es negro.

Código de producto	FDRAINR5006
Dimensiones	50x50xH6
Peso	4 kg/m ²
Superficie de drenaje	318 cm ² /m ²
Volumen de desagüe	40 l/m ²
Resistencia a la compresión	6 t/m ²
Reserva de agua (a nivel)	12 l/m ²
Material	PP 100% regenerado Químicamente inerte
Color	Negro

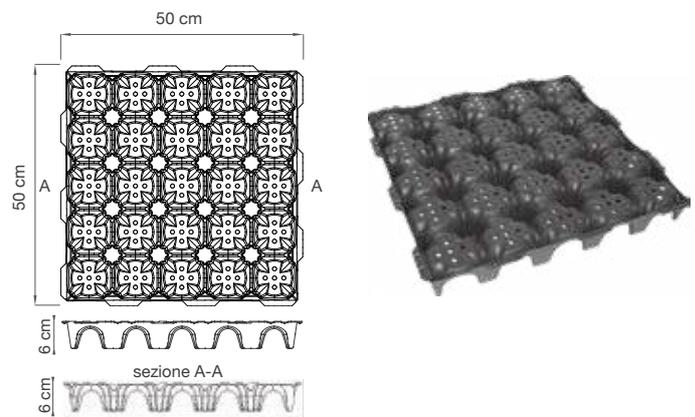


Figura 8 - Planos de dimensiones h6

3.3 MÉTODO DE INSTALACIÓN

El artículo está equipado con un acoplamiento de doble acción entre los elementos (véase la Figura 3), es decir, el enclavamiento entre los soportes se produce gracias al solapamiento entre la lengüeta presente en el borde de un elemento y el vacío complementario del otro.



Figura 9 - Acoplamiento

DRAINROOF se puede seguramente incluir en superficies inclinadas y curvas.



Figura 10 - Instalación sobre superficies curvas

3.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD

El producto se debe instalar manualmente. La instalación se puede realizar por un solo operador porque el peso de los elementos es inferior al peso máximo elevable en condiciones óptimas (ISO 11228).

Al manejar los elementos de Drainroof, se debe prestar atención a los siguientes riesgos:

- Peligro de aplastamiento durante la manipulación mecánica de los palets de material;
- Peligro de aplastamiento durante las operaciones de desmontaje;
- Peligro de desprendimiento de los elementos del tejado inclinado si no se fijan correctamente;
- Peligro de caída durante el montaje, especialmente en alturas que requieran medios o herramientas para la elevación del operador.



Figura 12 - Drainroof instalación



Figura 11 - Drainroof, instalación en obra

4. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

DRAINROOF se almacena y transporta en paletas; las características del embalaje son las siguientes:

	DIMENSIONES cm	ELEMENTOS nº	SUPERFICIE m ²
DRAINROOF H 2,5	105 x 120 x H=230	1440	360
DRAINROOF H 6	105 x 120 x H=240	720	180

Para la carga y la manipulación de las paletas, es posible utilizar medios mecánicos como horquillas o grúas provistas de correas de elevación. Para un correcto almacenamiento, se recomienda elegir una superficie estable, lo más regular posible; El producto necesita permanecer protegido del contacto con combustibles, lubricantes, productos químicos o ácidos. Una vez retirados los elementos del palet, se deben evitar las siguientes operaciones:

- Almacenamiento inadecuado (superposición de palets, apilado de elementos a granel,...);
- Manipulación inadecuada (lanzamiento de los elementos, arrastre)
- Contacto o impacto con cuerpos rotos o punzantes (piedras, cuchillas,...)

IMPORTANTE: Antes del montaje se debe comprobar que los elementos no estén dañados o defectuosos (deberán observarse las características descritas en los puntos 3.1 y 3.2). Evite la instalación si hay algún daño o defecto en el producto.

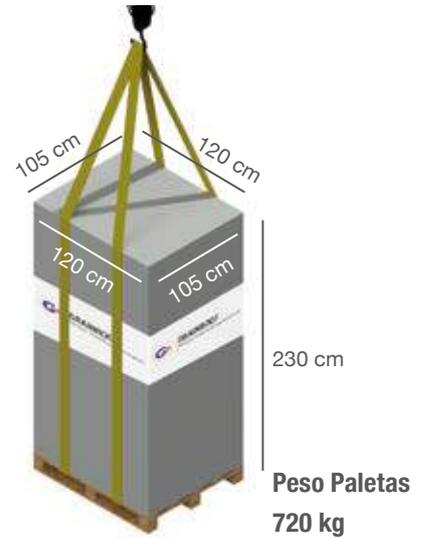


Figura 13 - Manipulación en la obra



Figura 14 - Drainroof paletas y embalaje

5. INSTRUCCIONES DE DISEÑO

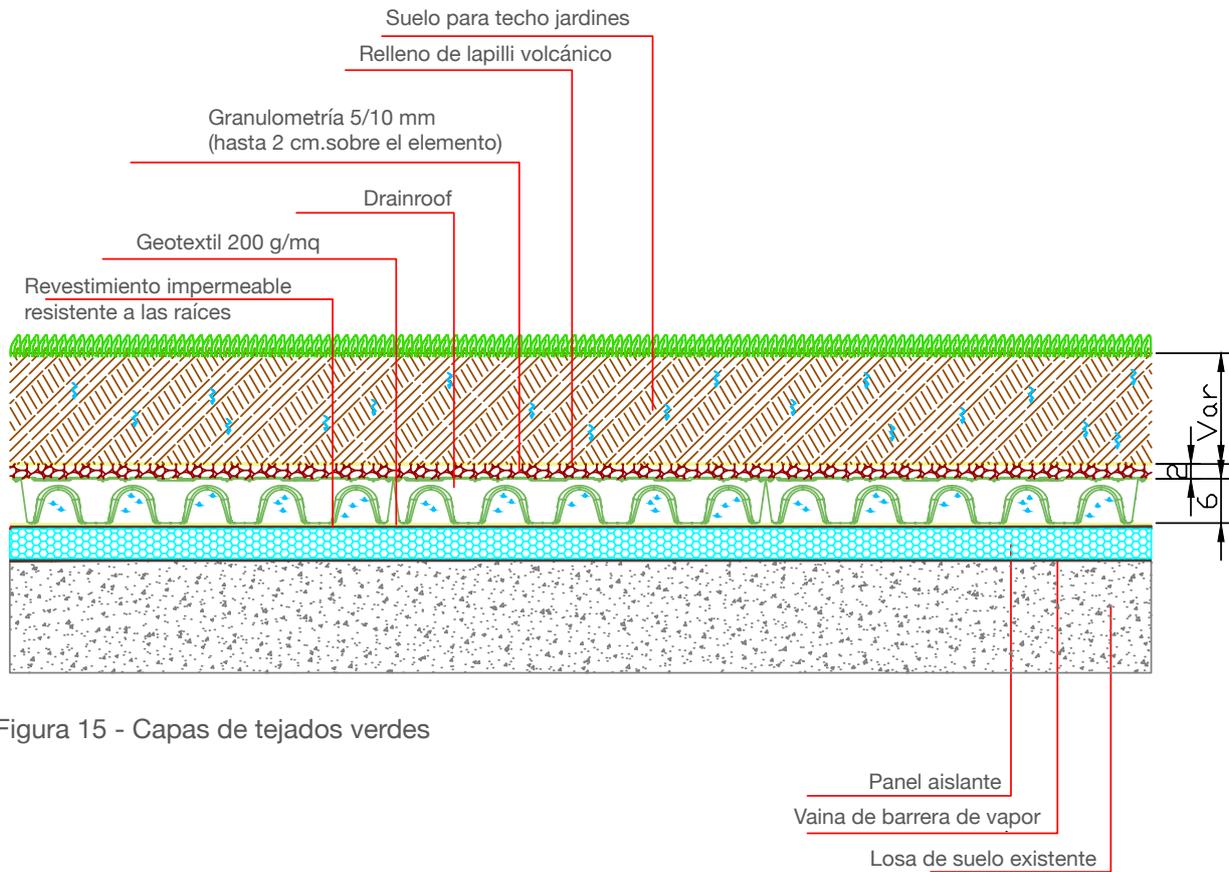


Figura 15 - Capas de techados verdes

5.1 ANÁLISIS DEL CONTEXTO

El análisis del contexto permite identificar las variables que pueden influir el tipo de vegetación a elegir. La elección de una especie vegetal en lugar de otra es el resultado de una análisis de las características del sitio como las precipitaciones, la humedad, la radiación solar a través de la luz y el efecto térmico, la exposición al viento y las condiciones atmosféricas generales, todas estas son necesarias para un diseño adecuado y deben ser evaluadas en un tiempo de retorno de 20 años.

Por lo tanto, deben ser objeto de un control detallado:

- a** Exposición solar con especial atención a la presencia de posibles superficies reflectantes contiguas que puedan provocar variaciones en la radiación de las especies vegetales;
- b** Se deben evaluar, los vientos, que pueden producir fuertes tensiones sobre las especies vegetales y, por lo tanto, las características de la vegetación. El dosel, su altura, su capacidad para anclar las raíces, la elasticidad del tallo y las ramas.
- c** Cargas de nieve, que pueden producir tensiones en las plantas y en los techos;
- d** Exposición a la salinidad, que puede causar una rápida degradación de las plantas, que por lo tanto deben tener una gran resistencia tanto en la superficie de las hojas como en la capa de cultivo.

- e** Las emisiones de aire o humos de las plantas cercanas pueden causar el deterioro de las especies vegetales, por lo que es necesario pensar en el uso de tipologías siempre verdes, frugales, con follaje consistente;
- f** Presencia de concentraciones de polvos gruesos o finos que facilitan el deterioro de las plantas: debe evaluarse un aumento de la biomasa del sistema.
- g** Aumentar la irrigación del impresor y el lavado de las hojas;
- e** Deben incluirse especies vegetales compatibles con las ya presentes en el contexto.

5.2 DISEÑO DEL ELEMENTO DE SOPORTE

Esta carga se evaluará en relación con los materiales que forman las capas individuales y los elementos que the individual layers and elements que puede estar completamente saturado de agua. Este análisis se realizará para garantizar la seguridad de la cobertura.



Figura 16 - Ejemplo de estratigrafía

5.3 CAPA DE AISLAMIENTO TÉRMICO

La capa de aislamiento térmico no es necesaria cuando se diseña una cobertura verde con DRAINROOF, pero se recomienda su uso. Para instalar la capa, es necesario identificar correctamente la carga sobre el techo verde. Además, para garantizar la seguridad, se recomienda diseñar la capa de aislamiento térmico teniendo en cuenta el grosor de la capa de cultivo, que debe ser mayor o igual a 15 cm.



Figura 17 - Capa de aislamiento térmico

5.4 VAINA DE SELLADO

El requisito básico para la vaina es que sea impermeable. Deben tenerse en cuenta las siguientes características:

- 1 El elemento de sellado se debe proteger contra acciones térmicas debidas a la luz solar y el consiguiente cambio de temperatura (excluido el período durante el cual tiene lugar la instalación);
- 2 El elemento, para fines de precaución, se debe considerar como sujeto a la acción de las raíces, acciones químicas, biológicas y de los microorganismos.

Los tipos de elementos de sellado más utilizados son:

- 1 Membranas bituminosas: la aplicación de estas membranas se debe realizar con dos capas, para garantizar la resistencia al agua a cualquier defecto de soldadura local. Se debe prestar especial atención a los pliegues verticales, que deben alcanzar al menos una altura de 15 cm más alto que la capa de cultivo. Si no es posible cumplir con estas prescripciones, se deben proporcionar sistemas de drenaje adicional a lo largo de los pliegues, como pasillos de grava (ver figura 6). Los pliegues necesitan ser protegidos porque podrían degradarse debido a acciones mecánicas, como el mantenimiento. DRAINROOF proporciona un soporte rígido de la membrana bituminosa, en total adherencia. De esta manera, es más fácil identificar cualquier fuga, especialmente con los revestimientos que son difíciles de quitar. Si, por el contrario, la inclinación es superior al 5%, se recomienda la fijación mecánica de los tejidos.



Figura 18 - Corredor de grava

- 2 Membranas de poliolefina y cloruro de polivinilo: En ambos casos, se recomienda seguir los requisitos para las membranas bituminosas.

5.5 BARRERA ANTIRAÍZ

Para aumentar la capacidad de carga de la vaina, se recomienda utilizar las siguientes protecciones:

- Barrera mecánica (añadiendo una capa superior de protección);
- Barrera química (se mezcla un aditivo a la masa impermeabilizante).

En todos los casos, se debe tener especial cuidado en los detalles, es decir, esquinas, conductos, desagües y juntas, para obtener la perfecta continuidad del recubrimiento impermeable y, por tanto, de la barrera radicular.



Figura 19 - Barrera antiraíz

5.6 ACUMULACIÓN Y DRENAJE DE AGUAS PLUVIALES

La función principal de DRAINROOF es acumular el agua de lluvia y riesgo, para liberarla posteriormente en caso de largos períodos de sequía. A través de la combinación de DRAINROOF y el lapillius volcánico, el 60% del aire está siempre presente en el sistema de acumulación de agua, de esta manera el aire es libre de fluir del elemento de drenaje a la capa de cultivo. Se recomienda el uso de un geotextil (TNT = tela no jurada) de 150g/m² que garantiza, según lo dispuesto en el Reglamento UNI 11235:2007, el paso de partículas finas desde la capa de cultivo hasta el elemento filtrante, para mantener intacta en el tiempo la funcionalidad del sistema.



Figura 20 - Uso combinado del Drainroof y lapillius volcánico

5.7 DISEÑO DEL ELEMENTO DE ANCLAJE DE LA VEGETACIÓN

Algunas áreas pueden estar sometidas a vientos de alta intensidad y esto puede provocar el movimiento de la vegetación con consecuencias también para la seguridad de las personas. Para esta razón, es necesario adoptar medidas de anclaje de la vegetación, diseñadas tanto para periodos temporales como permanentes. Para el anclaje de DRAINROOF, sería útil que el ángulo entre el arriostamiento y el suelo sea superior a 60°, especialmente si se utilizan sistemas de anclaje para ejes. El diseño del anclaje debe tener en cuenta la acción del viento en la superficie, considerando la especie de la planta: la acción del viento, cuidadosamente amplificada con un coeficiente igual a 1,5, debe ser compensada con un elemento de anclaje de gravedad.

5.6 CAPA DE CULTIVO

La elección del tipo y del espesor de la capa, depende del tipo de vegetación, el uso previsto, las características del revestimiento y el clima. No es posible plantar semillas, partes de plantas o partes de raíces (rizomas), que puedan generar vegetación no deseada. Las principales características de la capa de cultivo, para garantizar un correcto funcionamiento, son el pH bajo control según UNI EN 13037 y la conductividad eléctrica alineada con los parámetros de UNI EN 13038.



Figura 21 - Capa de cultivo

6. TECHO VERDE EXTENSIVO CON DRAINROOF

DRAINROOF es la solución ideal para todos los tipos de tejados ajardinados, que se pueden dividir en EXTENSIVOS, LIGEROS INTENSIVOS e INTENSIVOS. El límite que determina convencionalmente, desde un punto de vista normativo, la diferencia entre los tres tipos, es el número de operaciones de mantenimiento por año, cuyo valor umbral es de dos por año.



Figura 22 - Ejemplo de techo verde extensivo en un edificio industrial

Un techo verde EXTENSIVO (vea figura 8) es un jardín que utiliza que uses una cantidad mínima de energía tanto en la instalación como en el mantenimiento; Genralmente, todos los techos verdes, con una inclinación elevada, son extensivos. Esto ocurre porque tienen un acceso difícil y necesitan ser lo más independientes posible. En la parte inferior de la definición tenemos el grado de mantenimiento verde. El techo ajardinado extensivo con Drainroof es particularmente adecuado para tipos de ambientes específicos, como:

- 1 Sitios donde se requiere una vegetación con estratigrafía reducida;
- 2 Áreas fuertemente urbanizadas (p. ej. industrial y artesanal áreas) donde es necesario compensar fuerte cementación con presencia de “verde”.
- 3 En sitios donde es posible utilizar hierbas o plantas pequeñas, con un bajo enraizamiento y mantenimiento;
- 4 Zonas en las que no se quiere cargar la cobertura (de 70 a 250 kg/m²);
- 5 Lugares donde la construcción de un sistema de riego está diseñada sólo para emergencias de escasez de agua;
- 6 Lugares que no son muy accesibles (techos inclinados que solo se pueden alcanzar por las personas que se ocupan del mantenimiento), incluso si es posible crear senderos peatonales alrededor del techo verde.

6.1 TECHO AJARDINADOS

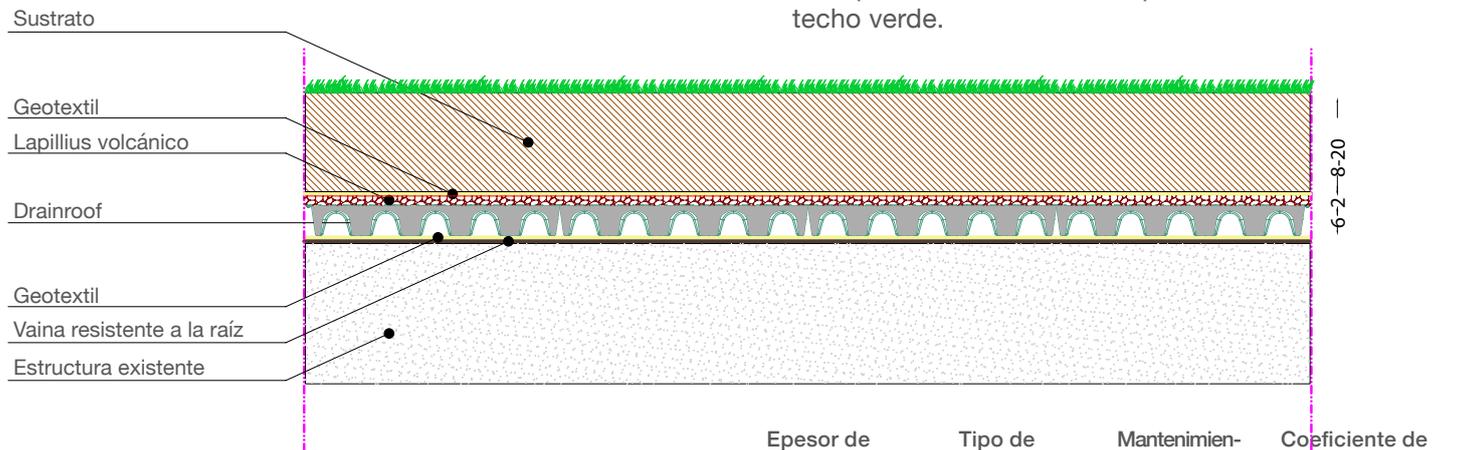


Figura 19 - Sección típica de un jardín EXTENSIVO en la azotea verde

Espesor de la capa de cultivo (cm)	Tipo de vegetación adecuado	Mantenimiento (h/m ² /año)	Coeficiente de salida	
			Inclinación <15°	Inclinación >15°
8	Sedum	< 0.02	0.4	0.5
10	Césped perenne pequeño	< 0.02	0.4	0.5
15	Grandes plantas herbáceas perennes, pequeños arbustos de cobertura vegetal	< 0.02	0.4	0.5
20	Superficies de césped	0.021 – 0.06	0.3	> 0.5

6.1.2 ESTRATIGRAFÍA Y MANTENIMIENTO DE UNA AMPLIA CUBIERTA VERDE CON DRAINROOF CON CLIMAS TEMPLADOS

Los techos verde extensivos con DRAINROOF, después del primer y segundo año, requieren:

- Mantenimiento reducido, una o dos operaciones al año, principalmente para eliminar las especies no deseadas o de gran tamaño y fertilización, pero esto no es siempre necesario;
- En algunos casos, cuando las condiciones climáticas lo permiten, se puede evitar el riego.

La vegetación utilizada está compuesta por plantas caracterizada por un rápido enraizamiento y cobertura, resistencia a la sequía y a las heladas y buena capacidad de autocuración. Las especies más utilizadas son las que pertenecen al género Sedum, pero muchas otras especies y asociaciones pueden proporcionar un excelente rendimiento, si no mejor. El espesor de las estratificaciones se reduce (< 15 cm), el peso es entre 75 y 150 kg/sqm en condiciones de máxima saturación de agua. Las azoteas extensivas se utilizan particularmente en grandes coberturas con valor ecológico y respetuosas con el medio ambiente. En el caso de superficies con Sedum o de superficies herbáceas perennes particularmente rústicas, el espesor del sustrato se puede reducir hasta 8 cm, pero sólo si las condiciones climáticas lo permiten y siempre de acuerdo con la norma. Para azoteas verdes extensivas, la elección de las plantas debe recaer sobre plantas que:

- Sean capaz de resistir a largos períodos de sequía.
- Tengan una alta capacidad de autocuración, especialmente en el sistema radicular, que facilita la formación de asociaciones estables de plantas a lo largo del tiempo.

La combinación de especies con crecimiento rápido, pero no muy longevas, con especies que tienen un crecimiento más lento y sobreviven más tiempo puede ser ventajoso. En cuanto a la competitividad y robustez de las plantas, debería darse prioridad a estas características. Es aconsejable prestar atención a las especies de vida silvestre locales que son más adecuadas para la ubicación y el clima que las plantas cultivadas o no nativas.

ESTRATIGRAFÍA DE REFERENCIA

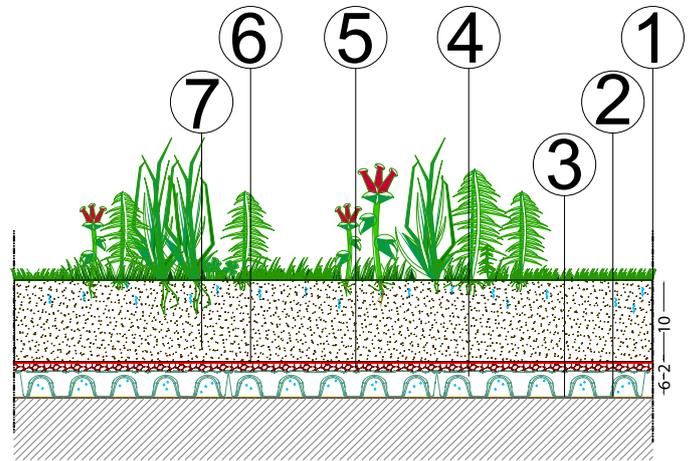


Figura 23 - ejemplo de una estratigrafía de azotea EXTENSIVA

- 1 Las capas divisorias separan la membrana anti-raíz de la losa, también en caso de incompatibilidad (por ejemplo en presencia de PVC y asfalto) y protege el techo de las tensiones mecánicas;
- 2 La membrana a prueba de raíces protege la impermeabilización de la losa del suelo;
- 3 Geotextil para una protección adicional de la vaina;
- 4 La capa drenante, que consiste en material inerte granular, como el lapillus volcánico, garantiza la función de drenaje seguro, aumenta el desarrollo del sistema sistema radicular, acumula agua y nutrientes, asegura una distribución capilar del agua de lluvia;
- 5 DRAINROOF tiene una excelente capacidad de almacenamiento de nutrientes. Proporcionan las mejores soluciones para un crecimiento seguro de las plantas y un enverdecimiento satisfactorio, garantizando la durabilidad y unos costes de mantenimiento limitados;
- 6 Protección del paquete de drenaje mediante la aplicación de un Tejido no tejido de 150 g/m².
- 7 El tejido filtrante evita la infiltración de partículas finas en la capa de drenaje, que comprometerían su funcionamiento. El sustrato debe ser de 10 cm para garantizar el crecimiento de la vegetación. Se recomienda seleccionar las especies de plantas correctas de acuerdo con las condiciones climáticas locales.

6.1.3 TEJADOS INCLINADOS EXTENSIVOS

Teóricamente los techos verdes inclinados son posibles hasta pendientes pronunciadas. En la práctica, es posible trabajar cómodamente hasta el límite de 45° (pendiente del 100%) incluso si, en la norma, no superamos los 30° (57,7%).

Opciones:

- 1 A partir de 10°, es necesario verificar las características estructurales del haz de la viga de contención;
- 2 A partir de 15° se aconseja aplicar rejillas antierosión antes de la colocación del soporte;
- 3 Más de 20°, y dependiendo de la longitud del estrato, es obligatorio insertar en la estructura portante elementos de disyunción para interceptar y fragmentar el empuje de deslizamiento del sistema y evitar soportar todo el peso sobre las vigas de soporte.

A título indicativo, la distancia entre las líneas con travesaño de empuje es la siguiente: a partir de unos 20° 10 m, a partir de unos 25° 8 m, a partir de unos 30° 5 m. La distancia viene determinada por el peso de la estratificación. Se recomienda más de 30° para el verde con elementos antideslizantes.

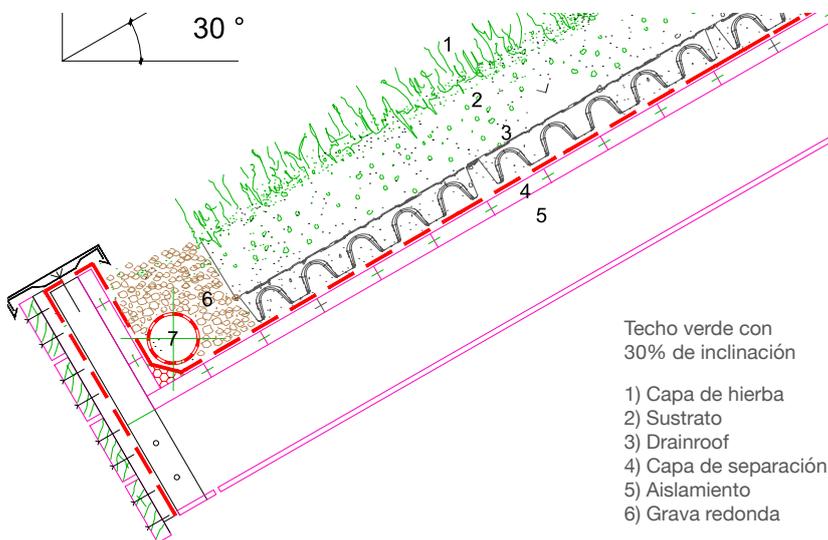


Figura 24 – Jardines extensivos inclinados

VEGETACIÓN

Dependiendo de las características particulares del tejado y del entorno circundante, son posibles:

- 1 **SIEMBRA:** es importante asegurar que las semillas sean de la pureza genética necesaria. Esta garantía se puede obtener utilizando plantas silvestres como pastos o ciertos tipos de plantas perennes;
- 2 **HIDROSEMINA:** se rocía una mezcla de agua, semillas y adhesivo sobre el sustrato. Especialmente indicado para superficies muy inclinadas que, en relación con la fijación adhesiva, necesitan una buena protección contra la erosión provocada por la acción del viento y la lluvia;
- 3 **PLANTACIÓN:** Cuantas más plantas se desarrollen, menos se adaptan fácilmente a las condiciones de la nueva ubicación. Se debe dar prioridad a las plantas jóvenes, incluso si esto significa que no se puede ver el efecto rápidamente.

6.2 TEJADO AJARDINADO LIGERO INTENSIVO CON DRAINROOF PARA CLIMAS TEMPLADOS

El tejado verde ligero que se crea con DRAINROOF es la solución más ventajosa cuando se tiene que aprovechar un espacio verde como, por ejemplo, una alfombra de hierba combinada con especies de tamaño mediano que respetan los espesores de capa y los pesos relativamente limitados. El diseño ligero e intensivo, requiere un nivel de mantenimiento relativamente bajo y garantiza una buena relación calidad-precio.

El nivel final de mantenimiento depende esencialmente de la mayor o menor presencia de césped. Su capacidad agronómica permite la plantación y el desarrollo de una vegetación compuesta por alfombras herbáceas, herbáceas perennes, aromáticas y pequeñas tapicerías de arbustos.

El espesor total del sistema verde ligero e intensivo es de 25 cm, equipado con una capa drenante de 6 cm y un sustrato de 19 cm: una combinación que entra dentro de la categoría de espesor exigida por la norma UNI adecuada para alfombras herbáceas, herbáceas perennes y arbustos pequeños. El espesor del sustrato varía puede variar ligeramente dependiendo del tipo de vegetación utilizada o de la necesidad de dar forma a la superficie verde.

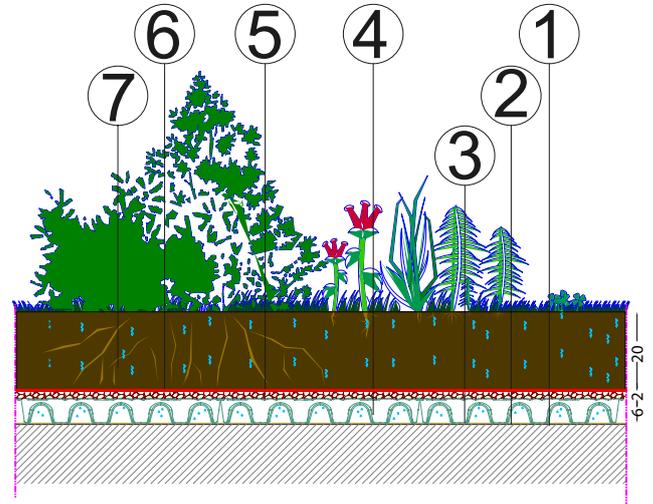


Figura 25 – Estratigrafía del techo ligero intensivo

- 1 Impermeabilización de suelos;
- 2 Vaina resistente a la raíz;
- 3 Capa de geotextil de separación (gramaje 200 g/m²);
- 4 Techo drenante para drenaje y acumulación de aguas pluviales;
- 5 Drainroof con lapilli volcánico de alta porosidad;
- 6 Geotextil para la separación del lapilli volcánico del sustrato vegetal;
- 7 Sustrato vegetal.

El sistema de riego intensivo ligero de DRAINROOF puede aprovechar del sistema de subriego de las alas, con un suministro de agua desde abajo. Es un tipo de riego apto para alfombras herbosas, parterres, arbustos y arbustos, con limitaciones para trabajar bajo el suelo. La distribución desde abajo por subriego permite una completa resistencia al viento, compatibilidad con las aguas residuales, sin compensación ambiental, bajos costes de instalación, bajo mantenimiento y eficiencia en el tiempo, sin posibilidad de desplazamiento de las líneas y con remota posibilidad de daños. El subriego puede utilizar una corriente de goteo completamente subterránea o tuberías de geotextil exudadas. La dosificación a lo largo de toda la superficie garantiza la máxima uniformidad independientemente de la calidad del agua.

6.3 TEJADO AJARDINADO INTENSIVO PARA CLIMAS TEMPLADOS

El tejado verde INTENSIVO es un tipo de azotea que requiere el consumo máximo de energía tanto en la construcción como en el mantenimiento: su característica específica es su usabilidad, o más bien se explota como si se tratara de un jardín normal.

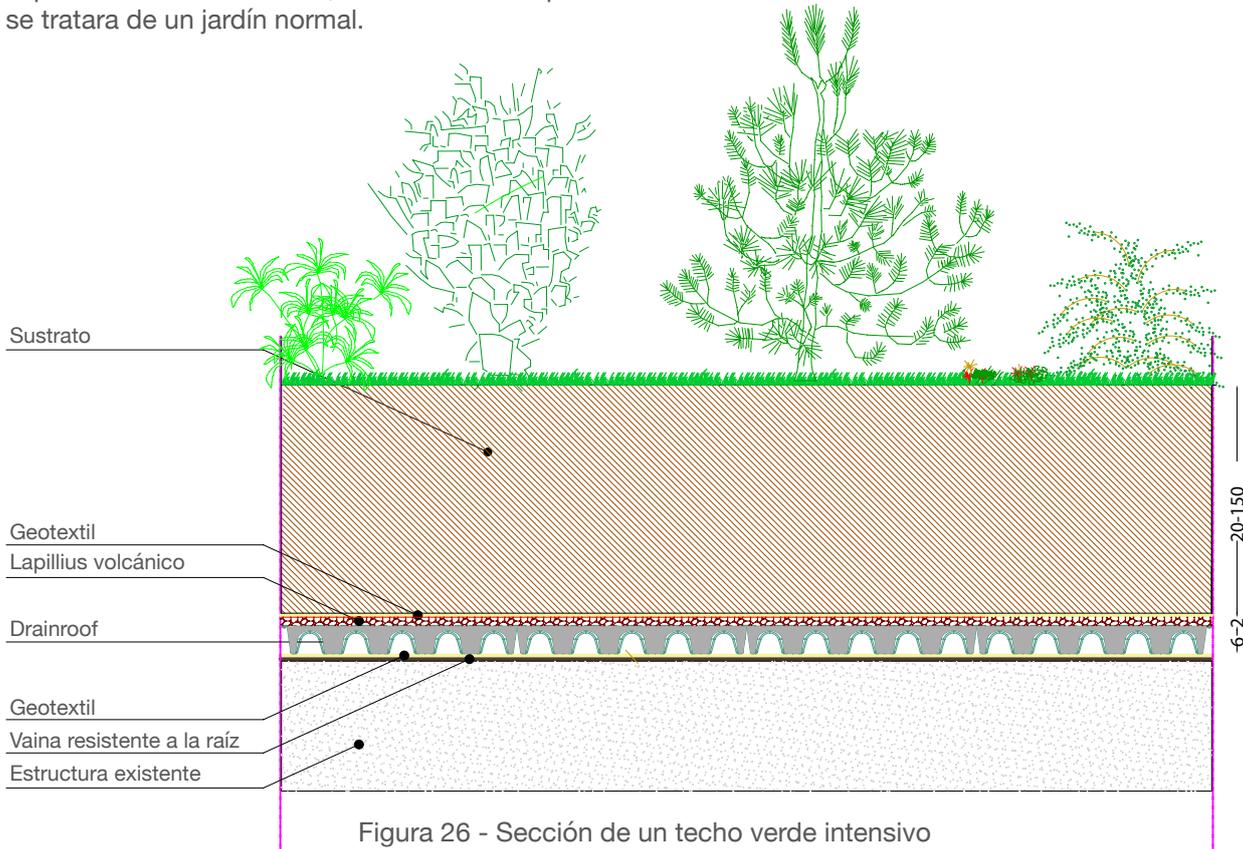


Figura 26 - Sección de un techo verde intensivo

El enverdecimiento intensivo requiere el clásico “roof garden”, es decir, una construcción en la que la usabilidad puede adquirir un valor prioritario, que se caracteriza por un nivel de mantenimiento tentativamente alto, similar al que requiere un jardín tradicional en el suelo y un diseño paisajístico más o menos articulado. Su capacidad agronómica permite la plantación y desarrollo de vegetación compuesta por alfombras herbáceas, hierbas herbáceas perennes y aromáticas y arbustos de gran tamaño. Sólo los árboles pequeños y grandes están prácticamente excluidos, aunque muchos árboles pequeños pueden considerarse técnicamente como arbustos grandes, dependiendo de sus características de desarrollo.

Hay muchos campos de aplicación: centros comerciales, jardines privados y públicos en tejados o garajes subterráneos, terrazas y balcones, complejos residenciales, edificios escolares. Gracias a la mayor masa de la planta y al mayor espesor del material utilizado, el beneficio del microclima y de la refrigeración es muy importante en relación con el entorno y la estructura del edificio. Por el contrario, la protección de la biodiversidad puede verse limitada por la elevada presencia humana y la mayor frecuencia de las intervenciones de mantenimiento.

Espesor de la capa de cultivo (cm)	Tipo de vegetación adecuado	Mantenimiento (h/m ² /año)	Coeficiente de salida	
			Inclinación <15°	Inclinación >15°
30	Arbustos grandes y árboles pequeños	0.021 – 0.06	0.2	> 0.5
50	Árboles de altura < 10 m	> 0.06	0.1	> 0.5
80	Árboles entre 10 y 16 m	> 0.06	0.1	> 0.5
> 100	Árboles > 16 m	> 0.06	0.1	> 0.5



Figura 27 – Ejemplo de un jardín intensivo

El espesor total estándar de este sistema es de 35 cm, con sistema de drenaje en material inerte a granel como lapillius con un grosor de aprox. 10/12 cm y un sustrato con un espesor de aprox. 18/23 cm. Estos parámetros pueden variar dependiendo del tipo de vegetación utilizada o de la necesidad de dar forma a la superficie verde. Esta combinación se encuentra dentro de la categoría de espesores de la norma UNI 11235, apto para alfombras herbáceas, herbáceas perennes y arbustos.

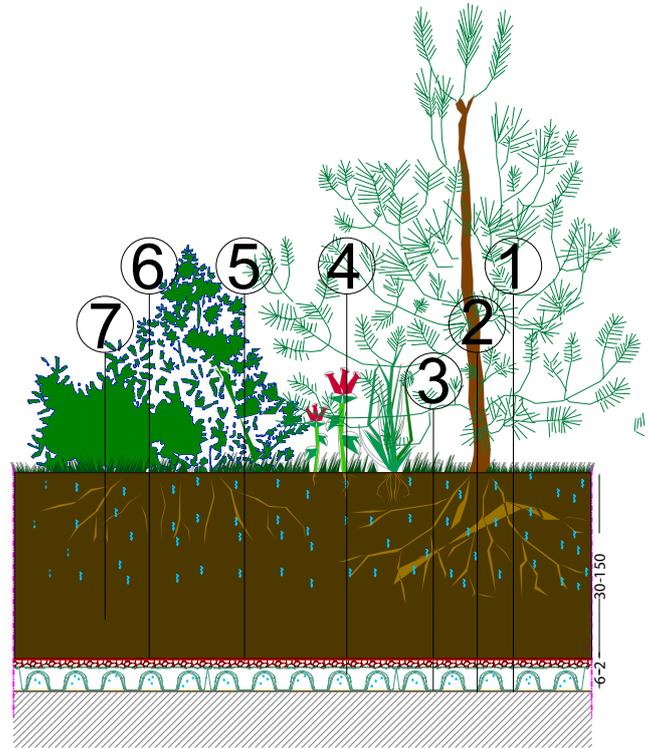


Figura 28 – Estratigrafía de una azotea verde intensiva

- 1 La losa tiene que ser impermeabilizada;
- 2 La vaina resistente a la raíz protege contra el enraizamiento, asegurándose de que las plantillas sean impermeables;
- 3 Las capas protectoras sirven como protección adicional para la vaina resistente a la raíz;
- 4 DRAINROOF permite el drenaje y la acumulación del agua de lluvia.
- 5 La capa de drenaje, compuesta de material inerte granular a granel como el lapillius, garantiza la función de drenaje seguro, aumenta el desarrollo del sistema radicular, acumula agua y nutrientes y proporciona una distribución capilar del agua de lluvia;
- 6 El tejido filtrante impide que las partículas finas del sustrato se infiltren en la capa de drenaje, perjudicando así su funcionamiento;
- 7 La tierra proporcionada tiene una excelente capacidad de acumulación de los nutrientes, garantiza un seguro crecimiento de la vegetación y una ecologización exitosa, que garantiza la durabilidad y unos costes de mantenimiento limitados.

A partir del enverdecimiento intensivo del techo, es posible aplicar el sistema de subriego para reponer la capa freática. Para un jardín de techo intensivo usted tiene la oportunidad de utilizar una gran variedad de especies de plantas. Árboles y arbustos, plantas trepadoras (para cubrir paredes) asadas a la parrilla y pérgolas, plantas perennes y plantas decorativas.

7 PLANTAS

7.1 PLANTAS ADECUADAS PARA TEJADOS AJARDINADOS EXTENSIVOS



SEDUM ACRE



ROSMARINUS OFFICINALIS



LAVANDULA ANGUSTIFOLIA



HYPERICUM CALY CINUM



SEDUM ALBUM

7.2 PLANTAS ADECUADAS PARA TEJADOS AJARDINADOS INTENSIVOS



ACER PALMATUM



CAMELIA SASANQUA



PITTOSPORUM TOBIRA



CORNUS ALBA



VIBURNUM TINUS

8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ADICIONALES

8.1 SISTEMAS DE ACUMULACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Un elemento que tiene que ser evaluado durante la fase de diseño es el sistema recogida de aguas pluviales. Es aconsejable realizar el dimensionamiento de la red de recogida de aguas pluviales sin tener en cuenta los efectos de la inercia hídrica del techo en previsión de acontecimientos excepcionales o futura eliminación de la vegetación. Cada elemento del sistema de recogida del agua debe ser inspeccionable. De hecho, de acuerdo con la normativa, los recipientes deben estar dimensionados y contenidos en pozos especiales para que sean directamente accesibles desde el exterior sin mover los elementos ni las capas. Los pozos se deben estar dotados de aberturas laterales con un filtro que el flujo normal de agua del techo puede ocurrir.

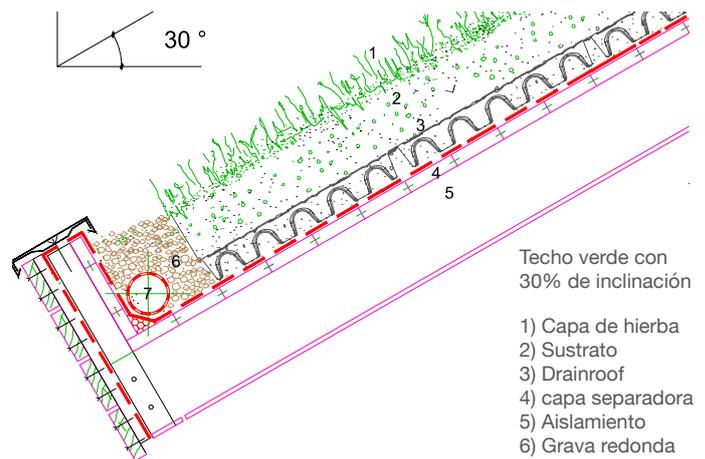
8.2 TEJADOS INCLINADOS

Si se requiere un techo verde o una superficie inclinada con DRAINROOF, se deben considerar los aspectos siguientes:

- Para inclinaciones entre el 10°-15° es necesario controlar el dimensionamiento estructural del perímetro para evitarsu dislocación debido a las cargas que actúan sobre ello;
- Para inclinaciones entre el 15°-20° es conveniente aplicar tejidos geosintéticos en la capa de cultivo;
- Para inclinaciones de más del 20°, es obligatorio insertar elementos transversales a la capa freática para dividir el empuje debido a los elementos y a las capas superiores;
- Los elementos transversales dispondrán de aberturas para el paso del agua. Es necesario prestar atención al deslizamiento de cada capa con respecto a la estructura portante y otras capas (es posible convertir la pendiente en porcentaje y gradiente en la elevación en concordancia con UNI 11235:2007). En techos extensivos, en particular en áreas perimetrales expuestos a la depresión de succión del viento, los pesos de material inerte con un ancho mínimo de 50 cm deben ser siempre proporcionados. Incluso en el caso de cuerpos emergentes (solapas perimetrales, soportes, lucernarios) se tienen que posicionartiras de servicio y protección con un ancho de al menos 50 cm. En cualquier caso, los materiales no deben colocarse encima de la capa de cultivo, pero encima de la capa drenante o protectora. Si se utiliza grava, debe estar bien limpia y redondeada.



Figura 40 - Detalle de un techo verde



Techo verde con 30% de inclinación

- 1) Capa de hierba
- 2) Sustrato
- 3) Drainroof
- 4) capa separadora
- 5) Aislamiento
- 6) Grava redonda

8.3 DETALLES TÉCNICOS: ÁNGULOS O SIMILARES

La delicadeza de este particular detalle arquitectónico requiere la máxima atención en la construcción de la impermeabilización. Además del encaje de las esquinas, también se debe tener en cuenta la membrana de refuerzo que, como una manta impermeable, debe trepar por la base del lucernario a debajo del marco de la ventana.

8.4 CONDICIONES AMBIENTALES DE COLOCACIÓN

Condiciones ambientales adversas (lluvia, nieve, rocío, heladas, altas y bajas temperaturas) puede dificultar la creación de un jardín en el tejado.

8.5 PROYECTO DE SISTEMA DE RIEGO

Para la construcción del sistema de riego deben seguirse las técnicas utilizadas para los sistemas tradicionales de jardinería. Para el diseño de techos verdes con DRAINROOF, es necesario indentificar las necesidades de vegetación y el tamaño de los diferentes tipos de plantas de acuerdo a los requisitos. Los principales sistemas adoptados son los siguientes:

- Riego por lluvia desde arriba o por aspersión;
- Riego por goteo en el suelo;
- Sub-riego desde abajo (son necesarios estudios de diseño específicos, dependiendo del tipo de almacenamiento de agua y del elemento elegido).

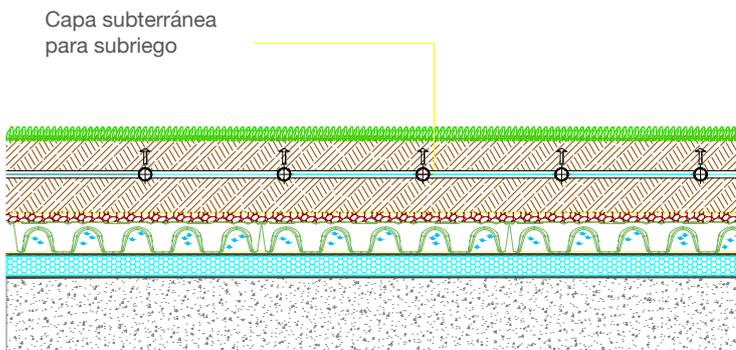


Figura 41 – Capa de riego subterráneo

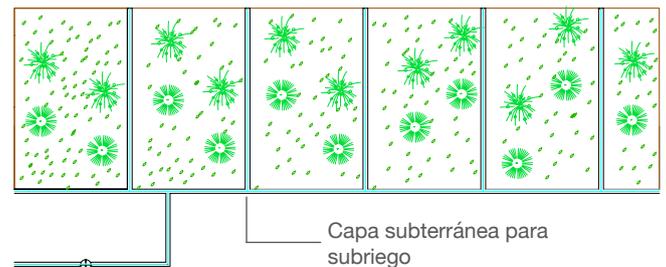


Figura 42 – Vista en planta de la capa subterránea para el riego de tierra

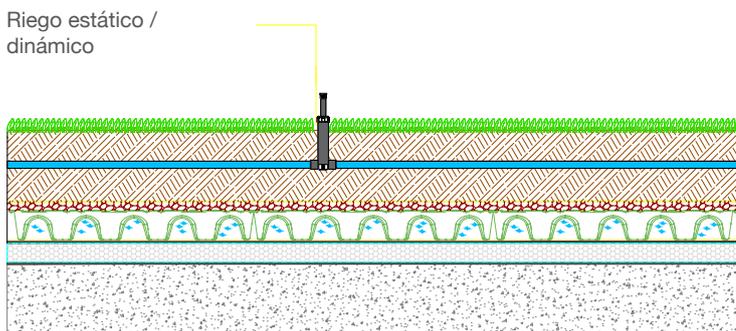


Figura 43 – Riego estático / dinámico

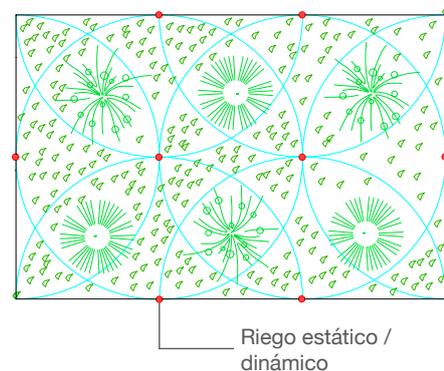


Figura 44 – Vista estática en planta

8.6 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA VERDE

La cobertura se clasifica según el formato

- Clase 1: Bajo mantenimiento (extensivo);
- Clase 2: mantenimiento medio (intensivo ligero);
- Clase 3: Alto mantenimiento (intensivo).

La clasificación de la cobertura según el mantenimiento se muestra a seguir:

Clases	Riego	Mantenimiento	M/C
	m ³ /m ²	Mdo h/m ² /año	%
1	en caso de emergencia	< 0.02	M/C < 1
2	Previsto	0.021 – 0.06	1 < M/C ≤ 5
3	Previsto	> 0.06	M/C > 5

Leyenda

M = costo total anual del mantenimiento de rutina

C = costes de construcción de tejados verdes, netos de costes logísticos y de equipamiento

Mdo = mano de obra

El mantenimiento del techo debe definirse durante la fase de diseño, ya que determina los costes de explotación y está ligado a la sostenibilidad económica y medioambiental del sistema.

TIPO DE INTERVENCIÓN	PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO (MESES)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Monitoreo y limpieza de desagües, monitoreo de la formación de depósitos de carbonato de calcio	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Limpieza de las grillas de control de los pozos de drenaje	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Limpieza de las franjas de grava de vegetación no deseada	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Extirpación manual de malezas leñosas de las áreas verdes	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Deshierbe manual de plantas herbáceas anuales, bienales o perennes	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Control de la vegetación, grado de cobertura, consistencia de la capa de vegetación	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Contención, corte, reensamblaje o rejuvenecimiento de la vegetación herbácea perenne	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Corte de contención, limpieza o reemplazo de vegetación arbustiva	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Corte de las superficies de césped	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Corte de prados silvestres	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Comprobación del funcionamiento del sistema de riego	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fertilización de las cubiertas de césped	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fertilización de especies herbáceas perennes	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Fertilización de especies arbustivas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Tratamientos fitosanitarios	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Control del grosor de la capa de cultivo con posibilidad de integración	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Refuerzo de plantas herbáceas, arbustos y árboles	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Reseminación de fallas, llenado de fallas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Riego	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Leyenda: ● Período excluido ● Período óptimo ● Período posible ● Período no recomendado

9 PRUEBAS

Pruebas, previstas para verificar el funcionamiento del techo verde realizado con DRAINROOF, deben garantizar que la construcción y las intervenciones agronómicas respondan a los requisitos de diseño.

Son esquematizables en:

- Comprobación de la capa de soporte del elemento de sellado;
- Inspección inicial del elemento de sellado;
- Inspección final de la impermeabilización del sistema, efectuado al final de la instalación del techo verde, antes de la colocación de la capa de vegetación;
- Comprobación de estratigrafías y sistemas accesorios (hidroeléctrico y eléctrico);
- Verificación de las obras verdes, a realizar en el plazo de un año a partir de la finalización de las obras.

Si el techo permanece visible durante largos períodos de tiempo o si las personas y las cosas pasan a través del techo, es aconsejable realizar un control de la impermeabilización incluso antes de colocar capas o elementos sobre el sellado. Las obras verdes se deben comprobar 12 meses después de el final de la plantación de las especies vegetales. Las verificaciones deben realizarse en áreas cuadradas de 1m x 1m ubicadas en zonas definidas por el Testador o el Departamento de Obras. La norma UNI establece que para cada tipo de vegetación (gramíneas herbáceas perennes y Sedum, esteras precultivadas de plantas herbáceas perennes, esteras de gramíneas sembradas y sembradas en rollos o cubiertas en terrones o macetas) el control se calibra de acuerdo con la medida de la proyección horizontal de la parte epigea de la especie vegetal: la verificación consiste en determinar si todas las muestras analizadas presentan tasas de cumplimiento en cuanto a cobertura, enraizamiento y presencia de plagas.

10 MANTENIMIENTO

El mantenimiento se puede dividir en tres tipos principales:

- Por mantenimiento ordinario se entiende el mantenimiento a lo largo del tiempo de funcionalidad del enverdecimiento previsto, mediante tratamientos agronómicos
- Mantenimiento del sistema de drenaje (verificando la eficiencia del sistema de almacenamiento y drenaje de agua);
- Mantenimiento del sistema de desagüe de aguas pluviales y del elemento de sellado (anual y antes de la temporada de invierno, se efectuará una inspección de los recipientes para evitar obstrucciones).



APÉNDICES

APÉNDICE A

DATOS DE SEGURIDAD

COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE EL POLÍMERO

INGREDIENTES	NO. C.A.S.	%
Polipropileno Aleatorio	9010-79-1	97-99
Aditivos	No disponible	1-3

ELEMENTOS PELIGROSOS

Este producto no entra dentro de la definición de material peligroso proporcionada por la CEE 1999/45 y las medidas reguladoras posteriores.

Estado físico: Sólido.

Problemas: Si el polímero se somete a altas temperaturas puede producir vapores irritantes para el sistema respiratorio y los ojos.

MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

Inhalación de productos de descomposición: Mantenga al paciente calmado, trasládalo a un lugar con aire fresco y pida ayuda médica.

Contacto con la piel: las partes que entran en contacto con el material fundido deben ponerse rápidamente bajo el agua corriente y se debe contactar al médico.

Contacto con los ojos: lavar los ojos durante al menos 15 minutos con agua corriente manteniendo los párpados abiertos.

El contacto con partículas de material no presenta ningún peligro particular, excepto por la posibilidad de heridas por abrasión. Las partículas finas pueden causar irritación.

Ingestión: No se deben tomar medidas especiales.

MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Materiales de extinción: agua, espuma o materiales de extinción en seco.

Materiales de extinción inadecuados: ninguno.

Sustancias liberadas en caso de incendio: dióxido de carbono (CO₂) y principalmente vapor. Otras sustancias que pueden formarse: monóxido de carbono (CO), monómeros, otros productos de degradación.

Equipo de protección especial: En caso de incendio, llevar equipo de respiración.

Otros requisitos: Eliminar las escorias de combustión contaminadas y el material de extinción de incendios de acuerdo con la normativa local.

MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

No está clasificado como material peligroso. Puede reciclarse, incinerarse o desecharse en vertederos de acuerdo con la normativa local.

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

En el momento de la puesta a tierra del producto se deben tener en cuenta las normas de polvo aplicables. Consérvelo en un lugar seco.

CONTROL DE LA EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

Protección de las vías respiratorias: si se forma polvo respirable, deben utilizarse filtros P1 (DIN 3181).

Protección de la piel: sin precauciones especiales.

Protección de los ojos: gafas de seguridad en presencia de partículas libres.

PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Forma	Paneles
Color	Gris oscuro-negro
Olor	Suave
Cambio de estado físico	Temperatura de fusión: 140°C Temperatura de combustión: superior a 400°C
Propiedades inflamables	Ninguno
Densidad	0.91-0.97 kg/dm ³
Solubilidad en agua	Insoluble
Solubilidad en otros disolventes	Soluble en disolventes aromáticos

ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Condiciones a evitar	No sobrecalentar para evitar la descomposición térmica. El proceso comienza alrededor de los 300°C
Productos de degradación térmica	monómeros y otros subproductos

INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda: no se dispone de datos (no se han realizado experimentos con animales debido a la imposibilidad de conformar el producto). Insoluble en agua.

INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Degradación en la naturaleza: no se dispone de datos.

Insoluble en agua.

Comportamiento y finalidad medioambiental: el producto es respetuoso con el medio ambiente porque está hecho de plástico reciclado. No es aparentemente biodegradable debido a su insolubilidad y consistencia en agua.

CONSIDERACIONES DE ELIMINACIÓN

Producto 100% reciclable. Puede desecharse en vertederos o incinerarse de acuerdo con la normativa local.

INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

No está clasificado como peligroso para el transporte.

INFORMACIÓN REGULATORIA

No está sujeto al mercado CE.

APÉNDICE B

LEGISLACIÓN ESTÁNDAR

El techo verde ha comenzado a extenderse en Italia hace unos veinte años, principalmente como factor de embellecimiento de edificios y posteriormente como herramienta fundamental para mitigar los efectos de la alta urbanización, con el objetivo preciso de aumentar el bienestar ambiental. Desgraciadamente, la configuración de los techos verdes del pasado se han realizado sin cumplir con una referencia estándar específica. El resultado, para razones idiomáticas, climáticas, y por último, pero no menos importante, para diferentes tradiciones constructivas, ha sido pobre y económicamente prohibitivo.

Finalmente, en mayo de 2007, UNI, el organismo de unificación italiano, redactó la UNI 11235:2007, titulada “Instrucciones para el diseño, ejecución, control y mantenimiento de los techos verdes”, en el que se detallan los criterios para la creación de una azotea ajardinada. Una útil guía para el diseñador en todas las fases del diseño, desde las pruebas hasta el mantenimiento. La UNI 11235:2007 regula el procedimiento para la construcción de techos jardines, tanto en la estratigrafía general como en las características de los elementos que la componen, las necesidades de capacidad agronómica, drenaje, ventilación, almacenamiento de agua y resistencia a los ataques biológicos.

La norma se compone de la parte inicial en la que se proporcionan los términos y las definiciones, seguido de una parte que define los requisitos para las cubiertas verdes, una parte dedicada al diseñador y la composición de la vegetación y una lista de la documentación que el diseñador debe redactar. Por último, la UNI 11235:2007 concluye con las instrucciones relativas a la construcción en la obra, a la ejecución de la cobertura, a los controles durante la ejecución mediante parámetros de prueba y mantenimiento. El objetivo de UNI es garantizar a los usuarios de las cubiertas ajardinadas la seguridad del resultado, su durabilidad y calidad con el fin de mejorar la calidad de la reputación de los techos verdes, cualificando a los operadores del sector.

El objetivo de UNI es garantizar a los usuarios de las cubiertas ajardinadas la seguridad del resultado, su durabilidad y calidad con el fin de mejorar la calidad de la reputación de los techos verdes, cualificando a los operadores del sector.

En UNI 11235:2007, se ha incluido también el capítulo sobre capas de impermeabilización en el sistema general: cada fase del proyecto debe tener en cuenta de las características de rendimiento de todos los elementos que contribuyen a la construcción del techo verde a partir del sustrato, y por consiguiente de DRAINROOF.

Se trata de un aspecto de la norma de considerable valor en comparación con las normas europeas vigentes en la actualidad. La norma UNI 11235 ha sido recientemente actualizada a la versión 2015.

La nueva norma (elaborada por la Comisión Técnica de Productos, Procesos y Sistemas para la estructura del edificio) recupera y reemplaza a UNI 11235:2007 y define los criterios para el diseño, la ejecución, el control, la gestión de los proyectos, y el mantenimiento de los tejados verdes continuos, en función del contexto climático, del contexto del edificio y del uso.





Geoplast S.p.A.

Via Martiri della Libertà, 6/8
35010 Grantorto (PD) - Italy

Tel +39 049 9490289
Fax +39 049 9494028

Geoplast@Geoplastglobal.com

GeoplastGlobal.com



rev.001
04/2018