



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Arquitectura

"Quinta Fachada: una propuesta técnica y estética"

Sinodales: Dr. José Diego Morales Ramírez

Arq. Olivia Huber Rosas

Mtra. Alma Rosa Ortega Mendoza

Cubiertas Verdes

Informe de Investigación que para obtener el título
de Arquitecta

Presenta

Ilse García Villalobos



México, D.F. Abril del 2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

S i n o d a l e s

Dr. José Diego Morales Ramírez

Arq. Olivia Huber Rosas

Mtra. Alma Rosa Ortega Mendoza

A g r a d e c i m i e n t o s

Agradezco al equipo de trabajo del proyecto de investigación PAPPIT "Quinta Fachada: una propuesta técnica y estética", por brindarme la oportunidad de participar en él.

Gracias al Dr. Diego Morales y a la Dra. Rocío López por compartir sus conocimientos y experiencias.

A el Quim. Miguel Canseco por su disposición y apoyo.

A la Arq. Olivia Huber por ofrecer su apoyo y consejos.

Agradezco especialmente a la Maestra Alma Rosa Ortega, por invitarme a participar en este gran proyecto, pero sobre todo por brindarme su amistad y apoyo incondicional.

A la UNAM por dotar mi vida de conocimientos y experiencias inolvidables.

A mis padres Sarita y Régulo les agradezco y dedico todos mis logros y éxitos, a ustedes debo todo lo que soy, son un fiel ejemplo de amor, trabajo y esfuerzo. Los amo.

A Erick por ser una luz en mi vida, por dejarme ver de nuevo el mundo con ojos de amor e inocencia.

A Javi por ser formador de mi alma y pensamiento.

A mi familia por estar en mi corazón. A mi tía Ale y mi tío Félix por su cariño y afecto.

A Israel por brindarme apoyo y cariño en todo momento, por ser quien motiva mis sueños. Te quiero.

A mis amigos cómplices de ilusiones y desvelos.

A Dios por ser quien camina siempre conmigo.

D e d i c a t o r i a

A mis hermanos que llenan mi vida de
INSPIRACIÓN, AMOR Y TERNURA.

Í n d i c e

1. Introducción	01
1.1. Objetivos	02
2. Antecedentes históricos	03
2.1. La cubierta verde actual	06
2.2. Ejemplos de cubiertas verdes	09
2.2.1. En el Mundo	09
2.2.2. En México	11
2.3. Impactos de los sistemas de naturación	14
3. Tipos Cubiertas Verdes	16
3.1. Cubiertas intensivas	16
3.2. Cubiertas extensivas	16
3.3. Cubiertas semi-intensivas	16
4. Componentes de una cubierta verde.	18
4.1. Soporte	19
4.2. Membrana impermeable	19
4.3. Capa drenante	19
4.4. Capa filtrante	20
4.5. Capa de sustrato	21
4.6. Capa de vegetación	21
5. Beneficios de la cubierta verde.	23
5.1. Producción de oxígeno	23
5.2. Mejoramiento de la calidad de aire	23
5.3. Aumento de espacio útil	24
5.4. Regulación de la temperatura	24
5.5. Efecto de aislamiento térmico	26
5.6. Aislamiento acústico	27
5.7. Prolongación de la vida útil de la cubierta	28
5.8. Regulación de la humedad	28
5.9. Capacidad de retención de agua	29
5.10. Reduce el efecto isla de calor	31
5.11. Protección contra incendio	32
5.12. Creación de hábitats	33
6. Avances tecnológicos	34
6.1. El uso de geosintéticos en cubiertas verdes.	35
6.2. Funciones de los geosintéticos	36
6.3. Clasificación de los geosintéticos	38

7. Mediciones	41
7.1. Descripción del Equipo	43
7.2. Procedimiento	44
7.3. Resultados de mediciones	46
8. Reflexión y Conclusiones	47
9. Bibliografía	49
10. Glosario	52
11. Anexos	54
11.1. Catálogo de Geosintéticos.....	54
11.2. Distribuidores de Geosintéticos en México.....	55
11.3. La vegetación en las cubiertas verdes	57
11.4. Sistemas de Naturación	68

Índice de imágenes

Imagen 1 Babilonia, el primer ejemplo de
naturación de azoteas en la historia..... 03

Imagen 2 Casas tradicionales en Islandia..... 03

Imagen 3 Cabaña tradicional “ Torvtaks” en
Noruega..... 03

Imagen 4 Casa Hehe, en Tanzania..... 03

Imagen 5 Esquema de una cubierta verde
tradicional “sodhouse” en EUA..... 04

Imagen 6 Esquema de una cubierta verde
tradicional en Escandinavia..... 04

Imagen 7 Imagen de uso de las cubiertas
como espacio para colocar antenas de
televisión..... 04

Imagen 8 Vista aérea de los jardines de
Rockfeller Center en la década de 1930..... 05

Imagen 9 Vista de la Casa “Hundertwasser”
en Viena..... 05

Imagen 10 Vista aérea del ICC, Berlín..... 05

Imagen 11 Diseño Verde por MVRDV para
Seúl, Corea..... 06

Imagen 12 Vista aérea de cubiertas en la
Ciudad de México..... 06

Imagen 13 Vista aérea que muestra cubiertas
con uso actual..... 06

Imagen 14 Vista aérea que muestra cubiertas
naturadas..... 06

Imagen 15 Vista interior de la Escuela de Arte,
Diseño y Medios de Comunicación de
Nanyang, Singapur..... 09

Imagen 16 Vista frontal de la Escuela de Arte,
Diseño y Medios de Comunicación de
Nanyang, Singapur..... 09

Imagen 17 Vista de la cubierta verde de la
Escuela de Arte, Diseño y Medios de
Comunicación de Nanyang, Singapur..... 09

Imagen 18 Vista de la vegetación de la
cubierta de la Academia de Ciencias,
California, EUA..... 09

[Cubiertas Verdes]

<u>Imagen 19</u> Vista de las claraboyas en la cubierta verdes de la Academia de Ciencias, California, EUA.....	09
<u>Imagen 20</u> Vista general de la cubierta de la Academia de Ciencias, California, EUA.....	09
<u>Imagen 21</u> Vista de la vegetación en la cubierta verde del complejo residencial Waldspirale en Darmstadt, Alemania.....	10
<u>Imagen 22</u> Vista aérea del complejo residencial Waldspirale en Darmstadt, Alemania.....	10
<u>Imagen 23</u> Vista de conjunto del complejo residencial Waldspirale en Darmstadt, Alemania.....	10
<u>Imagen 24</u> Vista de la fachada principal del edificio Acros Fukuoka, Japón.....	10
<u>Imagen 25</u> Vista de las terrazas naturadas del edificio Acros Fukuoka, Japón.....	10
<u>Imagen 26</u> Vista general del edificio Acros Fukuoka, Japón.....	10
<u>Imagen 27</u> Vista de cubiertas en la Universidad Autónoma de Chapingo.....	11
<u>Imagen 28</u> Vista de cubiertas verdes en CICEANA, México.....	11
<u>Imagen 29</u> Vistas de cubiertas verdes en el Jardín Botánico, UNAM.....	12
<u>Imagen 30</u> Vistas de cubiertas verdes instaladas en Escuelas públicas en el Distrito Federal.....	12
<u>Imagen 31</u> Vistas de cubierta verde y vegetación del Banco HSBC.....	13
<u>Imagen 32</u> Vistas de cubierta verde en el Desarrollo ecológico en Zapopan, Jalisco.....	13
<u>Imagen 33</u> Vistas de cubierta verde en el Museo del Acero en el Parque Fundidora, Mty.....	13
<u>Imagen 34</u> Naturación intensiva.....	16
<u>Imagen 35</u> Naturación extensiva.....	16
<u>Imagen 36</u> Naturación semi-intensiva.....	16
<u>Imagen 37</u> Componentes de una cubierta.....	18
<u>Imagen 38</u> Función Separación.....	36
<u>Imagen 39</u> Función Filtración.....	36
<u>Imagen 40</u> Función Drenaje.....	36

[Cubiertas Verdes]

<u>Imagen 41</u> Función Refuerzo.	37
<u>Imagen 42</u> Función Contención.	37
<u>Imagen 43</u> Función Control erosión.....	37
<u>Imagen 44</u> Geotextiles.	38
<u>Imagen 45</u> Geomalla.	38
<u>Imagen 45</u> Geomembrana.....	38
<u>Imagen 47</u> Geored.....	39
<u>Imagen 48</u> Geocompuesto.	39
<u>Imagen 49</u> Geopipes.	39
<u>Imagen 50</u> Geoceldas.	39
<u>Imagen 51</u> Geospuma.	40
<u>Imagen 52</u> Imagen de Conductivímetro.....	43
<u>Imagen 53</u> Imagen de F1.	44
<u>Imagen 54</u> Imagen de F2.	44
<u>Imagen 55</u> Imagen de F3.	44
<u>Imagen 56</u> Imagen de F4.	44

Índice de gráficas

<u>Gráfica 1</u> La gráfica muestra el efecto Isla de Calor, donde se observa un incremento de temperatura en el centro de la ciudad con relación a las aéreas circundantes.....	14
<u>Gráfica 2</u> Resultados de mediciones de temperaturas en una cubierta verde con un sustrato de 16 cm medidas durante una semana de verano, Kassel, Alemania.	25
<u>Gráfica 3</u> Resultados de mediciones de temperaturas en una cubierta verde con un sustrato de 16 cm medidas durante una semana de invierno, Kassel, Alemania.	25
<u>Gráfica 4</u> Comparación de los intercambios energéticos de una cubierta verde seca, húmeda y una convencional, a partir de 100 unidades de radiación solar incidente – durante el verano.	26
<u>Gráfica 5</u> Gráficas comparativas de las fluctuaciones de temperatura de una cubierta convencional y una cubierta naturada. La gráfica de la izquierda indica la temperatura máxima de fluctuación de una cubierta convencional y la de la derecha la de una cubierta naturada.....	28
<u>Gráfica 6</u> Volumen de precipitaciones y de desagüe pluvial medidos en una cubierta verde inclinada después de una lluvia continua de 18 horas de duración.....	30
<u>Gráfica 7</u> Desagüe pluvial de una cubierta con un sustrato de 10 cm de espesor en comparación con una cubierta plana con grava.	30
<u>Gráfica 8</u> Comportamiento térmico de superficies de cubiertas.....	31
<u>Gráfica 9</u> Temperatura superficial de cubiertas.....	32
<u>Gráfica 10</u> Gráfica comparativa de mediciones de flujo de calor sobre un techo convencional y uno naturado.....	32

Índice de tablas

<u>Tabla 1</u> Tabla comparativa de los sistemas de naturación.	17
<u>Tabla 2</u> Materiales utilizados en la fabricación de geosintéticos.	35
<u>Tabla 3</u> Clasificación de los geosintéticos.	40
<u>Tabla 4</u> Tabla de identificación de los materiales inertes.	44
<u>Tabla 5</u> Sistema Aleatorio para mediciones.	44
<u>Tabla 6</u> Resultados de mediciones térmicas	46

1. Introducción

Este documento da a conocer los resultados de las investigaciones realizadas en la primera fase del proyecto de investigación PAPPIT “Quinta Fachada: una propuesta técnica y estética” realizado en el CIEP Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura UNAM, que incluyen los antecedentes, tipos de sistemas, características, materiales y beneficios de las cubiertas verdes, algunos de los resultados obtenidos de las mediciones térmicas realizadas a materiales inertes utilizados en algunos sistemas.

Se creó un catálogo sobre algunos sistemas de naturación comerciales actuales para cubiertas verdes, así como listado de distribuidores de materiales geosintéticos en México.

Además se realizó un análisis sobre la vegetación utilizada en los sistemas de naturación con base a estudios realizados actualmente, con ello generó un catálogo de vegetación, con el cual se podrá seleccionar especies vegetales adecuadas para los sistemas de naturación en México.

1.1 Objetivos

Analizar los antecedentes históricos de las cubiertas verdes, identificar los diferentes tipos de naturación y los elementos que los conforman.

Describir los materiales inertes utilizados en los sistemas de naturación, mencionando la función que desempeñan y la posición que tiene dentro del sistema.

Informar sobre los beneficios que genera el uso de cubiertas verdes, por medio de estudios y datos obtenidos en diferentes investigaciones a lo largo del tiempo.

Generar un catálogo de algunos sistemas de naturación usados actualmente en el país y en el extranjero.

Generar un catálogo de vegetación idónea para sistemas de naturación, a partir de investigaciones actuales.



Imagen 1 Babilonia, el primer ejemplo de naturación de azoteas en la historia.



Imagen 2 Casas tradicionales en Islandia.



Imagen 3 Cabaña tradicional "Torvtaks" en Noruega.



Imagen 4 Casa Hehe, en Tanzania

2. Antecedentes Históricos

Los orígenes de las actuales cubiertas verdes se remontan a varios siglos atrás. La idea de "Ciudad verde" es un concepto amplio que se une con ciertas líneas utópicas de tiempos pasados (DE FELIPE 2004), que en gran parte ha revolucionado el concepto ambiental actual.

El uso de vegetación en las construcciones, data del 2600 a.C. en Egipto y Persia y se refieren a patios y huertos, pero las cubiertas verdes empiezan su historia con los Jardines Colgantes de Babilonia (imagen 1) que fueron construidos entre los años 605 y 562 a.C. con una superficie aproximada de 1600 m² (NEILA Javier 2004), construidos en terrazas escalonadas, donde proliferaban todo tipo de plantas, incluidos árboles de elevado porte. Las cubiertas verdes son conocidas, tanto en los climas fríos de Islandia (imagen 2), Escandinavia (imagen 3), EUA (imagen 5) y Canadá, como en los climas cálidos de Tanzania (imagen 4) (MINKE 2004). En las casas tradicionales de Islandia la cubierta constaba de 2 o 3 capas de turba, apoyadas sobre ramas, cubiertas por gruesas capas de césped. Debido a la conformación de la cubierta, ésta no era impermeable aunque su forma inclinada era suficiente para que el agua no penetrara, porque la turba no absorbe agua cuando se encuentra seca.

La tradicional cubierta verde de Escandinavia se construía con una inclinación entre 30° y 45° y constaba de una capa gruesa de unos 20 cm de terrones de césped, colocados sobre varias capas de corteza de abedul (imagen 6). Esta, debido a su alto contenido de tanino es relativamente resistente a la descomposición y tradicionalmente era sellada con alquitrán para protegerla del paso de raíces y filtraciones de agua (MINKE 2004).

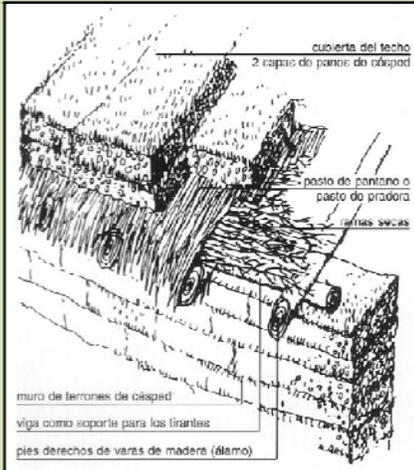


Imagen 5. Esquema de una cubierta verde tradicional "sodhouse" en EUA.

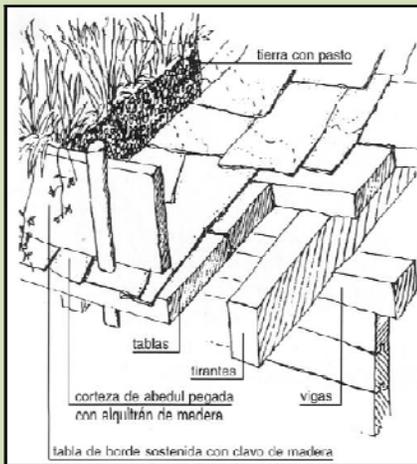


Imagen 6. Esquema de una cubierta verde tradicional en Escandinavia.



Imagen 7. Imagen de uso de las cubiertas como espacio para colocar antenas de televisión

Otro ejemplo histórico notable de jardín construido sobre bóvedas de edificios lo constituye el palacio de Bahi-Thakt en Schiras, India (NEILA Javier 2004).

Los romanos incluyeron también en sus palacios y Mausoleos cubiertas verdes para adorno o esparcimiento. Sin embargo en la mayoría de los casos estas ostentaciones estaban limitadas a construcciones sólidas, capaces de soportar la sobrecarga de estos jardines intensivos en plantas y con gran capa de sustratos (DE FELIPE 2004).

La historia de cubiertas con jardines continúa con el Palacio Venezi en Roma en 1467, los diseños de pirámides de Oliver de Serres en 1600, las cubiertas verdes de los castillos de Passau y Nürnberg (NEILA Javier 2004).

En el siglo XIX, los movimientos socialistas liberados por Charles Fourier y Robert Owen muestran su preocupación por el impacto perjudicial de la revolución industrial y el capitalismo, en el tejido social y el medio ambiente. Su idea de tener comunidades que protejan el medio ambiente, y donde sus habitantes vivan en paz y armonía, les lleva a crear núcleos como New Harmony en Estados Unidos.

De una manera más popular se inicia en el siglo XIX una línea urbanística europea que incorpora la cubierta dentro de los proyectos como un nuevo espacio vital multiuso, utilizándola como espacio de reunión, aunque posteriormente esta visión se fue deformando hasta que la cubierta fue convertida en un espacio donde su uso principal es de servicio, generalmente áreas de tendido y lugar propicio para colocar las antenas de televisión (imagen 7).



Imagen 8 Vista aérea de los jardines de Rockfeller Center en la década de 1930.



Imagen 9 Vista de la Casa "Hundertwasser" en Viena.



Imagen 10 Vista aérea del ICC, Berlín.

En el siglo XX se habla de las ciudades-jardín y planificación bio-regional, continua la tendencia a la implantación de la terraza verde, siendo Le Corbusier uno de los más fervientes defensores (DE FELIPE 2004).

Otros ejemplos de cubiertas verdes fueron las instaladas por Ralph Hancock sobre el Rockfeller Center de Nueva York en la tercera década del siglo XIX (imagen 8), la naturación de cubiertas en los teatros de la Broadway de Johnson a finales del siglo XIX, las de la Casa "Humdertwasser" en Viena (imagen 9) y las del ICC en Berlín (imagen 10) (NEILA Javier 2004).

2.1 La cubierta verde actual

La mejora en los materiales de construcción, el concreto armado, los aislantes e impermeabilizantes y los sistemas anti raíces, han permitido aportar soluciones cada vez más prácticas al sistema de cubiertas verdes.

Este tipo de naturación va expandiéndose progresivamente, aunque sigue apareciendo como un sistema costoso y de cierto lujo y, hasta ahora, se contempla dentro de un escenario para beneficio personal, limitado a un grupo de personas.

Los nuevos planteamientos nos hablan de una naturación extensiva a gran escala, que permita ejercer un efecto beneficioso sobre el conjunto urbano (imagen 11). Para ello se aprovechan principalmente las áreas que constituyen los espacios muertos, aquellas zonas desaprovechadas como son las cubiertas (imagen 12), tanto planas como inclinadas. La creación de amplias zonas verdes, intercomunicadas, constituye lo que los especialistas denominan grupos de biotopos (imagen 13 y 14).

La ciudad está configurada por el tipo de construcción y ésta a su vez depende de las condiciones climatológicas, disponibilidad de materiales, tradición, cultura y capacidad técnica y económica.

La cubierta en nuestros días es una de las áreas propicias para crear sistemas de naturación, debido a la falta de espacios destinados para áreas verdes.

Las primeras cubiertas verdes como las conocemos hoy en día, surgen en Alemania en la década de 1960, debido a la conciencia ecológica y preocupación por la calidad de vida, en las que observaron que al contar con una cubierta verde obtenían beneficios ambientales.

Algunos países europeos, incluyendo Alemania, Suiza, Holanda, Hungría, Suecia y el Reino Unido, tienen



Imagen 11. Diseño Verde por MVRDV para Seúl, Corea.



Imagen 12. Vista aérea de cubiertas en la Ciudad de México.

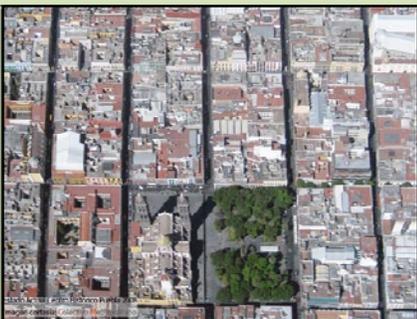


Imagen 13. Vista aérea que muestra cubiertas con uso actual.



Imagen 14. Vista aérea que muestra cubiertas naturadas.

asociaciones que fomentan las cubiertas verdes. En varias ciudades alrededor del mundo existen políticas que apoyan la construcción de cubiertas verdes, desde otorgar incentivos fiscales por la implementación de este sistema, hasta la creación de normas y leyes que apoyan y obligan su ejecución. Alrededor del 43% de todas las ciudades de Alemania ofrecen algún tipo de incentivo para la instalación de sistemas de naturación. En 2000 había más de 15 millones de m². En el 2002 una de cada 10 cubiertas horizontales contaba con una cubierta naturada. (SMA 2008)

En México, el tema de naturación de cubiertas es relativamente nuevo. En 1994 la Universidad de Chapingo instaló cuatro techos de 75 m² cada uno para probar la selección de vegetación. En 1999 la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) autorizan una prueba piloto en escuelas públicas, esta manera a partir de 2003 la delegación Xochimilco es la primera demarcación en incluir la naturación de cubiertas en escuelas públicas de la zona urbana (DIAZ 2008).

En México existen asociaciones como AMENA Asociación Mexicana para la Naturación de Azoteas, creada en 2005 con el objetivo de investigar, capacitar sobre los beneficios ambientales, sociales y económicos que representa la Naturación de cubiertas. Otra sociedad es AzoteasVerdes.org interesada en generar propuestas alternativas y sustentables en las cubiertas y espacios disponibles en medio de la urbe. Otra Asociación que ha encontrado una respuesta en la naturación de edificios por medio de las cubiertas verdes a los problemas de contaminación del aire y del sobrecalentamiento en las zonas urbanas es el Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica A.C. (CICEANA).

En lo que refiere a estudios más especializados para demostrar los beneficios de las cubiertas verdes, es ASLA (American Society of Landscape Architects), la cual se enfoca principalmente en a realizar mediciones sobre la recuperación del agua, en cantidad y calidad, así como la eficacia de la vegetación como filtro vivo de contaminantes, entre otros.

El gobierno del Distrito Federal planea impulsar la instalación de 30,000 m² de áreas verdes por año en los inmuebles del gobierno, de acuerdo con Tanya Muller García, directora de Reforestación Urbana de Parques y Ciclovías (CNN 2008).

2.2 Ejemplos de cubiertas verdes

2.2.1 En el Mundo. A continuación se muestran 4 ejemplos de cubiertas verdes en diferentes partes del mundo.

Cubierta verde de la Escuela de Arte, Diseño y Medios de Comunicación en la Universidad Técnica de Nanyang en Singapur (imagen 15,16 y 17).



Imagen 15 Vista interior de la Escuela de Arte, Diseño y Medios de Comunicación de Nanyang, Singapur.



Imagen 16 Vista frontal de la Escuela de Arte, Diseño y Medios de Comunicación de Nanyang, Singapur.



Imagen 17 Vista de la cubierta verde de la Escuela de Arte, Diseño y Medios de Comunicación de Nanyang, Singapur.

Cubierta de la Academia de Ciencias de California, EUA, construida en 2007, con un sistema de naturación extensivo (imagen 18, 19 y 20).



Imagen 18 Vista de la vegetación de la cubierta de la Academia de Ciencias, California, EUA.



Imagen 19 Vista de las claraboyas en la cubierta verdes de la Academia de Ciencias, California, EUA.



Imagen 20 Vista general de la cubierta de la Academia de Ciencias, California, EUA.

La cubierta del complejo residencial Waldspirale en Darmstadt, Alemania, es uno de los más atractivos, debido al sistema intensivo usado. 'Waldspirale' significa "bosque espiral", un nombre que refleja tanto la inusual forma del edificio y de su cubierta verde (imagen 21, 22 y 23).



Imagen 21 Vista de la vegetación en la cubierta verde del complejo residencial Waldspirale en Darmstadt, Alemania.



Imagen 22 Vista aérea del complejo residencial Waldspirale en Darmstadt, Alemania.



Imagen 23 Vista de conjunto del complejo residencial Waldspirale en Darmstadt, Alemania.

El edificio Acros Fukuoka en Fukuoka, Japón cuenta con una serie de terrazas naturadas. El sistema de naturación contiene alrededor de 35,000 plantas de 76 especies diferentes (imagen 24,25 y 26).



Imagen 24 Vista de la fachada principal del edificio Acros Fukuoka. Japón.



Imagen 25 Vista de las terrazas naturadas del edificio Acros Fukuoka. Japón.



Imagen 26 Vista general del edificio Acros Fukuoka, Japón.

2.2.2 En México. Se muestran algunas de las cubiertas verdes realizadas en México.

En 1994 la Universidad Autónoma de Chapingo instala cuatro cubiertas verdes de 75 m² cada una para estudiar la selección de vegetación (imagen 27).



Imagen 27 Vista de cubiertas verdes en la Universidad Autónoma de Chapingo.

En el Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norteamérica (CICEANA) ubicado en Av. Progreso # 3, Col. del Carmen Coyoacán, se muestra una superficie de 530 m² (imagen 28).



Imagen 28 Vista de cubiertas verdes en CICEANA, México.

El Jardín Botánico de la UNAM cuenta con una cubierta verde de 315 m². En donde se han probado distintos tipos de especies vegetales (Imagen 29).



Imagen 29 Vistas de cubiertas verdes en el Jardín Botánico, UNAM.

Dentro de la prueba piloto autorizada por la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) se realizó la naturación de cubiertas en escuelas públicas (imagen 30), ejemplo de ello se encuentran las siguientes escuelas:

- Escuela Preparatoria "Ex Cárcel de Mujeres" Calle Ermita Iztapalapa Col. Santa Martha Acatitla Superficie: 980 m²
- Escuela Secundaria "República de Venezuela" Prol. Ermita Iztapalapa s/n Col. El Santuario Superficie: 385.75 m²
- Escuela primaria "Estados Árabes Unidos" Calle Malinche y Axayácatl s/n Col. Arenal 1a Sección Superficie: 397.6 m²
- Escuela primaria "Etiopía" Prol. Calle 12 y Sur 112 Col. Toltecas Superficie: 610 m²
- Escuela primaria "República de Suazilandia" Calle Coras s/n Col. Ajusco Superficie: 422 m²
- Jardín de niños "Francisco Villa" Thomas Urbina Y Maclovio Herrera Col. Francisco Villa Superficie: 421.8 m²



Imagen 30 Vistas de cubiertas verdes instaladas en Escuelas públicas en el Distrito Federal.

En 2004 El banco HSBC implementa la naturación de una cubierta de estacionamiento de 540 m² (imagen 31).



Imagen 31 Vistas de cubierta verde y vegetación del Banco HSBC.

En 2005 Grupo San Carlos incluye la naturación en su desarrollo ecológico en Zapopan, Jalisco (imagen 32).



Imagen 32 Vistas de cubierta verde en el Desarrollo ecológico en Zapopan, Jalisco.

En 2006 el Museo del Acero en el Parque Fundidora Monterrey, incorpora una cubierta verde utilizando pastos de la región (imagen 33).



Imagen 33 Vistas de cubierta verde en el Museo del Acero en el Parque Fundidora, Mty.

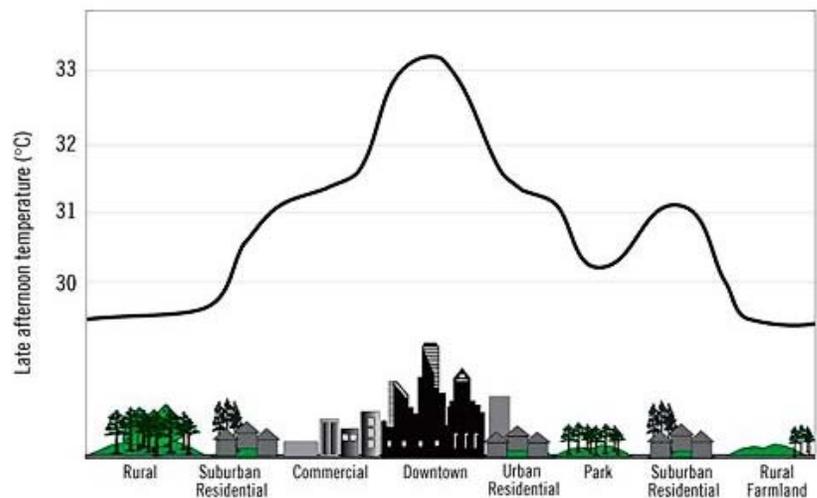
2.3 Impactos de los sistemas de naturación

En las últimas décadas, las áreas verdes en el paisaje urbano han disminuido debido al incontrolado desarrollo de ciudades.

Los efectos más preocupantes son el empeoramiento de la calidad del aire y el aumento de la temperatura promedio urbana. Éste último se debe a la particular morfología urbana que incrementa el almacenamiento térmico con las áreas circundantes.

La mayor parte de la energía térmica es atrapada en la ciudad y el aire urbano recibe más calor que las poblaciones de los alrededores.

Éste efecto es llamado efecto de Isla de calor urbana (gráfica 1) y, puede inducir a un incremento de la temperatura del aire en incluso más de 9°C, siendo más frecuentes y más intensas durante la noche. (JAUREGUI 1997)



Gráfica 1. La gráfica muestra el efecto Isla de Calor, donde se observa un incremento de temperatura en el centro de la ciudad con relación a las áreas circundantes.

Se ha observado que es posible reducir este efecto incrementando la vegetación de las áreas urbanas y en las cubiertas de las construcciones.

Además, la vegetación que utilizan para cubrir los techos puede limitar el flujo de calor a través del techo reduciendo la carga térmica de las habitaciones que se encuentran debajo de éste.

Adicionalmente la naturación de edificios permite mejorar las vistas de la ciudad incrementando la calidad visual de éstas, constituye un mecanismo para incrementar las áreas verdes en los espacios urbanos y con ello conseguir ambientes ecológicamente saludables, contribuyendo así a la captación de partículas contaminantes y fortaleciendo la generación de oxígeno, además de incrementar la calidad de vida en términos estéticos y de las estructuras arquitectónicas desde el punto de vista térmico.

3. Tipos de sistemas de naturación en las Cubiertas Verdes

Las cubiertas verdes se clasifican de acuerdo al espesor del sustrato, el tipo de vegetación y el mantenimiento requerido. A continuación se mencionan los principales sistemas de naturación:



Imagen 34 Naturación intensiva.



Imagen 35 Naturación extensiva.



Imagen 36 Naturación semi-intensiva.

3.1 Cubiertas intensivas: En este tipo de cubiertas el espesor del sustrato es superior a los 30 cm pudiendo llegar hasta más de 100 cm. Generalmente estas cubiertas requieren de un cálculo estructural detallado debido a que el peso del sistema (materiales inertes, capa de sustrato y vegetación en estado saturado) es superior a los 250 kg/m². Se pueden disponer de todo tipo de plantas, arbustos e incluso árboles de gran tamaño, debido a que conciben como verdaderos jardines, por lo cual su mantenimiento es elevado (imagen 34).

3.2 Cubierta extensiva: En este tipo de cubierta el espesor del sustrato no es superior a los 12 cm. Con vegetación de bajo porte (generalmente especies endémicas), con abastecimiento de agua y sustancias nutritivas por procesos naturales, teniendo en cuenta que su mantenimiento será bajo o casi nulo. El peso aproximado de este sistema de naturación (materiales inertes, capa de sustrato y vegetación en estado saturado) oscila entre 60 y 140 kg/m² (imagen 35).

En México, en la Norma Ambiental para el Distrito Federal PROY-NADF-013-RNAT-2007, se establecen las especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación en el Distrito Federal. En ésta y otros documentos se describe un sistema de naturación intermedio entre los antes mencionados denominada:

3.3 Cubierta semi-intensiva: En este sistema el espesor de la capa de sustrato es de 12 cm como mínimo, propone una mayor selección de especies vegetales en comparación con el sistema de naturación extensiva,

requiere mayor mantenimiento que el sistema extensivo. El peso aproximado de este sistema de naturación (materiales inertes, capa de sustrato y vegetación en estado saturado) generalmente es entre 120 y 250 kg/m² (imagen 36).

Podemos observar las principales características de estos tres sistemas de naturación de forma comparativa en la Tabla 1.

Tipo de Naturación	Extensivo	Semi-intensivo	Intensivo
Espesor del sustrato	6-12 cm	12-30 cm	+ 30 cm
Peso m ²	60-150 Kg/m ²	120-250 Kg/m ²	+ 250 Kg/m ²
Riego	No	Periódicamente	Regularmente
Mantenimiento	Bajo	Periódicamente	Alto
Altura de crecimiento de plantas aprox.	5-50 cm	5-100 cm	5-400 cm
Costo	Bajo	Medio	Alto

Tabla 1 Tabla comparativa de los sistemas de naturación.

Actualmente existen diversos sistemas comerciales que se conforman por medio de estos tres sistemas principales, aunque algunos muestran variantes (ver Anexo 11.4).

4. Componentes de una cubierta verde.

En base a las capas y componentes de una cubierta verde, podemos decir que existen diversas modalidades. El modelo más simple que podemos tener de una cubierta verde se compone de un sistema de impermeabilización anti raíces, una capa de sustrato y vegetación. A partir de este sistema básico se generan otros más complejos y efectivos, que añaden sistemas de drenaje, aislamiento térmico, filtros y retensores de agua.

Un sistema tipo que se usa actualmente de forma genérica consta de los siguientes componentes (Norma Ambiental para el Distrito Federal Proy-Nadf-013-Rnat-2007 2008), se mencionan en el orden en que se sitúa dentro del proceso constructivo (Imagen 37), además se mencionan las características principales que debe de tener.

- Soporte
- Membrana impermeabilizante anti-raíz
- Capa drenante
- Capa filtrante
- Capa de sustrato
- Capa de vegetación

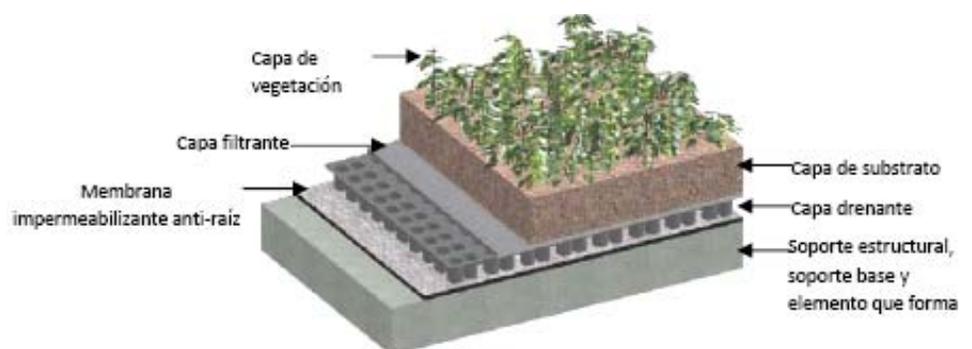


Imagen 37 Componentes de una cubierta

4.1 Soporte base: Es aquel que sirve para el apoyo de los componentes del sistema, generalmente forma parte de la estructura de la edificación, por lo cual debe de soportar las cargas actuantes de todo el sistema. En ocasiones también sirve como elemento que forma la pendiente necesaria para el desalojo de agua.

4.2 Membrana impermeabilizante anti-raíz:

Las membranas impermeabilizantes anti-raíz para sistemas de naturación deben cumplir con las siguientes condiciones particulares:

- Estabilidad dimensional.
- Resistencia a la perforación por raíces.
- Resistencia a la tensión y tracción de los movimientos estructurales.
- Resistencia a microorganismos.
- Resistencia al choque térmico y variaciones de temperatura ambiental.
- Resistencia al punzonamiento.

Las membranas impermeabilizantes anti-raíz deberán cubrirse con una capa de protección contra los rayos ultravioleta en los puntos que queden expuestos a la intemperie. Estas condiciones deberán cumplirse en toda la superficie de la cubierta, aun cuando no se tenga previsto colocar vegetación en la totalidad, incluyendo las áreas de solapamiento, uniones, entregas a los elementos singulares (bases de equipos o instalaciones, salientes, faldones, etc.).

4.3 Capa drenante: La capa drenante se coloca entre la membrana impermeabilizante anti-raíz y la capa filtrante, su función es recibir las precipitaciones excedentes en toda la superficie y conducir las hacia los desagües de la cubierta; además funciona como protección mecánica de la cubierta. Esta capa sirve también como espacio útil para las raíces y puede servir para almacenar agua.

La capa drenante debe seleccionarse de tal manera que pueda desalojar al menos una pluviometría de 2 l/min x

m² de intensidad (300 l/s x ha), para ello se deben considerar el tipo de sistema de naturación, la superficie total que cubren los desagües, la pendiente de la cubierta y la pluviometría de la zona.

En los sistemas de naturación desprovistos de capa drenante, la capa de substrato deberá ser suficientemente permeable al agua y la cubierta deberá tener la inclinación suficiente para permitir el drenado del agua excedente.

Para la conformación de la capa drenante se pueden emplear alguno de los siguientes elementos:

- Láminas de fibras sintéticas, elaboradas de polipropileno.
- Mallas plásticas con lámina filtrante.
- Placas drenantes de fibras textiles recicladas.
- Placas drenantes de polietileno.
- Placas drenantes de poliestireno.
- Capas de material granular de poco peso, poroso (tepojal, tezontle, piedra pómez, etc.)

4.4 Capa filtrante: En los sistemas de naturación para cubiertas que cuenten con capa drenante, se deberá colocar una capa filtrante entre el dren y el substrato para evitar el paso de las partículas finas de este; las cuales podrían tapar la capa drenante.

Características de la capa filtrante:

- Compatibilidad con los materiales con que se encuentra en contacto.
- Permeabilidad al agua.
- Estructura duradera y estable.
- Imputrescible.
- Permisible al crecimiento de raíces.
- Resistente a la tensión y compresión.
- Resistente a la intemperie.
- Resistente a microorganismos.
- Resistente a pH elevados.

La capa filtrante deberá ser siempre permeable en ambos sentidos, permitiendo el paso de agua.

4.5 Capa de Substrato: La capa de substrato de los sistemas de naturación tiene como función servir de soporte físico a la capa de vegetación, suministrándole los nutrientes, el agua y el oxígeno necesarios. Además es en donde se desarrollan las raíces de la planta.

El espesor de ésta capa está directamente relacionado con las necesidades del volumen radicular de las especies seleccionadas y con las condiciones microclimáticas de la zona, particularmente con la demanda de evapotranspiración.

Se pueden distinguir dos tipos de sistemas de substrato para la naturación que son:

- Sistema monocapa: Formado por una capa de sustrato capaz de realizar las funciones de drenado.
- Sistema bicapa: Formado por una capa de substrato y una capa drenante.

4.6 Capa de Vegetación: En los sistemas de naturación extensiva, es necesario plantar una variedad de plantas que requieran poco mantenimiento, que puedan adaptarse a las condiciones extremas del lugar de plantación y que permitan obtener una cobertura de vegetación rápida y duradera. Las condiciones generales que deberá soportar la vegetación en este sistema son:

- Alta radiación solar.
- Escaso volumen de suelo (predominantemente mineral).
- Largos periodos de sequía.
- Temperaturas extremas.
- Condiciones de nulo mantenimiento.

Para que la capa de vegetación pueda soportar estas condiciones deberán usarse agrupaciones vegetales cuyas condiciones se asemejen a las anteriormente descritas y que se encuentren adaptadas a las condiciones físicas y climáticas de la zona (ver Anexo 11.3).

La vegetación utilizada en la naturación extensiva deberá tener sistemas radicales de poca profundidad, con buena capacidad de regeneración y con una altura de crecimiento menor a 50 cm. Las especies vegetales deberán cumplir con el máximo posible de los requerimientos siguientes:

- Con un desarrollo tapizante rápido y duradero.
- Resistentes a la acción del viento.
- Resistentes a largos periodos de sequía.
- Resistentes a las temperaturas extremas de la zona.
- Resistentes a los niveles de contaminación de la zona urbana.
- Resistentes a radiaciones solares elevadas.

5. Beneficios de la cubierta verde.

La vegetación sobre la cubierta puede aumentar de varias maneras la eficacia térmica, por la sombra que proporciona, el aislamiento proporcionado por el aire encerrado dentro del follaje, los procesos de refrigeración propios de las especies vegetales y por la protección de la radiación solar sobre la cubierta.

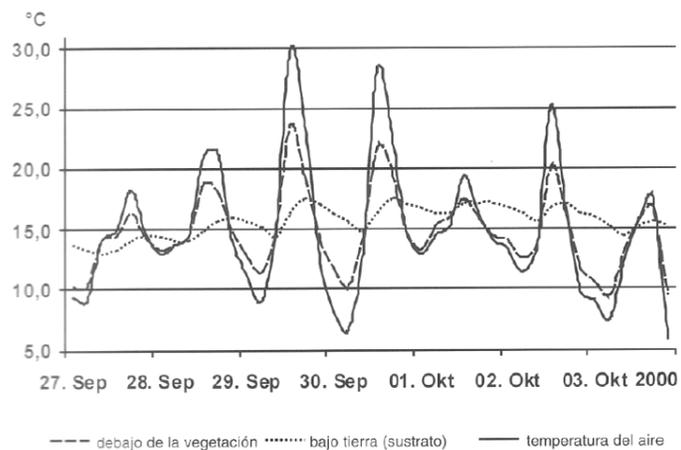
Las ventajas de las cubiertas ajardinadas van desde el aspecto arquitectónico, estético y medio ambiental:

- 5.1 Producción de oxígeno, consumo de dióxido de carbono. La vegetación de las cubiertas verdes toma, como todas las plantas, CO_2 del aire y libera oxígeno. Esto sucede en el proceso de fotosíntesis, en el que 6 moléculas de CO_2 y 6 moléculas de H_2O , mediante un consumo de energía de 2.83 kJ producen 1 molécula de $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ (glucosa) y 6 moléculas de O_2 . En el proceso de la respiración se produce CO_2 y se consume O_2 . Sin embargo solamente de 1/5 a 1/3 de las sustancias ganadas por la fotosíntesis son consumidas nuevamente. Mientras las hojas verdes sobre las cubiertas aumenten, se generará oxígeno y se consumirá CO_2 . Si existe un equilibrio entre el crecimiento y muerte de partes de las plantas, siempre existirá la ventaja de que se extraiga CO_2 del aire y quede almacenado en ellas. (MINKE 2004)
- 5.2 Mejoramiento de la calidad de aire: La vegetación filtra polvo y partículas de suciedad. Estas quedan adheridas a la superficie de las hojas y son arrastradas después por la lluvia hacia el suelo. A su vez las plantas pueden absorber partículas nocivas que se presentan en forma de gas y aerosoles. Investigaciones de Bartfelder demostraron que en los barrios céntricos de las ciudades, altamente contaminados, también los metales pesados son captados por la vegetación. Mediciones sobre una calle federal Suiza dieron como

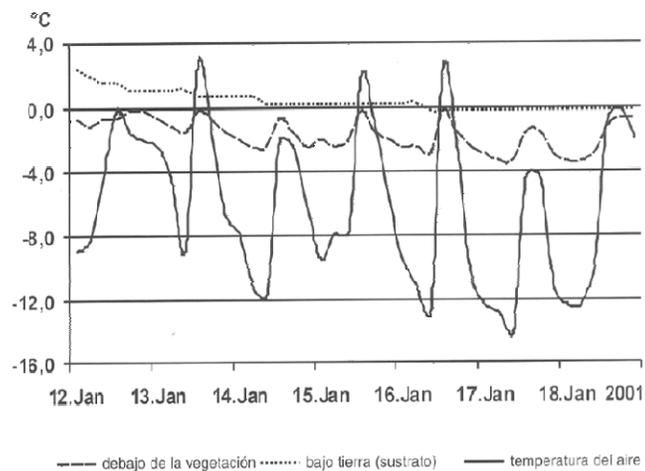
resultado que un seto de 1 m de alto y 0.75 m de ancho reduce un 50% a través de su efecto de filtro, la contaminación por plomo de la vegetación ubicada detrás de él. (MINKE 2004) Estudios realizados demuestran que 1.5 metros cuadrados de césped sin cortar, produce anualmente el oxígeno suficiente para satisfacer las necesidades anuales de oxígeno de un ser humano. (ARQMONIA 2009)

- 5.3 Aumento de espacio útil y disminución de áreas pavimentadas: Debido al incremento excesivo de las superficies selladas, surgen en las zonas de aglomeración urbana influencias negativas en el agua domiciliaria, la calidad del aire y el microclima. El clima en grandes ciudades puede mejorarse a través del aumento de las superficies verdes, fundamentalmente en la naturación de cubiertas y reduciendo las superficies pavimentadas.
- 5.4 Regulación de la temperatura: Es por medio de la evapotranspiración, la fotosíntesis y la capacidad de almacenar calor de su propia agua, que la planta extrae el calor de su ambiente. Este efecto de enfriamiento, que se hace perceptible fundamentalmente en los días cálidos de verano, puede demandarle el 90% de la energía solar consumida. Con la evaporación de un litro de agua son consumidos 2,2 MJ (530 Kcal) de energía. La condensación del vapor de agua en la atmósfera, pasa a formar nubes, donde la misma cantidad de energía calorífica es liberada nuevamente. Lo mismo sucede cuando por la noche se condensa la humedad en las plantas. La formación de rocío matinal en fachadas y cubiertas verdes trae consigo una recuperación del calor. Por lo tanto, las plantas solas pueden a través de la evaporación y la condensación del agua, reducir las oscilaciones de temperatura. Este proceso se fortalece aun más por la gran capacidad

de almacenamiento de calor del agua existente en las plantas y en el sustrato, así como también a través de la fotosíntesis, ya que por cada molécula de $C_6H_{12}O_6$ (glucosa) generada son con 2,83 kJ de energía. Las gráficas 2 y 3 muestran mediciones realizadas a una cubierta verde en Kassel, Alemania, compuesto de un sustrato de 16 cm de espesor, la temperatura exterior al medio día es de 30°C, en la vegetación 23°C y bajo la capa de sustrato solamente 17.5°C. En el mismo techo se midieron en invierno, la temperatura exterior fue de -14°C, 0°C bajo la capa de sustrato. Las curvas aclaran que una cubierta verde en verano tiene un efecto de enfriamiento considerable y en invierno muestra un muy buen efecto de aislación térmica.



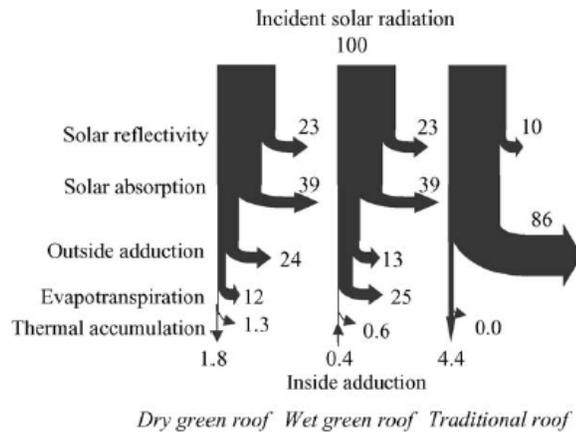
Gráfica 2 Resultados de mediciones de temperaturas en una cubierta verde con un sustrato de 16 cm medidas durante una semana de verano, Kassel, Alemania.



Gráfica 3 Resultados de mediciones de temperaturas en una cubierta verde con un sustrato de 16 cm medidas durante una semana de invierno, Kassel, Alemania.

▪ 5.5 Efecto de Aislamiento térmico: La vegetación sobre las cubiertas tiene un alto efecto de aislamiento térmico, sobre todo debido a los siguientes fenómenos:

- ✓ El colchón de aire encerrado hace el efecto de una capa de aislante térmico. Cuanto más denso y grueso sea éste, mayor es el efecto.
- ✓ Una parte de la radiación calórica de onda larga emitida por el edificio es reflejada por las hojas y otra parte absorbida. Es así que disminuye la pérdida de radiación de calor del edificio (gráfica 4).



Gráfica 4. Comparación de los intercambios energéticos de una cubierta verde seca, húmeda y una convencional, a partir de 100 unidades de radiación solar incidente - durante el verano.

- ✓ Una densa vegetación impide que el viento llegue a la superficie del sustrato. Como ahí casi no existe movimiento de aire, la pérdida de calor por efecto de viento se acerca a cero. Ya que en edificios viejos aislados, sin protección térmica mejorada, la pérdida de calor por convección (en particular por el viento) puede ser mayor al 50%, una densa capa de plantas lograría en estos casos el más eficaz ahorro de energía.
- ✓ De mañana cuando la temperatura exterior es más baja, y por lo tanto la diferencia de temperatura y la pérdida de calor de los ambientes calientes hacia afuera es mayor, se forma rocío en la

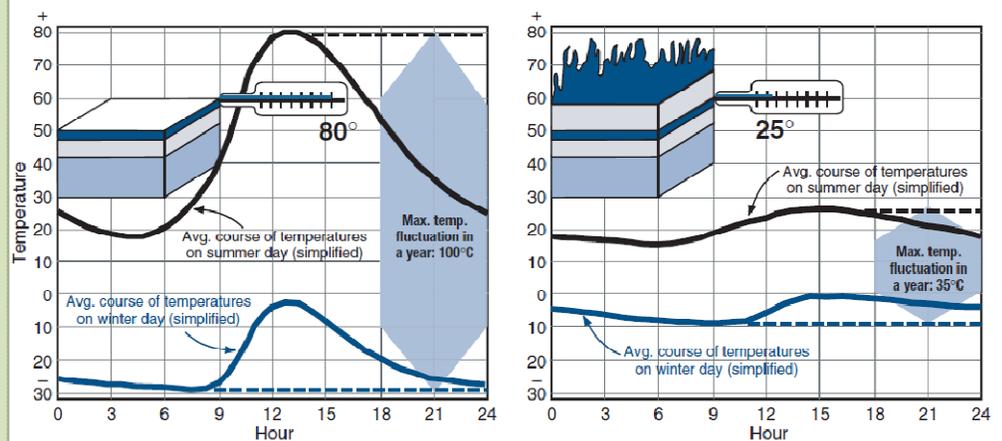
vegetación. La formación de rocío aumenta la temperatura en la capa de vegetación (porque en la condensación de 1g de agua se libera aproximadamente 530 calorías). De modo que a través de esto la pérdida de calor transmitida nuevamente se reduce.

- ✓ En zonas de climas fríos, en las que en invierno la tierra se congela, se produce una ventaja adicional: para la transformación de un gramo de agua a hielo se libera aproximadamente 80 calorías, sin que la temperatura baje. Por consiguiente, se mantiene la tierra congelada durante largo tiempo a 0°C, incluso cuando la temperatura exterior es bastante más baja. Con una temperatura de +20°C (interior), de -20°C (exterior) y una temperatura de la tierra de 0°C disminuye la pérdida de calor por transmisión del techo, por lo tanto, alrededor de un 50%. Al derretirse el hielo se consumirá nuevamente la correspondiente energía de 80 cal/g de hielo para la re-transformación del estado de agregación, ya que ésta es extraída del aire; surge entonces, a través de este efecto de ahorro latente, una ganancia de calor para el techo. (MINKE 2004)

- 5.6 Aislamiento acústico: Las plantas reducen el ruido mediante la absorción (transformación de la energía sonora en energía de movimiento y calórica), reflexión y deflexión (dispersión). Investigaciones de un laboratorio suizo dieron como resultado, que una pesada alfombra de fieltro tiene menos capacidad de absorber el sonido que un césped. Mediciones sobre una cubierta natural de un hospital de Karlsruhe Alemania, demuestran que, en las fachadas ubicadas en las inmediaciones de la cubierta verde, a consecuencia de la absorción y la reflexión disminuida, el ruido del tránsito baja alrededor de 2-3 dB. En las

cubiertas verdes, en general, no es decisivo el efecto de absorción acústica de las plantas, sino del sustrato sobre el cual las plantas crecen. Para un ángulo vertical de incidencia del sonido, la capa de plantas consigue por absorción sólo una insignificante disminución del sonido de alta frecuencia, mientras que la absorción acústica de la capa de tierra con un espesor de 12 cm asciende aproximadamente a 10 dB, y para un espesor de 20 cm aproximadamente 46 dB.

- **5.7 Prolongación de la vida útil de la cubierta:** Los sistemas de naturación ayudan a proteger las cubiertas de fluctuaciones extremas de temperatura, los efectos negativos de la radiación ultravioleta y los daños accidentales de tráfico peatonal. (STVEN y KUHN 2001) (gráfica 5).



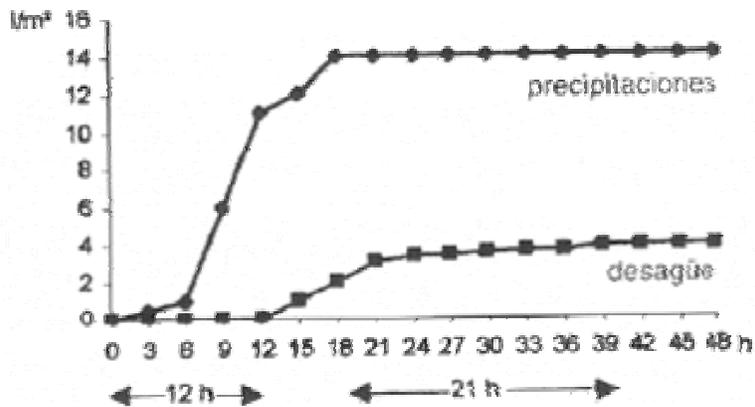
Gráfica 5 Gráficas comparativas de las fluctuaciones de temperatura de una cubierta convencional y una cubierta naturada. La gráfica de la izquierda indica la temperatura máxima de fluctuación de una cubierta convencional y la de la derecha la de una cubierta naturada. (DÜRR 1995)

- **5.8 Regulación de la humedad:** Las plantas también reducen las variaciones de humedad. Particularmente cuando el aire está seco evaporan una considerable cantidad de agua y elevan así la humedad relativa del aire. Según Robinette 1 hectárea de huerto evapora en un día caluroso de verano aproximadamente 1500 m³ de agua y un seto aproximadamente de 0.28 a 0.38

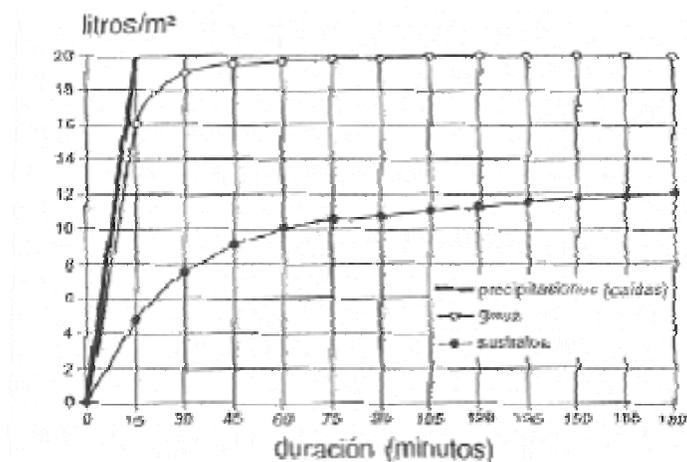
m³. Por otra parte, las plantas pueden disminuir la humedad del aire con la formación de rocío. Así se condensa la niebla sobre las hojas y tallos de una cubierta verde y luego pasa al sustrato en forma de gotas de agua (MINKE 2004). Un metro cuadrado de plantas con follaje puede evaporar más de ½ litro de agua en un día cálido, y hasta 700 litros anualmente (ARQMONIA 2009).

- 5.9 Capacidad de retención de agua: En una cubierta verde el agua de lluvia es almacenada en el sustrato, de donde es absorbida por las plantas y luego devuelta a la atmósfera mediante el proceso de evaporación y transpiración. Un estudio realizado para la ciudad de Portland, Oregón determinó que si la mitad de los edificios en el centro de la ciudad contaran con cubiertas verdes, (0.88 km²), se estima que 300 millones de litros de agua se mantenga anualmente. El estudio indicó que los vertidos de aguas de lluvia se reducirá entre el 11 y el 15% (STVEN y KUHN 2001). Según la Norma Alemana DIN 1986, parte 2, el coeficiente de desagüe para superficies de cubiertas naturadas con un mínimo de 10 cm de espesor, es de 0.3. esto significa, que sólo el 30% de la lluvia caída desagua y el 70% queda retenida en la cubierta verde o se evapora. Para cubiertas convencionales con las de 3° de inclinación debe, sin embargo, contarse con un desagüe de agua pluvial del 100%. Mediciones divulgadas por la Universidad de Kassel indican que el retraso del desagüe de agua pluvial después de una fuerte lluvia durante 18 horas en una cubierta verde de 12° de inclinación y 14 cm de espesor del sustrato fue de 12 horas. Terminó de desaguar la lluvia reciente 21 horas después de que dejara de llover (gráfica 6). En una prueba del Instituto del Estado Federado de Baviera para viticultura y horticultura en Veitshöchheim, se midió que en una cubierta con un sustrato de 10 cm de

espesor, para una intensidad de lluvia de 20 l/m² en 15 minutos, en el mismo tiempo, solamente desaguan 5 l/m², contra 16 l/m² en un techo de grava (gráfica 7) (MINKE 2004). Pero una cubierta verde no solo reducen el volumen de agua de lluvia que se derrama desde la cubierta, sino que también retarda el momento en que esto ocurre, debido al tiempo que demora el sustrato en saturarse. Esto conduce a una disminución de la cantidad de agua que llega a los sistemas de drenaje en los momentos de fuertes lluvias (ARQMONIA 2009). La cantidad de retención de aguas pluviales en una cubierta verde depende del sistema de naturación usado: las características del sustrato (capacidad de campo, porosidad, textura) y sistema de drenaje.



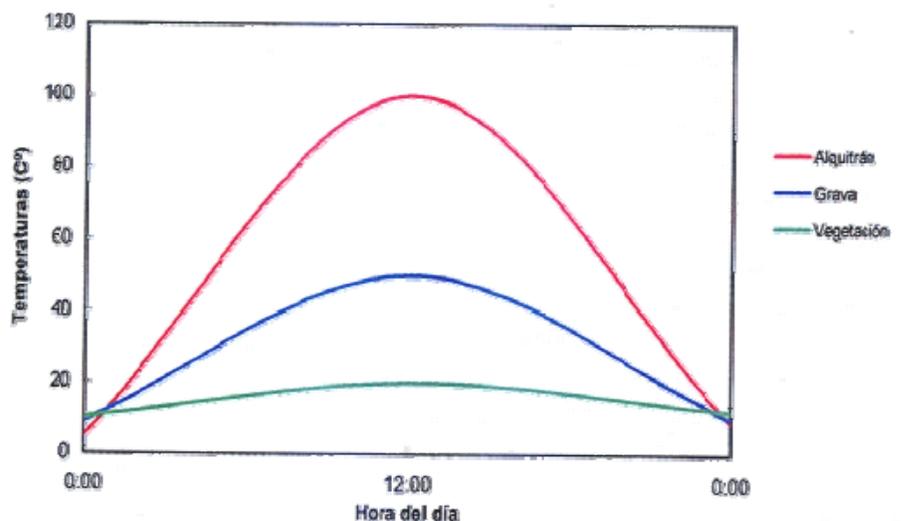
Gráfica 6 Volumen de precipitaciones y de desagüe pluvial medidos en una cubierta verde inclinada después de una lluvia continua de 18 horas de duración.



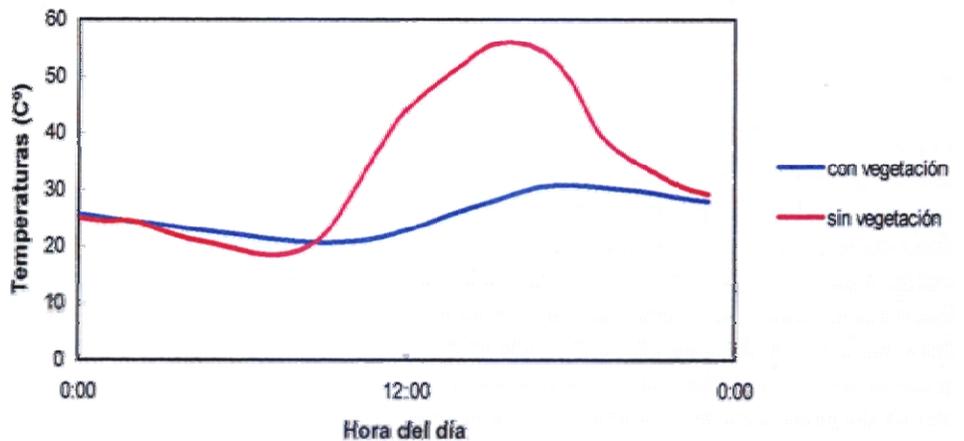
Gráfica 7 Desagüe pluvial de una cubierta con un sustrato de 10 cm de espesor en comparación con una cubierta plana con grava.

- 5.10 Reduce el efecto isla de calor: el efecto de isla de calor urbano es el aumento de la temperatura en zonas urbanas y suburbanas, en relación con los alrededores, debido al aumento de áreas pavimentadas y superficies duras. Este efecto aumenta el uso de electricidad para aire acondicionado y aumenta la velocidad a la que generan los procesos químicos contaminantes como el ozono troposférico. También agrava las enfermedades relacionadas con el calor (STVEN y KUHN 2001). La isla de calor urbana conjuntamente con las ondas de calor pueden elevar la formación de smog ya que se incrementan las tasas de reacciones fotoquímicas (CARDELINO y CHARMEIDES 1990) (SILLMAN y SAMSON 1995), y agravan el estrés por calor (*heat stress*). Si la frecuencia de las ondas de calor aumenta, también, el riesgo de muerte y la incidencia de enfermedades graves en grupos vulnerables (JÁUREGUI 2006).

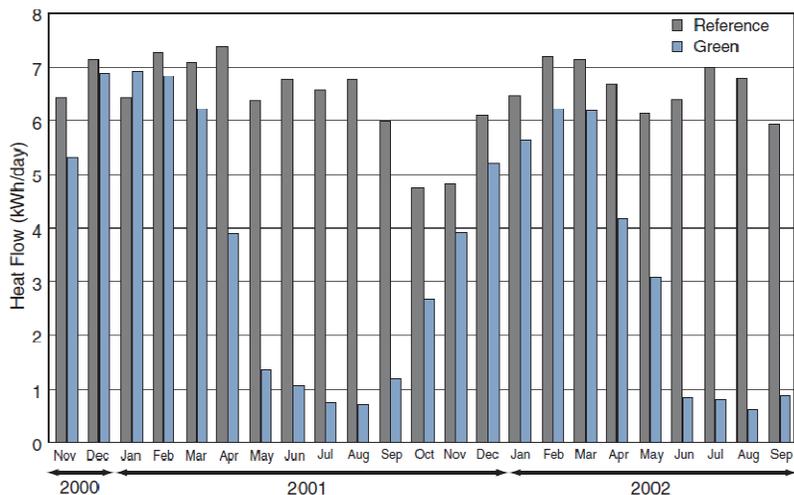
La naturación debido a su comportamiento térmico y físico reduce la temperatura de la superficie de la cubierta (gráfica 8, 9 y 10), y en conjunto la del ambiente, disminuyendo así el efecto de isla de calor.



Gráfica 8. Comportamiento térmico de superficies de cubiertas.
Krusche, Per-Ökologisches Bauen, Berlín 1982.



Gráfica 9 Temperatura superficial de cubiertas.
Krusche, Per-Ökologisches Bauen, Berlín 1982.



Gráfica 10 Gráfica comparativa de mediciones de flujo de calor sobre un techo convencional y uno naturado. National Research Council de Canadá

- 5.11 Protección contra incendio: La naturación en las cubiertas ofrece una protección ideal contra incendio para cubiertas propensas a tomar fuego. En Alemania las cubiertas verdes son válidas como incombustibles y son clasificadas como cerramientos superiores pesados. Una cubierta verde con 20 cm de sustrato de tierra y arcilla expandida, según Dürr (1995), tiene la capacidad de almacenar 90 mm de agua (igual 90

litros por m²)(MINKE 2004). Sin embargo, la vegetación en época de sequía puede presentar un riesgo de incendio debido a la cantidad de plantas secas presentes. Por ello se recomienda el uso de plantas con gran resistencia a la sequia y que la mayor parte del año se encuentre verde. En los lugares donde no exista vegetación, como circulaciones, áreas de descanso, zonas de instalaciones, etc., es preferible colocar materiales no combustibles, como la grava o concreto; además puede colocarse sistemas de alarma contra incendio para mayor seguridad (STVEN y KUHN 2001).

- 5.12 Creación de hábitats: Una cubierta verde se puede convertir en el hogar de insectos y aves, sobre todo aquellas diseñadas para tener poco mantenimiento, ya que será un lugar por el que las personas transitaran pocas veces. Contribuyendo así a la conservación de la biodiversidad (ARQMONIA 2009).

6. Avances tecnológicos

Los progresos tecnológicos son variados. Entre los principales están aquellos que han facilitado y acelerado la creación y ejecución de los proyectos arquitectónicos, los que han simplificado los sistemas de impermeabilización y aislamiento, y los que han permitido la elaboración de materiales más ligeros, duraderos y eficaces (láminas impermeabilizantes anti raíces, retenedores de agua, drenajes, etc.), las ayudas de obra han evolucionado y se han acelerado y facilitado los trabajos, existe una mejoría en las calidades de estructuras y otros elementos de la construcción, además apoyándose en la electrónica y en la informática se han podido medir muchos parámetros, adquiriéndose importante y profusa información sobre el funcionamiento de estas cubiertas en materia de aislamiento térmico, ahorro energético, análisis químico y edafológico, biología vegetal y efectos medioambientales.

Actualmente las cubiertas verdes han tenido un gran impulso debido a los avances que se han producido tanto en la construcción, desarrollo de técnicas y herramientas para el estudio, la investigación científica e instrumentos que mejoran el conocimiento, aplicación y construcción de este tipo de proyectos.

6.1 El uso de geosintéticos en las cubiertas verdes.

La búsqueda del desarrollo sustentable, hace imprescindible el desarrollo de nuevas tecnologías para prevenir la contaminación del aire, agua y suelo. La utilización de los geosintéticos en combinación con elementos naturales del suelo permite construir sistemas donde el resultado final es mayor a la suma de las características individuales de cada componente.

Etimológicamente, la palabra geosintético se deriva del griego geo (tierra) y synthesis (agrupar o juntar). Actualmente, este término se aplica a un grupo heterogéneo de productos elaborados a partir de polímeros (del griego Polys-Meros, que significa muchas partes), cuya aplicación permite reemplazar o incrementar las propiedades físicas, mecánicas, e hidráulicas del suelo (ver Anexo 11.2). Los polímeros más empleados en la fabricación de geosintéticos son: Polipropileno (PP), Poliéster (PET), Polietileno en redes (PE), Poliamida o Nylon (PA), Poliestireno (PS), Polietilenos de alta o baja densidad (HDPE y LDPE), Cloruro de polivinilo (PVC), Hule butilo (IIR), Polietileno clorado (CSPE), Policloropreno o Neopreno (CR), Monómero dieno propileno etileno (EPDM) (MURILLO 1990). La Tabla 2 muestra algunos de los materiales utilizados en la fabricación de geosintéticos. (LÓPEZ DE JUAMBELZ 2005)

POLÍMERO	GEOSINTÉTICO
Polietileno (PE)	Geotextil, geomembrana, geocelda, geotubo, geomalla, geocompuestos
Polipropileno (PP)	Geotextil, geomembrana, geocelda, geocompuestos
Polivinil clorado (PVC)	Geomembrana, geotubo, geocompuestos
Poliéster (PET)	Geotextil, geocelda
Nylon (PA)	Geotextil, geomembrana, geocelda, geotubo, geomalla, geocompuestos
Poliestireno (PS)	Geocompuestos, geoespumas

Tabla 2 Materiales utilizados en la fabricación de geosintéticos.

6.2 Funciones de los geosintéticos

Los geosintéticos incluyen una variedad de materiales de polímeros especialmente fabricados para uso en aplicaciones de tipo geotécnico, geoambiental, hidráulico y de ingeniería de transporte. Es conveniente identificar la función primaria de un geosintético, pudiendo ser de: separación, filtración, drenaje, refuerzo, contención de fluidos o control de erosión. En algunos casos los geosintéticos pueden tener doble función. A continuación se describen las principales funciones que cumplen los geosintéticos (R. BATHURST 2009):

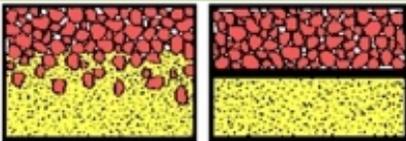


Imagen 38. Función de separación

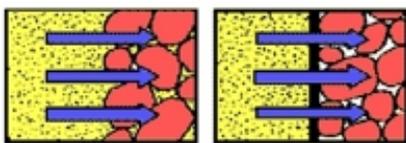


Imagen 39. Función de filtración

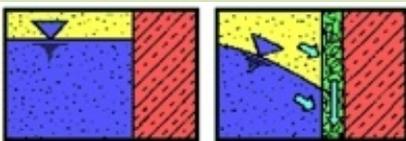


Imagen 40. Función de drenaje

- Separación: los geosintéticos actúan para separar dos capas del suelo que tienen diferentes distribuciones de partículas (imagen 38). Por ejemplo, los geotextiles son usados para prevenir que materiales de base penetren en suelos blandos de sustratos subyacentes, manteniendo la espesura de diseño y la integridad de la vía. También ayudan en la prevención del acarreamiento de granos finos en dirección de estratos granulares permeables.
- Filtración: los geosintéticos actúan en forma similar a un filtro de arena permitiendo el movimiento de agua a través del suelo y reteniendo las partículas traídas por el flujo (imagen 39). Por ejemplo, los geotextiles son usados para prevenir la migración de agregados de los suelos o la formación de canalículos cuando se tiene drenaje en el sistema. Los geotextiles son usados para la prevención de la erosión.
- Drenaje: los geosintéticos actúan como drenes para conducir el flujo a través de suelos menos permeables, o crearlos donde no existe suelo (imagen 40).

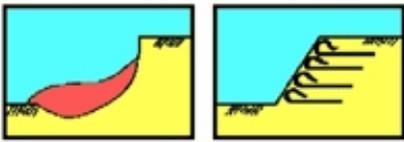


Imagen 41. Función de refuerzo

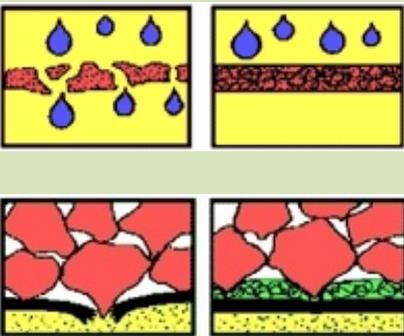


Imagen 42. Función de contención



Imagen 43. Función de Control erosión

- Refuerzo: actúan como elemento de refuerzo dentro de la masa de suelo o en combinación con el propio suelo para producir un compuesto que mejore las propiedades de resistencia y deformación (imagen 41). Por ejemplo, geotextiles y geomallas son usados para adicionar resistencia a tracción a la masa del suelo y posibilitar paredes de suelo reforzado verticales o casi verticales.
- Contención de Fluido-Gas (barrera): los geosintéticos actúan como una barrera impermeable para fluidos y gases (imagen 42). Por ejemplo, geomembranas, películas finas de geotextil, revestimientos de arcilla geosintética (GCLs), y geotextiles revestidos son usados como barreras que impiden el flujo de líquidos y gases. Esta función es usada también en pavimentos, encapsulación de suelos expansivos y contenedores de desperdicios.
- Control de erosión: los geosintéticos actúan para reducir la erosión del suelo causado por el impacto de lluvias y escorrentía de aguas de superficie (imagen 43). Por ejemplo, mantas temporales de geosintéticos y tapetes livianos permanentes son colocados sobre taludes evitando la exposición del suelo. Barreras de geotextil son usados en la retención de partículas traídas por la escorrentía superficial.

6.3 Clasificación de los geosintéticos

Los geosintéticos pueden ser ampliamente clasificados según el método de manufactura. Las actuales denominaciones son (R. BATHURST 2009):



Imagen 44 Geotextiles

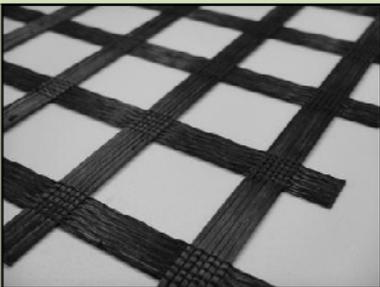


Imagen 45 Geomalla



Imagen 46 Geomembrana

- Geotextiles: son mallas de fibras o hilos tejidos, no tejidos, atados o cosidos. Las mantas son flexibles y permeables y generalmente tienen la apariencia de un tejido (imagen 44). Son usados en aplicaciones de separación, filtración, drenaje, refuerzo y control de erosión. Dentro de los sistemas de naturación los geotextiles generalmente son usados como filtros; se encuentran entre el sustrato y la capa drenante, el cual permite que el agua fluya hacia el geodren, reteniendo el medio de sembrado. El filtro usualmente comprende una o dos capas de geotextil, donde una de las capas puede ser tratada con un inhibidor de raíces (cobre o herbicida suave).
- Geomallas: son materiales geosintéticos que tienen una apariencia de malla abierta (imagen 45). La principal aplicación de las geomallas es el refuerzo de suelos (R. BATHURST 2009). En los sistemas de naturación son ocupados en ocasiones para retener el sustrato en cubiertas inclinadas.
- Geomembranas: son láminas continuas y flexibles elaboradas de uno o más materiales sintéticos (imagen 46). En los sistemas de naturación son usadas como capas impermeables que se aplican sobre el suelo o sobre estructuras de concreto, el término se acuña inicialmente como una analogía a las capas de arcilla compactada que sirven como barrera impermeable. Son capas delgadas, desde 0.5 hasta 2.5 mm de espesor, se fabrican en cloruro de polivinilo (PVC), polietileno de alta o baja densidad (PEAD/PEBD) y de otros materiales más resistentes a las agresiones químicas (petrogard, hypalon).

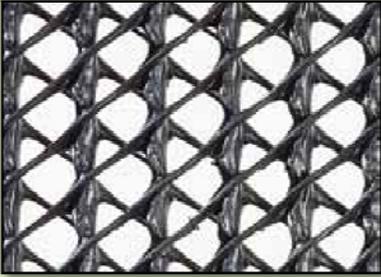


Imagen 47 Geored

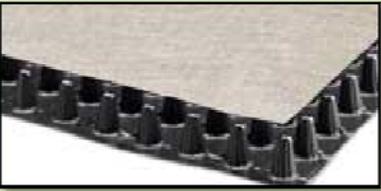


Imagen 48 Geocompuesto



Imagen 49 Geopipes

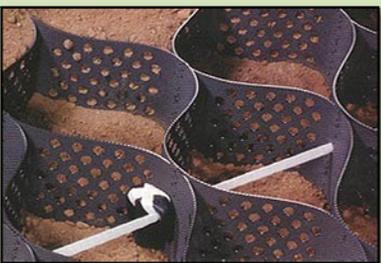


Imagen 50 Geoceldas

- Georedes: son materiales tipo malla abierta formados por dos conjuntos de hebras poliméricas gruesas y paralelas interactuando en un ángulo constante. La malla forma una manta con cierta porosidad que es usada para llevar relativamente grandes cantidades de fluido o gases internamente (imagen 47).
- Geocompuestos: son geosintéticos hechos de una combinación de dos o más tipos de geosintéticos (imagen 48). Algunos ejemplos son: geotextil-geored; geotextil-geomalla; geored-geomembrana, geodren-geotextil. En los sistemas de naturación el geocompuesto más usado es el geodren, que se coloca entre el geotextil y la geomembrana. El espesor del geodren es usualmente menor de 20 mm, pero un espesor mayor puede proporcionar aislamiento y restricción en raíces. Están formados por un núcleo o corazón de poliestireno de alto impacto, algunos están forrados por un geotextil. El núcleo o corazón forma el área hidráulica del geocompuesto, el geotextil, tejido o no tejido, forma el filtro, para evitar la migración del suelo y el taponamiento del geocompuesto.
- Tubos ranurados (Geopipes o Geotubos): son tubos poliméricos perforados o de pared sólida usados para drenaje de líquidos o gases (incluyendo aguas lixiviadas o colecta de gas en aplicaciones de rellenos sanitarios). En algunos casos el tubo perforado es cubierto con filtro de geotextil. En las cubiertas verdes en ocasiones son ocupados como elementos drenantes (imagen 49).
- Geoceldas: son redes tridimensionales relativamente gruesas construidas por tiras de planchas de polímero. (imagen 50). Las tiras son juntadas para perforar celdas interconectadas que son rellenas con suelo y ocasionalmente concreto. En los sistemas de naturación son usados en cubiertas inclinadas, para

evitar el deslizamiento y pérdida del sustrato. En algunos casos las geoceldas de tiras de poliolefina de 0.5 m a 1.0 m de ancho han sido conectadas con barras verticales de polímero para formar estratos profundos de geoceldas llamados geocolchones.



Imagen 51 Geoespuma

- Geoespuma: son bloques o tablas creados por expansión de espuma de poliestireno para formar una red de baja densidad de celdas cerradas llenas de gas (imagen 51). La geoespuma es usada como aislante térmico, en algunos de los sistemas de naturación, su posición depende del sistema a usar, aunque generalmente se coloca sobre la impermeabilización. También se usa para reducir presiones de tierra contra paredes rígidas.

En la Tabla 3 se muestra en forma sintetizada el tipo de geosintético, sus características y su función (LÓPEZ DE JUAMBELZ 2005).

GEOSINTÉTICO	CARACTERÍSTICAS	FUNCIÓN
geotextil	Telas permeables de polímero de hilo continuo	Separar, revestir, filtrar, evitar erosión
tejidas	Fibras orientadas en dos direcciones	Alta resistencia a la tensión, refuerzo
no tejidas	Fibras con acomodo aleatorio, unidas por calor o punzonado	Transmisibilidad de flujo en un plano, drenaje
geomembrana	Lámina de baja permeabilidad, por extrusión, calandreo o impregnación del sustrato con polietileno, vinilo, butilo, neopreno.	Control de la migración de fluidos
geored	Estructura en forma de red	De acuerdo a la conformación
orientada	Láminas perforadas de polietileno o propileno de alta densidad, tensadas por alargamiento	
mono	Tensadas longitudinalmente en forma uniaxial formando costillas en forma rectangular o de elipse	Estabilización
bi	Tensadas longitudinal y transversalmente en forma biaxial formando parrillas casi cuadradas	Refuerzo
no orientada	Por extrusión en arreglos geométricos regulares	Alta permeabilidad en un plano, conducción de líquidos
geodren	Combinación de redes no orientadas con geotextiles no tejidos, lo que forma un dren de alto flujo	Conduce y filtra líquidos, en sistemas de impermeabilización para eliminar fugas
geocompuesto	Combinación de características	
geotextil con arcilla	Geotextil o geomembrana sellado en las orillas y con una capa intermedia de bentonita	Impermeabilizante flexible que permite continuidad de material
combinación de geosintéticos	Dos o más geosintéticos cuyas principales funciones se mezclan para dar nuevas soluciones a problemas específicos	Infinidad de funciones
geocelda	Tridimensional a partir de geotextiles o geomembranas	Confinamiento de suelo, control de erosión o plantación
geomalla	Estructura tridimensional	Retener suelo, detener escurrimiento, siembra o plantación

Tabla 3. Clasificación de los geosintéticos.

7. Mediciones

Es importante conocer el comportamiento térmico de los sistemas de naturación para así poder crear predicciones acerca de su forma de actuar al ser incluido a una edificación.

Para conocer el comportamiento del sistema de naturación es necesario saber cómo se comporta cada parte del sistema. Conocemos que un sistema de naturación se conforma básicamente de tres elementos:

1. Materiales inertes. Materiales faltos de vida y movimiento, que cumple las funciones de: impermeabilización, inhibidores de raíces, dren y filtro. Actualmente el uso de geosintéticos que cumplan estas funciones es muy común, aunque su costo es mayor.
2. Capa de sustrato. Es una mezcla que cumple la función de soporte de la vegetación, dado que en ella se realiza el anclaje del sistema radicular de ésta; además de brindarle los nutrientes necesarios para su pleno desarrollo.
3. Vegetación. Elemento vivo, que cubre la mayor parte de la cubierta. Existen distintas especies aptas para su uso en las cubiertas verdes.

Es necesario conocer las características físicas y térmicas propias de cada elemento del sistema de naturación, dado que con ello se conocerá su comportamiento dentro del sistema.

Las principales características que influyen dentro del comportamiento físico-térmico de cada material inerte son: densidad, conductividad térmica y calor específico.

Dentro de los materiales inertes utilizados para el sistema de naturación propuesta se eligieron diferentes tipos de geosintéticos.

Las mediciones de calor específico y conductividad térmica se realizaron en el Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM, dirigidas por el Químico Miguel Ángel Canseco Martínez; utilizando el Conductivímetro RAPID K, Dynotech R/D COMPANY Cambridge Mass.

Para poder realizar las mediciones se tomaron en cuenta algunas de las Normatividades creadas por la Organización American Society for Testing and Materials (ASTM), como son la Norma C 177 97, con referencia para la medición de la conductividad térmica, C 351 92 y C 1185 99 para calor específico y densidad, así como también la C 687 02 como guía para realizar pruebas de laboratorio.

Características físicas a medir:

- Conductividad térmica: propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor.
- Calor específico: cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado.



Imagen 52 Imagen de Conductivímetro

7.1 Descripción del Equipo

RAPID K, Dynotech R/D COMPANY Cambridge Mass (imagen 52).

Equipo que mide la Conductividad térmica de los materiales. Consta de dos placas metálicas horizontales con 16 termopares ubicados en forma de red, en cada una de las placas.

El equipo opera a través de un flujo constante de calor unidireccional, lo cual permite determinar la conductividad térmica mediante la ecuación:

$$K = (QL/\Delta T) * A$$

Donde:

K= Conductividad térmica en W/m °C

L= Espesor de la muestra en cm

A= Área de la muestra en m²

Q= Flujo de calor en W.

ΔT= Diferencia de temperaturas en °C

El valor del calor específico se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Cp = Q/\Delta T$$



Imagen 53 Imagen de F1



Imagen 54 Imagen de F2



Imagen 55 Imagen de F3



Imagen 56 Imagen de F4

7.2 Procedimiento

El procedimiento para realizar las mediciones fue el siguiente:

1. Seleccionar los materiales inertes a medir. Generando una Tabla de reconocimiento, mencionando las características principales de cada uno dadas por el fabricante (ver Anexo 11.1).

Material inerte	
F1	Geomembrana de PVC con refuerzo de poliéster (imagen 53).
F2	Geotextil Anti-raíz de polipropileno tejido (imagen 54).
F3	Membrana impermeabilizante de llanta reciclada (imagen 55).
F4	Geodren de poliestireno recubierto con filtro textil (imagen 56).
F5	Sustrato
F6	Sistema completo

Tabla 4 Tabla de identificación de materiales inertes a medir

2. Realizar un Sistema Aleatorio que proporcione el orden de medición de los materiales (CARBAJAL 2009). Cada material fue medido 4 veces denominadas a, b, c y d.

DIA	MUESTRA	DIA	MUESTRA
03/11/2008	Fibra de vidrio		
05/11/2008	CAJA	24/11/2008	F1d
05/11/2008	F1a	25/11/2008	F4d
06/11/2008	F2a	25/11/2008	F3d
06/11/2008	F4a	26/11/2008	sustrato
07/11/2008	F3a	26/11/2008	sustrato
08/11/2008	F3b	28/11/2008	sustrato
18/11/2008	F1b	28/11/2008	sustrato
19/11/2008	F2b	01/12/2008	s. completo
19/11/2008	F4b	02/12/2008	s. completo
20/11/2008	F1c	02/12/2008	s. completo
20/11/2008	F4c	03/12/2008	s. completo
21/11/2008	F2c	04/12/2008	s. completo
21/11/2008	F3c	16/01/2009	Fibra de vidrio
22/11/2008	F2d	19/01/2009	s. completo

Tabla 5 Sistema Aleatorio para mediciones

3. Proceso de Calibración del Equipo Conductivímetro RAPID K, Dynotech R/D COMPANY Cambridge Mass. consiste en colocar una placa de fibra de vidrio lisa, espesor 2", color amarillo apoco, dimensiones 30 x 30 cm, dentro del Equipo ajustando hasta que sea comprimida por las dos placas. Posteriormente se selecciona el rango de temperaturas al que trabajará el equipo, así se pone en funcionamiento hasta que se estabilice el flujo de calor. Este proceso según las Normas ASTM debe cumplir con un periodo de 24 horas, para poder validar los resultados de las mediciones.
4. Posteriormente a la calibración del Equipo, se deben seleccionar la temperatura máxima 50°C (superficie inferior), mínima 10°C (superficie superior).
5. Ya seleccionadas las temperaturas se introduce la muestra al equipo y se fija con la palanca ubicada en la parte lateral del equipo, hasta que se encuentre entre las dos placas metálicas, sin ningún espacio vacío.
6. Se presiona el botón blanco de inicio, una vez presionado se encenderá una luz roja que empezará a oscilar hasta que se obtienen las temperaturas seleccionadas.
7. Una vez estabilizadas las temperaturas se toma el registro de los datos (valor de Q).

7.3 Resultados de las mediciones

Realizando la sustitución de los datos obtenidos por el Conductivímetro RAPID K, Dynotech R/D COMPANY Cambridge Mass en las ecuaciones antes mencionadas se obtuvieron los siguientes resultados (CARBAJAL 2009):

PRUEBA	VALOR					
	Imper. Geomembrana	Malla Antiraíz	Imper. Llanta reciclada	Dren Geocompuesto	SUSTRATO	SISTEMA
Conductividad $\lambda = W/m \text{ } ^\circ C$	0.0014	0.0014	0.0034	0.0263	0.1497	0.1075
	0.0013	0.0017	0.0053	0.0318	0.0926	0.1019
	0.0010	0.0012	0.0058	0.0325	0.0938	0.0998
	0.0014	0.0017	0.0052	0.0308	0.0911	0.0942
						0.0967
						0.0449
Media $\lambda = W/m \text{ } ^\circ C$	0.001	0.002	0.005	0.030	0.107	0.091
Calor específico $C_p = kJ/kg \text{ } ^\circ C$	0.1471	0.1544	0.1633	0.1034	0.1079	0.0945
	0.1751	0.1869	0.1627	0.1278	0.1094	0.0926
	0.1908	0.1778	0.1772	0.1275	0.1062	0.0873
	0.1812	0.1736	0.1745	0.1596	0.0997	0.0897
						0.0930
						0.0913
Media $C_p = kJ/kg \text{ } ^\circ C$	0.174	0.173	0.169	0.130	0.106	0.091

Tabla 6 Resultados de mediciones térmicas de los materiales inertes seleccionados (CARBAJAL 2009).

Con los resultados obtenidos de las características térmicas de los materiales inertes analizados, puede efectuarse un cálculo térmico de las cubiertas con el sistema de naturación, para poder así obtener el comportamiento térmico de la cubierta verde dentro de una edificación.

8. Reflexión

La aplicación de sistemas sustentables a nuestra vida cotidiana es un tema importante actualmente, debido al deterioro que se ha causado al ambiente.

Hoy en día es indispensable comenzar a utilizar elementos, sistemas, productos, equipos y demás herramientas que no causen o minimicen su impacto negativo al ambiente. Es necesario implementar tecnologías que reduzcan el consumo energético (sobre todo de energías no renovables).

En arquitectura esta visión se logra incluyendo sistemas o estrategias de diseño sustentable. El uso de naturación en las edificaciones es una respuesta a esta demanda de acciones responsables y conscientes de protección ambiental (además de muchos otros beneficios que conlleva la implementación de cubiertas verdes en las construcciones; por ello es importante investigar y dar a conocer estas técnicas para así difundir su aplicación.

El uso de tecnologías ambientales como elementos de diseño en la arquitectura fomentará una visión integral, y creará proyectos arquitectónicos incluyentes, dotados de nuevos valores y cualidades.

8. Conclusiones

El trabajo realizado en este documento abarca los estudios realizados durante el primer año del proyecto de investigación PAPPIT “Quinta Fachada: una propuesta técnica y estética” realizado en el CIEP Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado, Facultad de Arquitectura UNAM.

Durante este periodo se realizó el estudio sobre Cubiertas Verdes a partir de diferentes perspectivas, desde el análisis histórico y evolutivo, hasta los diferentes tipos de sistemas, materiales que los conforman, sus características y beneficios.

Se han obtenido resultados que servirán para estudios posteriores, como son los datos térmicos de los materiales inertes, que servirán para realizar el cálculo térmico de manera completa. Así como también el catálogo de especies vegetales aptas para los sistemas de naturación que deberá ser comprobado para los distintos tipos de clima.

La consulta de investigaciones con características similares al proyecto en desarrollo en diferentes partes de México y del mundo, ha provisto de material comparativo y de referencia para las siguientes fases del proyecto.

El Participar dentro del proyecto de investigación PAPPIT “Quinta Fachada: una propuesta técnica y estética”, me ha permitido ampliar mi perfil profesional, conocer diferentes formas de afrontar y resolver problemas, realizar trabajo interdisciplinario, pero sobre todo visualizar a la arquitectura como una profesión dotada de grandes valores y cualidades.

El estudio sobre el tema de Cubiertas Verdes es limitado en México, no se tiene suficiente información ni acceso a este tipo de tecnologías, por ello es de suma importancia profundizar y crear nuevas investigaciones que apoyen su conocimiento y aplicación en nuestro país.

9. Bibliografía

ARQMONIA. <http://arqmonia.blogspot.com/2009/02/los-techos-verdes.html>. 2009. (último acceso: Noviembre de 2009).

Augustenborg's Botanical Roof Garden and Scandinavian Green Roof Institute. 2009. <http://www.greenroof.se/>.

BATHURST, R.J. «International Geosynthetics Society – IGS.» 2009. <http://www.geosyntheticssociety.org/> (último acceso: 2009).

BATHURST, Richard J. *International Geosynthetics Society – IGS*. <http://www.geosyntheticssociety.org>.

CARBAJAL, Jazmín. *Diseño Térmico De Azotea Verde En Clima Cálido Subhúmedo*. Tesis de Maestría, México: UNAM, 2009.

CARDELINO, C., y W. CHARMEIDES. «Natural hydrocarbons, urbanization and urban ozone.» *Journal of Geophysical Research*, 1990.

CGCMIRASI. <http://cgcmirasi.com>. 2009.

CNN, EXPANSIÓN. http://www.sma.df.gob.mx/saladeprensa/noticias/descargas/2008/febrero/190208_azoteas_verdes_aumento_plusvalla.pdf. 19 de Febrero de 2008. (último acceso: 17 de Abril de 2008).

CONABIO. *Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad*. 2009. <http://www.conabio.gob.mx/>.

DE FELIPE, Isabel. «Naturación Urbana en el Ámbito Internacional.» En *Naturación Urbana: cubiertas ecológicas y mejora medio ambiental.*, de BRIZ Julián, 18-19. Madrid: Grupo Mundi-Prensa, 2004.

DIAZ, Melissa. *Cálculo del cambio de temperatura atmosférica debido al cambio de albedo. Aplicación para la Ciudad de México mediante la implementación de "Techos Verdes"*. México, 2008.

DÜRR, A. *Roof Greening; An Ecological*. 1995.

GÓMEZ, César. «El Componente Vegetal en la Naturación de Azoteas.» En *Naturación Urbana: cubiertas ecológicas y mejora medio ambiental.*, de BRIZ Julián. Madrid: Grupo Mundi-Prensa, 2004.

GONZÁLEZ, Antonia, Virginia FLORES, y Samuel GARCÍA. *Guía de identificación de plantas útiles para la cobertura de azoteas urbanas*. México: Universidad Autónoma de Chipingo, 2004.

GUERRERO, Francisca, y Alberto MASAGUER. «Utilización de Sustratos en la Naturación Urbana.» En *Naturación Urbana: cubiertas ecológicas y mejora medio ambiental.*, de BRIZ Julián. Madrid: Grupo Mundi-Prensa, 2004.

JÁUREGUI, E. «Are heat waves increasing their frequency in Mexico City?» *Sixth International Conference on Urban Climate*. Suecia, 2006.

JAUREGUI, E. *Heat island development in Mexico City*. Vol. vol. 31. 1997.

KÖHLER, Manfred, Marco SCHMIDT, y Jack SICKERMANN. «Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido.» *GRÜNDÄCHER UND NIEDERSCHLAGSRETENTION*. Petrolina, 2001. 5.

LÓPEZ DE JUAMBELZ, Rocío. *Taludes: aspectos formales y técnico*. México DF: UNAM, 2005.

MARTÍNEZ, Andres. *Habitar la cubierta*. Barcelona: Gustavo Gili, 2005.

MARTÍNEZ, Maximino. *Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas*. México: Fondo de Cultura Económica , 1994.

MINKE, Gernot. *Techos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos*. Montevideo, Uruguay: Fin de siglo, 2004.

MURILLO, Rodrigo. «Hidráulica de Geosintéticos.» En *Simposio sobre Geosintéticos*, de Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos A. C., 69. México DF, 1990.

NEILA Javier, BEDOYA César, BRITTO Celina. «La Cubierta Ecológica en el Contexto de la Arquitectura Bioclimática.» En *Naturación Urbana: cubierta ecológica y mejora medioambiental*, de BRIZ Julián, 254-255. Madrid: Grupo Mundi-Prensa, 2004.

«Norma Ambiental para el Distrito Federal Proy-Nadf-013-Rnat-2007.» Gaceta Oficial del Distrito Federal, México, 2008.

PÉREZ, Jesús, y Alberto DEL RÍO. «La Cubierta Ajardinada como Medio de Integración Ecológica.» En *Naturación Urbana: cubiertas ecológicas y mejora medio ambiental.*, de BRIZ Julián. Madrid: Grupo Mundi-Prensa, 2004.

Reyes, Jerónimo. «Establecimiento de Azoteas Verdes y Nauración.» *Cómo establecer una azotea verde*. México, 2008.

SILLMAN, S., y P.J. SAMSON. «The impact of temperature on oxidant formation in urban, polluted rural and remote environments.» *Journal of Geophysical*, 1995.

SMA, Secretaria del Medio Ambiente.
<http://www.sma.df.gob.mx/intranet/privados/smablog/index.php?entry=entry080415-142337>. 15 de Abril de 2008.
(último acceso: Noviembre de 2008).

STVEN, Peck, y Monica KUHN. *Design guidelines*. 2001.

10. Glosario

Aislamiento: Sistema o dispositivo que impide la transmisión de la electricidad, el calor, el sonido, etc.

Biodiversidad: Variedad de especies animales y vegetales en su medio ambiente.

Biotopo: *Biol.* Territorio o espacio vital cuyas condiciones ambientales son las adecuadas para que en él se desarrolle una determinada comunidad de seres vivos.

Calor específico: *Fís.* Cantidad de calor que por unidad de masa necesita una sustancia para que su temperatura se eleve un grado centígrado.

Condensación: Acción y efecto de condensar. Convertir un vapor en líquido o en sólido.

Conductividad térmica: *Fís.* Propiedad que tienen los cuerpos de transmitir el calor

dB Decibelio: *Fís.* Unidad empleada para expresar la relación entre dos potencias eléctricas o acústicas; es diez veces el logaritmo decimal de su relación numérica.

Densidad: *Fís.* Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3).

Edafológico: relativo a la ciencia que trata de la naturaleza y condiciones del suelo, en su relación con las plantas.

Endémica: *Biol.* Propio y exclusivo de determinadas localidades o regiones.

Escorrentía: f. Agua de lluvia que corre por la superficie de un terreno.

Evapotranspiración: pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación. Se expresa en mm por unidad de tiempo.

Fluctuación: Diferencia entre el valores.

Geosintético: es el término utilizado para describir una variedad de polímeros en general.

Hábitat: *Ecol.* Lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal.

Inerte: Sin vida.

Intemperie: A cielo descubierto, sin techo ni otro reparo alguno.

Isla de calor: el efecto de isla de calor urbano es el aumento de la temperatura en zonas urbanas y suburbanas, en relación con los alrededores.

Lixiviado: Es el líquido producido cuando el agua fluye a través de cualquier material permeable

Morfología: es la disciplina encargada del estudio de la forma y estructura de un organismo o sistema

Naturación: es el tratamiento técnico de superficies verticales, horizontales e inclinadas con vegetación.

Parámetro: m. Dato o factor que se toma como necesario para analizar o valorar una situación.

Perenne: *Bot.* Que vive más de dos años

Permeabilidad: adj. Que puede ser penetrado o traspasado por el agua u otro fluido.

Polimerización: f. Reacción química en la que dos o más moléculas se combinan para formar otra en la que se repiten unidades estructurales de las primitivas y su misma composición porcentual cuando estas son iguales.

Polímero: m. Compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas.

Punzonamiento: es un esfuerzo producido por un efecto puntual sobre un plano de apoyo.

Radicular: adj. Perteneciente o relativo a las raíces.

Rocío: m. Vapor que con la frialdad de la noche se condensa en la atmósfera en muy menudas gotas, las cuales aparecen luego sobre la superficie de la tierra o sobre las plantas.

Sistema radical: Conjunto de raíces de una planta

Sustentable: aquel que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.

Sustrato: *Biol.* Lugar que sirve de asiento a una planta o un animal fijo.

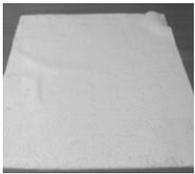
Utópica: Concepción de una sociedad ideal en la que las relaciones humanas se regulen mecánica o armoniosamente.

11. Anexos

11.1 Catálogo de Materiales Inertes (Geosintéticos).

	Material	Geomembrana de PVC con refuerzo de poliéster		
	Producto	Plastigeo		
	Empresa	Comercializadora la Marina		
	Contacto	Blvd. Manuel Ávila Camacho No. 570, Col El Conde C.P. 53500, Naucalpan, Edo. México http://www.lonaslamarina.com.mx		
	Características	Peso	610 g/m ²	
		Espesor	0.48 mm	
		Conductividad Térmica	0.001 W/ m °C	
Calor específico		0.174 KJ/ Kg °C		

	Material	Geotextil fabricado con monofilamento plano de polipropileno de alta densidad y estabilizado con aditivos y antioxidantes para protección contra los rayos U.V.		
	Producto	Malla Ground cover		
	Empresa	ARPIPLASTIC		
	Contacto	Miguel Hidalgo No. 867 Col. Sta. Ma. Aztahuacán C.P. 09500 México D.F. http://www.arpiplastic.com.mx/		
	Características	Peso	142.4 g/m ²	
		Espesor	0.58 mm	
		Conductividad Térmica	0.002 W/ m °C	
Calor específico		0.173 KJ/ Kg °C		

	Material	Membrana impermeabilizante de llanta reciclada		
	Producto	Impermeabilizante a base de llanta reciclada		
	Características	Espesor	2 mm	
		Conductividad Térmica	0.005 W/ m °C	
Calor específico		0.169 KJ/ Kg °C		

	Material	Geodren prefabricado de poliestireno recubierto por un filtro textil de polipropileno no tejido.		
	Producto	DREN PREFABRICADO AMEDRAIN 500		
	Empresa	GEOPRODUCTOS MEXICANOS		
	Contacto	Francisco I. Madero 113, Barro San Miguel, C.P. 08650 Iztacalco, México, D.F. http://www.geoproductos.com.mx		
	Características	Peso	0.93 kg/m ²	
		Espesor	11 mm de relieve	
		Drenaje	flujo 200 l/min-m	
Conductividad Térmica		0.030 W/ m °C		
Calor específico		0.130 KJ/ Kg °C		

11.2 Distribuidores de Geosintéticos en México

Polilainer de México, S.A. de C.V.

Eje Central Lázaro Cárdenas # 630 P.B
 C.P. 03400, México D.F.
<http://www.polilainer.com.mx>

Geosintéticos de México

Tebas 218, Col. Analco
 C.P. 62166, Cuernavaca Morelos
<http://www.geosinteticos.com.mx>

Geosintéticos de México

Insurgentes sur 1991 Torre A Desp. 100 B
 Col Guadalupe Inn C.P. 01020, México D.F.
<http://www.geosistemas.net>

Recubrimientos y Protecciones de la Construcción S.A de C.V.

Insurgentes sur #319-102, Col. Hipódromo,
 Del: Cuauhtémoc
 C.P. 06100, México D.F.
<http://www.repco-mex.com/principal.htm>

Soluciones Ambientales Integrales, S.A. de C.V.

Calvario No. 1, Col. Tlalpan Centro
 C.P. 14000, México, D.F.
<http://www.geosai.com>

Geo-Productos Mexicanos

Francisco I. Madero #113, Col. Barrio San Miguel
 C.P.08650, México D.F.
<http://www.geoproductos.com.mx>

Estrategia en Ventas Industriales S.A. de C.V.

Calle Córdoba #5 Desp. 7, Colonia Roma
 C.P. 06700, México D.F.
<http://www.evi.com.mx>

Texsa América

Electrón N°16, Parque Industrial Naucalpan
 C.P. 53370, Naucalpan, Estado de México
<http://www.texsa.com/mx/>

Geomembranas & Geosintéticos

Av. Azcapotzalco No. 340, Col. Ángel Zimbrón
C.P. 02099, México, D.F.
<http://www.geoygeo.com>

Ecomex

<http://www.ecomex.com.mx>

Maccaferri de México, S. A. de C. V

Galileo 20-401, Col. Polanco
Chapultepec México, D.F. C.P. 11560

Gaviones Lemac

Morelos 1300 Nte.
Ramos Arizpe Coah. Mex.
<http://www.lemac.com.mx>

ML Ingeniería

Av. Insurgentes Sur No.1991, Torre A Desp.100-A,
Col. Guadalupe Inn, Álvaro Obregón,
México, DF, C.P. 01020

Promotora Mexicana de Industrias, S.A. de C.V.

Calzada de la Naranja 167 1er Piso
Fracc. Ind. Alce Blanco Naucalpan, Edo. México, 53370
<http://www.promotoramexicana.com>

Grupo Nork Internacional S.A. de C.V.

Periférico Sur #1499
Col. Alfonso Trece, Del. Álvaro Obregón,
México D. F. C.P. 54600
<http://www.norkply.com/contacto.html>

11.3 La vegetación en las cubiertas verdes.

Se debe de puntualizar desde un principio que la naturación de los edificios, en general, de terrazas o cubiertas, no es exactamente una jardinería en el sentido clásico que conocemos; debido a que un jardín convencional demanda mayores requerimientos, tanto en la instalación cómo en su mantenimiento, lo que hace que su precio sea elevado, y en ocasiones no posee un valor de ahorro energético. Por lo cual se trata que la naturación en cubiertas consiga el efecto de jardín con las cualidades convencionales pero con mínimos o nulos cuidados, por lo que la selección de especies vegetales debe responder a este tipo de características.

Al elegir las especies para la naturación en las edificaciones existen una serie de criterios que se deben tomar en cuenta para poder obtener mejores resultados. Es importante que la vegetación no requiera de cuidados o mantenimiento especializado, sino que viva con cuidados escasos o nulos, ya que lo que se pretende con una cubierta verde es reducir costos, y lograr un aprovechamiento y ahorro energético. En su mayoría se pretende el uso de plantas perennes que cubran la superficie por la mayor parte del tiempo, para prevenir posibles incendios producidos por permitir zonas con vegetación seca expuesta a largos periodos con temperaturas altas. Otra característica a tomar en cuenta es la resistencia a materiales y elementos contaminantes, dado que la mayoría de las cubiertas actualmente se ubican dentro de zonas urbanas. La capacidad para extenderse horizontalmente y poder cubrir mejor la mayor parte de la superficie de la cubierta es una característica muy deseada en la selección de especies, dado que esto logra que el sustrato debajo de la vegetación mantenga niveles de humedad lo que permite minimizar la frecuencia de riego y costo de

mantenimiento; además de contribuir de mejor manera al comportamiento térmico de la cubierta (GÓMEZ 2004).

A continuación se muestra el Catálogo de Especies vegetales aptadas para su uso en cubiertas verdes, generado a partir de las investigaciones realizadas en México por la Universidad Autónoma de Chapingo, el Curso "Cómo establecer una cubierta verde", impartido por el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM, y de artículos de investigación (GONZÁLEZ, FLORES y GARCÍA 2004) (KÖHLER, SCHMIDT y SICKERMANN 2001) (REYES 2008):



Familia	Aizoaceae
Nombre Científico	<i>Trianthesma portulacastrum</i> L.
Nombre Común	Vergolada blanca



Familia	Amaranthaceae
Nombre Científico	<i>Amaranthus hybridus</i> L.
Nombre Común	Quelite bleado



Familia	Amaranthaceae
Nombre Científico	<i>Gomphrena decumbens</i> Jacq.
Nombre Común	Cabezona o amor seco.



Familia	Commelinaceae
Nombre Científico	<i>Tripogandra purpurascens</i> Schauer. ▲
Nombre Común	Handlos o jardinera.

▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Bidens odorata</i> Cav. (B. pilosa L.) ▲
Nombre Común	Acahual blanco, té de milpa blanco.



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Dyssodia papposa</i> (Vent) Hitch. ▲
Nombre Común	Anisillo



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Florestina pedata</i> Cass.
Nombre Común	Jarilla.



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Galinsoga parviflora</i> Cav. ▲
Nombre Común	Estrellita.



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Gnaphalium canescens</i> D.C. ▲
Nombre Común	Gordolobo.



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Sanvitalia procumbens</i> Lam. ▲
Nombre Común	Ojo de gallo u ojo de pollo.

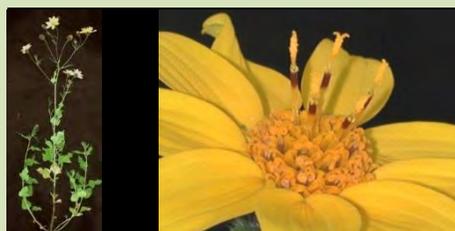
▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Senecio salignus</i> D.C.
Nombre Común	Jarilla.



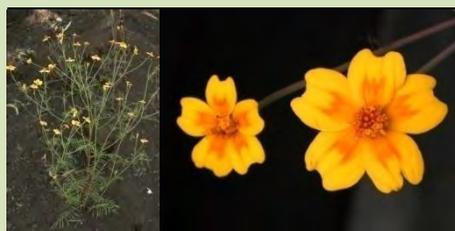
Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Senecio vulgaris</i> L.
Nombre Común	Senecio



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.
Nombre Común	Acahual



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Sonchus oleraceus</i> L. ▲
Nombre Común	Muela de caballo o lechuguilla



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Tagetes lunulata</i> Ort.
Nombre Común	Cempaxóchitl



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Tagetes micrantha</i> Cav.
Nombre Común	Anís de campo

▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes



Familia	Compositae (Asteraceae)
Nombre Científico	<i>Tridax rosea</i> Sch. Bip.
Nombre Común	Madroño



Familia	Convolvulaceae
Nombre Científico	<i>Impomoea purpurea</i> Roth
Nombre Común	Campanita, manto de la Virgen.



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Echeveria elegans</i> ▲
Nombre Común	Rosa de alabastro



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Echeveria glauca</i> Baker
Nombre Común	Conchita



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Graptopetalum x híbrido</i> ▲
Nombre Común	Conchita



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Graptopetalum pentandrum</i> ▲
Nombre Común	Conchita

▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Kalanchoe daigremontiana</i> R. Hamet & H. Perr. ▲
Nombre Común	Hierba de la bruja o serruchillo.



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Kalanchoe tubiflora</i> ▲
Nombre Común	Mamá de miles, planta de araña.



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum amecamecanum</i> ▲
Nombre Común	Sedum



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum griseum</i> ▲
Nombre Común	Sedum



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum liebmannianum</i> ▲
Nombre Común	Sedum



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum luteviride</i> ▲
Nombre Común	Sedum

▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum moranense</i> H. B. K. ▲
Nombre Común	Cola de ratón o cordoncillo.



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum moranense</i> var. <i>Cristata</i> ▲
Nombre Común	Cordoncillo.



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum pachyphyllum</i> ▲
Nombre Común	Dedos.



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum palmeri</i> ▲
Nombre Común	Sedum.



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum platyphyllum</i> ▲
Nombre Común	Sedum



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum praealtum</i> D. C. ▲
Nombre Común	Siempre viva.

▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum reptans</i> ▲
Nombre Común	Cola de Borrego



Familia	Crassulaceae
Nombre Científico	<i>Sedum rubrotinctum</i> ▲
Nombre Común	Sedum rojo.



Familia	Cruciferae (Brassicaceae)
Nombre Científico	<i>Lepidium virginicum</i> L.
Nombre Común	Lentejilla de tierra



Familia	Cucurbitaceae
Nombre Científico	<i>Sicyos deppei</i> G. Don.
Nombre Común	Chayotillo.



Familia	Cyperaceae
Nombre Científico	<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.
Nombre Común	Tule o zacate tres fillos.



Familia	Euphorbiaceae
Nombre Científico	<i>Acalypha indica</i> L.
Nombre Común	Hierba del Cancer.

▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes



Familia	Euphorbiaceae
Nombre Científico	<i>Euphorbia dentata</i> Michx. ▲
Nombre Común	Lechillo.



Familia	Euphorbiaceae
Nombre Científico	<i>Euphorbia peplus</i> L.
Nombre Común	Hierba de la golondrina.



Familia	Euphorbiaceae
Nombre Científico	<i>Euphorbia radicans</i> Benth.
Nombre Común	Coletitas.



Familia	Gramineae (Poaceae)
Nombre Científico	<i>Aristida adscensionis</i> L. ▲
Nombre Común	Zacate tres barbas anual.



Familia	Gramineae (Poaceae)
Nombre Científico	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.
Nombre Común	Tres barbas perene.



Familia	Gramineae (Poaceae)
Nombre Científico	<i>Chloris virgata</i> Sw.
Nombre Común	Zacate montilla.

▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes



Familia	Gramineae (Poaceae)
Nombre Científico	<i>Eleusine multiflora</i> Hochst. Ex A. Rich.
Nombre Común	Zacate pata de gallo.



Familia	Gramineae (Poaceae)
Nombre Científico	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem.) Link. ▲
Nombre Común	Pasto amor.



Familia	Gramineae (Poaceae)
Nombre Científico	<i>Leptochloa dubia</i> (H.B.K.) Nees.
Nombre Común	Zacate gigante.



Familia	Gramineae (Poaceae)
Nombre Científico	<i>Muhlenbergia rigida</i> (H.B.K.) Kunth.
Nombre Común	Zacate espinilla o zacatón.



Familia	Gramineae (Poaceae)
Nombre Científico	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.
Nombre Común	Zacate kikuyo.



Familia	Gramineae (Poaceae)
Nombre Científico	<i>Setaria geniculata</i> (Lam.) Beauv.
Nombre Común	Zacate cola de zorra.

▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes



Familia	Hydrophyllaceae
Nombre Científico	<i>Nama dichotomum</i> (Ruiz & Pavon) Choisy.
Nombre Común	Hierba de la punzada.



Familia	Leguminoseae (Fabaceae)
Nombre Científico	<i>Dalea citriodora</i> L.
Nombre Común	Limoncillo.



Familia	Leguminoseae (Fabaceae)
Nombre Científico	<i>Desmodium</i> Desv.
Nombre Común	Hoja verde o engorda cabras.



Familia	Liliaceae
Nombre Científico	<i>Aloe variegata</i> L.
Nombre Común	Aloe.



Familia	Onagraceae
Nombre Científico	<i>Lopezia mexicana</i> Jacq.
Nombre Común	Perlita.



Familia	Oxalidaceae
Nombre Científico	<i>Oxalis corniculata</i> L.
Nombre Común	Agritos o xocoyole.



Familia	Portulacaceae
Nombre Científico	<i>Portulaca oleracea</i> L.
Nombre Común	Verdolaga.



Familia	Portulacaceae
Nombre Científico	<i>Portulaca pilosa</i> L. ▲
Nombre Común	Amor de un rato.



Familia	Scrophulariaceae
Nombre Científico	<i>Veronica polita</i> Frés (<i>V. didyma</i> Ten.)
Nombre Común	Verónica.



Familia	Solanaceae
Nombre Científico	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.
Nombre Común	Jitomate.



Familia	Solanaceae
Nombre Científico	<i>Solanum nigrescens</i> Mart. & Gal.
Nombre Común	Hierba mora o tomatillo.



Familia	Solanaceae
Nombre Científico	<i>Solanum rostratum</i> Dunal.
Nombre Común	Duraznillo.

▲ Especies con mayor potencial para ser utilizadas en las cubiertas verdes

11.4 Sistemas de Naturación

A continuación se muestra un catálogo generado a partir de la investigación a cerca de los sistemas comerciales para la naturación de cubiertas. Se encuentran sistemas Nacionales e Internacionales. Cada ficha consta de la descripción del sistema, su imagen y datos de la empresa distribuidora.

Listado de Fichas:

Ficha 1. BBS Green. Extensivo

Ficha 2. BBS Green. Intensivo

Ficha 3. Carlisle's Traditional RGS. Extensivo

Ficha 4. Carlisle's Traditional RGS. Semi-intensivo

Ficha 5. Carlisle's Traditional RGS. Intensivo

Ficha 6. Green Roof Systems. Drainage Plates

Ficha 7. Green Roof Systems. Granular Drainage

Ficha 8. Green Roof Systems. Drainage Mats

Ficha 9. Modì Green Roof System.

Ficha 10. Kresge Green Roof.

Ficha 11. LiveRoof.

Ficha 12. Pasa Roof Garden.

Ficha 13. Safeguard.

Ficha 14. Sopranature. Jardín, Prairies.

Ficha 15. Sopranature. Boreal, Cordillera.

Ficha 16. Techo vivos. Tradicional.

Ficha 17. Techo vivos. Modular.

Ficha 18. Texsa Synthetick. Extensiva invertida.

Ficha 19. Texsa Synthetick.

Ficha 20. Vicom. Floradrain FD 25. Extensiva

Ficha 21. Vicom. Floradrain FD 40. Semi-Intensiva

Ficha 22. Vicom. Floradrain FD 60. Intensiva

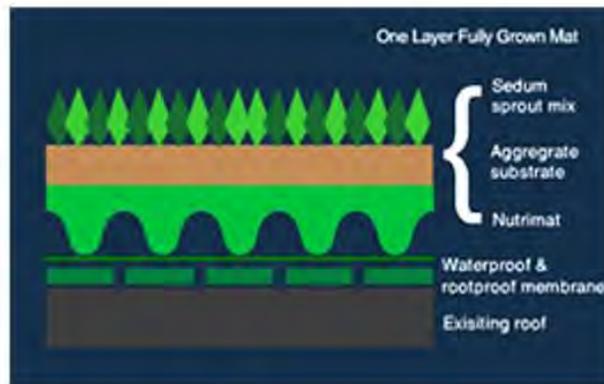


Sistema de Naturación

BBS Green Roofing

Ficha No. 1

Sistema Extensivo



EXTENSIVO

El sistema esta integrado por los siguientes componentes:

- Membrana impermeabilizante
- Capa prefabricada, a base de paneles colocados en módulos, que contienen todo los materiales del sistema de naturación, incluso vienen con la vegetación ya cultivada de edad adulta. Generalmente este tipo de cubiertas se usa para sistemas extensivos. Por el tipo de presentación de paneles es más fácil realizar la instalación, además de que requiere de menor tiempo.

Entre las características de este sistema BBS de cubiertas verdes resalta que tiene una capacidad de almacenamiento de agua de hasta 25 litros y un peso total en el nivel de saturación de 56 kilos por metro cuadrado; lo que hace de este sistema uno de los más ligeros.



DATOS

- EMPRESA

BBS

Green Roofing

- PAIS

Reino Unido

- DISTRIBUIDORES

Todo Reino Unido

- CONTACTO

www.green-roofing.co.uk

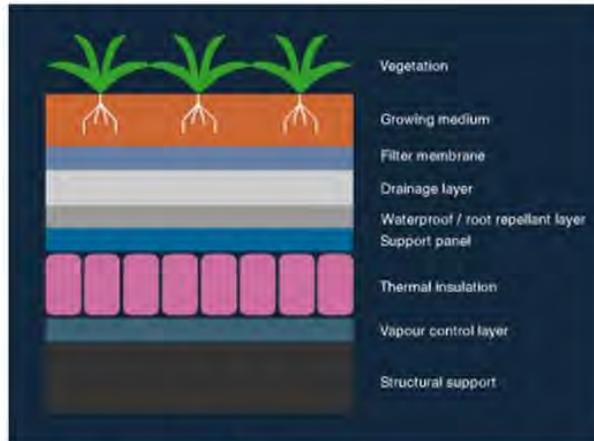


Sistema de Naturación

BBS Green Roofing

Ficha No. 2

Sistema Intensivo



INTENSIVO

El sistema está integrado por los siguientes componentes:

- Barrera anti vapor,
- Capa de aislamiento térmico,
- Paneles de soporte para la capa de impermeabilización,
- Dren,
- Membrana filtrante,
- Sustrato
- Vegetación.

Este sistema es usado con mayor auge en lugares con climas extremos debido a que posee una capa de aislante térmico que brinda mayores niveles de aislamiento.

La colocación de las especies vegetales se hace de manera manual, cuando éstas son de edad joven como brotes o esquejes, colocándolos dispersos uniformemente en el área y presionándolos suavemente. Esto hace que sea más económico el uso de vegetación.

DATOS

- EMPRESA

BBS

Green Roofing

- PAIS

Reino Unido

- DISTRIBUIDORES

Todo Reino Unido

- CONTACTO

www.green-roofing.co.uk

**bbs green
roofing**





Sistema de Naturación

Carlisle's Traditional Roof Garden System

Ficha No. 3

Naturación Extensiva

DATOS

- EMPRESA

Carlisle SynTec

- PAIS

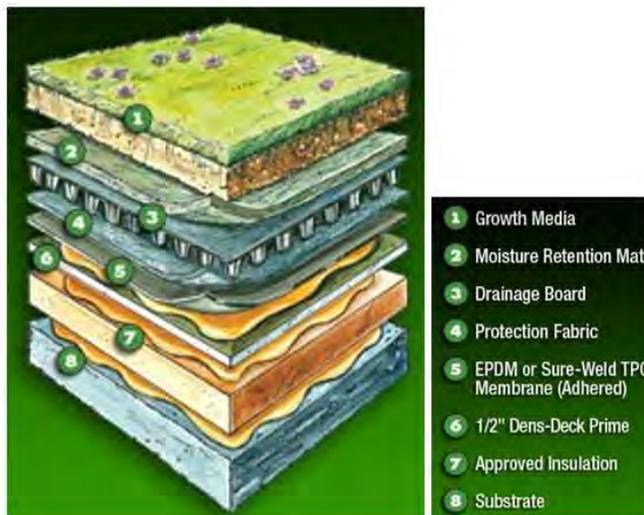
EUA, Canadá

- DISTRIBUIDORES

EUA, Canadá

- CONTACTO

www.carlisle-syntec.com



Extensiva

El sistema esta conformado por los siguientes componentes:

- Sustrato- medio de crecimiento de 2" a 4" de espesor.
- Geotextil no tejido a base de polipropileno, resistente a los productos químicos del suelo, moho, insectos. No-biodegradable. Funciona como capa de retención y filtro.
- Lámina drenante CCW MiraDrain™ GR 9200 a base poliestireno de alto impacto, con filtro de polipropileno.
- Capa textil de protección.
- Membrana impermeable Tipo EPDM de 60-mil o TPO.
- Membrana asfáltica para protección contra fuego y humedad.
- Placa de aislamiento térmico.
- Cubierta de soporte.



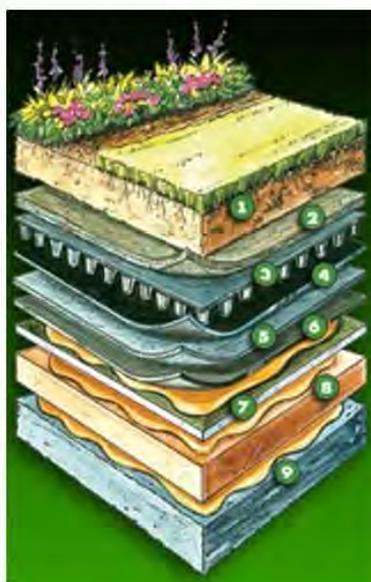


Sistema de Naturación

Carlisle's Traditional Roof Garden System

Ficha No. 4

Naturación Semi-intensiva



- 1 Growth Media
- 2 Moisture Retention Mat
- 3 Drainage Board
- 4 40-mil Root Barrier
- 5 Protection Fabric
- 6 EPDM or Sure-Weld TPO Membrane (Adhered)
- 7 1/2" Dens-Deck Prime
- 8 Approved Insulation
- 9 Substrate

Semi-intensiva

El sistema esta conformado por los siguientes componentes:

- Sustrato- medio de crecimiento de 4" a 8" de espesor.
- Geotextil no tejido a base de polipropileno, resistente a los productos químicos del suelo, moho, insectos. No-biodegradable. Funciona como capa de retención y filtro.
- Lámina drenante CCW MiraDrain™ GR 9200 a base poliestireno de alto impacto, con filtro de polipropileno.
- Barrera antiraíz hecha de polipropileno.
- Capa textil de protección.
- Membrana impermeable Tipo EPDM de 75mil o TPO de 72mil.
- Membrana asfáltica para protección contra fuego y humedad.
- Placa de aislamiento térmico.
- Cubierta de soporte.



DATOS

- EMPRESA

Carlisle SynTec

- PAIS

EUA, Canadá

- DISTRIBUIDORES

EUA, Canadá

- CONTACTO

www.carlisle-syntec.com



Sistema de Naturación

Carlisle's Traditional Roof Garden System

Ficha No. 5

Naturación Intensiva



- 1 Growth Media
- 2 Protection Fabric
- 3 2" Drainage Media/Gravel
- 4 Protection Fabric
- 5 40-mil Root Barrier
- 6 Extruded Polystyrene Insulation With Drainage Channels
- 7 EPDM or Sure-Weld TPO Membrane (Adhered)
- 8 1/2" Dens-Deck Prime
- 9 Approved Insulation
- 10 Substrate

Intensiva

El sistema esta conformado por los siguientes componentes:

- Sustrato- medio de crecimiento de más de 8" de espesor.
- Geotextil no tejido a base de polipropileno, resistente a los productos químicos del suelo, moho, insectos. No biodegradable. Funciona como capa de retención y filtro.
- Capa de grava de 2" que funciona como sistema de drenaje.
- Geotextil no tejido a base de polipropileno, resistente a los productos químicos del suelo, moho, insectos. No biodegradable. Funciona como capa de retención y filtro.
- Barrera antiraíz hecha de polipropileno.
- Membrana para aislamiento de poliestireno extruido con canales de drenaje.
- Membrana impermeable Tipo EPDM de 90mil o TPO 80mil.
- Membrana asfáltica para protección contra fuego y humedad.
- Placa de aislamiento térmico.
- Cubierta de soporte.

DATOS

- EMPRESA

Carlisle SynTec

- PAIS

EUA, Canadá

- DISTRIBUIDORES

EUA, Canadá

- CONTACTO

www.carlisle-syntec.com





Sistema de Naturación

DATOS

- EMPRESA

Conservation Technology

- PAIS

EUA

- DISTRIBUIDORES

EUA

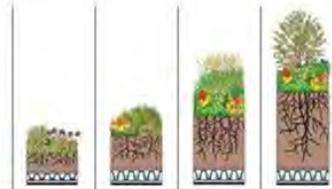
- CONTACTO

www.conservationtechnology.com

GREEN ROOF SYSTEMS

Ficha No. 6

Sistema DRAINAGE PLATES



designación del sistema	P1	P2	P3	P4
plantas típicas	sedum hierbas	sedum hierbas perennials	perennials hierbas arbustos	hierbas arbustos árboles
mezcla extensa del suelo	3"	5"	-	-
mezcla intensiva del suelo	-	-	8"	12"
tela de la separación	1/8"	1/8"	1/8"	1/8"
placa del drenaje	1"	1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"
tela de la protección	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
grueso nominal	4"	7"	10"	14"
peso seco	13 libras/pie2	21 libras/pie2	34 libras/pie2	51 libras/pie2
peso saturado	21 libras/pie2	34 libras/pie2	53 libras/pie2	78 libras/pie2
retención del agua	el 50%	el 60%	el 70%	el 80%



DRAINAGE PLATES

La característica típica de este sistema es el uso de placas drenantes de polipropileno reciclado de alta resistencia. Existen distintos subtipos según el espesor del sustrato.

En general este sistema está integrado por los siguientes componentes:

- Vegetación de acuerdo al tipo de sustrato.
- Sustrato. Su dimensión será dada según el sistema de naturación elegido.
- Geotextil Optigreen no tejido hecho del polipropileno reciclado, usado como elemento de separación y filtración.
- Sistema de drenaje por medio de placas drenantes de diferentes espesores de acuerdo al espesor del sustrato, 25mm (1" grueso estándar para las azoteas extensas finas), 40mm (1.5" se recomienda para azoteas semi-intensivas), y 60mm (2.5" está disponibles para azoteas intensivas)
- Tela sintética de protección para la membrana impermeabilizante.
- Membrana de impermeabilización con sistema antiraíces.



Sistema de Naturación

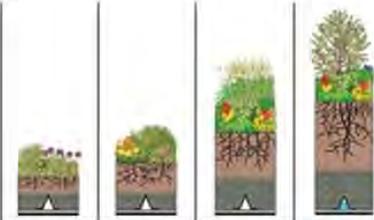
DATOS

- EMPRESA
Conservation Technology
- PAÍS
EUA
- DISTRIBUIDORES
EUA
- CONTACTO
www.conservationtechnology.com

GREEN ROOF SYSTEMS

Ficha No. 7

Sistema GRANULAR DRAINAGE



designación del sistema	G1	G2	G3	G4
plantas típicas	sedum hierbas	sedum hierbas perennials	perennials hierbas arbustos	hierbas arbustos árboles
mezcla extensa del suelo	2"	4"	-	-
mezcla intensiva del suelo	-	-	6"	9"
tela de la separación	1/8"	1/8"	1/8"	1/8"
medios granulares	2"	2"	4"	5"
tela de la protección	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"
grueso nominal	4"	6"	10"	14"
retención del agua	el 50%	el 60%	el 70%	el 80%



GRANULAR DRAINAGE

La característica típica de este sistema es el uso de una capa ligera de medios granulares inorgánicos . Para maximizar el almacenamiento de agua y minimizar el peso, los medios granulares deberán contener un porcentaje importante de material poroso. Para reducir al mínimo la separación, debe de ser una mezcla bien de partículas con tamaños que van desde 1 / 8 "a 1 / 2" preferentemente. Tiene un sistema de conductos de plástico ABS de sección triangular incrustados dentro de la capa granular que permiten el transporte de exceso de agua.

En general este sistema está integrado por los siguientes componentes:

- Vegetación de acuerdo al tipo de sustrato.
- Sustrato. Su dimensión será dada según el sistema de naturación elegido.
- Geotextil Optigreen no tejido hecho del polipropileno reciclado, usado como elemento de separación y filtración.
- Sistema de drenaje por medio de una capa de medios granulares inorgánicos y conductos de plástico ABS.
- Tela sintética de protección para la membrana impermeabilizante.
- Membrana de impermeabilización con sistema antiaíces.



Sistema de Naturación

DATOS

- EMPRESA
Conservation Technology
- PAIS
EUA
- DISTRIBUIDORES
EUA
- CONTACTO
www.conservationtechnology.com

GREEN ROOF SYSTEMS

Ficha No. 8

Sistema DRAINAGE MATS

		
designación del sistema	P1	P2
plantas típicas	sedum hierbas	sedum hierbas perennials
mezcla extensa del suelo	3"	5"
drenaje	3/8"	3/8"
placa del drenaje	1"	1-1/2"
tela de la protección	*	*
grueso nominal	3"	5"
peso seco	13 libras/pie2	21 libras/pie2
peso saturado	20 libras/pie2	32 libras/pie2
retención del agua	el 50%	el 60%



* tela de la protección usada en los bordes solamente

DRAINAGE MATS

La característica típica de este sistema es que el sistema de drenaje es por medio de una membrana con varias capas de tela hecha de una mezcla de polipropileno y acrílico, que combina las funciones de separación, drenaje, y protección. Comparado con los sistemas de placas drenantes o medias granuladas, este sistema es el más rápido de instalar y es más delgado y ligero. Sin embargo, el almacenamiento de agua y capacidad de drenaje es limitada, por lo que se usa principalmente para los techos inclinados con pendientes superiores a 1:12.

En general este sistema está integrado por los siguientes componentes:

- Vegetación de acuerdo al tipo de sustrato.
- Sustrato. Su dimensión será dada según el sistema de naturación elegido.
- Geotextil Optigreen no tejido hecho del polipropileno reciclado, usado como elemento de separación y filtración.
- Sistema de drenaje por medio de una membrana con varias capas de tela hecha de una mezcla de polipropileno y acrílico. Con una capacidad de retención de agua de 6 lt/m².
- Tela sintética de protección para la membrana impermeabilizante.
- Membrana de impermeabilización con sistema antiárbices.





Sistema de Naturación

MODÌ GREEN ROOF SYSTEM

Ficha No. 9

Sistema de Naturación



Modì Green Roof System

El sistema está integrado por los siguientes componentes:

- Vegetación
- Sustrato-manto vegetal de espesor adecuado a la vegetación que se coloque.
- Uso de Geotextil como filtro.
- Capa de piedra pómez.
- Sistema Modì Green Roof de 50 ó 90 mm. Dependiendo el requerimiento de almacenamiento de agua.
- Membrana impermeable.

El Sistema Modì Green Roof de 50 mm tiene la capacidad de almacenar 14 lt/m² y el de 90 mm tiene la capacidad de almacenar 18 lt/m².

El Sistema Modì Green Roof tiene una resistencia a la compresión superior a los 10 000 Kg/m², esto hace que facilite su instalación.

DATOS

- EMPRESA

GREEN
INNOVATIONS LTD

- PAIS

Canadá

- DISTRIBUIDORES

Canadá

- CONTACTO

www.greeninnovations.ca





Sistema de Naturación

Kresge Green Roof

Ficha No. 10

Sistema de Naturación

DATOS

• EMPRESA

JM OLSON Corporation

• PAIS

EUA

• DISTRIBUIDORES

EUA

• CONTACTO

www2.jmolson.com/



Anatomy of a Green Roof

- ① Concrete roofbed surrounds Green Roof
- ② Waterproof tarp laid down to protect building materials
- ③ PVC pipe provides drainage
- ④ Stone and gravel media facilitates drainage
- ⑤ Fertilized soil planted to enrich plantlife
- ⑥ Plantlife is introduced and thrives



Sistema de Naturación

El sistema esta integrado por los siguientes componentes:

- Pretil de concreto que rodea la azotea verde.
- Membrana impermeable.
- Sistema de drenaje a base de tuberías de PVC.
- Capa de piedra y gravas que permite un mejor drenaje.
- Sustrato enriquecido con fertilizante.
- Vegetación.





Sistema de Naturación

DATOS

• EMPRESA

LiveRoof, LLC
Subsidiary of Hortech, Inc.

• PAIS

EUA

• DISTRIBUIDORES

EUA

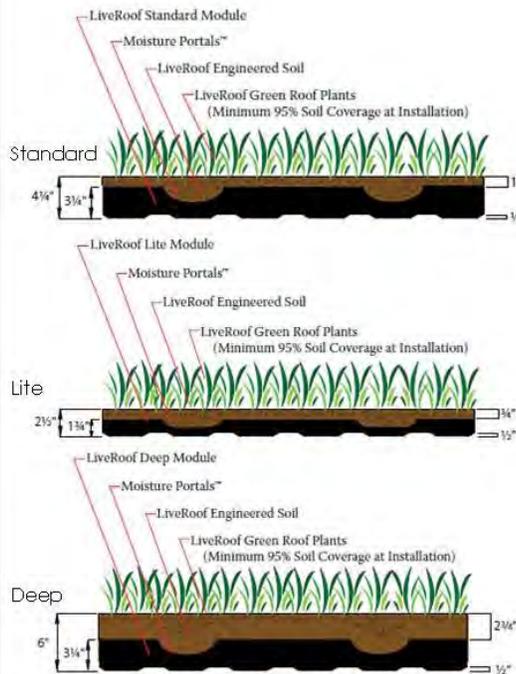
• CONTACTO

www.liveroof.com

LiveRoof Invisible Modular Green Roof Systems

Ficha No. 11

Green Roof Systems



sistema de módulos

Modular Green Roof Systems

La característica típica de este sistema es el uso módulos de polipropileno reciclado, de color negro o gris, de diferentes dimensiones según el sistema a elegir: Standard 1' x 2' x 31/4", Lite 1' x 2' x 17/8", Deep 1' x 2' x 31/4". El Peso total del sistema es aproximadamente: Standard 130-140 Kg/m², Lite 70-80 Kg/m², Deep 190-250 Kg/m².

En general estos sistemas están integrados por los siguientes componentes:

- Vegetación de acuerdo al tipo de sustrato.
- Sustrato. El tipo y dimensión será dada según el sistema de naturación elegido.
- Sistema de drenaje y contención por medio de los módulos de polipropileno reciclado, con membrana Soil Elevators.
- Sistema de Riego. Opcional
- Capa antideslizante.
- Membrana de impermeabilización con sistema antiraíces.





Sistema de Naturación

PASA ® ROOF GARDEN

Ficha No. 12

Roof Garden

DATOS

- MARCA

PASA

Protección Anticorrosiva de Cuautitlán S.A. de C.V.

- PAIS

México

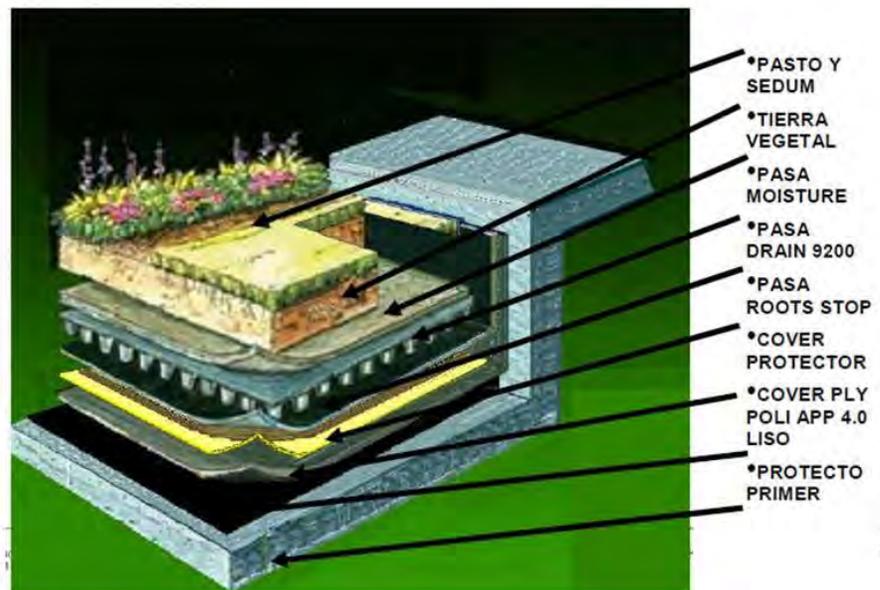
- DISTRIBUIDORES

Toda la República Mexicana

- CONTACTO

Tel: 58-70-07-15

www.pasaimper.com



Sistema PASA ® ROOF GARDEN

El sistema esta integrado por los siguientes componentes:

- PROTECTO PRIMER,, Sellador de superficies. Es una emulsión asfáltica bituminosa de gran estabilidad con alto contenido de sólidos, formulado a partir de asfaltos seleccionados
- COVER PLY® POLI APP Impermeabilizante a base de sistema laminar multicapa, reforzado con un alma central de tela no tejida de filamentos de poliéster de alto gramaje. Soporta severos movimientos térmico-estructurales.
- PASA PROTECTOR Lámina de Poliéster de 180 gr/m2, que protege la impermeabilización.
- PASA ROOTS STOP Barrera de raíz
- PASA DRAIN 9200 Componente drenante
- PASA MOISTURE Estera retenedora de humedad y filtro

PASA® ROOF GARDEN



Sistema Impermeabilizante para la conformación de espacios verdes

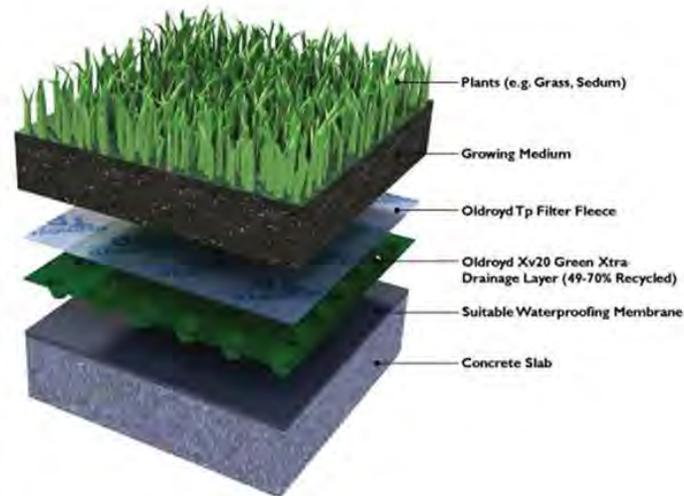


Sistema de Naturación

SAFEGUARD

Ficha No. 13

Sistema Flat Green Roofs



DATOS

- EMPRESA

SAFERGUARD
Europe Ltd.

- PAIS

Reino Unido

- DISTRIBUIDORES

Reino Unido, Alemania,
Australia, Francia, Hungría.

- CONTACTO

www.safeguardeurope.com

Flat Green Roofs

El sistema esta conformado por los siguientes componentes:

- Vegetación
- Sustrato-manto vegetal de espesor adecuado a la vegetación y sistema que se utilice.
- Uso de Geotextil Oldroyd Tp, como filtro.
- Membrana de drenaje hecha de polipropileno de alta calidad, con una capa externa de TPO en ambos lados y una base interna reciclada, usando:
 - *Oldroyd Xv Green, para sistemas extensivos.
 - *Oldroyd Xv20 Green, para sistemas semi-intensivos.
 - *Oldroyd Xv GreenXtra, para sistemas intensivos.
- Membrana de impermeabilización.
- Losa de Concreto





Sistema de Naturación

DATOS

• EMPRESA

SOPREMA

• PAIS

Canadá

• DISTRIBUIDORES

Canadá

• CONTACTO

www.soprema.ca

Sopranature

Ficha No. 14

Sistema Flat Green Roofs JARDIN-PRAIRIES



JARDIN \$\$ 

Components

- 1 SOPRADRAIN 10 G
- 2 AQUAMAT JARDIN active
- 3 MICROFAB
- 4 SOPRAFLOR

Types of vegetation

- Lawns
- Grasses
- Annuals
- Vegetable gardens
- Flower beds
- Perennials



PRAIRIES \$\$ 

Components

- 1 SOPRADRAIN 10 G
- 2 AQUAMAT JARDIN inactive
- 3 MICROFAB
- 4 SOPRAFLOR

Types of vegetation

- Low-maintenance lawns
- Dry meadows
- Grasses
- Perennials

\$ Costo

 Peso

 Retención agua

Flat Green Roofs

Los sistemas esta integrado por los siguientes componentes:

- Membrana de impermeabilización.
 - SOPRADRAIN 10-G es un drenaje de alta resistencia hecho de polipropileno con un geotextil que funciona como filtro.
 - AQUAMAT JARDIN cumple 4 funciones:
 - * En la cara superior cuenta con una barrera antirraíz, que impide el paso de raíces, pero permite el paso de agua hacia el sustrato a través de la absorción capilar.
 - * Sistema integrado de riego, a base de líneas separadas cada 60cm. (puede estar activo o inactivo)
 - * Geotextil no tejido que distribuye en forma constante y uniforme la humedad en toda la zona, además de que sirve como depósito de humedad.
 - * La cara inferior cuenta con una película de polietileno impermeable.
 - MICROFAB es geotextil de polietileno, que sirve como barrera antirraíz.
 - SOPRAFLOR es un medio de cultivo especialmente diseñado para el tipo de naturación y vegetación a usar, existen distintos tipos de sustratos.
- Sistema JARDIN. Ligeró y versátil, hace que sea posible para producir una amplia variedad de plantas, incluso hasta crear huertas en la cubierta.
- Sistema PRAIRIES. Ofrece una excelente retención de agua. Uso de plantas de bajo mantenimiento.





Sistema de Naturación

DATOS

• EMPRESA

SOPREMA

• PAIS

Canadá

• DISTRIBUIDORES

Canadá

• CONTACTO

www.soprema.ca

Sopranature

Ficha No. 15

Sistema Flat Green Roofs BOREAL-CORDILLERA



- Components**
- 1 SOPRADRAIN 10 G
 - 2 MICROFAB
 - 3 Growing medium

- Types of vegetation**
- Lawns
 - Perennials
 - Annuals
 - Bushes
 - Trees



- Components**
- 1 SOPRADRAIN GEO-M
 - 2 MICROFAB
 - 3 SOPRAFLO

- Types of vegetation**
- Drought-resistant perennials
 - Drought-resistant grasses
 - Low-maintenance lawns
 - Meadows
 - Sedum



Costo Peso Retención agua

Flat Green Roofs

Los sistemas esta integrado por los siguientes componentes:

- Membrana de impermeabilización.
- Capa drenante:
 - * SOPRADRAIN 10-G es un dren de alta resistencia hecho de polipropileno con un geotextil que funciona como filtro.
 - * SOPRADARIN JGEO-M dren de alta resistencia hecho de polipropileno con un geotextil por la parte superior que funciona como filtro y por la parte inferior una barrera antirraiz.
- MICROFAB es geotextil de polietileno, que sirve como barrera antirraiz.
- El sustrato
 - * SOPRAFLO es un medio de cultivo especialmente diseñado para el tipo de naturación y vegetación a usar, existen distintos tipos de sustratos.
 - * Medio de crecimiento no industrial.

Sistema BOREAL. Es el más colorido de los sistemas. Es el de mayor peso debido al gran espesor del sustrato (naturación intensiva)
 Sistema CORDILLERA. Sistema para cubiertas inclinadas, permite una gran variedad de plantas resistentes a la sequía (naturación extensiva).





Sistema de Naturación

DATOS

- EMPRESA

Techos Vivos S.C.

- PAIS

México

- DISTRIBUIDORES

Distrito Federal

- CONTACTO

Tel: 55-74-90-97

www.techosvivos.com

Techos Vivos Tradicional

Ficha No. 16

Naturación Tradicional



Tradicional

El sistema está integrado por los siguientes componentes:

- Placa de aislante térmico
- Membrana de Impermeabilización
- Geo-Dren con filtro textil
- Geotextil de PET reciclado
- Sustrato
- Vegetación

Es la forma de naturación "tradicional", se realiza en el sitio y tiene un mayor tiempo de instalación comparado con el otro sistema que maneja la empresa.

La vegetación utilizada pretende ser de bajo consumo de agua y de mantenimiento.





Sistema de Naturación

DATOS

• EMPRESA

Techos Vivos S.C.

• PAIS

México

• DISTRIBUIDORES

Distrito Federal

• CONTACTO

Tel: 55-74-90-97

www.techosvivos.com

Techos Vivos Modular

Ficha No. 17

Naturación Modular



Modular

El sistema esta integrado por los siguientes componentes:

- Membrana de impermeabilización.
- Módulos Hexagonal fabricado de polipropileno reciclado con protección UV
- Geotextil de PET reciclado
- Sustrato
- Vegetación

El módulo pesa (vacio) 3 Kg aprox. Con dimensiones 48 x 48 x17 cm, espesor 2 mm

Peso total es estado seco 66.64 Kg/m²

Peso total es estado saturado 74 Kg/m²

Capacidad de almacenaje de agua 1.7 litros aprox. Por módulo y 10.15 l/m²

Tiempo de instalación 500 a 800 m² diarios

La empresa provee de vegetación crecida si es necesario.



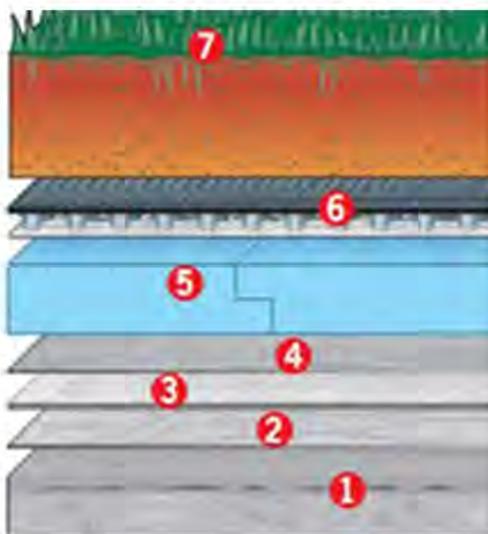


Sistema de Naturación

TexsaSynthetics

Ficha No. 18

Naturación Extensiva Ecológica-Invertida



- 1- Soporte de hormigón y pendientes
- 2- Geotextil de protección
- 3- Lámina Impermeabilizante
- 4- Geotextil de protección
- 5- Aislamiento térmico
- 6- Membrana drenante
- 7- Manto Vegetal

DATOS

• EMPRESA

TEXSA SYNTHETICS

Grupo Texsa

• PAIS

España

• DISTRIBUIDORES

Madrid, España

• CONTACTO

www.texsasynthetics.com

Extensiva Ecológica-Invertida

El sistema esta conformado por los siguientes componentes:

- Capa separadora constituida por geotextil no tejido a base de polipropileno y polietileno, antialcalino, con resistencia a la perforación de 1500 N tipo TERRAM 1000 con solapes de 10 cm min.
- La Membrana impermeabilizante puede ser un material:
 - *Formado por la lámina de PVC VINITEX MPV de 1,2 mm de espesor, armada con malla de fibra de vidrio, resistente a intemperie con solapes entre láminas de 5 cm.
 - *Formado por la lámina de poliolefina termoplástica (TPO), reforzada con malla de poliéster, TEXSALON MP de 1,14 mm de espesor, resistente a la perforación de raíces. Designada según apoyada por los certificados de calidad de BBA (Reino Unido) y UL.
 - *Formado por la lámina en base de elastómero homogéneo de EPDM, SURE SEAL SA de 1,14 mm de espesor, sin armadura. Designada según apoyada por los certificados de calidad de BBA (Reino Unido) y UL.
- Capa separadora de protección formada por geotextil de fibra corta de poliéster con resistencia al punzamiento estático de 714 N tipo Rooftex 250 o similar, con solapes de 10 cm como min.
- Aislamiento térmico de poliestireno extruido de resistencia de compresión de 3kg/cm2 y de espesor 40 mm ROOFMATE SL 40.
- Lámina drenante Drentex Impact Garden, compuesta por una membrana de nódulos de poliestireno perforado y dos cubiertas de geotextil de polipropileno a ambos lados que permiten el paso del agua.
- Sustrato-manto vegetal de espesor adecuado a la vegetación que se coloque.

TexsaSynthetics

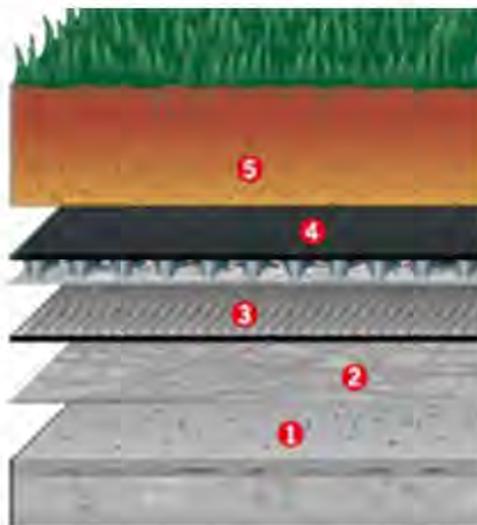


Sistema de Naturación

TexsaSynthetics

Ficha No. 19

Naturación Intensiva o Extensiva Ecológica sin Aislamiento



- 1- Soporte de hormigón y pendientes
- 2- Geotextil de protección
- 3- Lámina Impermeabilizante
- 4- Membrana drenante
- 5- Manto Vegetal

DATOS

- EMPRESA

TEXSA SYNTHETICS
Grupo Texsa

- PAIS

España

- DISTRIBUIDORES

Madrid, España

- CONTACTO

www.texsasynthetics.com

Intensiva o Extensiva Ecológica-Sin aislamiento

Los sistemas esta conformado por los siguientes componentes:

- Capa separadora constituida por geotextil no tejido a base de polipropileno y polietileno, antialcalino, con resistencia a la perforación de 1500 N tipo TERRAM 1000 con solapes de 10 cm min.
- La Membrana impermeabilizante puede ser un material:
 - *Formado por la lámina de PVC VINITEX MFV de 1,2 mm de espesor, armada con malla de fibra de vidrio, resistente a intemperie con solapes entre láminas de 5 cm.
 - *Formado por la lámina de poliolefina termoplástica (TPO), reforzada con malla de poliéster, TEXSALON MP de 1,14 mm de espesor, resistente a la perforación de raíces. Designada según apoyada por los certificados de calidad de BBA (Reino Unido) y UL.
 - *Formado por la lámina en base de elastómero homogéneo de EPDM, SURE SEAL SA de 1,14 mm de espesor, sin armadura. Designada según apoyada por los certificados de calidad de BBA (Reino Unido) y UL.
- Lámina drenante compuesta por una membrana de nódulos de poliestireno perforado y dos cubiertas de geotextil de polipropileno a ambos lados que permiten el paso del agua. Drentex Impact Garden.
- Sustrato-manto vegetal de espesor adecuado a la vegetación que se coloque, según tipo de Naturación Intensiva o Extensiva, de ahí proviene la diferencia de los sistemas.

TexsaSynthetics 



Sistema de Naturación

DATOS

- MARCA

Vicom S.L

- PAIS

España

- DISTRIBUIDORES

Madrid, España.

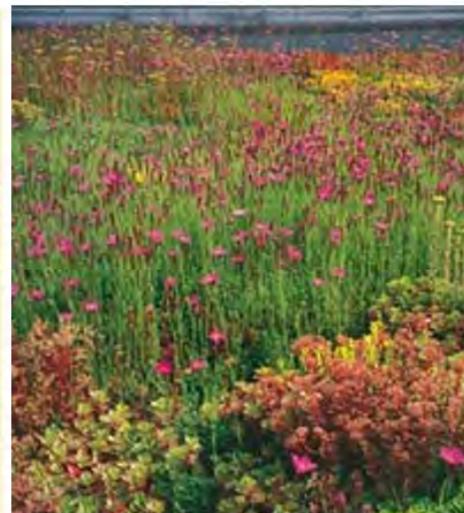
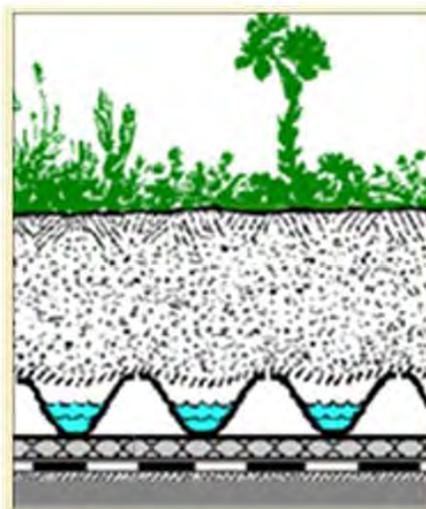
- CONTACTO

www.vicom-
cubiertasecologicas.com

Floradrain FD 25

Ficha No. 20

Naturación Extensiva



Floradrain FD 25

El sistema esta conformado por los siguientes componentes:

- VICOMTEX Geotextil poliéster/polipropileno= 300 g/m
- Lámina de PVC IMPERTOP AZS 2002 resistente a microorg. y raíces (1,2 mm.)
- Manta de retención y protección SSM 45 (470 g/m)
- Placa de drenaje y retención Floradrain FD 25 (2,5 cm)
- Lámina filtrante ZinCo SF (100 g/m₂)
- Sustrato ZinCo-E (4-8 cm.)
- Vegetación tipo Sedum o similar (15 Ud./m₂)

Peso aproximado: 100 kg/m₂ en saturación*

Capacidad de retención de agua: 23 l/m₂ aprox.* con 7 cm. de sustrato ZinCo

Mínimas necesidades de mantenimiento, por la utilización de especies de crecimiento lento y de máxima resistencia a la falta de agua. Vegetación tipo Sedum

Para cubiertas con pendiente, mínimo Es el sistema de menor peso.

Sencilla instalación y gran protección de la impermeabilización, en comparación a otros sistemas tradicionales



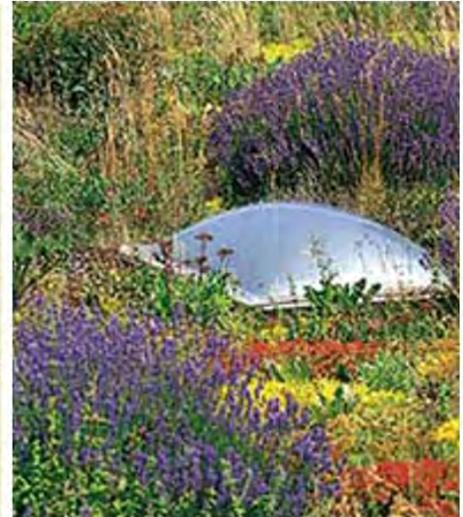


Sistema de Naturación

Sistema Floradrain FD 40

Ficha No. 21

Naturación Semi-Intensiva



DATOS

- MARCA

Vicom S.L

- PAIS

España

- DISTRIBUIDORES

Madrid, España.

- CONTACTO

www.vicom-
cubiertasecologicas.com

Floradrain FD 40

El sistema esta conformado por los siguientes componentes:

- VICOMTEX Geotextil poliéster/polipropileno= 300 g/m
- Lámina de PVC IMPERTOP AZS 2002 resistente a microorg. y raíces (1,2 mm.)
- Manta de retención y protección SSM 45 (470 g/m)
- Placa de drenaje y retención Floradrain FD 40 (4,0 cm)
- Lámina filtrante ZinCo SF (100 g/m)
- Sustrato ZinCo (según vegetación)
- Vegetación

Peso aproximado: 170 kg/m₂ en saturación*

Capacidad de retención de agua: 45 l/m₂ aprox. con 10 cm. de sustrato ZinCo

Sistema de grandes posibilidades: utilización de plantas de bajo porte, como praderas (césped), plantas aromáticas, arbustos y pequeños árboles.



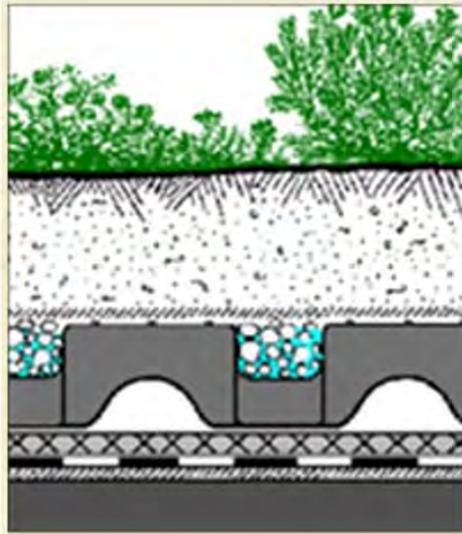


Sistema de Naturación

Sistema Floradrain FD 60

Ficha No. 22

Naturación Intensiva



DATOS

- MARCA

Vicom S.L

- PAIS

España

- DISTRIBUIDORES

Madrid, España.

- CONTACTO

www.vicom-
cubiertasecologicas.com

Floradrain FD 6

El sistema esta conformado por los siguientes componentes:

- VICOMTEX Geotextil poliéster/polipropileno= 300 g/m
- Lámina de PVC IMPERTOP AZS 2002 resistente a microorg. y raíces (1,2 mm.)
- Manta de retención y protección SSM 45 (470 g/m)
- Placa de drenaje y retención Floradrain FD 60 (6 cm)
- Lámina filtrante ZinCo SF (100 g/m)
- Sustrato ZinCo (según vegetación)
- Vegetación

Peso aproximado: 360 kg/m₂ en saturación*

Capacidad de retención de agua: 105 l/m₂ aprox. con 20 cm. de sustrato ZinCo

Sistema de máximas posibilidades: utilización de todo tipo de plantas, exceptuando, por seguridad, árboles de gran crecimiento y/o de potente sistema radicular





“La arquitectura es el punto de partida del que quiera llevar a la humanidad hacia un porvenir mejor.”

Le Corbusier