

CIUDADES + VERDES

TESIS DE GRADUACIÓN



CIUDADES + VERDES



TESIS DE GRADUACIÓN
Santiago Dellepiane

Julio 2014



Índice

Introducción

| | |
|---------------------------------|----|
| Motivación..... | 13 |
| Planteamiento del problema..... | 15 |

Análisis de las Condiciones

| | |
|--|----|
| Buenos Aires Hoy..... | 19 |
| Área de Inundaciones..... | 20 |
| Efecto Isla de Calor..... | 21 |
| Calidad del Aire y Contaminación Acústica..... | 22 |
| Áreas verdes..... | 23 |

Programa Cubiertas Verdes

| | |
|------------------------------------|----|
| Esquema general de desarrollo..... | 26 |
| Modelo de gestión..... | 27 |
| Ley de techos verdes (CABA)..... | 28 |

Cubiertas verdes

| | |
|---|----|
| Definición..... | 30 |
| Historia..... | 32 |
| Macrobeneficios..... | 38 |
| Beneficios Adicionales..... | 40 |
| Componentes de una CV convencional..... | 42 |
| Fundamentos para la Planificación..... | 44 |

| | |
|--|-----------|
| Análisis tipológico de techos existentes..... | 46 |
| Análisis tipológico de cubiertas verdes..... | 48 |
| Estudio de antecedentes | |
| Convencionales..... | 50 |
| Modulares..... | 51 |
| Testimonio de usuarios | 52 |
| Listado de requisitos | |
| Indispensables..... | 57 |
| Deseables..... | 58 |
| Optativos..... | 59 |
| Caminos proyectuales | 60 |
| Camino 1: Diseño Social..... | 62 |
| Alternativa A: A partir de productos reutilizados..... | 64 |
| Alternativa B: Solución a partir de materiales estándar..... | 65 |
| Camino 2: Diseño Tecnológico..... | 66 |
| Alternativa C: Módulos para Armar..... | 68 |
| Alternativa D: Solución Integral Pre-vegetada..... | 69 |
| Matriz de Valoración | |
| Requisitos Indispensables..... | 73 |
| Requisitos Deseables..... | 74 |
| Requisitos Optativos..... | 75 |
| Presentación del Producto | 77 |
| Componentes..... | 80 |
| Corte Integral..... | 88 |
| Armado..... | 90 |
| Adaptabilidad..... | 94 |
| Ajustes..... | 95 |

| | |
|---|------------|
| Información Adicional | 100 |
| Materiales y Procesos | 101 |
| Flujograma Productivo | 105 |
| Matriz de Posicionamiento | 106 |
| Costos | 108 |
| | |
| Conclusiones | 110 |
| Fuentes Consultadas | 112 |
| | |
| Anexos | |
| 1: Reseña Histórica..... | 116 |
| 2: Materiales para la Construcción..... | 119 |
| 3: Detalles Constructivos..... | 122 |
| 4: Obras..... | 138 |
| 5: Productos Existentes..... | 145 |

Agradecimientos

D. Ind. Marcelo Carreto
Arq. Florencia Alen
D. Ind. Juan Farina

A Ro, a la familia
y a todos los que de alguna forma u otra ayudaron.

Introducción

“Somos concientes de las cosas que deben hacerse y de las que no. Somos responsables.”

Tomás Maldonado

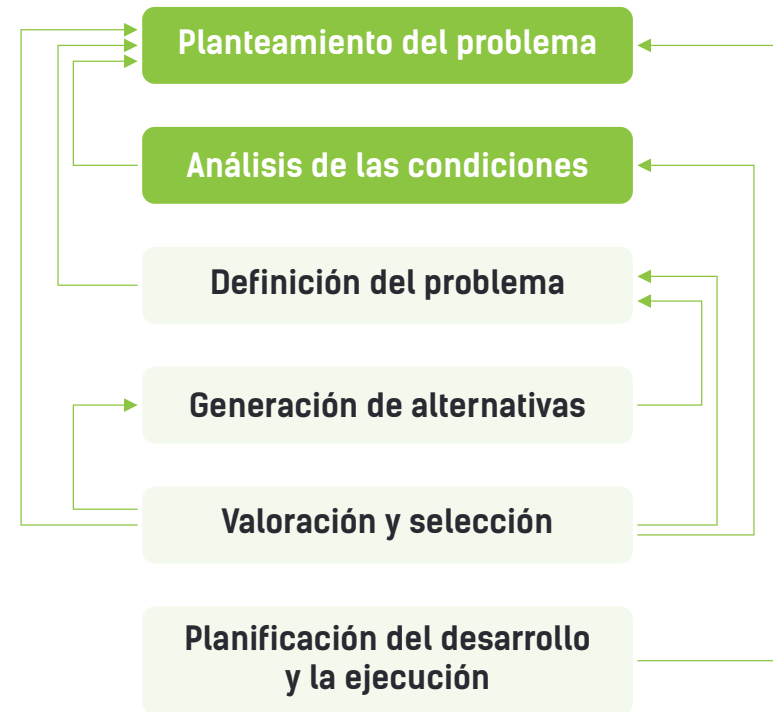
Motivación

Fueron varias las oportunidades en las que durante los años de estudio se trató temas relacionados con la sustentabilidad y el rol que debe cumplir el diseñador industrial para promover un desarrollo sustentable o sostenible.

En la etapa lectiva y más aún a nivel profesional, uno se enfrenta a la disyuntiva entre cumplir con lo propuesto y ejercer la profesión responsablemente.

Tiempo después, viviendo en la ciudad de Buenos Aires se presenta la posibilidad de investigación de prácticas sustentables en conjunto con la Arq. Florencia Alen, co-tutora de este trabajo de tesis. Investigación que surge a partir del padecimiento de problemáticas ambientales, comunes a las grandes ciudades del mundo.

Es mediante este trabajo y el uso de herramientas propias del diseño industrial, que se pretende si bien no dar una solución definitiva a la problemática, hacer un pequeño aporte.



“Jardines al frente y patios enjardinados, pero sobre todo techos y fachadas enjardinados, podrían mejorar decididamente el clima polucionado de las ciudades.”

Gernot Minke

Planteamiento del problema

El problema a plantear surge a partir del crecimiento, exponencial y desregulado, de las urbes del mundo día a día. En las ciudades, la mayoría de la superficie está cubierta por asfalto y cemento. Caminos, estacionamientos y edificios remplazan el sustrato natural con superficies impermeables, esto altera los ciclos del agua y del aire, entre otras cosas.

Entre las consecuencias más dramáticas se encuentran la falta de espacios verdes, inundaciones, efecto isla de calor, pérdida de biodiversidad, despilfarro energético, polución atmosférica y emisión de anhídrido carbónico.

Sin embargo desde principios de 2013 se comienza a gestar una oportunidad de cambio, el “Programa Cubiertas Verde” (PCV) de la ciudad de Buenos Aires. Pionero en Latinoamérica, constituye un modelo de gestión innovadora que propone una acción concertada público-privada para la utilización de cubiertas verdes en diferentes tipo de edificios.

Esta iniciativa no está aislada, sino que responde a una tendencia a nivel global de búsqueda e implementación de prácticas sustentables para combatir problemáticas sociales, económicas y ambientales. Y sirve como modelo para ser replicado en otras ciudades de la región.

“El jardín del tejado se autoabastece, a merced del sol, de las lluvias, de los vientos y de los pájaros que llevan los granos.”

Le Corbusier

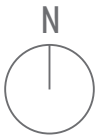
Análisis de las condiciones



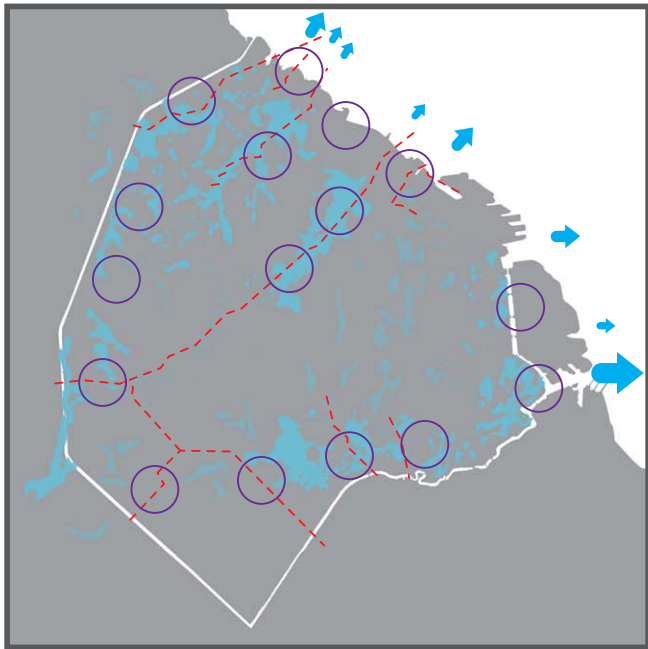
BsAs Hoy

**Buenos Aires es una ciudad densamente poblada.
La población total de la Región Metropolitana de Buenos Aires es
de alrededor de 12 millones.**

(INDEC-censo 2001), 3 millones en la ciudad de Buenos Aires
y 9 millones en la periferia.



Río de la Plata



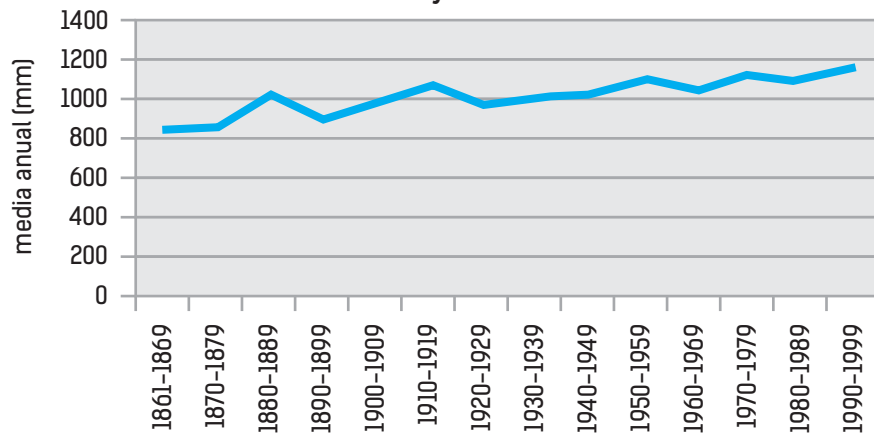
ÁREA DE INUNDACIONES

Buenos Aires es una ciudad construida sobre cuencas fluviales que desembocan en el Río de la Plata. Sobre la cuenca del Maldonado (ya entubado) se encuentra el 25% de la población. La pérdida de tierra absorbente y el aumento de las precipitaciones son las principales razones para el empeoramiento de las inundaciones en los últimos años.

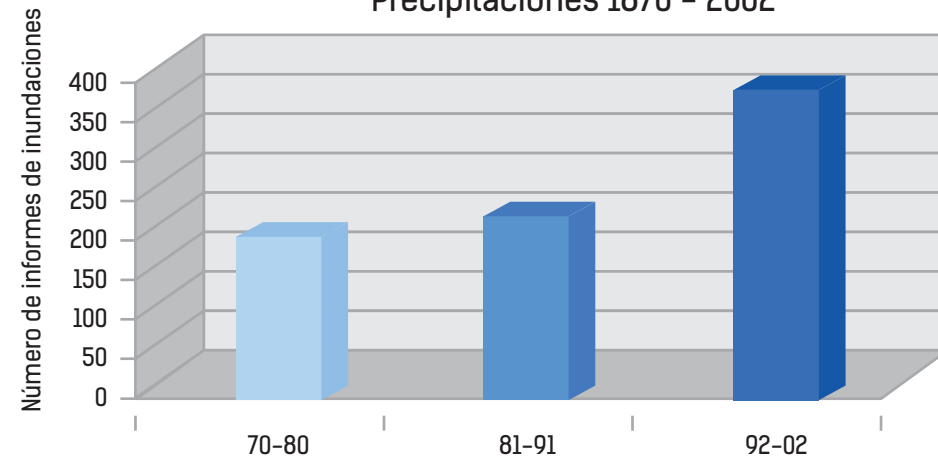
| | |
|-------------------|--|
| MALDONADO: | 5.050 ha (en la ciudad de BBAA) |
| | 10.984 ha (ciudad y gran BBAA) |
| VEGA: | 1.777 ha |
| MEDRANO: | 2.830 ha |

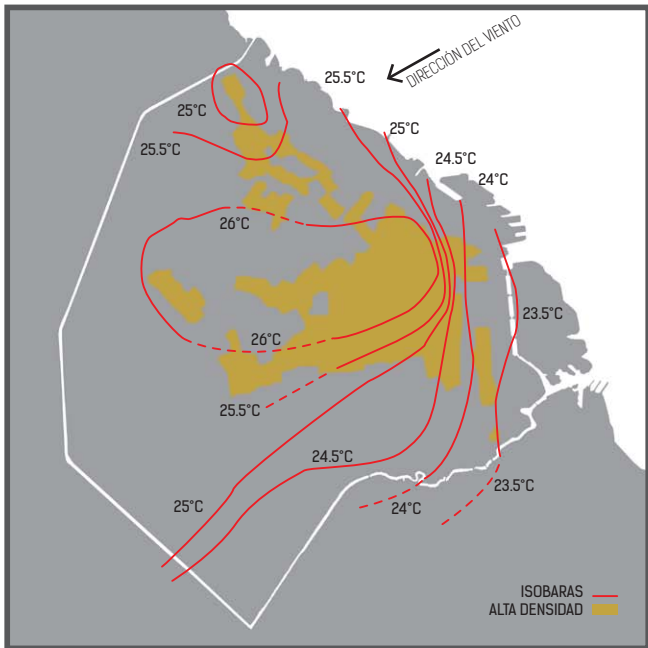
Centro de Estudios Sociales y Ambientales - Informe final IAI 2004-ENSO.
Patrimonio Físico. Versión Preliminar. Equipo Técnico del Plan Estratégico. Marzo 1998.

Inundaciones y Tormentas 1861 - 1999



Precipitaciones 1870 - 2002

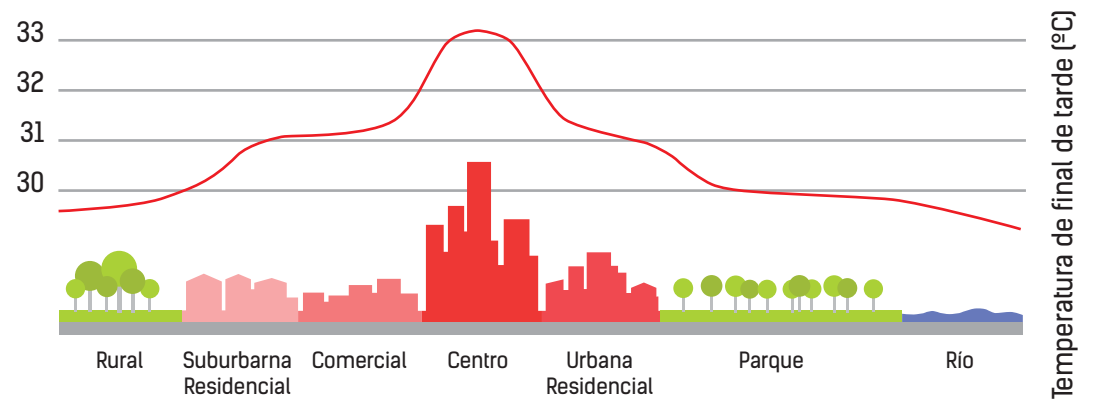


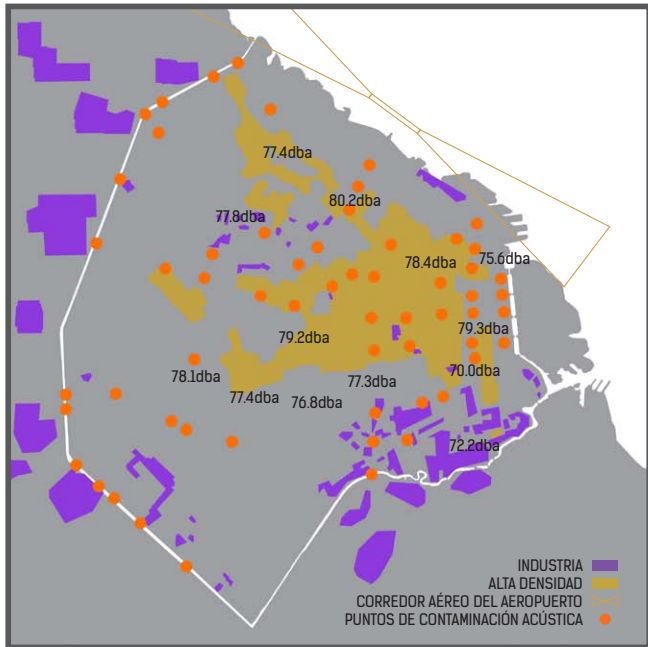


EFEECTO ISLA DE CALOR

Las mediciones indican que en Buenos Aires existe una concentración de altas temperaturas cerca de la zona más densamente poblada. En el centro de la ciudad, donde existe una alta densidad de edificios y baja densidad residencial, las emisiones de calor son altas debido al tránsito y a los edificios los cuales son emisores térmicos.

Las medidas indicadas fueron hechas entre las 9:00pm y las 22:00pm.





CALIDAD DEL AIRE Y CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

CONTAMINACIÓN DEL AIRE

1- Mediciones promedio en el barrio de palermo
(1994-1995)

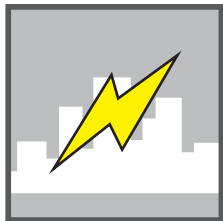
Mg/m³

Programa de Descentralización - SPU . CoPUA - Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires

| CAPL Ord. N° 39025/83 | LÍMITES ADMISIBLES | MEDIDAS |
|--------------------------------------|--------------------|---------|
| Polvo en suspensión | 0.15 | 0.1723 |
| Plomo (Pb) | 0.001 | 0.00262 |
| Dióxido de azufre (SO ₂) | 0.017 | 0.0084 |
| Óxido de Nitrógeno (NO) | 0.1 | 0.16 |

2- Valores medidos en el resto de la ciudad fueron no mucho menores, lo que indica que la contaminación del aire se extiende por toda la ciudad.

INQUIMAE - Instituto de Química Física de los Materiales, Medio Ambiente y Energía, F.C.E.F. y N.
Universidad de Buenos Aires / Universidad de Estocolmo (1994-1995)



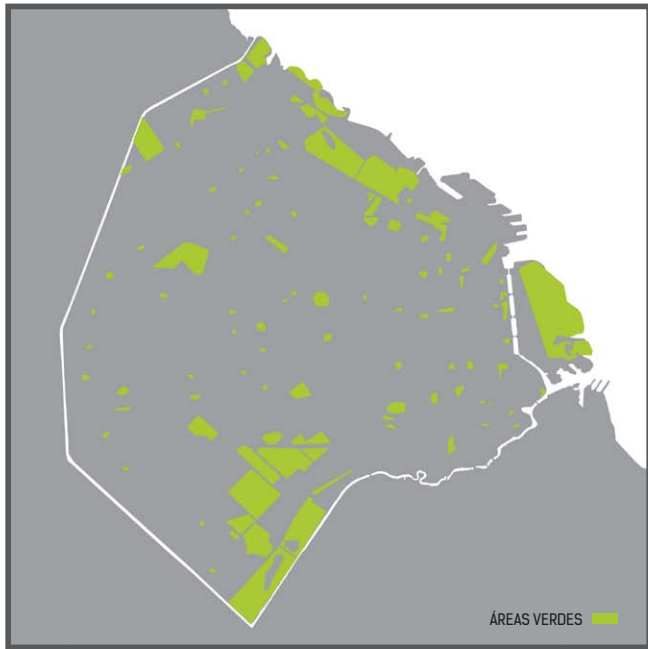
CONSUMO DE ENERGÍA

Al 17 de noviembre de 2013 se registra un consumo récord de 23.433 Mw. En los últimos cinco años, la demanda de energía creció casi un 20% con la población siendo casi la misma.

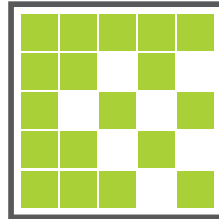


CONTAMINACIÓN ACUSTICA

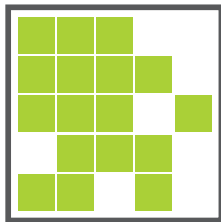
Las principales causas de ruidos molestos en la Ciudad de Buenos Aires, provienen del transporte público, las obras en construcción, las reparaciones en la vía pública, los centros comerciales y los locales de esparcimiento.



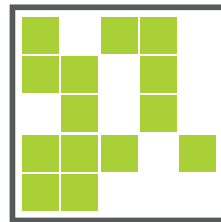
ÁREAS VERDES



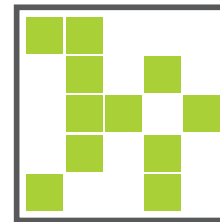
CURITIBA:
18m²/hab.



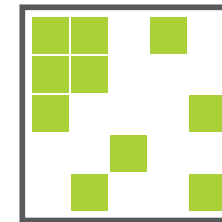
SINGAPUR:
17m²/hab.



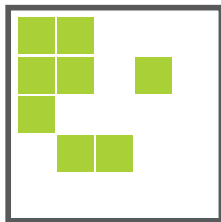
MADRID:
14m²/hab.



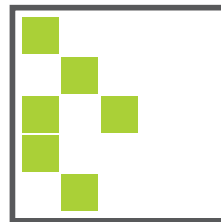
PARIS:
11.5m²/hab.



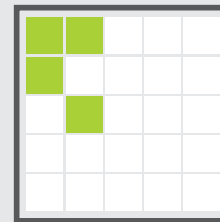
SANTIAGO:
10m²/hab.



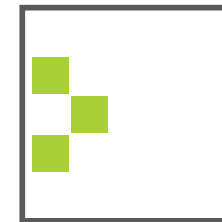
CORDOBA:
8m²/hab.



BARCELONA:
5.6m²/hab.



BUENOS AIRES:
4.3m²/hab.



TOKIO:
3m²/hab.

“Esforcémonos por un futuro urbano donde se puede abrir la puerta y salir directamente al jardín, sin importar qué tan alto sea nuestra oficina o apartamento...”

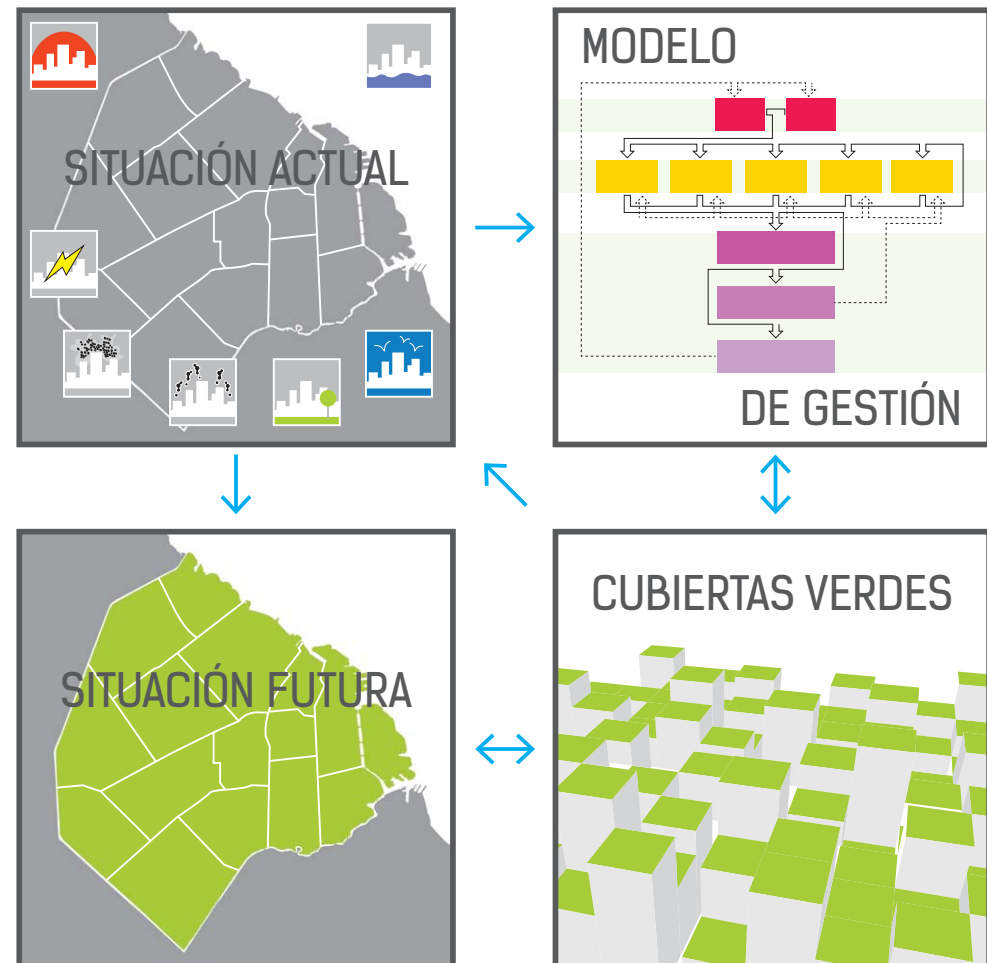
Emilio Ambasz

Programa Cubiertas Verdes

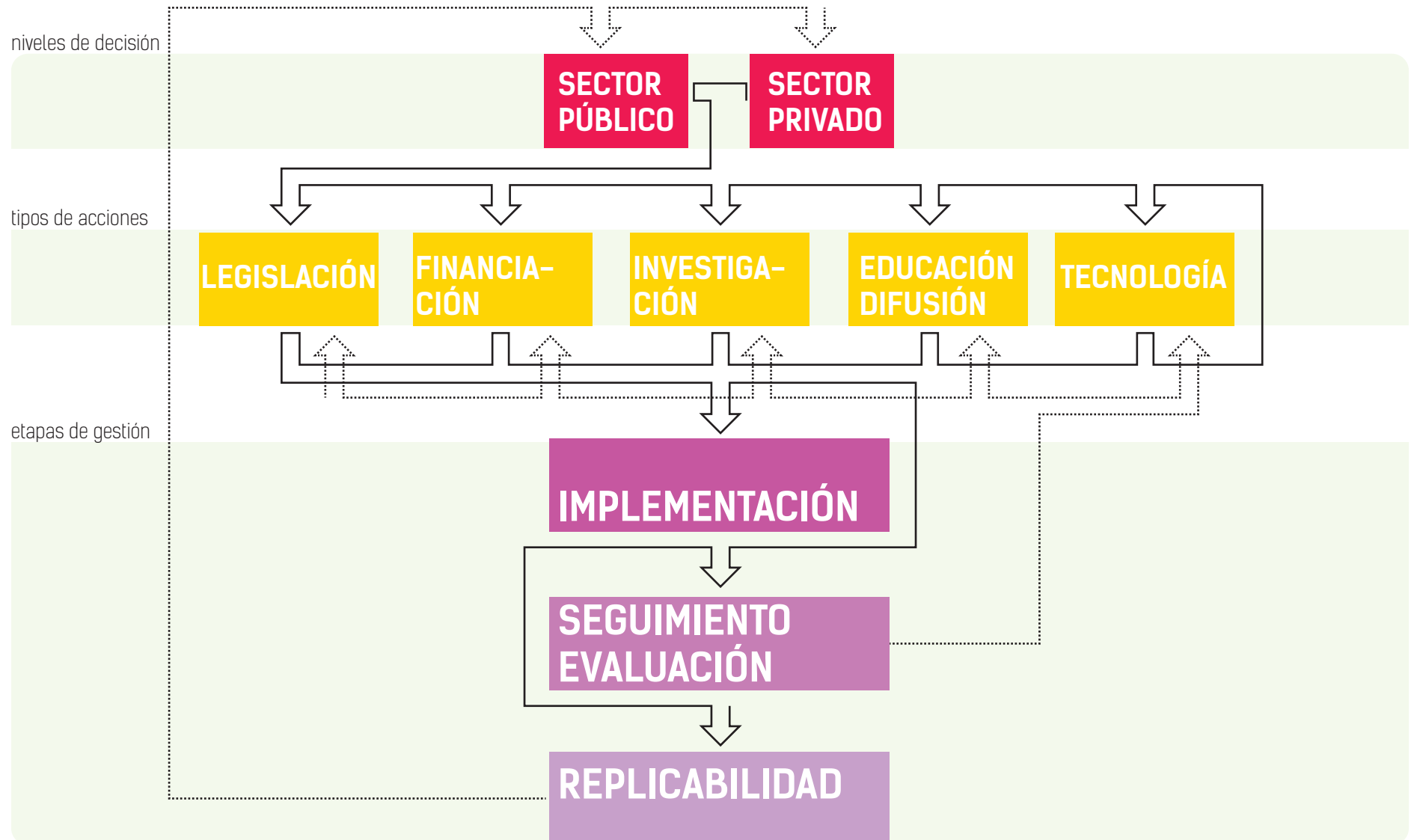
Esquema general de desarrollo

El "Programa Cubiertas Verdes" (PCV), incluye las siguientes estrategias:

1. La legislación necesaria: Ley de Cubiertas Verdes, reformas al Código de Edificación Urbano y reformas al Régimen del Impuesto Inmobiliario.
2. Un Plan de Investigación aplicada: el inventario de las edificaciones existentes incorporables al PCV, soluciones técnicas de soporte de las CV para las diversas tipologías constructivas, alternativas de suelos y nutrientes, inventario de especies vegetales recomendables, mediciones de cada uno de los beneficios a lograr para su cuantificación económico-social y ambiental, mecanismos de certificación para la obtención de Certificados de Captura de Carbono (CCC) según el Protocolo de Kyoto.
3. Alternativas de financiamiento: premios y castigos fiscales, reemplazo de inversiones en el presupuesto de la ciudad, venta de CCC y fuentes internacionales de créditos no reembolsables y reembolsables.
4. La presentación del PCV y de una propuesta de Agenda de Acción para su implementación a las instituciones públicas y privadas.
5. El desarrollo de un sistema de información, difusión, educación, participación y articulación pública sobre el PCV.



Modelo de Gestión



Ley de Techos Verdes (CABA)

LEY N.º 4428

Buenos Aires, 10 de diciembre de 2012

La Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires sanciona con fuerza de Ley

Artículo 1º.- La presente ley tiene por objeto la implementación de los denominados "Techos o Terrazas Verdes" en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Art. 2º.- A los fines de lo normado en el primer artículo de la presente Ley, entiéndase como "Techo o Terraza Verde" a una superficie cubierta de vegetación cuyo objetivo es contribuir de manera sustentable con el medio ambiente urbano.

Art. 3º.- Incorpórase el artículo 5.10.4 "Techos verdes. Superficies cubiertas de vegetación", al Código de la Edificación, el que quedará redactado de la siguiente manera:

5.10.4. TECHOS VERDES. SUPERFICIES CUBIERTAS DE VEGETACION.

5.10.4.1 MATERIAL DE LA CUBIERTA DE LOS TECHOS VERDES

La cubierta de un techo, azotea o terraza verde debe contar con una membrana aislante hidrófuga, carpeta de protección y recubrimiento previa a la capa de grava de drenaje. El espesor mínimo necesario de tierra para que la vegetación prospere debe estar en función a las especies que conformen la cubierta vegetal, no pudiendo exceder los 18cm.

La cubierta se ejecuta según la reglas del arte, aplicándose las mejores técnicas y materiales disponibles. Las pendientes de escurrimiento deben responder a las normativas vigentes y el

conjunto debe poseer un sistema de retención para evitar el escurrimiento de tierra.

IMPERMEABILIZACIÓN DE LOS DESAGÜES DE LOS TECHOS VERDES

El método de desagüe a utilizar en las cubiertas de un techo, azotea o terraza verde debe contar con una correcta IMPERMEABILIZACION, la cual debe ser ejecutada con la mejor tecnología disponible.

5.10.4.2 SEPARACION DE PREDIOS LINDEROS

Los "Techos o Terrazas Verdes", en todos los casos, deben estar separados de los muros divisorios o en muros privativos contiguos o predios linderos a los efectos de

evitar molestias a las edificaciones colindantes. La Autoridad de Aplicación establece las medidas mínimas de separación en estos casos.

5.10.4.3 CALCULO ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

Todas las edificaciones que implementen los denominados "Techos o Terrazas Verdes" deben contar con un cálculo estructural que verifique la resistencia a las cargas que generen las cubiertas verdes.

5.10.4.4 FACULTADES DE LA AUTORIDAD DE APLICACIÓN

La Autoridad de Aplicación podrá adecuar los aspectos técnicos que considere convenientes para la correcta implementación, seguimiento y control de los denominados "Techos o Terrazas Verdes".

Art. 4º.- En las obras nuevas que se realicen en el ámbito de la Ciudad de Buenos Aires, se aplican reducciones en el pago de los derechos de delineación y construcción a aquellos trámites que incluyan la construcción de una o más cubiertas vegetales. Tal reducción se calcula como el producto de la aplicación del coeficiente de ponderación (μ) por el descuento máximo aplicable que es del 20% de las referidas tasas.

Para poder gozar de los beneficios mencionados en este Artículo los solicitantes deberán comprometerse a presentar, ante la Autoridad de Aplicación, una declaración jurada al finalizar la obra, a los fines de demostrar la construcción del "Techo o Terraza Verde".

Art. 5º.- Los propietarios de edificaciones que implementen y mantengan Techos Verdes, gozan de una reducción en el importe del Alumbrado, barrido y limpieza. Tal reducción se calcula como el producto de la aplicación del coeficiente de ponderación (μ) por el descuento máximo aplicable que es del 20% de las referidas tasas.

A fin de mantener la exención anual, la Autoridad de Aplicación implementa las medidas de fiscalización y control de la existencia y mantenimiento del Techo o Terraza Verde.

Los beneficios explicitados alcanzan a los titulares de los inmuebles que mantengan las Cubiertas Verdes.

En los casos de los inmuebles afectados por la Ley de Propiedad Horizontal, los beneficios establecidos anteriormente alcanzan a todos los copropietarios de los mismos.

En todos los casos si la Autoridad de Aplicación verificase que el "Techo o Terraza Verde", definido en el Artículo 2° de la presente, dejase de existir, los beneficiarios perderán el beneficio otorgado sin más trámite.

Art. 6°.- Coeficiente de Ponderación (μ)

Se define como la semisuma de la aplicación de las Tablas I (Superficie del techo Verde) y II (Porcentualidad de Cubierta, medida en proyección horizontal que se ha destinado al Techo Verde) correspondientes a cada Techo Verde.

Art. 7°.- Comuníquese, etc. Ritondo - Pérez

Buenos Aires, 11 de enero de 2013

En virtud de lo prescripto en el artículo 86 de la Constitución de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, y en ejercicio de las facultades conferidas por el artículo 8° del Decreto N° 2343/98, certifico que la Ley N° 4428 (Expediente N° 2788426/12), sancionada por la Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en su sesión del día 10 de diciembre de 2012 ha quedado automáticamente promulgada el día 8 de enero de 2013.

Dese al Registro, publíquese en el Boletín Oficial de la Ciudad de Buenos Aires, gírese copia a la Legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, por intermedio de la Dirección General de Asuntos Legislativos, comuníquese al Ministerio de Hacienda, y para su conocimiento y efectos remítase al Ministerio de Desarrollo Urbano. Cumplido, archívese. Clusellas

| Tablas I (Superficie del Techo Verde) | | Tablas II (Porcentualidad de Cubierta, medida en proyección horizontal que se ha destinado al Techo Verde) | | |
|--|---------|--|--------|---------|
| m2 | $\mu 1$ | | % | $\mu 2$ |
| 0-50 | 0.2 | | 0-20 | 0.2 |
| 51-100 | 0.4 | | 21-40 | 0.4 |
| 101-150 | 0.6 | | 41-60 | 0.6 |
| 151-200 | 0.8 | | 61-80 | 0.8 |
| Más de 200 | 1 | | 81-100 | 1 |

$$\text{Coeficiente de Ponderación } \mu = \frac{\mu 1 + \mu 2}{2}$$

Cubiertas Verdes

Definición

En su definición más básica, una cubierta verde es un sistema de ingeniería que permite el crecimiento de vegetación en la parte superior de los edificios (ya sea en techos o terrazas), manteniendo protegida su estructura. Son jardines o zonas verdes instalados en los techos o cubiertas de nuestras edificaciones, aminorando el impacto ambiental que generan todas las grandes obras o construcciones dentro de nuestras ciudades.

En general las cubiertas verdes tienen un impacto neto positivo sobre el ambiente: capturan agua de lluvia, reduciendo así inundaciones y niveles de contaminación; mejoran la aislación térmica de los edificios y enfrían el aire; representan un hábitat para especies nativas o migratorias; y pueden ayudar a mejorar la calidad de vida.



Historia

Los techos verdes son conocidos hace siglos, tanto en los climas fríos de Islandia, Escandinavia, USA y Canadá, como en los climas cálidos de Tanzania.

En las zonas de climas fríos, "calientan", puesto que almacenan el calor de los ambientes interiores y en los climas cálidos "enfrian", ya que mantienen aislados los espacios interiores de las altas temperaturas del exterior.

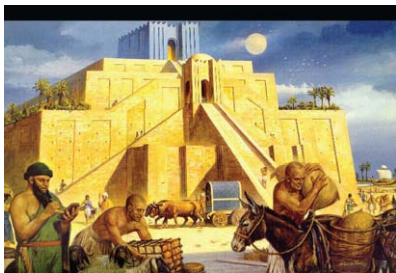
En estos techos, la vegetación junto con la tierra moderan extraordinariamente las variaciones de temperatura en los ambientes de la vivienda. De un modo natural el calor acumulado no sólo se almacena sino que también se absorbe.

[ver Anexo 1 | Reseña Histórica.](#)



Techos verdes tradicionales en las Islas Feroe.

Zigurats de Ur,
llanura mesopotàmica
siglo XXII – XXV a.c.



Contrucciones
Yaodong (casa cueva)
siglo XX a.c.



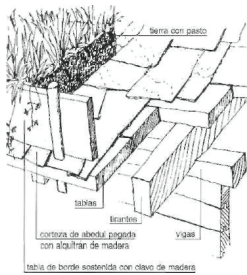
Jardines colgantes
de Babilonia
500 a.c.



Techos Vikings
700



Islandia: casas tradicionales de panes de césped
1100



1750



Comienzo de la Revolución Industrial

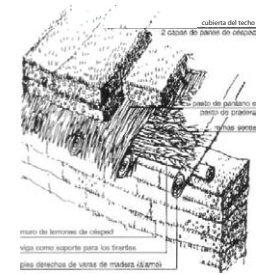
Casa Hehe Tansania
1800



1839

Samuel Haüsler
cubierta de cartón impermeabilizante

Cubiertas de pasto silvestre en Norteamérica "Sod House"
1860



Carl Rabitz
cubierta de cartón impermeabilizante
sobre cemento volcánico

1867

Francois Hennebique
sistema de construcción con
hormigón armado

1900

Francois Hennebique
"Bourg-la-Reine"

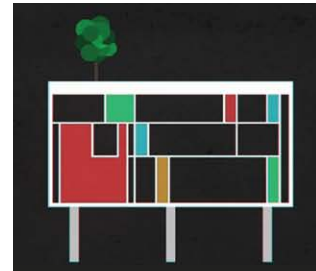
1904



"La prueba, con un siglo de antigüedad, de que la conjunción entre el soporte de hormigón armado, la impermeabilización flexible y el remate mediante una capa vegetal es una de las soluciones constructivas más acertadas y duraderas que se pueden realizar".
Le Corbusier

1914

Fin de la
Revolución Industrial



5 puntos de la
arquitectura moderna
Le Corbusier

1927

- . Edificio sobre pilares
- . Cubierta ajardinada
- . Planta libre
- . Ventanas longitudinales
- . Fachada libre

La NASA comienza investigaciones
para desarrollar nuevos materiales
para la construcción

1970

Nace el concepto moderno de las
"cubiertas vegetales".
Alemania, 1971



Gerda Gollwitzer y Werner Wirsing publicaron el libro titulado: "Áreas habitadas de los techos, transitables y cubiertos con vegetación"

1987

Alemania ofrece subsidios de hasta un 50% del valor de la cubierta ecológica para su desarrollo en 80 ciudades

1997

Protocolo de Kyoto

Toronto ciudad pionera en implementación de techos verdes
2010

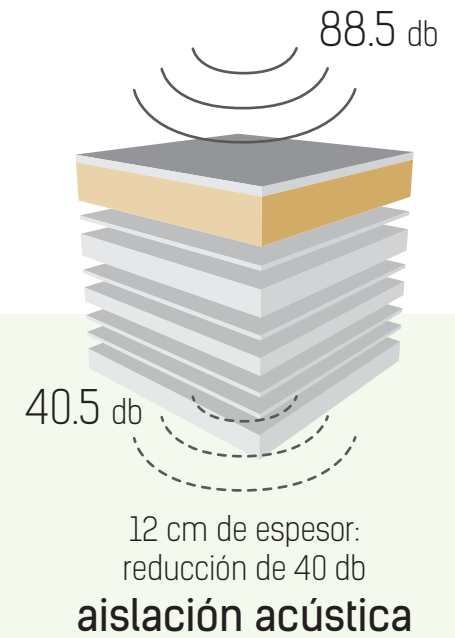
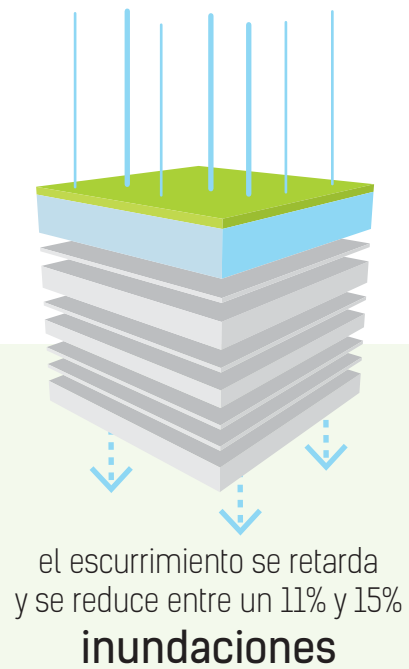


2013

Ciudades con ley de techos verdes:

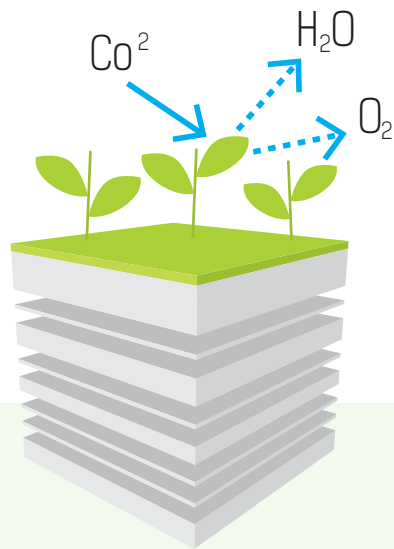
- . Toronto, Canadá
- . Chicago, EEUU
- . Copenhage, Dinamarca
- . Tokio, Japón
- . San Pablo, Brasil
- . Buenos Aires, Argentina

Macrobeneficios

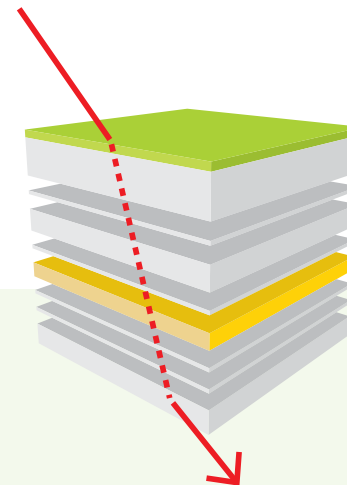




10m² de cubierta verde
pueden quitar del aire
2 kg de suciedad por año
polución ambiental



entrada de energía luminosa
 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
absorción de CO₂



25 % de ahorro de energía
aislación térmica



reducción del efecto de
isla de calor

Beneficios Adicionales

REDUCCIÓN DE LAS SUPERFICIES PAVIMENTADAS

Para lograr un clima urbano saludable, probablemente sería suficiente con enjardinar entre un 10 y un 20% de todas las superficies techadas de la ciudad, ya que un techo de césped sin podar tiene promedialmente de 5 a 10 veces más de superficie de hojas (Fig.1) que la misma área en un parque abierto.

ABSORCIÓN DE CONSTAMINACIÓN ELECTROMAGNETICA

Está comprobado que las ondas electromagnéticas producidas por antenas celulares y teléfonos inalámbricos entre otros, tienen efectos dañinos para el hombre. Problemas para conciliar el sueño, dolores de cabeza y debilitamiento del sistema inmune son las consecuencias más comunes.

PROTECCIÓN DE LA MEMBRANA IMPERMEABLE, VIDA ÚTIL

La duración de todos los techos convencionales, sean éstos cubiertos con asfalto, tejas, ripia, metal, chapas onduladas o similares es limitada por la influencia del tiempo. Las cubiertas verdes actúan como protección de las temperaturas extremas, de los rayos UV y de los posibles daños mecánicos.

PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

Una cubierta verde ofrece una protección ideal contra incendio para techos propensos a tomar fuego. En Alemania los techos verdes son válidos como incombustibles y son clasificados como cerramientos superiores pesados.

VALORIZACIÓN DE LA PROPIEDAD

La implementación de cubiertas verdes es tendencia a nivel mundial, su valor estético y el aprovechamiento de espacios aumentan el valor percibido de la edificación.

PERCEPCIÓN DE AROMAS

Hierbas silvestres en el techo verde, como por ejemplo tomillo, lavanda y claveles producen aromas agradables. En contraposición los techos con membrana asfáltica producen con la radiación solar emanaciones, que no sólo transmiten olores desagradables, sino que también pueden ser perjudiciales para la salud.

EFFECTOS ESTÉTICOS Y SICOLÓGICOS

Es distinto el efecto que produce un techo convencional de grava o con asfalto negro-grisáceo, que el de un techo de hierbas silvestres que con su belleza natural, sienta bien sobre el estado de ánimo y el espíritu humano.

CORREDORES VERDES

Las cubiertas verdes contribuyen a la conformación de corredores verdes. Estos comunican los distintos ecosistemas que rodean las ciudades.

| VEGETACIÓN | SUP. DE HOJA /M ² DE SUPERFICIE |
|---|--|
| CÉSPED: 3CM DE ALTURA 5CM DE ALTURA | 6M ² 9M ² |
| PASTOS SIN CORTAR DE HASTA 60CM DE LARGO | HASTA 225M ² |
| TECHOS DE PASTO EN VERANO | MÁS DE 100M ² |
| SEDUM HASTA 8CM DE ALTURA | 1M ² |
| SEDUM MUY DENSO HASTA 10CM DE ALTURA | 2.4M ² |
| VID SILVESTRE EN FACHADA: - 10CM DE ESPESOR - 20CM DE ESPESOR | 3M ² 5M ² |
| HIEDRA EN FACHADA DE 25CM DE ESPESOR | 11.8M ² |

Superficie de hoja

La densidad y el espesor del pasto crecido, y por lo tanto también la cantidad de superficie de hoja, son decisivos para lograr muchas características positivas, como por ejemplo la limpieza del aire, la formación de rocío y el efecto de aislamiento térmico.

Fig. 1

Techos Verdes para Mitigar Inundaciones

"En las lluvias que rondan los 20 a 30 milímetros la retención del agua caída es del orden del 70% hasta el 100%, cuando las precipitaciones pasan los 40 o 50 milímetros los porcentajes caen alrededor de un 60% y ante lluvias intensas de 100 milímetros la retención que obtuvimos fue del 20 a 30 %".

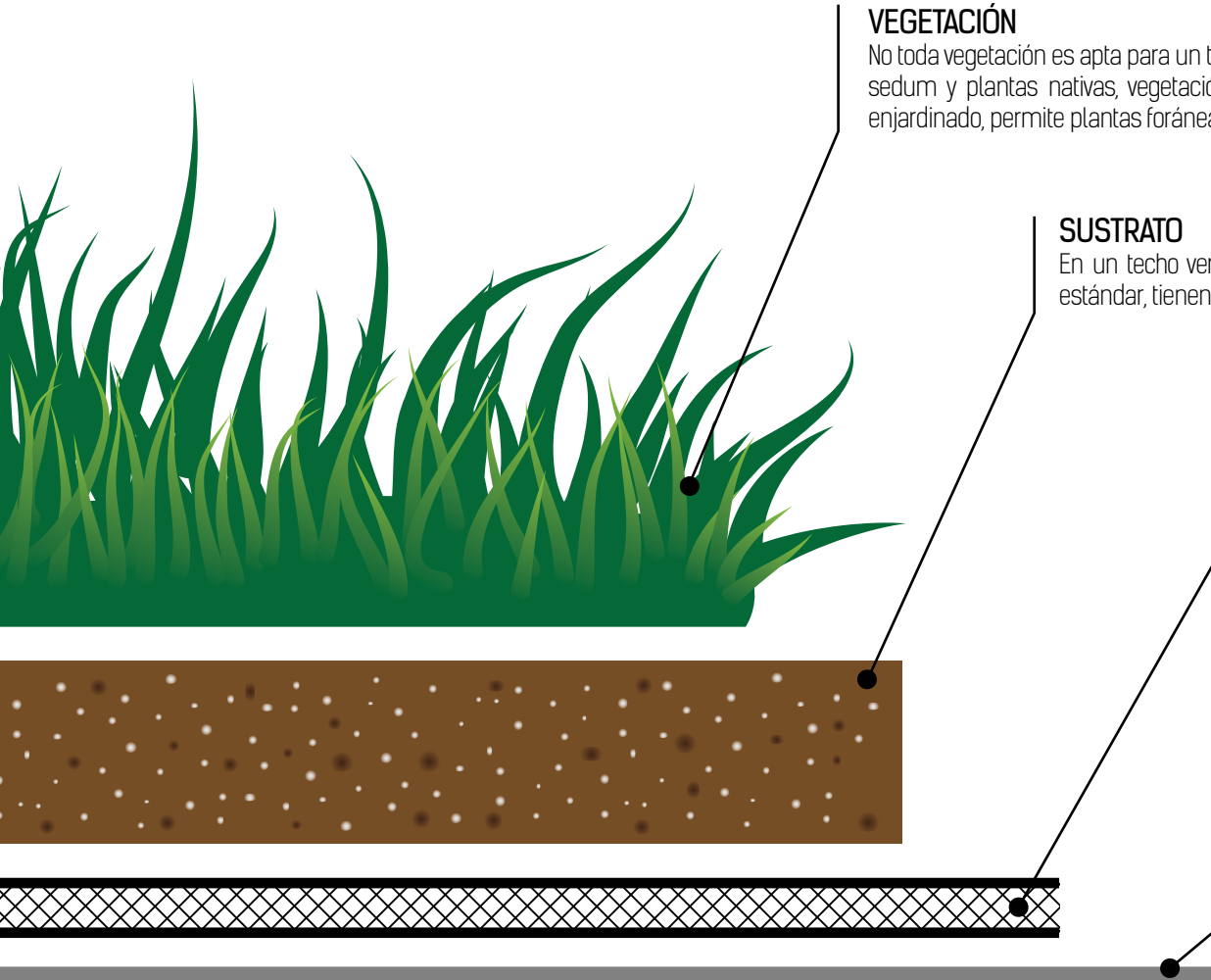
Héctor Rosatto, docente del departamento de Ingeniería Agrícola de la FAUBA.



Componentes de una CV convencional

“...las cubiertas verdes son un arma ecológica que las ciudades deben utilizar.”

Carlos Placitelli, arquitecto, consultor y docente en temas de bioarquitectura .



VEGETACIÓN

No toda vegetación es apta para un techo verde sustentable. En el caso del verdeado extensivo se utiliza una combinación de sedum y plantas nativas, vegetación sumamente resistente y de bajo mantenimiento. El verdeado semi-intensivo tipo enjardinado, permite plantas foráneas y césped. En el intensivo la elección de vegetación es prácticamente ilimitada.

SUSTRATO

En un techo verde se utilizan sustratos especialmente formulados. A diferencia de la tierra de jardín estándar, tienen un alto grado de permeabilidad, retienen agua y su peso es muy inferior.

DRENAJE

Cada Techo Verde debe tener una capa de drenaje inferior al sustrato y perimetral para evacuar el exceso de agua. Las modalidades son múltiples, se proveen según cada caso y van desde Leca (arcilla expandida) y un fieltro geotextil hasta las más complejas membranas.

MEMBRANA IMPERMEABLE

La impermeabilización se puede realizar con distintos materiales, siempre y cuando cumplan los requisitos de una completa aislación hidrófuga y contengan o se complementen con una barrera antirraíz.

ver Anexo 2 | Materiales para la Construcción.

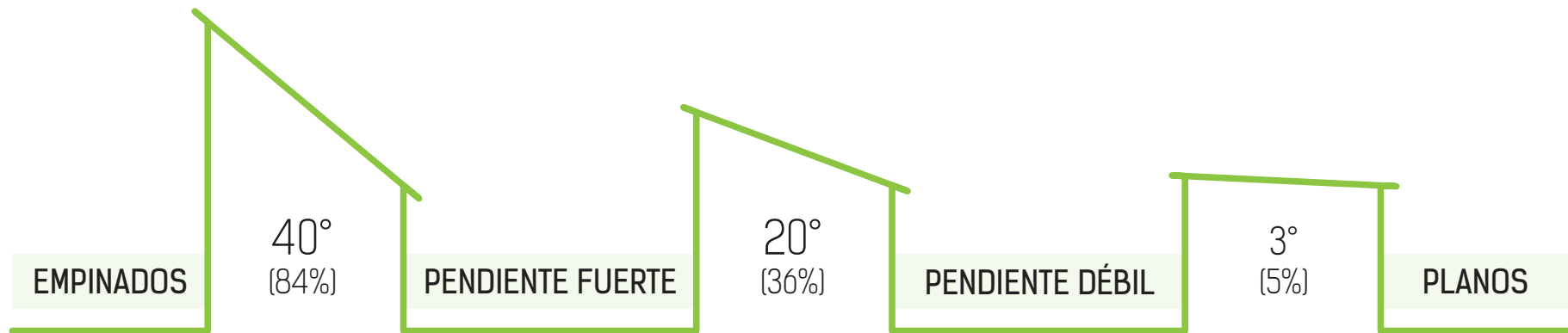
Fundamentos para la planificación

Existen una serie de aspectos generales a tener en cuenta para la planificación e implementación de cubiertas verde. Estos son: la utilidad que va a tener la cubierta, consideraciones de carga de la estructura, las distintas tipologías de cubiertas, la inclinación del techo y su desagüe, así como su altura y orientación al cielo. Para finalmente poder prever el transporte y la colocación del sustrato.

ver Anexo 3 | Detalles Constructivos.

Análisis tipológico de techos existentes

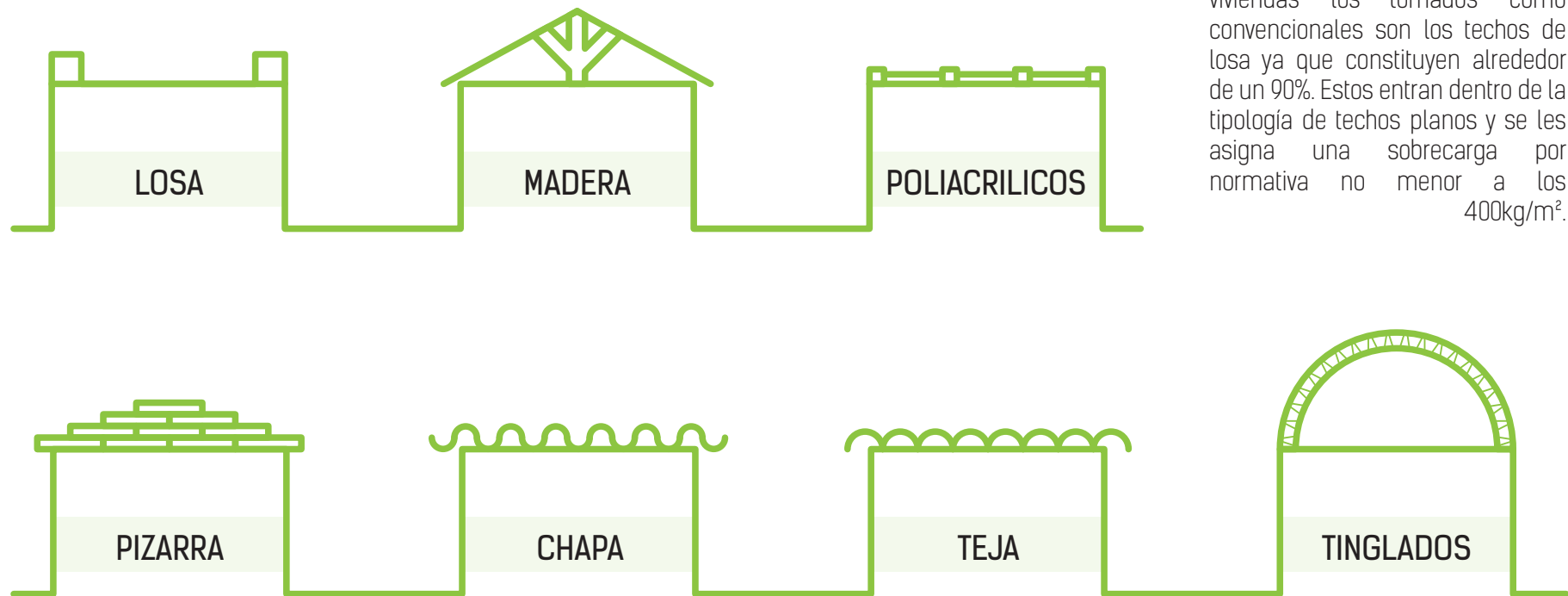
. Según la inclinación



La inclinación de la cubierta es decisiva para la construcción del techo verde y la elección del tipo de vegetación. En techos planos sin suficiente espesor de sustrato y sin capa de drenaje, suele presentarse un problema: se producen con fuertes lluvias, estancamientos de agua, lo que para muchas plantas es perjudicial, principalmente para los pastos, ya que la respiración de la raíz es severamente dañada.

Para lograr un costo razonable, la construcción del techo debería tener una inclinación mínima del 5%, porque así no es necesario un drenaje especial. Los techos de gran longitud, con más del 40% (22°) de inclinación, necesitan en general precauciones especiales, que impidan que el sustrato se deslice.

. Según material de construcción



En la Ciudad de Buenos Aires las tipologías de techos son diversas. Sin embargo en lo que respecta a viviendas los tomados como convencionales son los techos de losa ya que constituyen alrededor de un 90%. Estos entran dentro de la tipología de techos planos y se les asigna una sobrecarga por normativa no menor a los 400kg/m^2 .

Análisis tipológico de cubiertas verdes

| |  EXTENSIVAS |  SEMI-INTENSIVAS |  INTENSIVAS |
|---------------------------------|--|---|--|
| Espesor de sustrato (cm) | 3 - 15 | 15 - 30 | > 30 |
| Peso (kg/m²) | 30 - 150 | 150 - 400 | > 400 |
| Mantenimiento | Muy limitado | Importante | Importante |
| Accesibilidad | No | Si | Si |
| Vegetación | Sedum y plantas herbáceas nativas ^{*1} | Césped, plantas perennes y arbustos | Elección de vegetación prácticamente ilimitada ^{*2} |

*1 Las especies de plantas no originarias, desplazan a las nativas y dan lugar a la destrucción del hábitat para la vida silvestre, que depende de ellos. Aunque las especies extranjeras pueden ofrecer una buena fuente de néctar, esto no significa que la fauna nativa las reconozcan como alimento, esto las harán menos propensas a ser polinizadas y conducirá a la disminución de la población vegetal.

Los techos verdes sustentables basados en sedums, son los únicos que hasta ahora han probado ser resistentes a las condiciones extremas de un techo. No necesitan ser regados, y su mantenimiento es mínimo.

En Argentina y la región existen muy pocas variedades de sedum, por lo tanto usando una mayoría de especies extranjeras, puede llevar a problemas, ya que no ofrecen el mismo alimento y refugio a las aves nativas e insectos.

Por eso los techos verdes deben tener no menos de un 20% de plantas nativas.

Los techos verdes que cuentan con especies nativas pueden reemplazar la flora que fue destruida cuando un edificio se erigió. Encuestas de plantas locales y los registros históricos se pueden utilizar para recrear la especie original presentar y restablecer los hábitats naturales perdidos

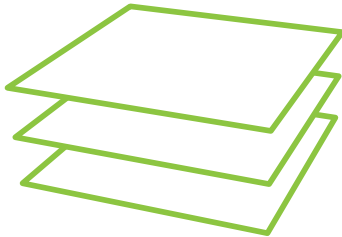
Pero las plantas nativas de nuestra región, definidas como las que existían antes de la intervención del hombre, están desapareciendo a un ritmo alarmante debido a las actividades humanas, como el desarrollo urbano, la agroindustria y la introducción a una región de plantas invasivas que no son nativas. La pérdida de comunidades de plantas nativas ha reducido el hábitat silvestre y la diversidad genética necesaria para mantener sistemas equilibrados.

Las flores silvestres hacen mucho más que agregar belleza al paisaje. Ayudan a conservar el agua, reducir los costos de regar, brindar hábitats para las aves, mariposas y otras formas de vida silvestre, proteger la tierra y ahorrar dinero en fertilizantes y pesticidas. Las plantas nativas "nos dan un sentido de dónde estamos en esta gran tierra nuestra".

*2 Algunas plantas como el bambú deben evitarse debido a la agresividad de sus raíces.

ver Anexo 4 | Obras.

Estudio de antecedentes



Convencionales

Sika

Empresa con más de 100 años de historia y presencia mundial. En la actualidad ofrece productos para la preparación e impermeabilización de terrazas con destino cubiertas verde. Sistema de PVC soldado por termofusión y sistema drenante para recibir el sustrato de tierra correspondiente.

<http://arg.sika.com/es/group/News/Cubiertasverdes.html>

Renolit Alkorgreen

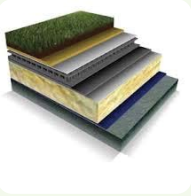
Ofrece una solución completa, estético y ecológico para el techo del futuro. Es un sistema de techo verde optimizado que comprende un importante valor añadido, tanto para los nuevos proyectos de construcción como para los de renovación.

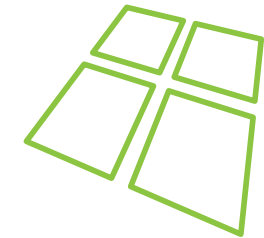
<http://www.renolit.com/waterproofing-roofing/en/products/renolit-alkorgreen/>

Tecnolibertador

Empresa especializada en aislaciones, que brinda una prestación profesional en el rubro de la construcción. Nació en el año 1993 y a través de su trayectoria ha acumulado una larga experiencia. Recientemente incorpora dentro de sus servicios la instalación de cubiertas verdes.

<http://www.tecnolibertador.com/>





Modulares

LiveRoof

Es un sistema de techo verde híbrido patentado, instalado en casi 4 millones de metros cuadrados y más de mil proyectos en todo el mundo. Diseñado para combinar todas las ventajas de otros tipos de sistemas de techos verdes dejando afuera los inconvenientes.

<http://liveroof.com/>

VerdesAires

Constituye una herramienta para generar una ciudad más amigable con el ambiente. La posibilidad de recuperar espacios verdes construyendo jardines en los techos y terrazas vacíos de las industrias, actividades de servicios, comercios y viviendas.

<http://www.verdesaires.com.ar/index.html>

VerdeFácil

El sistema modular VERDE fácil para techos ajardinados, es una solución segura para la arquitectura y una excelente base para el óptimo desarrollo de la vegetación.

<http://www.verdefacil.com/>



ver Anexo 5 | Productos Existentes.

Testimonio de usuarios

“En verano, dentro de mi departamento hay siete grados menos que en el exterior; tiene que hacer demasiado calor para encender el aire acondicionado. En invierno la calefacción no supera el mínimo”.

“Siempre me gustó cuidar un jardín y adoro las plantas. Pero también, cuando comencé a averiguar, me enteré de la importancia de este tipo de espacios para el medio ambiente de la ciudad”.

“Aquella inversión inicial se termina compensando al largo plazo”.

“Además del ahorro económico que genera, un techo con estas características te hace sentir orgullosa. Siento que estoy ayudando al medio ambiente, pues cuanto más verde tengamos, mejor será el aire respiremos”.

Marta Rubio, propietaria de una terraza verde en el barrio de Núñez, CABA.

“Valió la pena. Uno, porque comprobé que otra terraza, que se reparó en forma convencional, tuvo que rehacerse a los cinco años. Dos, porque el mantenimiento es sencillo, tijeras y regadera, como cualquier jardín. Tres, por la satisfacción de saber que limpia el aire, achica la humedad y ahuyenta la parte oscura de la lluvia. Y cuatro, porque de repente, en medio de la ciudad, estás tirado en el pasto, a metros de altura, tomando sol. En un jardín del cielo, lleno de flores y fragancias”.

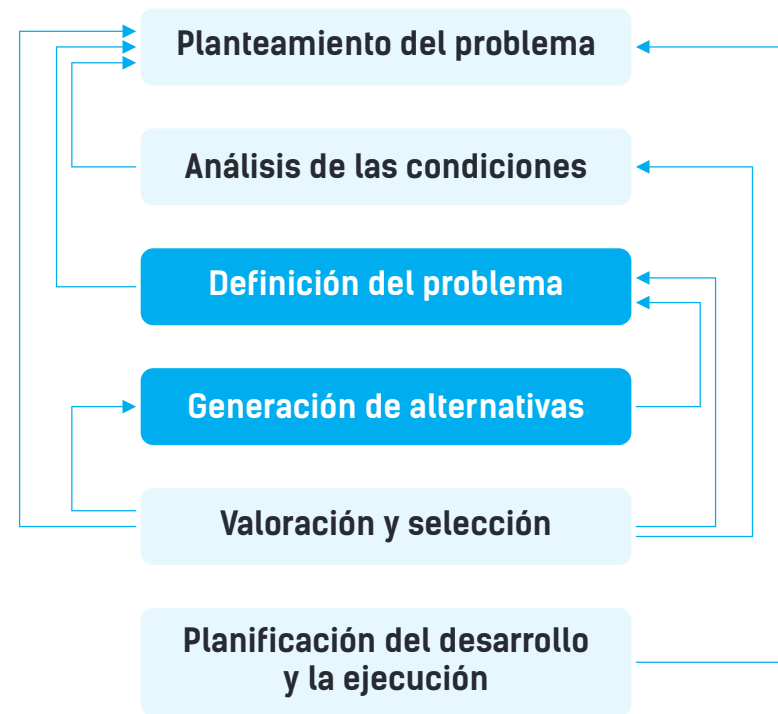
Anibal Guiser, propietario de una terraza verde en el barrio de Chacarita, CABA.



Terraza verde de Marta Rubio.



Terraza verde de Anibal Guiser.



Listado de Requisitos

Indispensables

| REQUISITO | FUNDAMENTO |
|---|---|
| Dispositivo modular para la instalación de cubiertas verdes | Es la definición del producto a desarrollar. |
| Construcción en materiales resistentes | Se pretende la utilización de materiales que perduren en condiciones extremas: contacto permanente con el agua, exposición a los rayos UV, cambios de temperatura, compresión, etc. |
| De fácil instalación | El producto tiene como objetivo el incentivar la aplicación de cubiertas verdes mediante un sistema simple, que no requiera conocimientos previos del tema. |
| Componente anti-raíz | El producto está pensado para ser utilizado sobre cualquier tipo de impermeabilización. |
| Separación del techo de la vegetación | Posibilita que tanto el aire como el agua corran libremente por debajo del sistema. |
| Componente filtrante | El excedente de agua debe correr, mientras que el sustrato debe permanecer contenido para evitar problemas en el sistema de desagüe de la edificación. |
| Reserva de agua | Con el fin de generar un sistema sustentable de bajo mantenimiento, la vegetación precisa de un reservorio de agua. |
| Componente drenante | El sistema debe permitir el drenado de aguas excedentes, evitando encharcamientos que puedan resultar dañinos para la vegetación. |
| Adaptabilidad | La adaptabilidad a las distintas configuraciones de techos y pretenciones de los usuarios generan coberturas más homogéneas y por lo tanto mejoran su apariencia. |
| Consideraciones de carga | Las consideraciones de peso resultan indispensables para aplicaciones sobre estructuras existentes. |

Deseables

| REQUISITO | FUNDAMENTO |
|--|--|
| Contemplar traslado | El traslado debe estar contemplado ya que es una parte muy importante en la implementación del sistema. |
| Contemplar distintos tipos de verdeado | Los distintos verdeados aportan una mayor adaptabilidad tanto a estructuras existentes como a pretensiones del usuario. |
| Contemplar sustrato | El sustrato a utilizar y sus especificaciones (peso saturado, peso seco, componentes) ayudan a brindar una solución más completa. |
| Contemplar vegetación | La vegetación a utilizar en los distintos casos ayuda al usuario a implementar su cubierta verde y hace del sistema una solución más completa. |
| Bajo costo de producción | El bajo costo en la producción es importante si se quiere obtener un precio de venta al público competitivo. |
| Dimensiones manipulables | Facilita instalación, la cual se realiza generalmente en condiciones complejas debido a la altura. |

Optativos

| REQUISITO | FUNDAMENTO |
|---|--|
| Cumplimiento de normas | El cumplimiento de las normas de la FLL alemana y de azoteas verdes de america del norte se pueden aplicar al producto como valor agregado. |
| Conectores entre módulos | Los conectores entre módulos sirven para evitar el efecto del levantamiento generado por el viento en edificaciones altas (mayores a 20 metros). |
| Contemplar riego | La incorporacion del riego en una cubierta verde resulta beneficioso no solo para la vegetación sino tambien como sistema de refrigeración (contribuyendo al ahorro energético). |
| Contemplar reducción para estoqueado | El estoqueado reducido repercute en el costo final del producto. |
| Sistemas con instructivos y seguimiento | Ayudar al usuario a planificar y mantener su cubierta una vez instalada. |
| Conección de sustrato | Los módulos comparten humedad, nutrientes y organismos beneficiosos generando un sistema homogéneo y evitan secados perimetrales. |
| Elevadores de sustrato | Permiten distintos verdeados. |
| Contemplar bordes | Permiten brindar una solución integral y facilitan su instalación. |
| Contemplar zonas transitables | Permiten brindar una solución integral, que se adapte a las distintos requerimientos de los usuarios. |

Camino Projectuales

Sistema modular para la instalación de cubiertas verdes sobre estructuras existentes

Se trata de una contribución más desde el diseño industrial para lograr ciudades sustentables. Tratando las cubiertas verdes desde la problemática de su instalación, mediante sistemas modulares, adaptables a la mayor cantidad de casos posible. Brindando en ambos caminos, alternativas que cumplan independientemente de costos, materiales y modos de instalación, con todos los requisitos técnicos necesarios para implementar este tipo de cubiertas de manera segura.

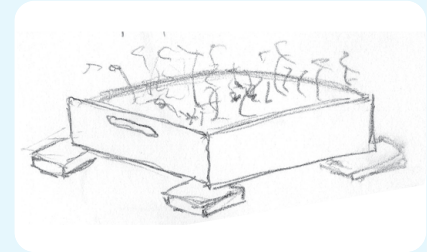
Soluciones prácticas y eficientes que separen a la implementación de una cubierta verde del concepto de "obra", con todo lo que esto implica: contratación de empresas responsables con mano de obra especializada, utilización de materiales específicos los cuales no están siempre disponibles en el mercado, etc. Mediante las cuales se incentive a personas interesadas en temas de sustentabilidad, vegetación, ahorro energético u otros a realizar su propia cubierta verde de manera sencilla, sin la necesidad de conocimientos específicos previos.

→ CAMINO 1

Diseño Social

ALTERNATIVA A

A partir de materiales reutilizados



ALTERNATIVA B

Solución a partir de materiales estándar

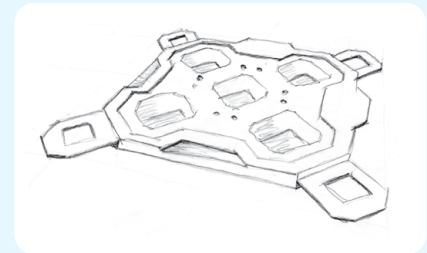


→ CAMINO 2

Diseño Tecnológico

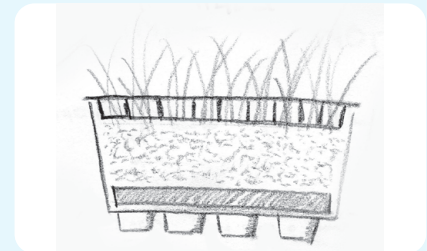
ALTERNATIVA C

Módulos para armar



ALTERNATIVA D

Solución integral pre-vegetada



CAMINO 1

Diseño Social

Es sabido que un techo verde prolonga la vida útil de la membrana de impermeabilización, que aísla térmicamente la edificación disminuyendo el uso de calefacción y refrigeración, haciendo que con el tiempo éste se solvente. Sin embargo al momento de la instalación continua siendo más barato un techo con una impermeabilización convencional. Estas alternativas buscan reducir esa brecha, evitando la exclusión de estas prácticas debido a razones económicas.

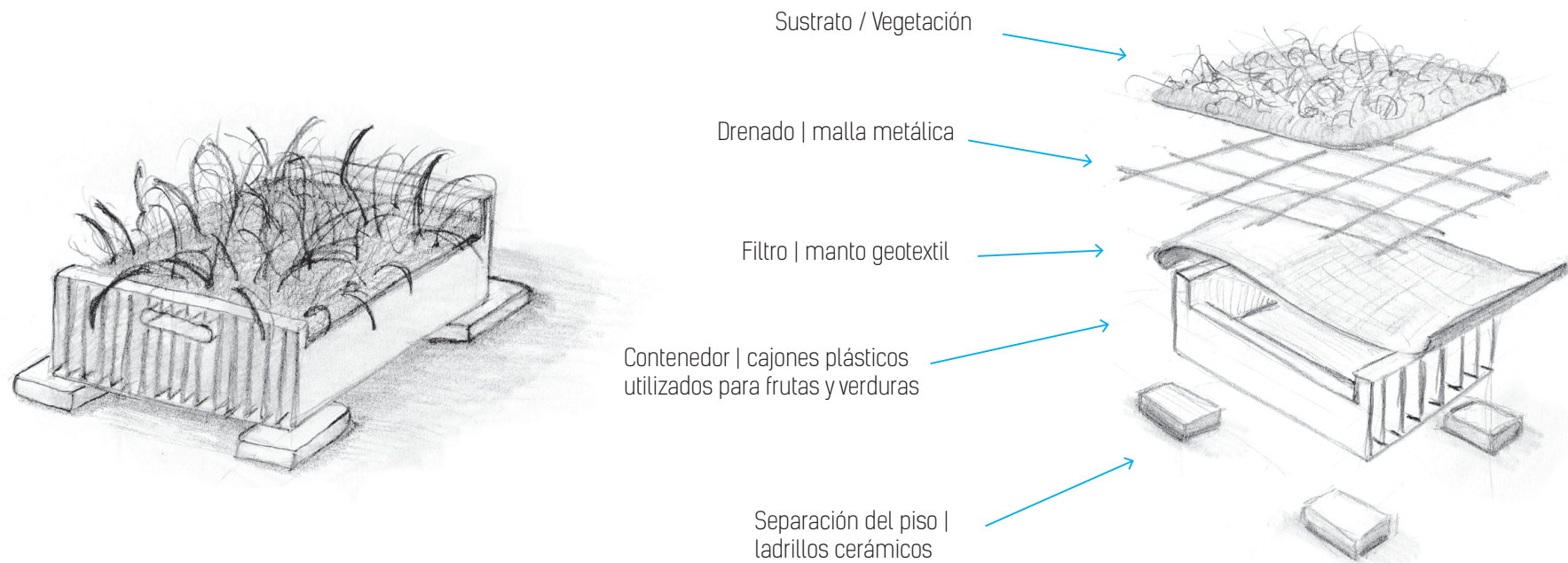
“La mayoría de los diseñadores del mundo centran todos sus esfuerzos en el desarrollo de productos y servicios exclusivamente para el 10% de los clientes potenciales de todo el planeta. Es necesaria una revolución en el diseño para poder alcanzar el otro 90%.”

Dr. Paul Polak, International Development Enterprises.

ALTERNATIVA A

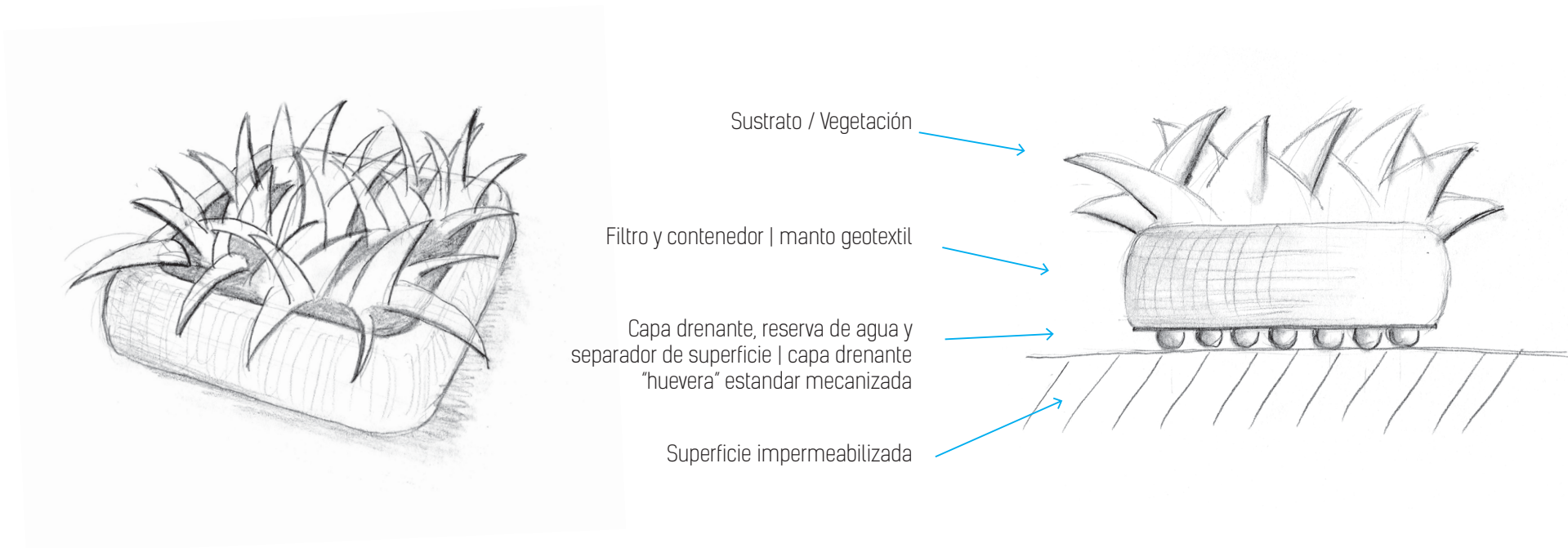
A partir de productos reutilizados

Esta alternativa se basa en la búsqueda de nuevos usos para productos, que mediante modificaciones simples se adapten al propósito de la construcción de los módulos. De manera de utilizarlos como insumos, disminuyendo así los costos de fabricación, obteniendo como resultado un producto final más económico. Como beneficio adicional se obtiene un refuerzo del concepto de sustentabilidad como un valor agregado muy apreciado por el público objetivo.



Solución a partir de materiales estándar

Esta alternativa trata la aplicación de materiales estándar de bajo costo, a modo de insumos, a los cuales mediante procesos simples se los modifica para generar una solución innovadora de cubiertas verdes modulares a bajo costo.



CAMINO 2

Diseño Tecnológico

Este camino busca el desarrollo de productos específicos para la aplicación en cubiertas verdes. Buscando nuevas ideas y soluciones innovadoras a la problemática existente al momento de su instalación.

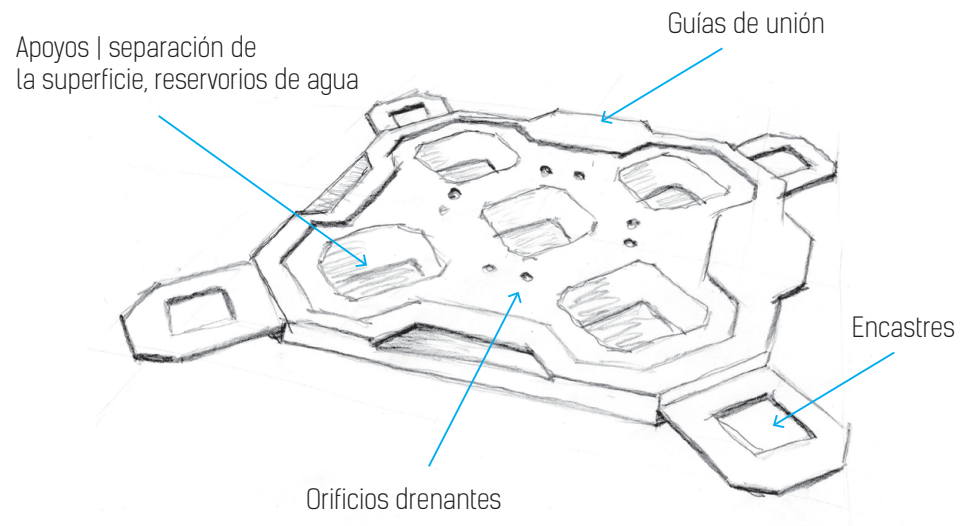
“El diseño se trata de la necesidad.”

Charles Eames

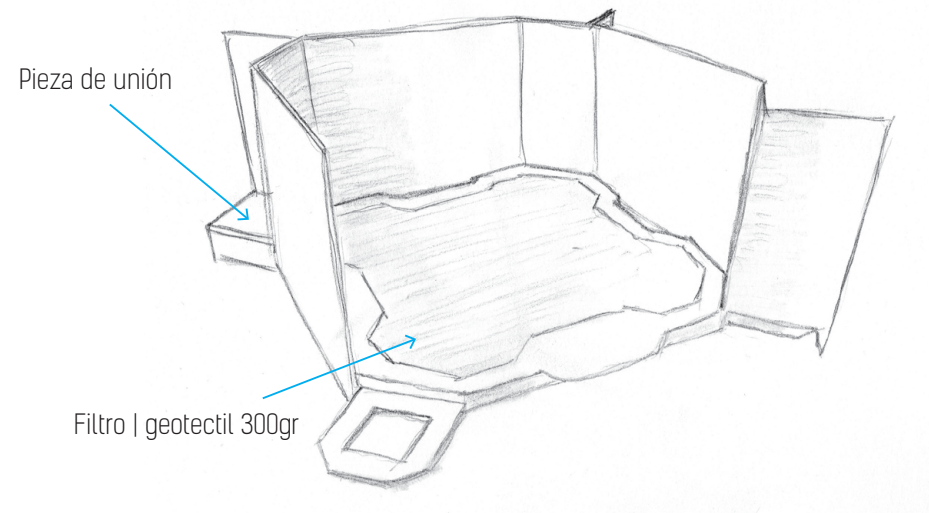
ALTERNATIVA C

Módulos para armar

Una solución interactiva que involucre al usuario en su armado.



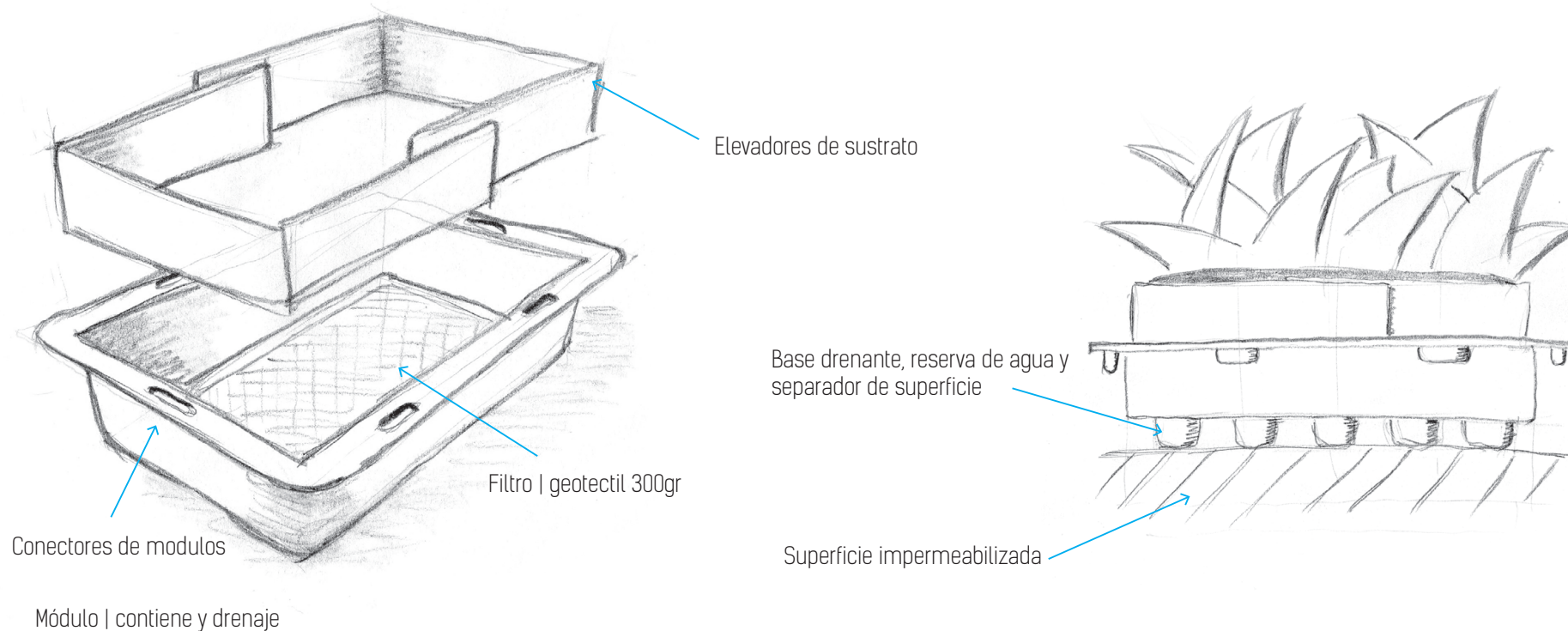
Modulo BASE | drenante, reservorio de agua y separación de la superficie

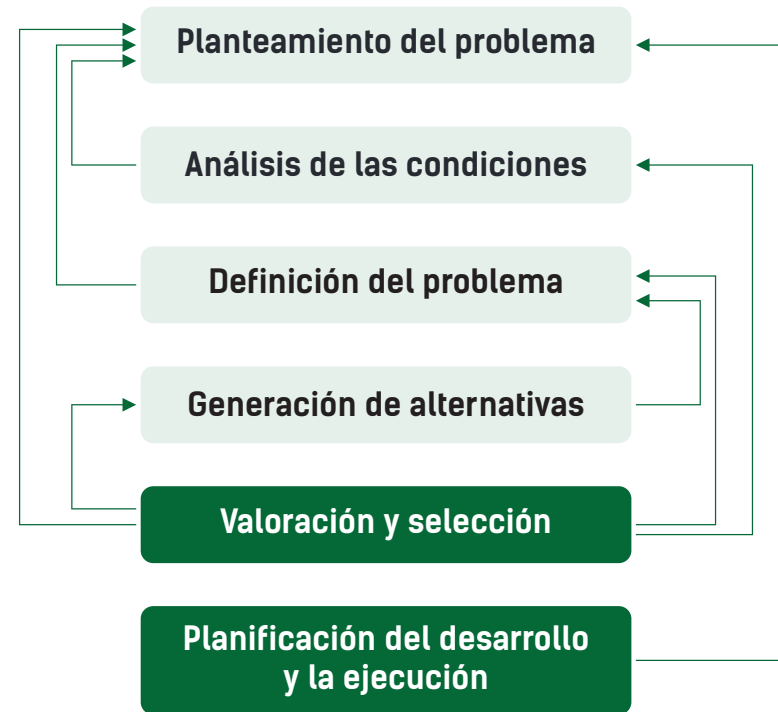


Modulo LATERAL | contenedor

Solución integral pre-vegetada

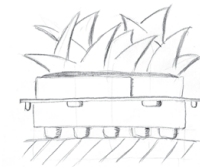
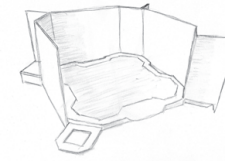
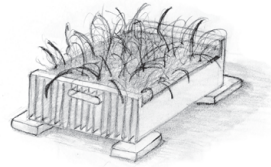
Esta alternativa busca una solución integral al 100%, integrando al producto tanto sustrato como vegetación. Este tipo de solución requiere de viveros como parte del sistema para prevegetar los módulos que luego son transportados y colocados en los techos del consumidor final.





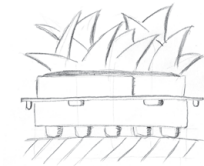
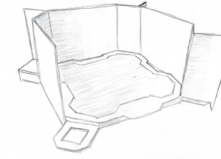
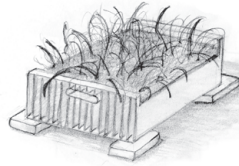
Matriz de valoración

REQUISITOS



| | | | | |
|---|------------|------------|------------|------------|
| . Dispositivo modular para la instalación de cubiertas verdes | 5 | 5 | 5 | 5 |
| . Construcción en materiales resistentes | 5 | 3 | 5 | 4 |
| . De fácil instalación | 3 | 3 | 5 | 5 |
| . Componente anti-raíz | 3 | 3 | 4 | 4 |
| . Separación del techo de la vegetación | 3 | 3 | 4 | 4 |
| . Componente filtrante | 4 | 5 | 5 | 4 |
| . Reserva de agua | 1 | 3 | 5 | 4 |
| . Componente drenante | 4 | 3 | 3 | 3 |
| . Adaptabilidad | 2 | 3 | 4 | 3 |
| . Consideraciones de carga | 3 | 4 | 5 | 5 |
| INDISPENSABLE (X5) | 165 | 175 | 225 | 205 |

REQUISITOS



| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| . Contemplar traslado | 3 | 5 | 5 | 4 |
| . Contemplar distintos tipos de verdeado | 2 | 2 | 5 | 4 |
| . Contemplar sustrato | 3 | 3 | 3 | 5 |
| . Contemplar vegetación | 3 | 3 | 3 | 5 |
| . Bajo costo de producción | 4 | 5 | 1 | 2 |
| . Dimensiones manipulables | 4 | 5 | 5 | 4 |

DESEABLE (X3)

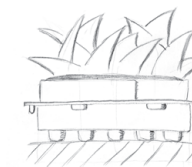
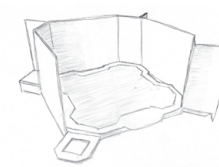
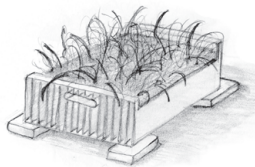
57

69

66

72

REQUISITOS



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| . Cumplimiento de normas | 1 | 1 | 4 | 4 |
| . Conectores entre módulos | 1 | 1 | 5 | 4 |
| . Contemplar riego | 3 | 2 | 4 | 4 |
| . Contemplar reducción para estoqueado | 3 | 5 | 5 | 4 |
| . Sistemas con instructivos y seguimiento | 4 | 4 | 4 | 4 |
| . Conexión de sustrato | 1 | 1 | 5 | 4 |
| . Elevadores de sustrato | 1 | 1 | 1 | 5 |
| . Contemplar bordes | 4 | 4 | 5 | 4 |
| . Contemplar zonas transitables | 5 | 5 | 5 | 5 |

OPTATIVO (X1)

23

24

38

38

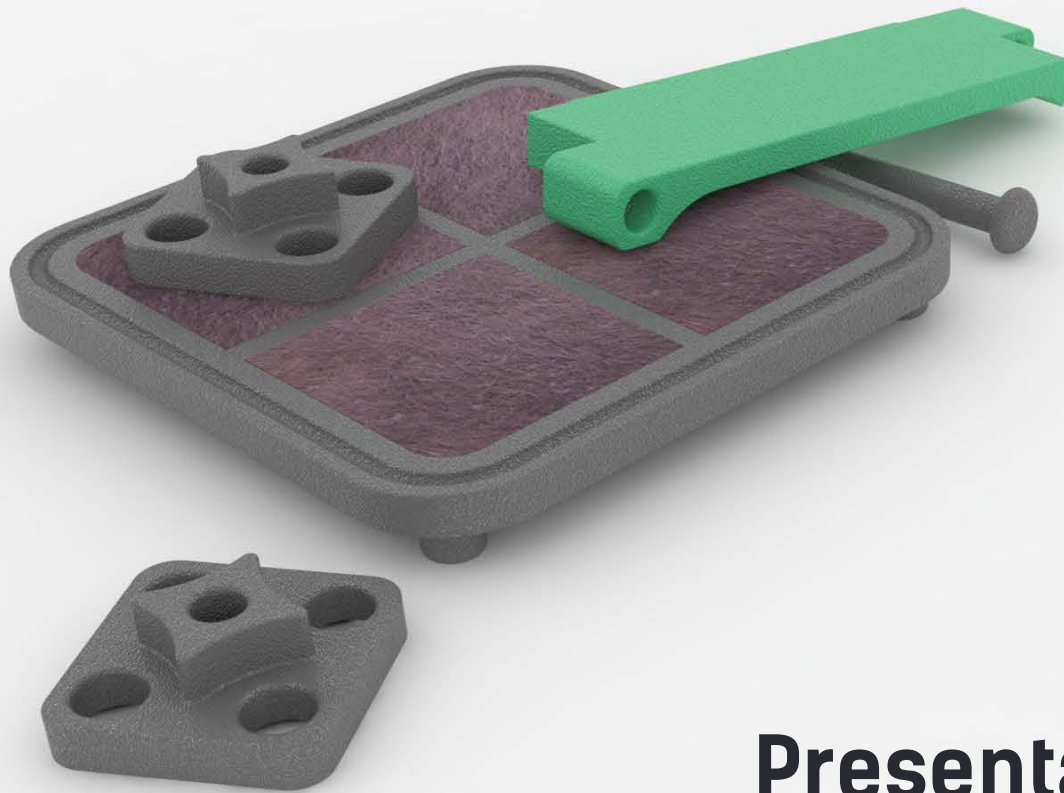
TOTALES

245

268

329

315



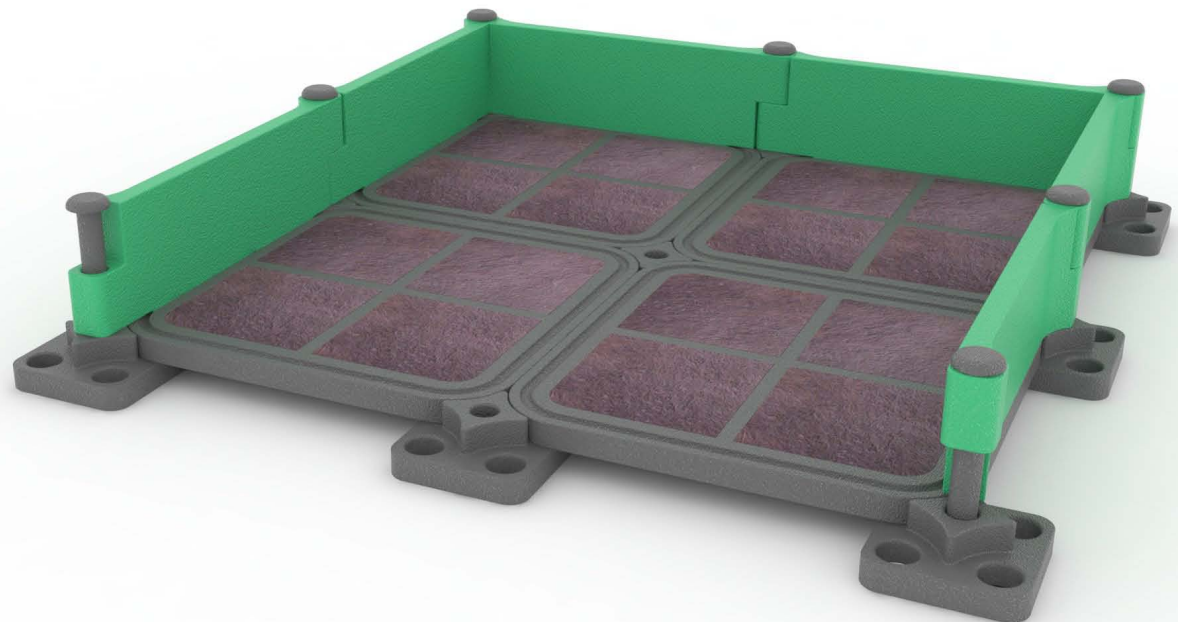
Presentación del producto

Quinta Fachada es un producto pensado para la implementación de cubiertas verdes sobre superficies existentes. Consiste en un sistema compuesto por módulos, para que los usuarios puedan de manera sencilla e intuitiva instalar su propio techo o terraza verde sin la necesidad de conocimientos previos, maquinaria específica o recurrir a terceros.

El producto consta principalmente de 4 partes: bases, apoyos, laterales y conectores. Las bases son la parte más compleja e importante del sistema, debido a las funciones que deben cumplir. No solo ofician de base, separando el sustrato de la superficie, sino que también funcionan como contenedores (ver Corte Integral), permitiendo a la vegetación tener una reserva de agua de hasta 20 l/m². Esto lo posibilita el proceso de fabricación del material, el rotomoldeo o rotocasting, utilizado para la fabricación de productos plásticos huecos, en este caso PEAD (polietileno de alta densidad) con un aditivo UV que prolonga su vida útil.

Mediante mecanizados post-moldeo de punzonado, se logra el ingreso del agua a través de la cara superior del dispositivo (fig. 2), hasta completar los 5lts. El excedente es evacuado mediante el punzonado de la cara inferior, para evitar que esta se reintegre al sistema ocasionando posibles daños a la vegetación (ver Corte Integral).

Para evitar el ingreso de sustrato dentro del dispositivo, este tiene a modo de filtro un manto no tejido de poliéster (geotextil de 150gr) por sobre los orificios de la cara superior (fig. 2).



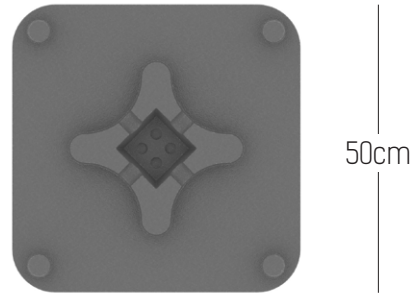
Las laterales realizadas puramente en PEAD con el correspondiente aditivo UV, cumplen la función de contención y delimitación del verdeado. Permitiendo al usuario distintas configuraciones, característica que diferencia al sistema de otros productos existentes.

Interrupciones de verdeado en esquinas, laterales o centrales, permiten tanto evadir obstáculos como generar zonas sin verdeado para ser transitadas (ver Adaptabilidad).



Componentes

. Módulo base

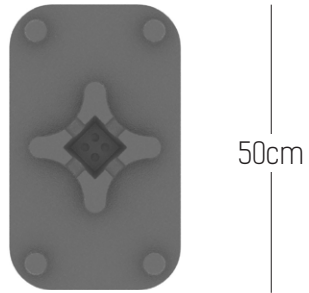


El módulos base realizado en dimensiones fácilmente manipulables, se encarga de cubrir grandes superficies. Para los casos en que las dimensiones no coinciden con las del techo o terraza, existe el módulo base de ajuste (fig. 1).

El sistema está pensado para cubrir superficies de hasta 40m², de manera más rentable que mediante una cubierta convencional.



. Módulo base de ajuste



50cm



6cm



—30cm—

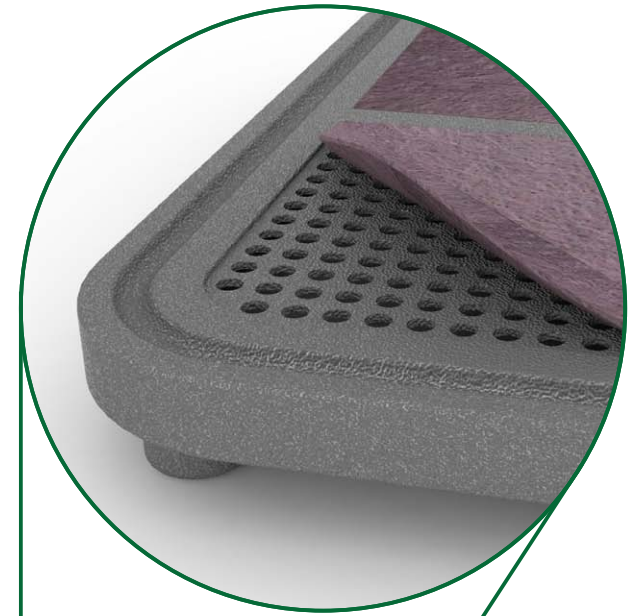


fig. 2
Detalle del punzonado

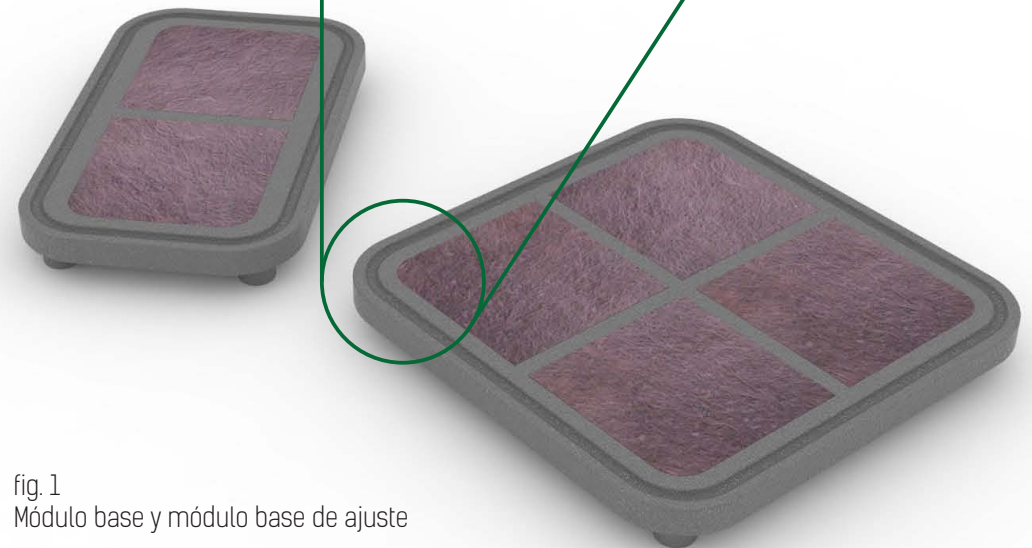
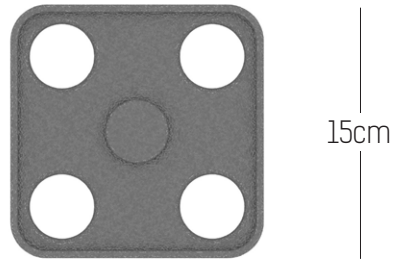


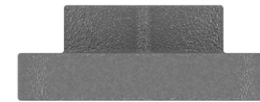
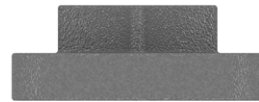
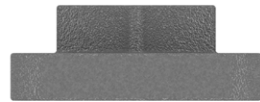
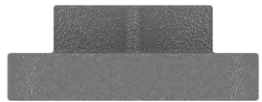
fig. 1
Módulo base y módulo base de ajuste

. Módulos de unión

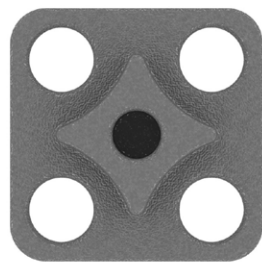


Los apoyos y conectores (fig. 3) realizados también en PEAD con aditivo UV rotomoldeado, cumplen funciones de unión tanto base-base como base-lateral.

Esto se realiza de manera fácil e intuitiva y sin la utilización de ningún tipo de herramienta. Lo que permite además realizar la cubierta muy rápidamente (fig. 6).



6cm



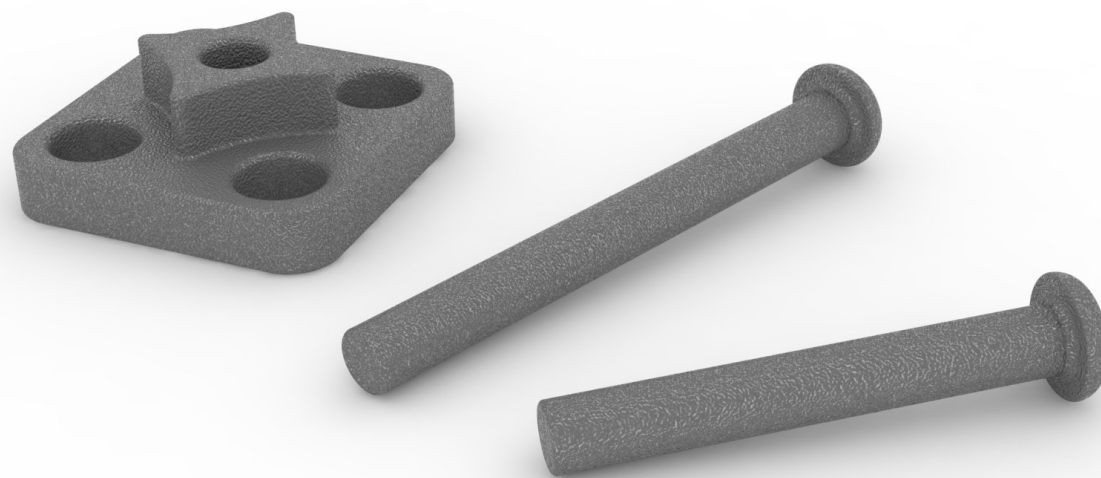


fig. 3
Módulo de apoyo y conectores

. Módulo lateral | verdeado extensivo



. Módulo lateral de ajuste | verdeado extensivo

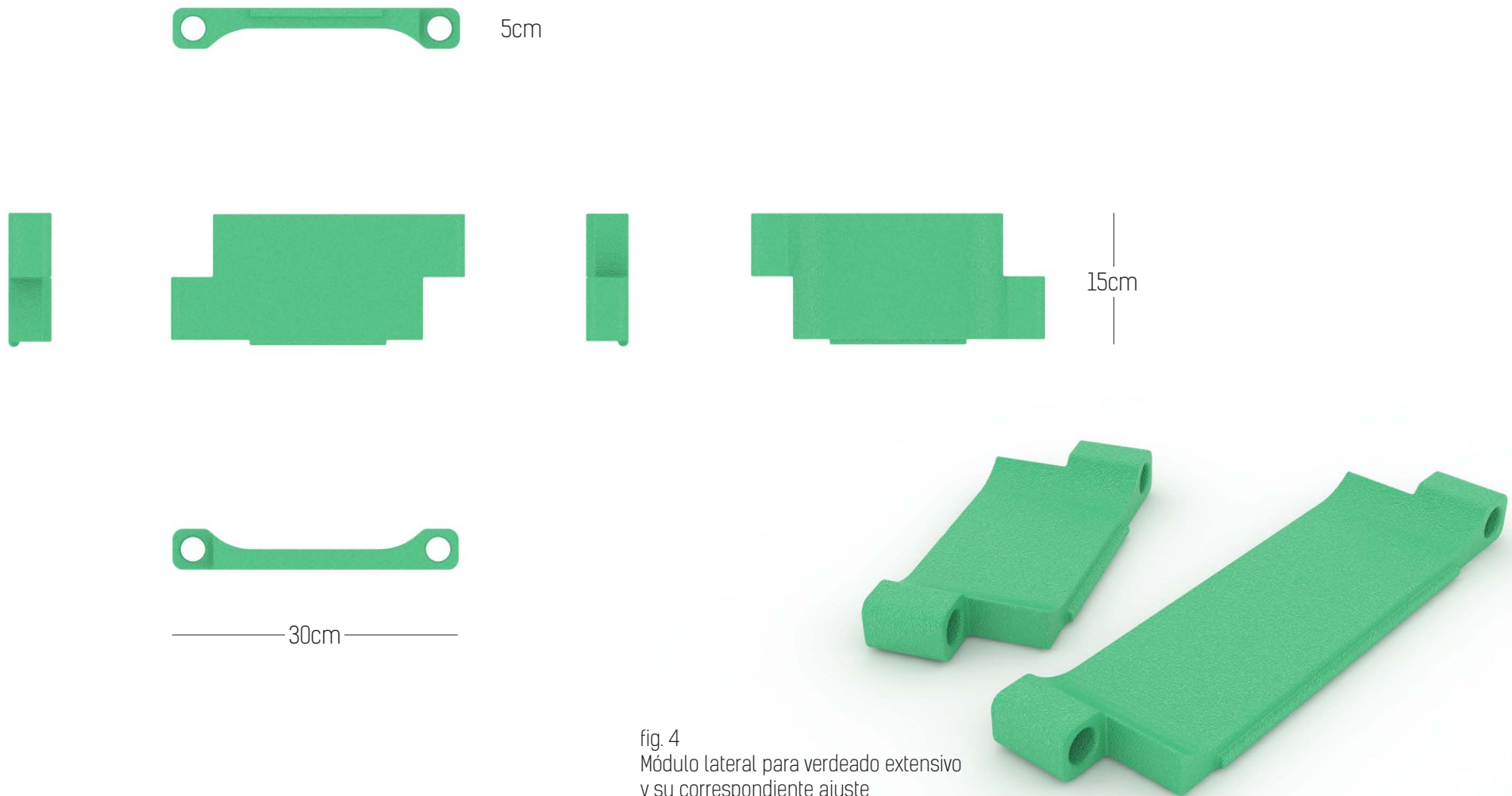
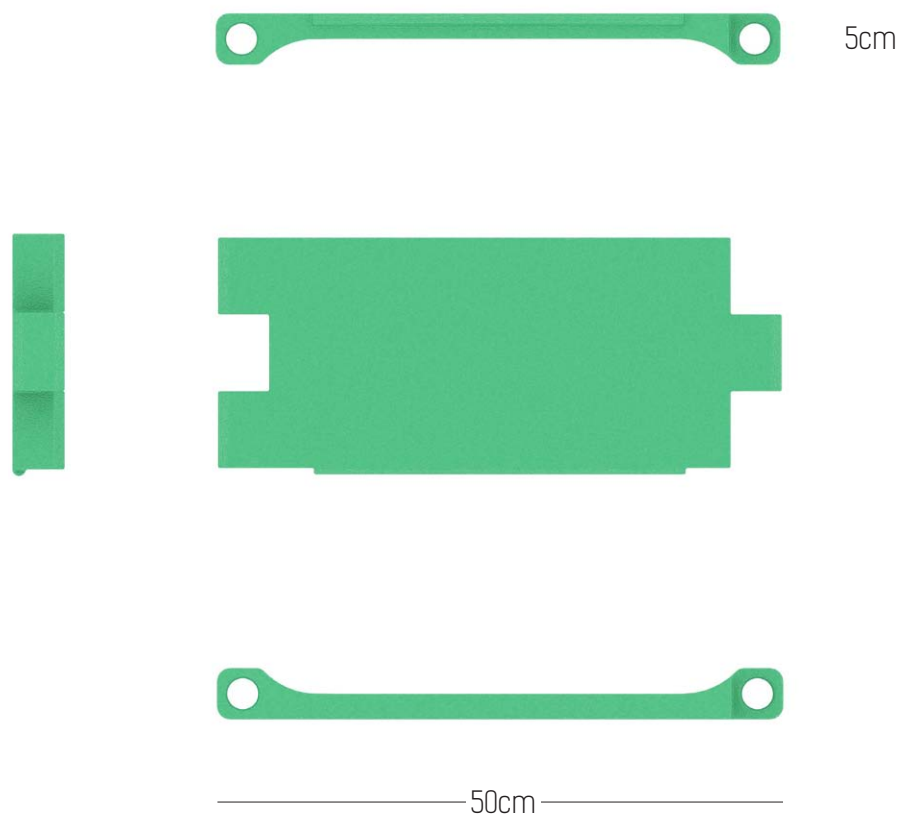


fig. 4
Módulo lateral para verdeado extensivo
y su correspondiente ajuste

. Módulo lateral | verdeado semi-intensivo

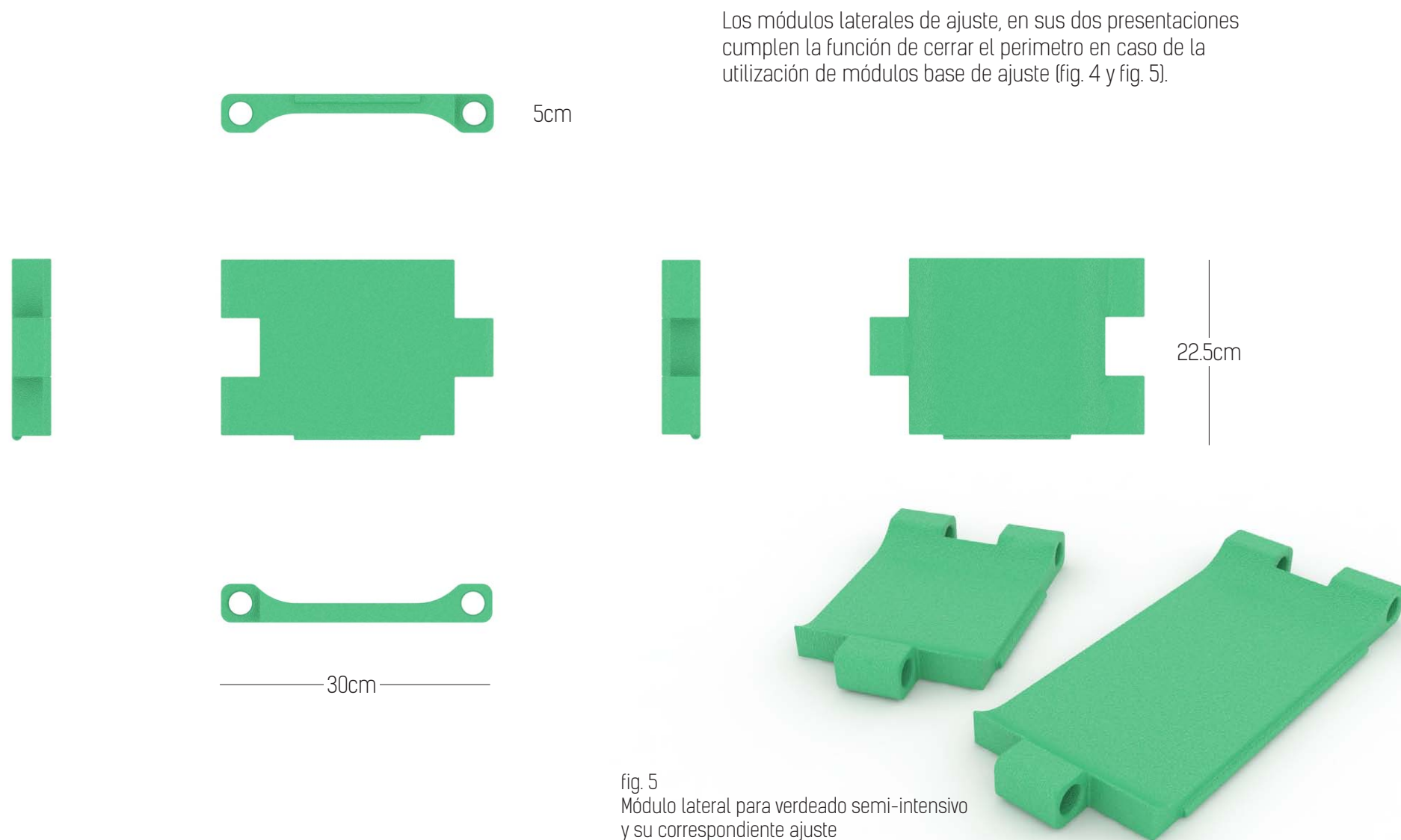


Los módulos laterales se presentan en 2 alturas, para verdeados extensivos y semi-intensivos (fig. 4 y fig. 5). Pueden ser utilizados de manera independiente o combinada.



Esta es otra característica diferenciadora, que permite al usuario adaptar el sistema en función de sus pretenciones (cubierta sustentable o cubierta ajardinada) o posibilidades (de acceso al techo o baja resistencia estructural).

. Módulo lateral de ajuste | verdeado semi-intensivo



Corte Integral



1. Conexión Base-Lateral

El encuentro entre los módulos base y lateral debe garantizar que no haya pérdida de sustrato.

2. Permeabilidad vertical

El sistema debe permitir la permeabilidad vertical de agua de manera de evitar el encharcamiento y la putrefacción del sustrato.

3. Evacuación de agua excedente

El punzonado de la cara inferior permite la evacuación de agua excedente.

4. Resistencia al alto tránsito

Los módulos base cuentan con un nervio central de manera de resistir el peso al momento del tránsito de personas.

5. Reserva de agua

La vegetación de una cubierta verde se encuentra en condiciones extremas, el sistema permite una reserva de hasta 20 l/m².

6. Flujo horizontal

El sistema permite el flujo horizontal de agua, de manera que el excedente se dirija al desagüe de la edificación.

Armado

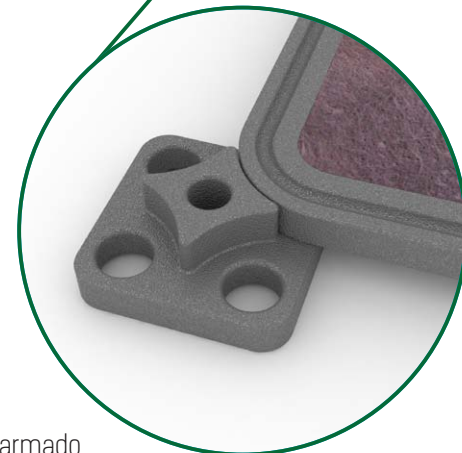
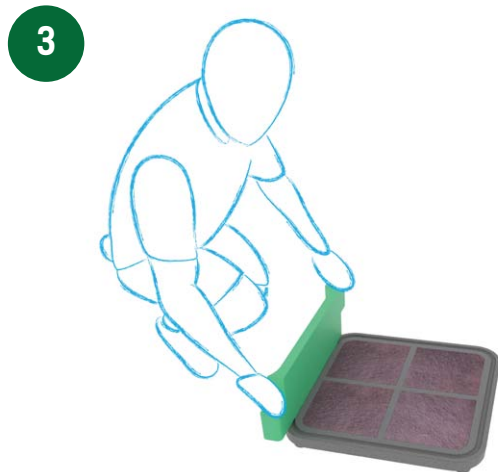
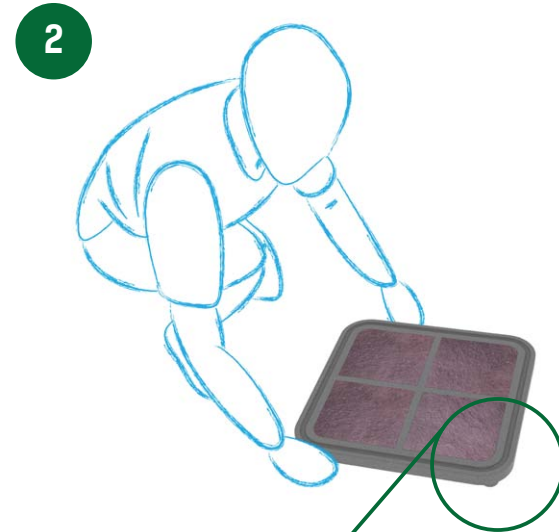
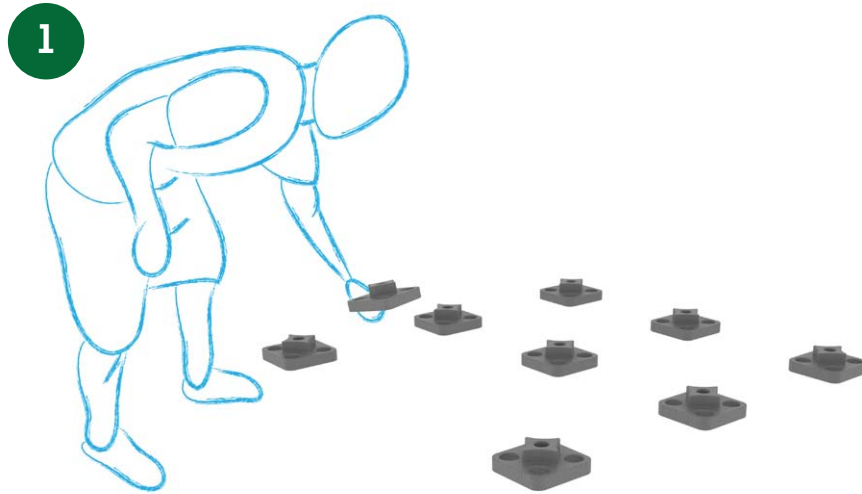


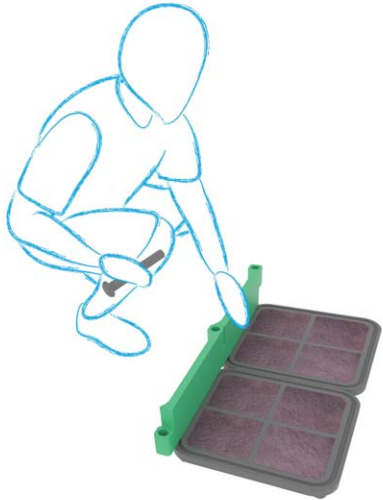
fig. 6
Detalle de armado

1. Distribución de apoyos

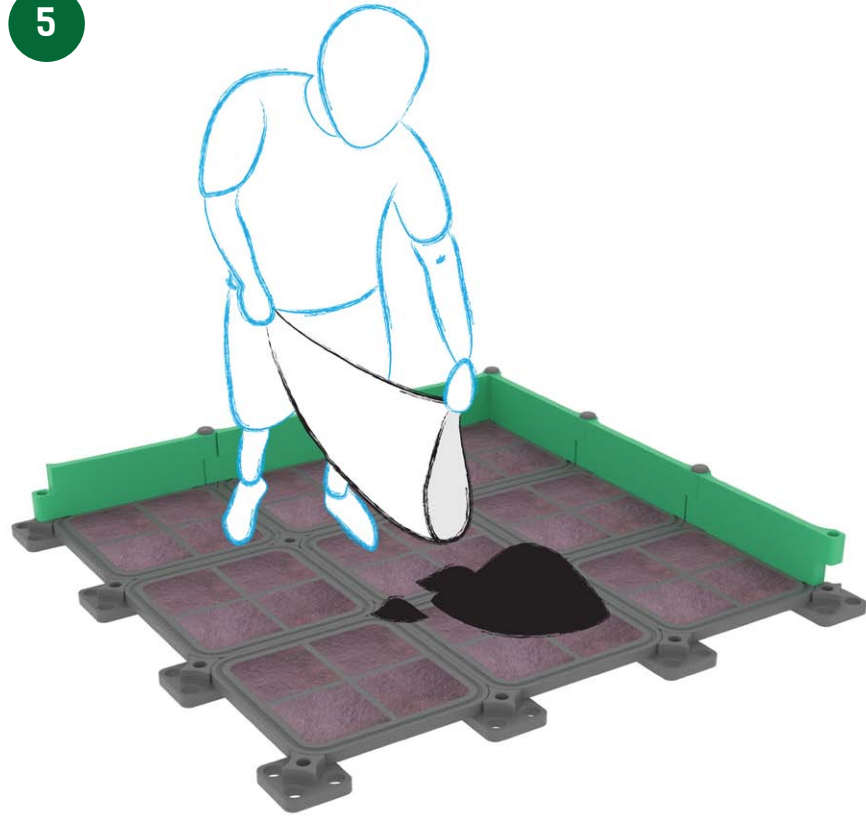
2. Colocación de módulos base

3. Colocación de módulos laterales

4



5



6

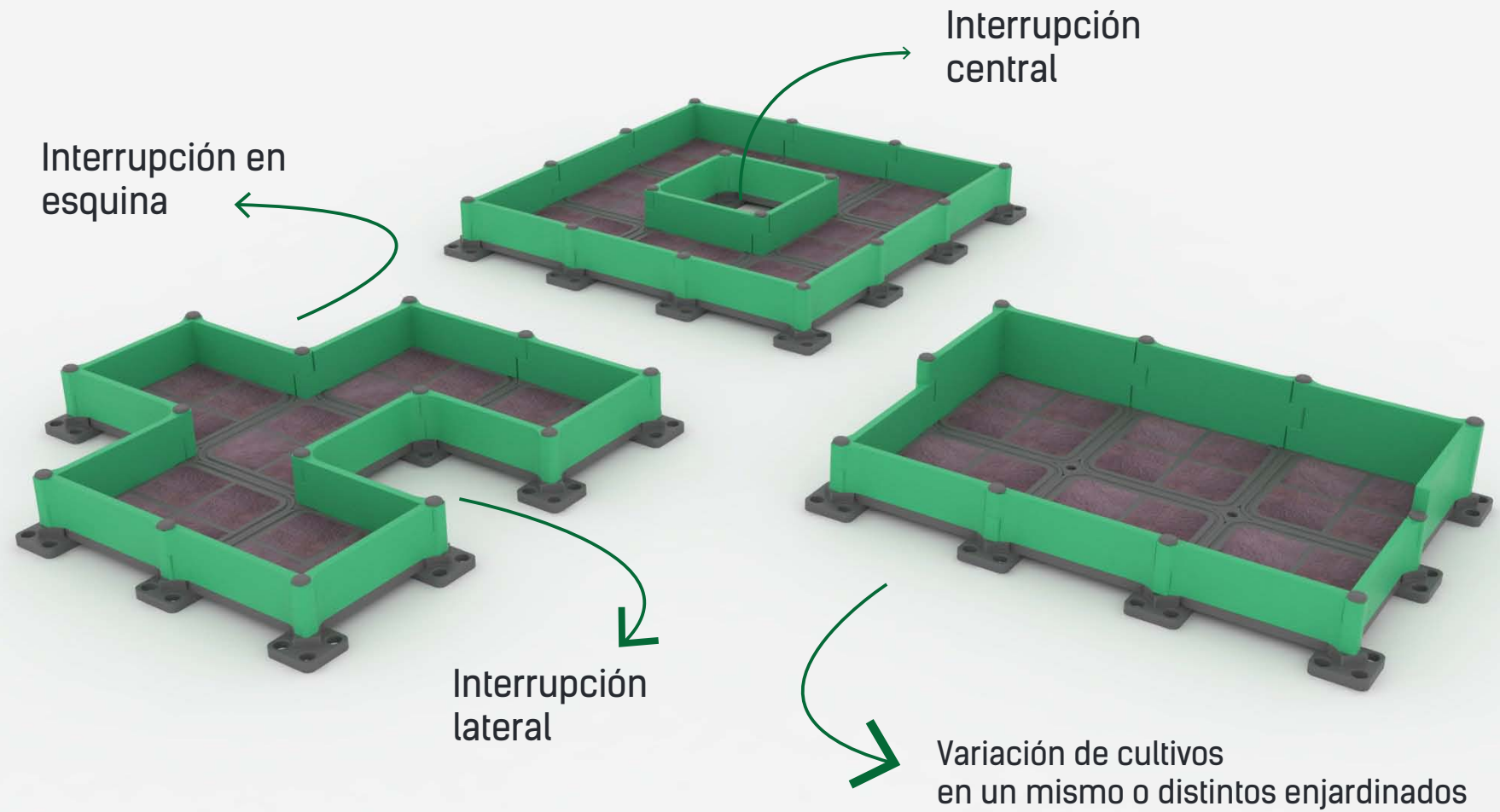


4. Fijado de módulos laterales

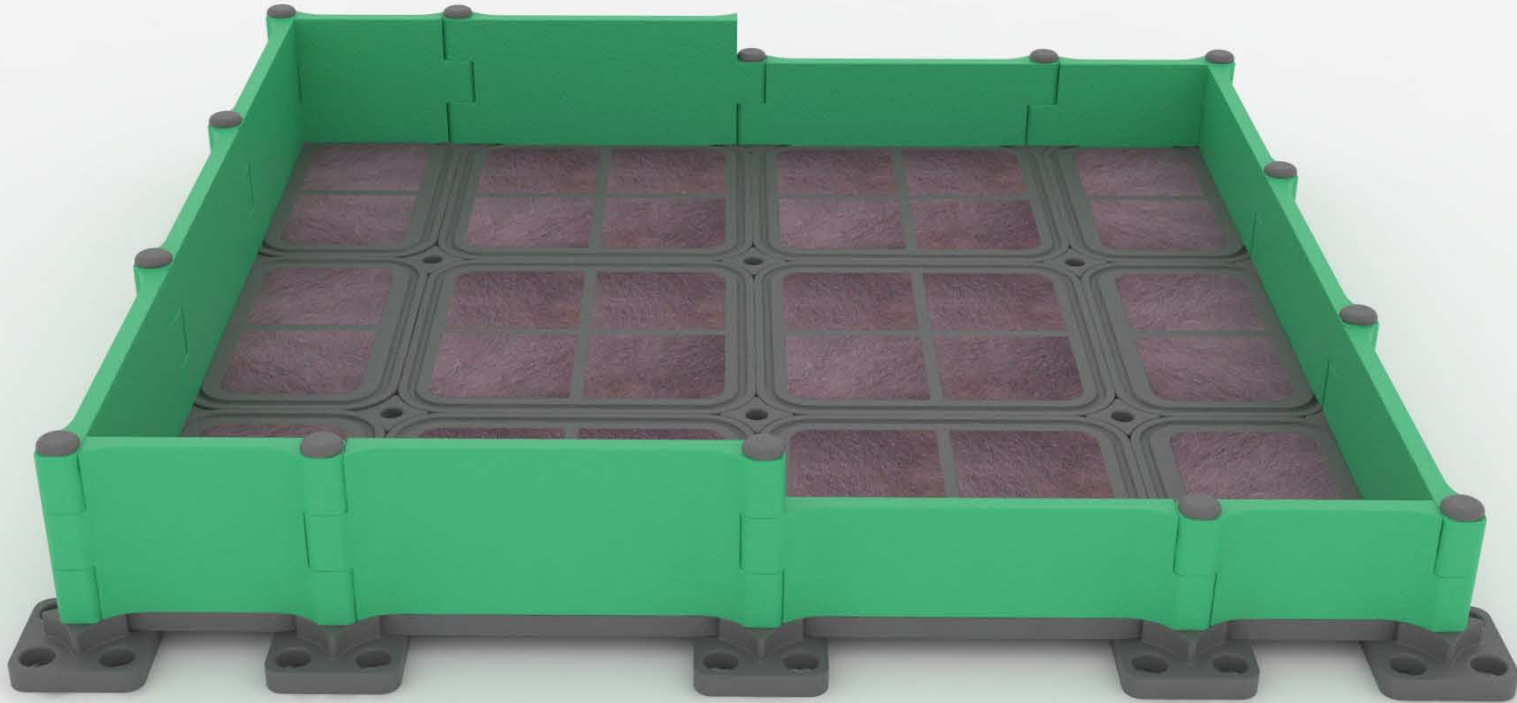
5. Colocación de sustrato

6. Colocación de vegetación

Adaptabilidad



Ajustes



Cubierta verde

verdeado extensivo
2mts x 4mts



sistema

45 apoyos

32 módulos base

24 laterales

verdeado extensivo

24 conectores



materiales
800 dm³ de sustrato
vegetación

ver Anexo 1 | Materiales para la Construcción



Quinta Fachada

TERRAZAS VERDES MODULARES

Información adicional

En función de facilitarle el proceso de instalación de la cubierta verde al usuario, el sistema incluye información adicional. Esta la incluye el cálculo en función de los módulos base y el tipo de verdeado de la cantidad de sustrato, su formulación y peso para poder evaluar la sobrecarga que deberá soportar la estructura.

Verdeado extensivo | Altura del sustrato 12cm

| | Total Sustrato | Tierra* (60%) | Minerales Liviano** (40%) | Peso seco | Peso saturado*** |
|-----------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----------|------------------|
| Módulo Base | 30dm ³ | 18dm ³ | 12dm ³ | 25kg | 42.5kg |
| Módulo Base de ajuste | 18dm ³ | 11dm ³ | 7dm ³ | 15kg | 26kg |
| Metro Cuadrado | 120dm ³ | 72dm ³ | 48dm ³ | 98.5kg | 170kg |

* Se sugiere la utilización de tierra con 10% de material orgánico.

** Como mineral liviano se sugiere e utiliza para los cálculos perlita expandida.

*** En el peso saturado está incluido el peso del agua acumulada por los módulos (5lts. en el módulo base, 3lts. en el módulo base de ajuste y 20lts por m²).

Verdeado semi-intensivo | Altura del sustrato 20cm

| | Total Sustrato | Tierra* (60%) | Minerales Liviano** (40%) | Peso seco | Peso saturado*** |
|-----------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|-----------|------------------|
| Módulo Base | 50dm ³ | 30dm ³ | 20dm ³ | 41kg | 67.5kg |
| Módulo Base de ajuste | 30dm ³ | 18dm ³ | 12dm ³ | 25kg | 40.5kg |
| Metro Cuadrado | 200dm ³ | 120dm ³ | 80dm ³ | 164kg | 270kg |

Materiales y procesos

Los procesos tecnológicos utilizados son todos de público conocimiento. En este caso al utilizarse principalmente polímeros, el más utilizado es el rotomoldeo. Los otros dos procesos que se llevan a cabo son el de punzonado de los módulos base y el troquelado de los fieltros.

Rotomoldeo o moldeo rotativo

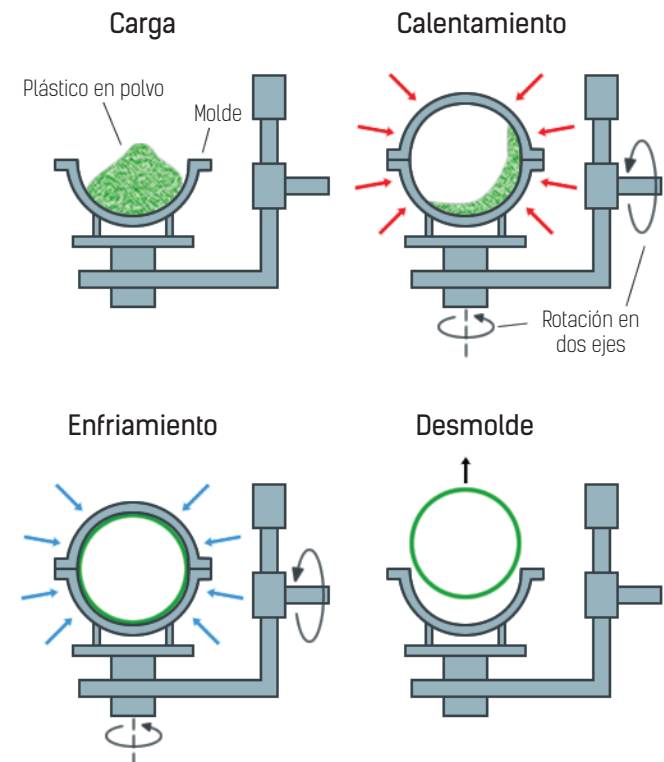
Es un proceso de conformado de productos plásticos en el cual se introduce un polímero en estado líquido o polvo dentro de un molde y éste, al girar en dos ejes perpendiculares entre sí, se adhiere a la superficie del molde, creando piezas huecas.

Etapas del proceso

1. Se deposita el polímero, ya sea pulverizado o en estado líquido, dentro del molde. Una vez hecho esto, se cierra el molde asegurando su estanqueidad, aunque éste deberá haber sido construido de forma que al final del proceso sea posible abrirlo y recuperar la pieza elaborada. La cantidad de polímero necesaria ha de ser previamente calculada según las dimensiones requeridas para la pieza a fabricar.
2. El molde ya cerrado es introducido en un horno a temperaturas entre 250-450° C (fundiendo o sinterizando el material), donde comienza a girar lentamente alrededor de dos ejes perpendiculares que pasan por el centro de gravedad de la pieza. El movimiento rotacional es el causante de que el polímero se adapte a las paredes internas del molde, cubriendo toda la superficie con una pared relativamente uniforme, quedando así la pieza hueca.
3. Posteriormente se enfría el molde y se extrae la pieza ya solidificada.

Características

- . Volúmenes de producción variables.
- . Costos menores frente a otros procesos de moldeo de plásticos.
- . Velocidad variable según el tamaño del producto y el espesor de la pared.
- . Adaptable a distintas formas y tamaños.
- . Espesor constante (entre 2 y 15mm).
- . Mayor calidad en la pared exterior del producto.
- . El polietileno es el material más utilizado, aunque también se pueden usar otras resinas.

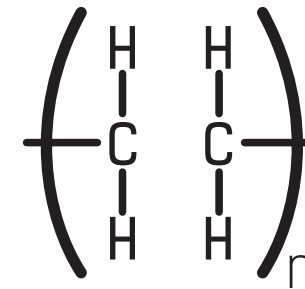


Polietileno de alta densidad (PEAD)

El polietileno de alta densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefinicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. Se designa como HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene) o PEAD (polietileno de alta densidad). Este material se utiliza, entre otras cosas, para la elaboración de envases plásticos desechables.

Características

- . Excelente resistencia térmica y química.
- . Muy buena resistencia al impacto.
- . Es sólido, incoloro, translúcido, casi opaco.
- . Muy buena procesabilidad, se puede procesar por los métodos de conformado empleados para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
- . Es flexible, aún a bajas temperaturas.
- . Es tenaz.
- . Es más rígido que el polietileno de baja densidad.
- . Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.
- . Es muy ligero.
- . Su densidad es igual o menor a 0.952 g/cm³.
- . No es atacado por los ácidos, resistente al agua a 100 °C y a la mayoría de los disolventes ordinarios.



Geotextil Sika® U-14

Es un manto no tejido que se obtiene por el sistema "spunbonded" de extrusión directa, fabricado a partir de filamentos de poliéster al 100%, no reticulados, unidos mecánicamente por agujas, sin resinas ni colas, micro perforado.

Usos

1. Separación: Es la capacidad para impedir que descienda la capa de asiento y que el suelo sea bombeado hacia arriba bajo la presión de las cargas.
2. Filtración: Es la capacidad de impedir que las partículas sólidas pasen a través del tejido al mismo tiempo que permite que se disipe el agua de los poros. (separa áridos y drena)
3. Refuerzo a la tracción: Usados correctamente, estos tejidos introducen un elemento tensil en el sistema estructural, tradicionalmente fuerte en compresión pero débil en tensión. El efecto neto es similar a extender la carga sobre un área mayor.
4. Flujo planar del agua: Esta función se refiere a la capacidad de proporcionar un camino de menor resistencia al flujo del agua sobre el plano del tejido y de disipar el exceso de presión del agua sobre los poros.

Características

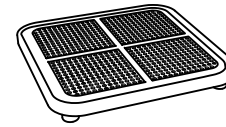
- . Excepcional resistencia al punzonamiento.
- . Excepcional durabilidad por su resistencia a los productos químicos del terreno y a las soluciones salinas.
- . Buena resistencia a los hidrocarburos, solventes orgánicos comunes tales como benceno, acetonas, éteres, gasolinas, etc.
- . Isotropía (igual resistencia a la tracción en todas direcciones).
- . Alto coeficiente de fricción (tejido a suelo, tejido a tejido y tejido agregado)
- . Buena relación carga-estiramiento superior, permitiendo al tejido adaptarse a las formas de substratos irregulares.
- . Resistente a agentes biológicos y a los microorganismos.
- . Adecuada densidad superficial.
- . Muy alta resistencia al desgarro.
- . Buena resistencia multidireccional tensil. Resistente a la tensión continua.
- . Excelente resistencia a la degradación causada por la luz ultravioleta.
- . Excelente permeabilidad vertical permitiendo un buen flujo lateral del agua.
- . Es resistente a temperaturas extremas, congelación y descongelamiento.
- . Reduce tiempos y costos de obra.
- . Fácil colocación.



ROTOMOLDEADO

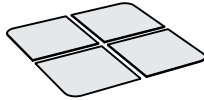


PUNZONADO



PUNZONADO

TROQUELADO



* Igual proceso para módulo base de ajuste.

ROTOMOLDEADO

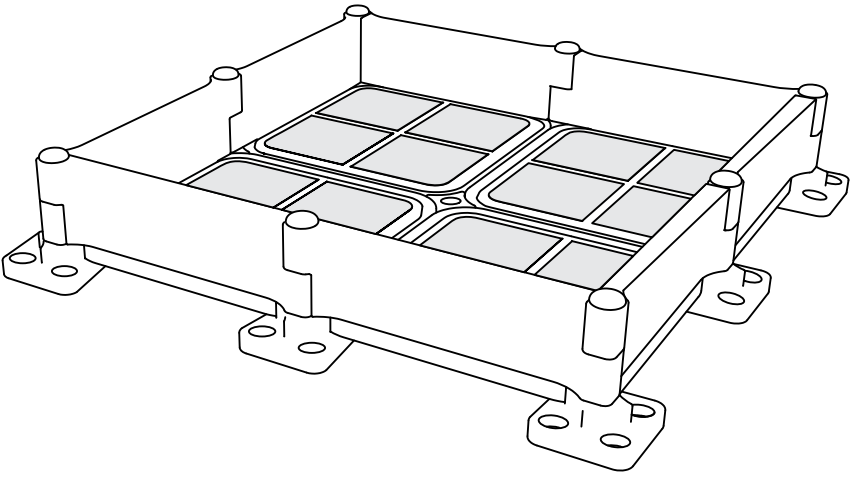
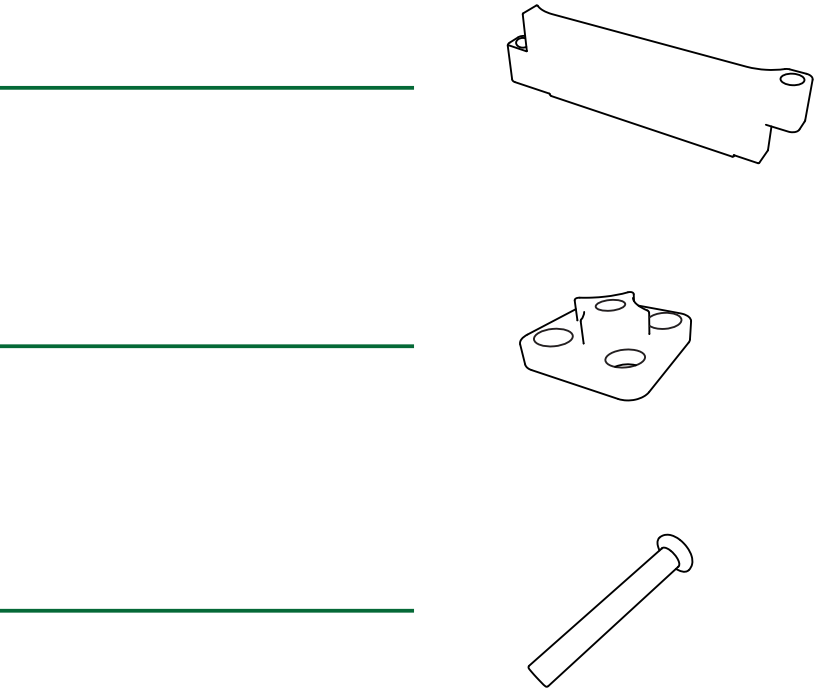
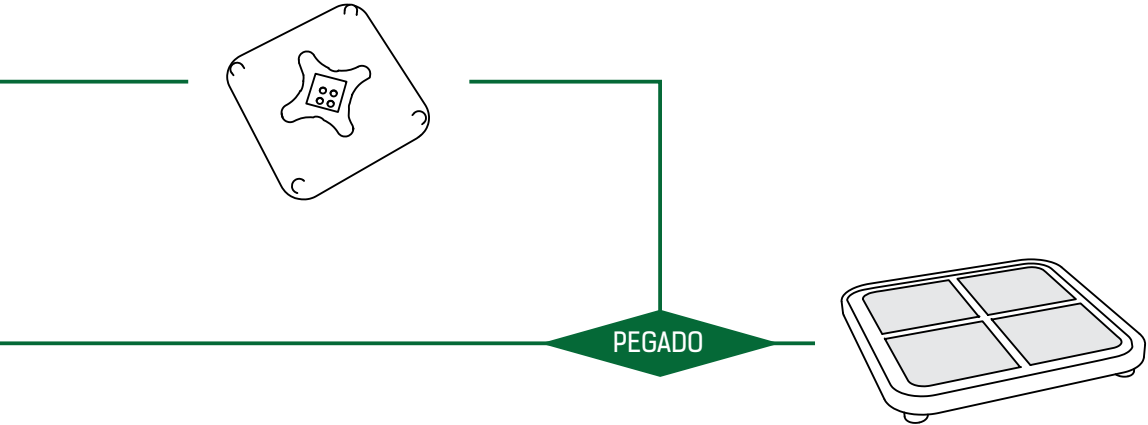
* Igual proceso para módulo lateral para verdeado semi-intensivo y sus respectivos ajustes.

ROTOMOLDEADO

ROTOMOLDEADO

* Igual proceso para módulo conector para verdeado semi-intensivo.

Flujograma Productivo



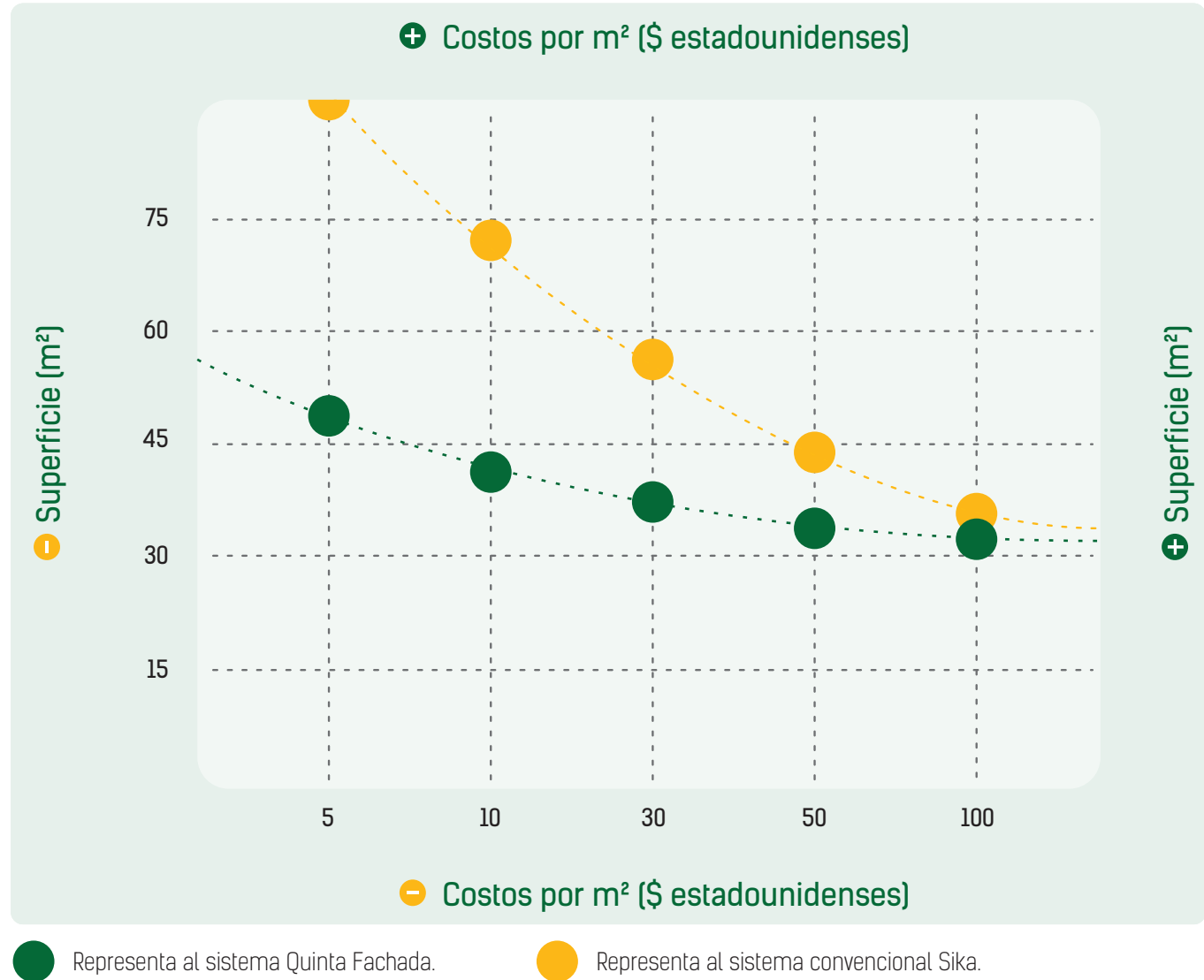
Matriz de posicionamiento

Al no conocer otros sistemas que brinden las mismas prestaciones que Quinta Fachada, se lo compara frente a otras soluciones que fueron tomadas como antecedentes en cuanto a las posibilidades que les brindan a los usuarios y la practicidad a la hora de su instalación.



* Representa todas las cubiertas convencionales.

Costos



| Nombre | Matrickeria* | Proveedor | Material Proceso | P. Total | Proveedor |
|---|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|----------|--------------------------------------|
| Módulo Base | 1.500 1.000 (por reproducción) | MODELHAGE matrickeria | PEAD con aditivo UV rotomoldeo | 7.5 | ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico |
| Módulo Base de ajuste | 900 600 (por reproducción) | MODELHAGE matrickeria | PEAD con aditivo UV rotomoldeo | 4.5 | ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico |
| Filtro | | | Geotextil 150grs.** troquelado | 0.04*** | TEKNOBAYRES S.A. |
| Módulo Lateral verdeado extensivo | 1.000 700 (por reproducción) | MODELHAGE matrickeria | PEAD con aditivo UV rotomoldeo | 2.0 | ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico |
| Módulo Lateral de ajuste verdeado extensivo | 600 420 (por reproducción) | MODELHAGE matrickeria | PEAD con aditivo UV rotomoldeo | 1.2 | ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico |
| Módulo Lateral verdeado semi-intensivo | 1.000 700 (por reproducción) | MODELHAGE matrickeria | PEAD con aditivo UV rotomoldeo | 2.0 | ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico |
| Módulo Lateral de ajuste verdeado semi-intensivo | 600 420 (por reproducción) | MODELHAGE matrickeria | PEAD con aditivo UV rotomoldeo | 1.2 | ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico |
| Módulo de Apoyo | 700 500 (por reproducción) | MODELHAGE matrickeria | PEAD con aditivo UV rotomoldeo | 0.8 | ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico |
| Módulo Conector verdeado extensivo | 300 200 (por reproducción) | MODELHAGE matrickeria | PEAD con aditivo UV rotomoldeo | 0.4 | ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico |
| Módulo Conector verdeado semi-intensivo | 300 200 (por reproducción) | MODELHAGE matrickeria | PEAD con aditivo UV rotomoldeo | 0.4 | ROTOKING S.A. rotomoldeo plástico |

Todos los precios están expresados en Dólares Estadounidenses.

* Matrices de aluminio para rotomoldeo con terminación pulido superficial.

** Presentación en rollos de 430m².

*** Precio de c/filtro. Los módulos base llevan 4 y los módulos base de ajuste 2.

Conclusiones

Como propuesta principal de tesis se planteó la investigación en profundidad de las cubiertas verdes, debido a los beneficios que tiene esta tipología constructiva para el individuo y su entorno resulta una práctica que contribuye a tener ciudades cada vez más verdes y sustentables.

Debido a una serie de factores como lo son la cercanía, las grandes dimensiones que hacen más perceptibles las problemáticas ambientales, así como la legislación recientemente aplicada para incentivar este tipo de prácticas; hacen que la ciudad de Buenos Aires sea el lugar ideal para situar este proyecto y su investigación.

En el momento de aplicar esta investigación a una metodología proyectual para el desarrollo de un producto, las alternativas son varias. Sin embargo a partir del diálogo con posibles usuarios, se revela que los mayores impedimentos que encuentran para la implementación de cubiertas verdes son; el desconocimiento de nuevos materiales y tecnologías, el miedo a humedades y posibles daños estructurales así como los costos, siendo todos factores relacionados al momento de la instalación. Es por esto que la problemática puntual a resolver es la instalación de cubiertas verdes sobre estructuras existentes.

Después de una extensa investigación, relevamiento de productos existentes, diálogo con personas idóneas en distintas áreas como ingeniería, arquitectura y botánica entre otras. Se llega a un producto que cumple con todos los requisitos imprescindibles y con la mayor parte de los deseables y optativos marcados en la instancia de definición del problema.

Quinta Fachada es un sistema modular de instalación de cubiertas verdes de armado intuitivo, sin ningún tipo de herramienta ni conocimiento previo necesario, adaptable a distintas configuraciones de techos y terrazas existentes.

Además proporciona una instalación segura, ya que es un sistema liviano, que separa el sustrato de la superficie permitiendo la circulación tanto de agua como de aire

Indispensables

- ❑ Dispositivo modular para la instalación de cubiertas verdes.
- ❑ Construcción en materiales resistentes.
- ❑ De fácil instalación.
- ❑ Componente anti-raíz.
- ❑ Separación del techo de la vegetación.
- ❑ Componente filtrante.
- ❑ Reserva de agua.
- ❑ Componente drenante.
- ❑ Adaptabilidad.
- ❑ Consideraciones de carga.

evitando humedades y generando una barrera anti-raíz lo cual evita posibles futuros deterioros en la impermeabilización existente.

Contiene y delimita el sustrato, permitiendo interrupciones y variaciones de espesor, lo cual posibilita al usuario distintos tipos de verdeado y variantes en cuanto al ajardinado.

Acumula agua en su interior, generando un techo de mayor sustentabilidad.

Para el caso de un eventual mantenimiento posterior a la instalación de la cubierta, el sistema prevee un desarme por sectores.

En cuanto a los materiales, Quinta Fachada utiliza polietileno de alta densidad (PEAD), polímero termoplástico simple y de bajo costo que ofrece las características necesarias para esta aplicación (resistencia química, a altas temperaturas y al impacto, buena procesabilidad, muy liviano y puede ser reciclado). Y Geotextil Sika® de 150gr/m², un manto no tejido de poliéster, debido a sus funciones de separación y filtración.

En cuanto a los procesos utilizados son básicamente 3: el rotomoldeo, el punzonado y el troquelado. Todos muy simples y conocidos, siendo el rotomoldeo un proceso ideal para concebir este producto, ya que produce piezas huecas, se adapta a distintos volúmenes de producción, es sencillo y más económico que otros procesos de moldeo de plásticos como la inyección.

Todos estos aspectos hacen de Quinta Fachada un sistema de cubiertas verdes muy completo y económico, siendo en superficies reducidas (hasta 40m²) más rentable que los sistemas convencionales que se encuentran en el mercado.

Deseables

- Contemplar traslado.
- Contemplar distintos tipos de verdeado.
- Contemplar sustrato.
- Contemplar vegetación.
- Bajo costo de producción.
- Dimensiones manipulables.

Optativos

- Cumplimiento de normas.
- Conectores entre módulos.
- Contemplar riego.
- Contemplar reducción para estoqueado.
- Sistemas con instructivos y seguimiento.
- Conexión de sustrato.
- Elevadores de sustrato.
- Contemplar bordes.
- Contemplar zonas transitables.

Fuentes consultadas

1. Munari, Bruno. **¿Cómo nacen los objetos?** Año 1977, Ed. Gustavo Gili S.A.
2. Lefteri, Chris. **Así se hace.** Año 2008, Blume.
3. Varios. **Guía de buenas prácticas para diseñadores de productos fabricados con materiales plásticos.** AIMPLAS, Instituto tecnológico del plástico.
4. Escuder, Ángel Vicente. **Materiales poliméricos utilizados en el diseño industrial.** Universidad politécnica de Valencia.
5. Thompson, Rob. **Prototyping and Low-Volume Production.** Thames & Hudson.
6. Menestrina, Alberto y Nicola, Carlo. **Akvo-Tesis de Graduación.** Año 2008, Escuela Universitaria Centro de Diseño.
7. Vedrenne, Elisabeth. **Le Corbusier.** H. Kliczkowski.
8. Zeiger, Mimi. **Micro-Green, Arquitectura sostenible de pequeño formato.** Oceano.
9. Varios. **Topografías operativas.** Año 1998, Col-legi d'Arquitectes de Catalunya.
10. Gernot Minke. **Techos Verdes.** Editorial Fin de Siglo.
11. Gernot Minke. **Muros y fachadas verdes, jardines verticales.** BRC Ediciones.
12. **Sika Group | Sika AG.** <http://www.sika.com/>. Último acceso: diciembre 2013.
12. **Sika Group | Sika AG.** <http://www.sika.com/>. Último acceso: diciembre 2013.
13. **Sika Argentina | Sika Argentina S.A.I.C.** <http://arg.sika.com/>. Último acceso: diciembre 2013.
14. **TecnoBayres - Distribuidor Oficial productos Sika.** <http://www.teknobayres.com.ar/>. Último acceso: diciembre 2013.
15. **Archieco.** <http://archieco.com.ar/>. Último acceso: noviembre 2013.

16. **Naturación de Estructuras.** <http://www.green-b.com.ar/>. Último acceso: diciembre 2013.
17. **Alkorgreen.** <http://www.renolit.com/waterproofing-roofing/en/>. Último acceso: noviembre 2013.
18. **Terrafertil.** <http://www.terrafertil.com/>. Último acceso: setiembre 2013.
19. **Rooflite, sustrato certificado para azoteas.** <http://www.techosvegetales.com/>. Último acceso: setiembre 2013.
20. **Gramíneas del Sur.** <http://www.gramineasdelsur.com/>. Último acceso: setiembre 2013.
21. **Verde Fácil | Sistema modular.** <http://www.verdefacil.com/>. Último acceso: diciembre 2013.
22. **Rain Show.** <http://www.rainshowonline.com/index.php>. Último acceso: octubre 2013.
23. **Pasionaria Sedum.** <http://pasionariasedum.com/>. Último acceso: octubre 2013.
24. **Trama, protección del césped.** <http://tramapisos.com/>. Último acceso: octubre 2013.
25. **Verdes Aires.** <http://www.verdesaires.com.ar/fotos.html>. Último acceso: diciembre 2013.
26. **LiveRoof.** http://liveroof.com/?parent=LiveRoof_System&page=liveroof_overview. Último acceso: diciembre 2013.
27. **Texsa.** http://www.texsa.com/es/docs/ES_Drentex.pdf. Último acceso: diciembre 2013.
28. **Verde al Cubo.** <http://www.verdealcubo.com/store/store.php?cat=11>. Último acceso: setiembre 2013.
29. **Green Innovations.** <http://www.greeninnovations.ca/>. Último acceso: noviembre 2013.
30. **Ecotelhado.** <http://www.ecotelhado.com.br/default.aspx>. Último acceso: diciembre 2013.
31. **Gutta.** <http://www.gutta.it/html/es>. Último acceso: diciembre 2013.
32. **Modularflex.** <http://modularflex.com/>. Último acceso: diciembre 2013.
33. **Techos verdes en Buenos Aires.** <http://www.buenosaires.gob.ar/>. Último acceso: setiembre 2013.
34. **Ambasz.** <http://www.aila.org.au/nsw/greeningcities/papers.pdf>. Último acceso: setiembre 2013.
35. **Conexión Brando.** <http://www.conexionbrando.com/1544901>. Último acceso: setiembre 2013.
36. **Gelhorn Plásticos.** <http://www.gelhornplasticos.com/>. Último acceso: diciembre 2013.
37. **ABC Rotomoldeo.** <http://www.abcrotomoldeo.com/>. Último acceso: diciembre 2013.



Anexo 1

Reseña Histórica

Perspectiva histórica y técnica de la evolución de las cubiertas verdes, de acuerdo a su localización geográfica, los materiales que se utilizaron y los sistemas constructivos empleados.

El concepto de incorporar cubiertas vegetales en las edificaciones se remonta a lo que se conoce como arquitectura vernácula en diversas partes del planeta. Dos mil quinientos años atrás Babilonia era famosa por sus jardines colgantes, y en el siglo XX, Le Corbusier en el año de 1927 publicó en la revista L'Architecture Vivante la "Théori du toit-jardin" ("Teoría de la cubierta jardín"). Pero las cubiertas vegetales como las conocemos hoy en día, provienen de Islandia, donde debido a los limitados y escasos recursos que presentan estas regiones, la tierra ha sido usada para la construcción de paredes y techos, haciéndose populares en toda Escandinavia.

La cubierta o quinta fachada, se considera como un cerramiento que se encuentra en la parte superior y exterior de la edificación, albergando espacios habitados, pero ésta puede y debe generar condiciones de uso no solo para el hombre sino por otros seres vivos, pero una cubierta puede aportar mucho más, tanto desde el punto de vista estético como desde el punto de vista técnico, puede generar beneficios tanto para el edificio como para el medio ambiente y hasta interesantes espacios habitables; las "cubiertas vegetales" son un claro ejemplo, convirtiéndose en un espacio arquitectónico más.

No se puede abordar el tema de cubiertas vegetales sin antes tener una noción de la tecnología que las creó, el clima del lugar y la materia prima disponible para elaborarlas.

En la antigüedad su desarrollo se debió principalmente a la materia prima adecuada, como un determinado tipo de tierra y vegetación. La tierra tenía que

cumplir tres funciones: 1) que fuera un buen soporte 2) que contara con un excelente drenaje y 3) que retuviera el calor. Estas condiciones se cumplirían si las tierras estaban compuestas de gravas que servían para filtrar y drenar, acumular agua debido a su porosidad y servir como depósito de calor, y arenas. Por ejemplo, en una zona donde la tierra era salina imposibilitaba el crecimiento de plantas, por consiguiente si los suelos eran arcillosos estos actuaban como impermeabilizantes y antiraíces y por no tener una resistencia a la compresión eran propensos a la erosión, además no funcionan como drenaje y si el clima era frío, eran susceptibles a expanderse y contraerse debido al congelamiento, rompiendo así las raíces de las plantas y removiéndolas durante el deshielo; en otros casos los sistemas constructivos eran muy problemáticos, pues tenían que soportar grandes cargas, así, si la estructura era de madera no siempre resistían estos pesos, incluso el mantenimiento es un agente importante en su impulso.

Cubiertas vegetales Zigurats

En la región que hoy comprende Irán e Irak, en el siglo XXII – XXV a.c. datan los primeros registros más representativos de cubiertas vegetales, los zigurats de Etemenanki y Namná en Ur, construcciones de plataformas arbustivas superpuestas que giran sobre si mismas hasta que adoptan las cuatro orientaciones. Esta herencia fue acogida en el siglo 500 a.c. por el rey Nabudoconosor II, quien construyó los Jardines Colgantes de Semiramis en Babilonia, habían sido un regalo para su esposa. Soportados por arcos de piedra y ladrillo e impermeabilizados con carrizo y alquitrán, "encima de los carrizos se colocaban hiladas de barro recocido y finalmente se bañaba todo con plomo para prevenir que la humedad de la tierra de cultivo trasminara y llegara a la cubierta", cubiertos con tierra se plantaban sobre ellos vegetación y solo en los lugares destinados a los árboles se formaban montículos de tierra para favorecer su enraizamiento y por lo tanto un buen sostén, aparte de cumplir una función estética éstos servían como aislamiento ante el clima árido extremoso de aquella zona.

El desarrollo de estas terrazas ajardinadas no prosperó tanto en la arquitectura vernácula como en otras zonas, en parte se debió a que el riego se hacía con sistemas complejos de bombeo, además a este tipo de construcciones sólo entraban los sacerdotes, en cambio la arquitectura popular adoptó sistemas más prácticos de aislamiento con muros gruesos y disposiciones cercanas de sus construcciones o enterrando sus viviendas.

Construcciones Yaodong

En Asia, y en particular, en el lejano oriente se halla un ejemplo singular de arquitectura vernácula que subsiste hasta nuestros tiempos: los llamados "yaodong" o viviendas en túneles excavados en montañas, dispuestas así por su clima árido, sus vientos secos y escasez de agua, estas fungían como aislamiento, por arriba de ellas crecía vegetación silvestre, sin embargo siendo su suelo el "loess" (tierra compuesta por silicio, piedra caliza, carbonato de calcio y arcillas), una tierra fértil para la agricultura, resultó complicada la propagación de cubiertas vegetales, debido a los constantes desbordamientos del río Huanghe (río amarillo) y la sobrepoblación que llegaron a erosionar la tierra. Más hacia el centro asiático se encuentran unos refugios temporales invernales de los kazakos: "kyatsu", elaborados con paredes de roca y techo de troncos, lodo y capas de hierba, que los acogían de heladas a ellos y a su ganado. A partir de 1940 estas construcciones sólo se usan para almacenar carne y provisiones.

Techos Vikingos

Ante las condiciones adversas de los climas septentrionales, como lo son territorios escandinavos (hoy Dinamarca, Noruega, Suecia), se localizan las cubiertas vegetales que han sobrevivido hasta nuestros días. Originarias de las aldeas vikingas, que eran su mayoría estables y pocas eran las que viajaban en el mar, se asentaban cerca de prados donde conseguían la materia prima para elaborarlas. Dinamarca posee extensas zonas de madera, en cambio Suecia y Noruega no, por lo tanto sus sistemas constructivos influyeron en la construcción de sus tejados.

Los vikingos cubrían sus techos con césped soportado por una estructura de madera densa interespaciadas con cortezas de abedul efectuando la función de un hidrófugo. En Islandia donde su materia prima es la roca, la madera y la hierba turba, evoluciona esta manera de construir hasta una tipología llamada "burstaber", se trata de una estructura hecha con paredes de 2m de grosor cubierta de turba y piedra y existen dos tipos de techumbre: "el helluthak" elaborado con estructura de madera, encima piedras y tierra y arriba turba; y la tróðthak convigas, madera cepillada, luego turba, encima piedra y por último turba, esto era con el fin de lograr un buen aislamiento. Otra muestra se ejemplifica en las islas que se encuentran entre Islandia y Escocia, en donde se edificaban refugios para el ganado, hierva o botes, hechos de piedras apiladas y recubiertos con varias capas de

roca y turba. Ante la escasez de madera, el descubrimiento de energía geotérmica en Islandia y la sencillez de construcción del concreto desaparecen casi por completo en el siglo XX.

Cubiertas de pastos silvestres en Norteamérica

Esta tradición de los países escandinavos de construir con turba alcanzó territorios norteamericanos durante la colonización de la Columbia Británica y en particular de la guerra civil que ofertaba la posesión de tierras a cambio de trabajarlas por 5 años. En varias regiones la madera escaseaba por lo que construían sus viviendas temporales excavando bajo colinas y el techo del mismo prado, en otras ocasiones todo el refugio era construido con hierba, con bloques de 0.6 x 0.3 x 0.15 m, una estructura de madera plana y encima lodo y pasto silvestre que crecía con la lluvia. Este tipo de albergue no prospero debido a que era precario, eran sucios y se infestaban de insectos. Actualmente esta técnica derivó en la construcción de pacas de paja y se sabe que un recubrimiento de estuco por los dos lados evita mucho estos problemas.

Techos de hormigón armado vegetados

Gracias a la revolución industrial, la investigación de nuevos materiales como el concreto y derivados del petróleo como el chapopote, que se empezó a utilizar como impermeabilizante sobre los techos de hormigón armado. Esto fue una transformación sobre la forma de construir con un sistema de terrados formado por vigería de madera, loseta de barro, una capa de tierra de 40 – 80cm, una capa de ladrillo rojo recocido hecho a mano en forma de petatillo y una solución de alumbre.

El inventor alemán Samuel Haüsler quien experimenta la cubierta plana en 1839, también conocida como la cubierta de cartón impermeabilizante, descansada en un entablado de madera, sobre el que se desplegaban rollos de cartón impregnados de alquitrán que garantizaban la impermeabilización, sobre esta lámina, se remataba con una capa de arena o grava, posteriormente Carl Rabitz, patento una cubierta de cartón impermeable teniendo como soporte cemento volcánico en 1867, para demostrar las ventajas constructivas, en su residencia de Berlín ajardinado con árboles y plantas. Así se pasaba de las pesadas planchas de plomo utilizadas en la antigüedad a impermeabilizar con láminas finas y flexibles, fabricadas con derivados de la hulla en un principio y posteriormente del asfalto.

El uso de techos planos con hormigón dejó atrás el humedecimiento por su nueva impermeabilización y la posibilidad de usar el techo como un espacio habitable.

Mientras tanto en Alemania, Francia y el Reino Unido, a mediados del siglo XIX se realizaban investigaciones acerca de un nuevo material lo que conocemos como el hormigón armado, fue Francois Hennebique quien lo patentó, estableciendo las bases de la estructura espacial universal de pilares y vigas, así el hormigón armado contribuyó a la utilización de las cubiertas planas completas. Para demostrar la plasticidad del material, Hennebique en 1904 construyó en París su residencia conocida como Bourg-la-Reine, donde lo utilizó en muros de carga, en las ménsulas de los voladizos y en volúmenes cilíndricos, el plano cubría toda la casa y sobre él, se realizó un jardín suspendido, con senderos, un huerto y un invernadero. "A pesar de su estado, y de que una frondosa vegetación a sustituido a la fina traza del jardín original, la azotea de Bourg-la-Reine, permanece como un excelente testimonio de aquello en que Le Corbusier tanto insistió años más tarde: la prueba, con un siglo de antigüedad, de que la conjunción entre el soporte de hormigón armado, la impermeabilización flexible y el remate mediante una capa vegetal es una de las soluciones constructivas más acertadas y duraderas que se pueden realizar".

Ningún personaje se alzó defensor a ultranza del uso de la cubierta plana como lo hizo, ya desde muy temprano y hasta el final de su vida, Le Corbusier.

En 1927 Le Corbusier publicó en la revista L'Architecture Vivante "La teoría de la cubierta Jardín" un documento que trata de la planeación y el uso de la terraza [...] "Se puede admitir que igualmente es aplicable a los casos medios (climas templados, suaves, o incluso cálidos). El hormigón armado es el nuevo medio que permite la realización de una cubierta homogénea [...]. En Conclusión: razones de orden técnico, económico, de confort e incluso sentimentales nos lleva a adoptar como solución la cubierta terraza".

La actual tecnología de los techos vegetales comienza en Alemania, donde en 1971 Gerda Gollwitzer y Werner Wirsing publicaron un libro titulado: Áreas habitadas de los techos, transitables y cubiertas por vegetación; es allí donde nace el concepto moderno de las "cubiertas vegetales". Actualmente, Alemania es el país líder en este campo, aunque otros países Europeos como España y Francia, han desarrollado estudios y técnicas así como en Estados Unidos, Canadá y Australia.

Varios estudios mundiales y ordenanzas de cubiertas vegetales se han ido ejecutando, prueba de ello es Tokio, que estableció una legislación para bajar 1°C la temperatura de la ciudad en diez años, obligando a las construcciones de más de 1000 m² desarrollar un techo verde abarcando el 20% del total construido.

Los nuevos materiales en las cubiertas vegetales

Las investigaciones que realizó la NASA a partir de los años sesenta ha dado pauta a muchos materiales de construcción como la fibra de vidrio, eliminando la opción del chapopote y cartón asfáltico para impermeabilizar, al parecer su desuso se debió a su rápido deterioro que causa de la lluvia ácida. Hoy en día se utilizan sistemas de calor para vulcanizar placas petro-polímeras, el caucho, entre otros, que responden mejor a los cambios de temperaturas y permiten obtener un mejor sellado.

En la actualidad casi todos los techos de concreto logran aceptar una cubierta vegetal de 100kg por m², además se pueden resolver los problemas de condensación, cambios de aire en el interior, entre otras alternativas térmicas, prueba de ello es Alemania que posee una humedad relativa alta y fue uno de los precursores contemporáneos, que los llevo a realizar estudios sobre este tipo de cubiertas. El país ofrece subsidios de hasta un 50% del valor de la cubierta ecológica para su desarrollo en 80 ciudades desde el año 1987.

En Singapur, (contando con un clima cálido húmedo) se realizó un estudio de cubierta vegetal, en donde se hizo una comparativa del sistema antes y después de su colocación. Los resultados arrojaron una reducción del flujo de calor a través de la estructura de la azotea del 60%.

Anexo 2

Materiales para la Construcción

Membrana impermeable

Las membranas asfálticas soldadas no son resistentes a las raíces; necesitan por lo tanto una membrana adicional de protección contra las perforaciones de las mismas, como por ejemplo, una lámina de polietileno.

En Europa se consiguen en el mercado las siguientes membranas protectoras para raíces:

Membranas polímero-elastómero-bituminosas

que son elaboradas de una mezcla de bitumen con materias sintéticas y generalmente resistentes a las raíces.

Membranas de PVC (según las normas alemanas DIN 16938, 16730, 16735) de PVC blando y que generalmente no son resistentes al bitumen, polystrol y a productos aceitosos protectores de madera. Para evitar un "ablandamiento" (que puede llevar a la descomposición del material), deberá separarse la membrana de PVC de los materiales bituminosos con un material sintético o un manta de fibra de vidrio (mínimo 200g/m²) o una lámina de polietileno de por lo menos 0,2 mm de espesor.

Para techos verdes es recomendable reforzar la trama colocando una membrana de techo de PVC como la que por ejemplo se usa para toldo de camiones ("lona"), ya que éstas, por el refuerzo entramado que poseen, son muy resistentes a las averías.

Membranas de polietileno que son de polietileno clorado según norma alemana DIN 16737. Se caracterizan por tener una muy alta resistencia, pero no se pueden hacer uniones resistentes a las raíces en obra. En los promontorios deben preverse

solapes muy grandes para impedir el crecimiento de las raíces a través de ellos.

Membranas de tela con revestimiento de polyolefino que son bien aceptados desde el punto de vista ecológico, ya que están libres de halógenos, ablandadores y cloro. Pero son más caras que las membranas revestidas de PVC y la soldadura es más dificultosa. El trabajo sólo deberían llevarlo a cabo empresas especializadas con experiencia.

Membranas de etileno copolimerizado bituminoso (ECB) que son compatibles con el bitumen y de buena trabajabilidad.

Membranas EPDM que tienen etileno, propileno, terpolímero y caucho y se caracterizan por su alta elasticidad. Lograr uniones herméticas no es siempre sencillo.

Sellados fluidos con poliuretano o con resinas polyester que se colocan en estado líquido y que con un suficiente espesor son resistentes a las raíces.

El material más seguro y más económico para una membrana protectora de raíces en Europa es un tejido de polyester revestido en PVC. Se recomiendan espesores de 2 mm. En América Latina este material es muy caro, por ser importado.

Drenaje

La capa de drenaje tiene como cometido, tanto dirigir el agua excedente, como, hasta cierto grado, almacenar agua. Sobre todo son aptos los materiales minerales porosos y livianos, granos gruesos, arcilla expandida, pizarra expandida, lava expandida, piedra pómez y materiales reciclados de escoria y ladrillo.

Existen también membranas drenantes pre-elaboradas, un ejemplo de estas puede ser la membrana **MacDrain 2L** de Maccaferri o la membrana **Aquadrain** de Sika. Aunque el costo de estas suele ser mayor.

Sustrato

A la capa de soporte de la vegetación, donde se produce el trabajo de las raíces, se le llama sustrato. Sirve como materia nutriente, como almacenaje de agua y debe tener suficiente volumen de aire en poros para poder así ofrecerle a las raíces la posibilidad de anclaje. Para verdeados extensivos con césped pobre, hierbas silvestres y Sedum, es conveniente que el sustrato no contenga demasiado humus. Si para esto se utiliza tierra de suelo, éste no tiene que ser muy arcilloso.

En general deberá ser empobrecido con arena. No debería tener más de 20% de arcilla y limo (= granulometría hasta 0,06 mm). Es recomendable, empobrecer la tierra madre con 25 hasta 75 % de minerales livianos de granulometría 0-16 mm. Para esto se adaptan bien, por ejemplo, piedra pómez, lava, pizarra expandida, arcilla expandida partida y material reciclado de ladrillos porosos de arcilla y piedra pómez.

Con este fin, la perlita expandida cuenta con ventajas fácilmente apreciables cuando el peso es un factor decisivo ya que la mezcla de perlita con turba pesa 560 kg/m³ contra los 2240 kg/m³ de la arena mojada. Esta diferencia es crítica cuando

deben ser consideradas las estructuras de soporte de las terrazas verdes o los balcones.

Vegetación

Para la elección de las plantas son decisivos diferentes factores, sobre todo:

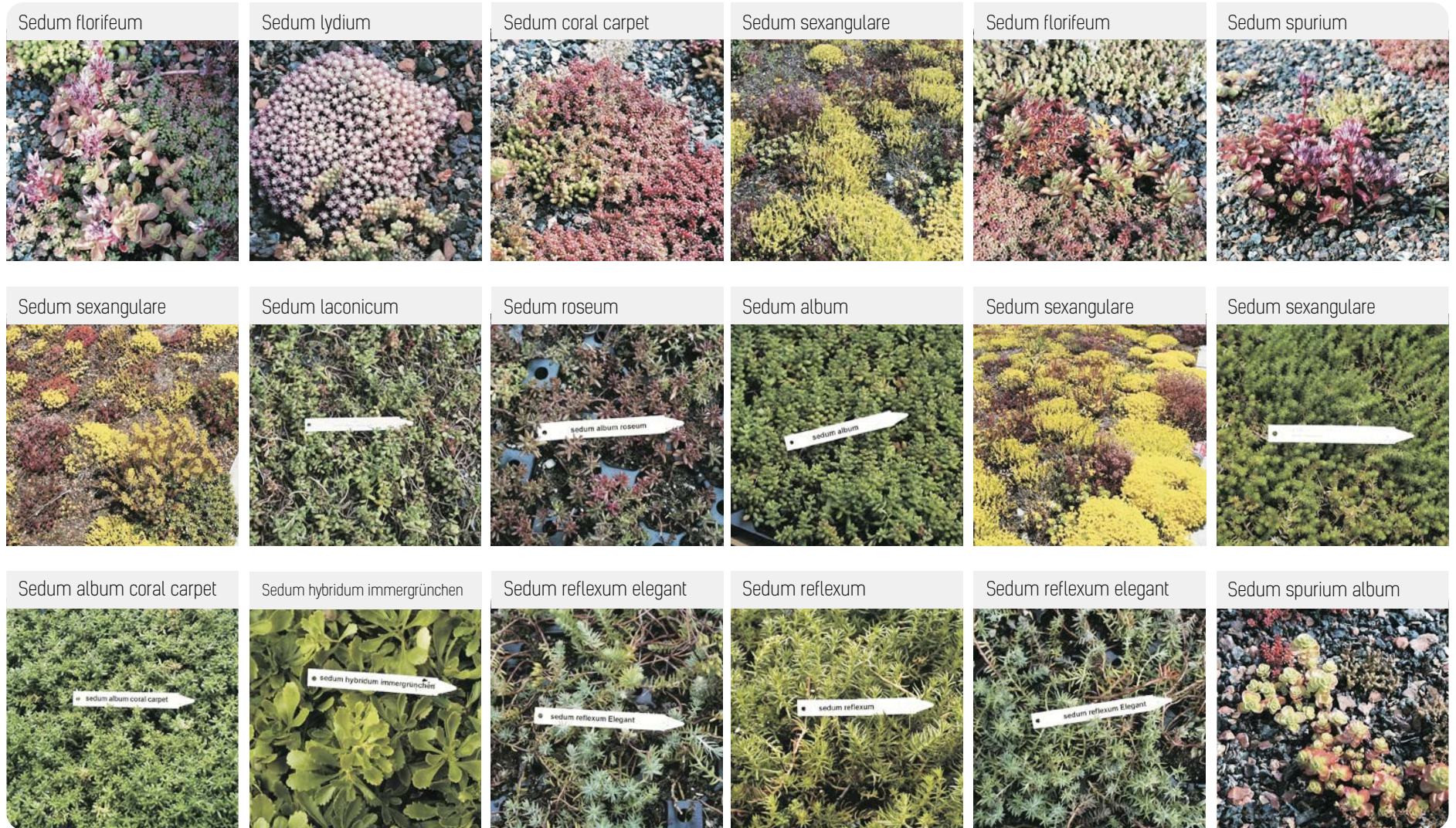
- espesor del sustrato y su efectividad de almacenaje de agua
- inclinación del techo (cuanto más empinado es el techo, mayor tiene que ser su efectividad de almacenaje de agua)
- exposición al viento (hace que aumente la evaporación)
- orientación (los techos que están inclinados hacia el sol se secan más rápido)
- sombra
- cuantía de precipitaciones (tener en cuenta los sectores donde la lluvia no llega)

Por otro lado lo que el usuario desea obtener:

- efecto de aislación térmica
- efecto de enfriamiento en verano
- aislación acústica
- gasto de mantenimiento
- aspecto óptico

Un tipo de vegetación muy usada es la familia de los Sedum, debido básicamente a su bajo mantenimiento y su gran resistencia a la sequía.

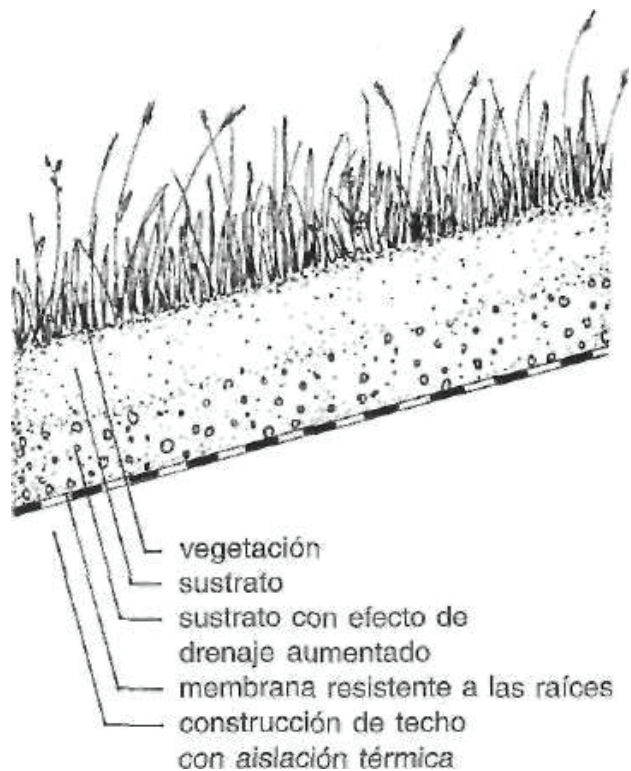
Sedums para cubierta extensiva



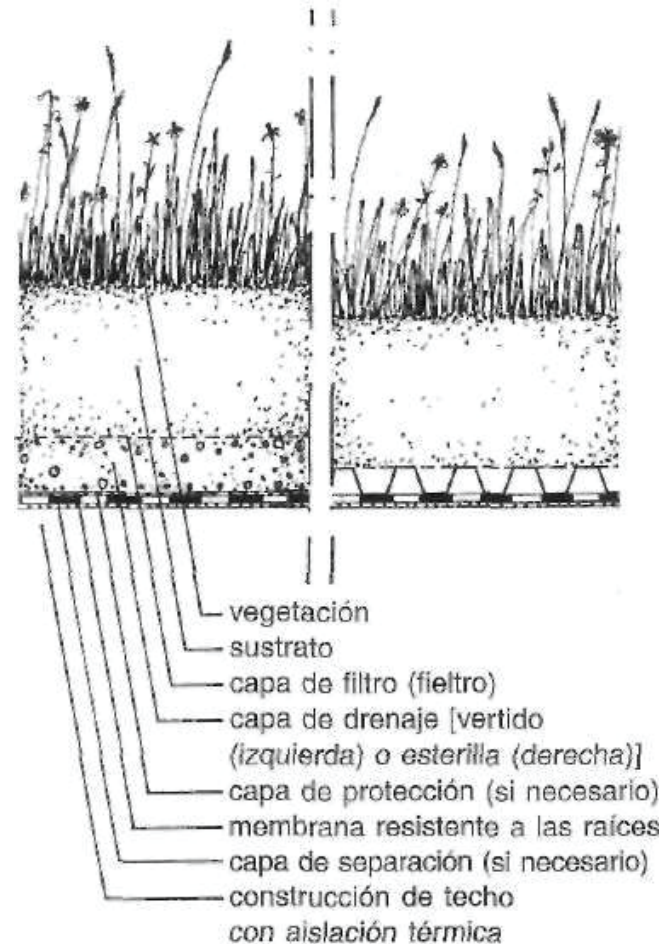
Anexo 3

Detalles Constructivos

Componentes de la construcción del techo
Generalidades



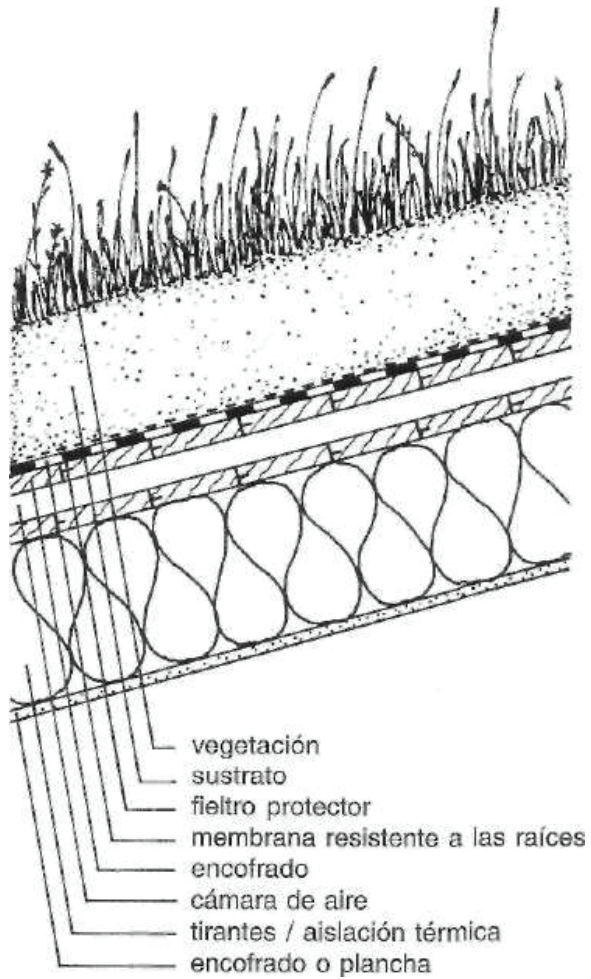
Construcción en un enjardinado de techo inclinado con sustrato en una sola capa



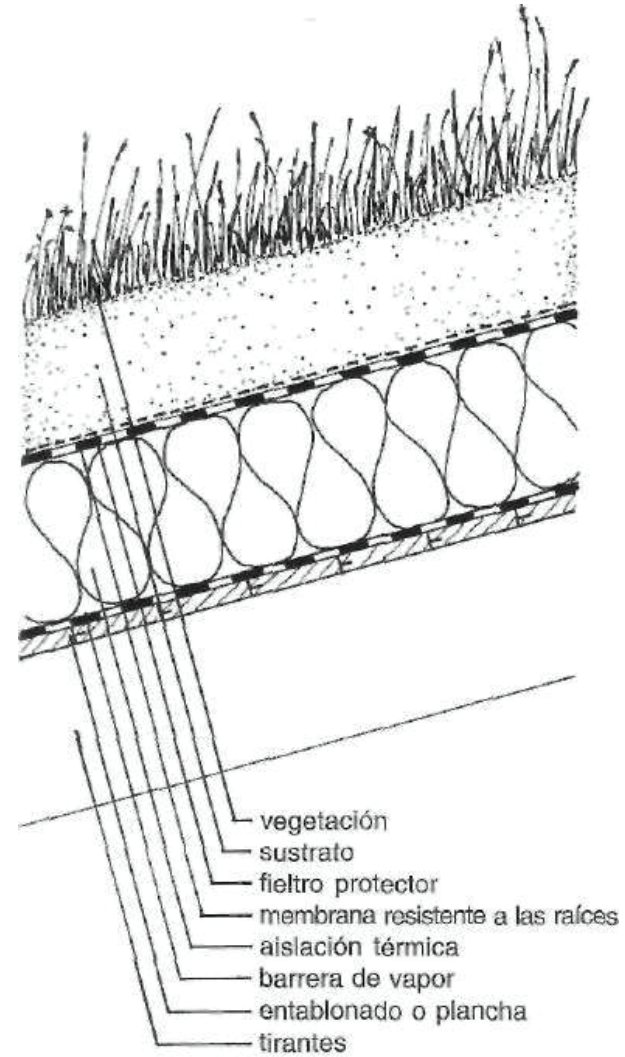
Construcción de un enjardinado de techo plano con sustrato en dos capas

Componentes de la construcción del techo

Estructura y aislamiento térmico



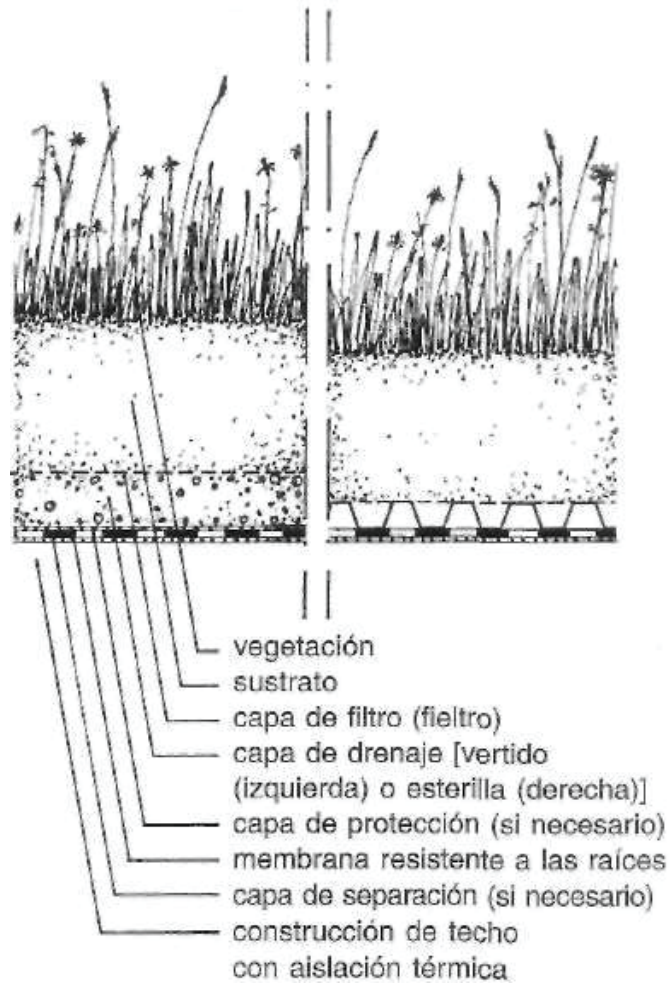
Típica formación de un techo frío con enjardinado



Típica formación de un techo caliente con enjardinado

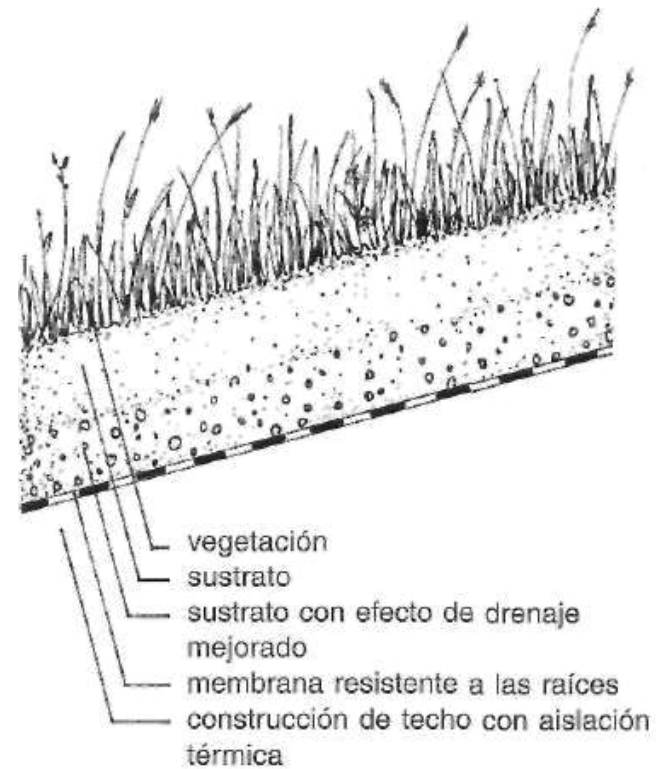
Sistemas de Cubiertas Verdes

Enjardinado de techo plano



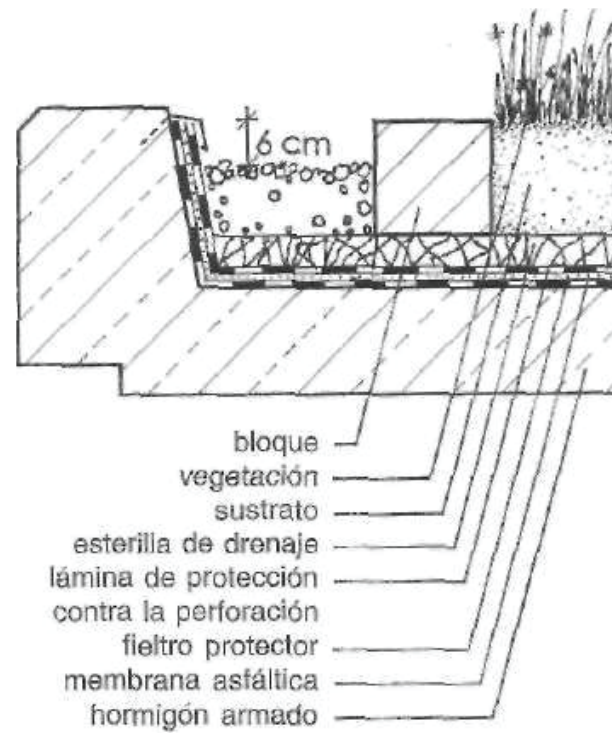
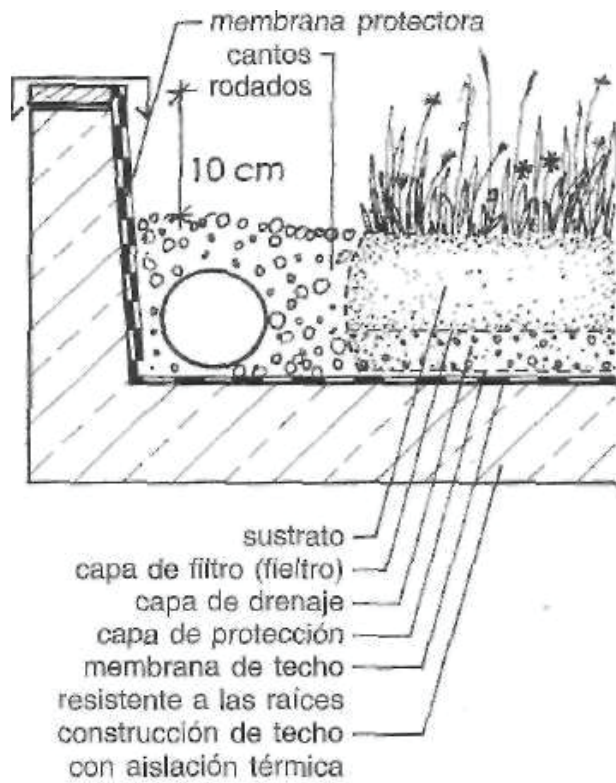
Construcción en capas de enjardinados para techos planos

Techos de leve inclinación



Enjardinado de techo inclinado con una sola capa

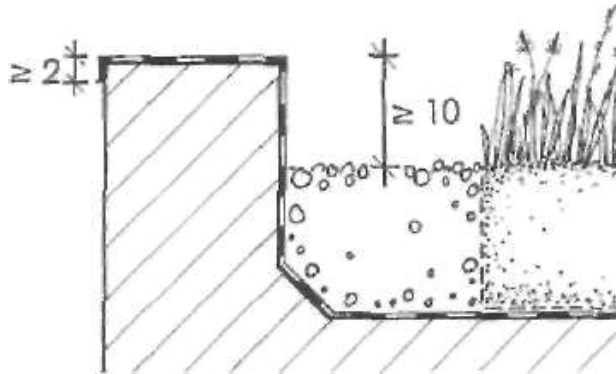
Verdeados Sencillos



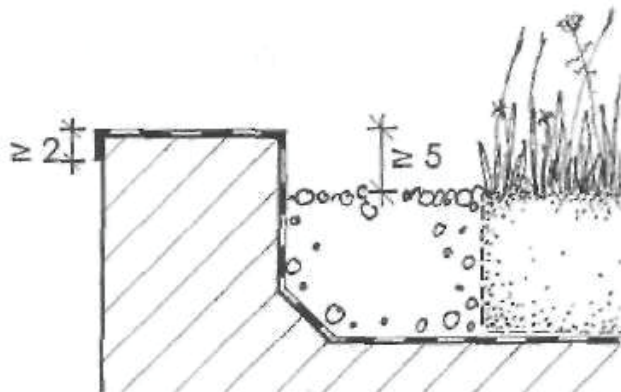
Formación de borde de techo en enjardinados de garajes con techo plano

Bordes y uniones de techo

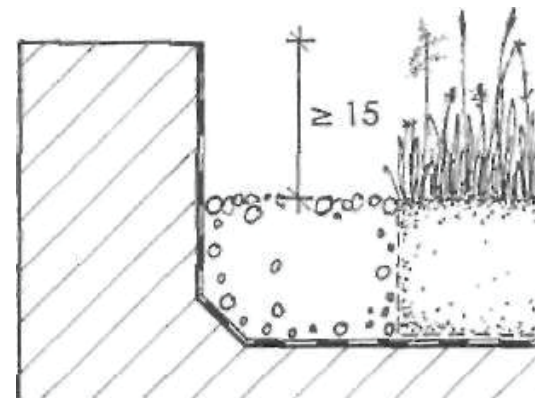
Conformación de la membrana de techo contra los bordes



Pretil o frontón en techos con inclinaciones de hasta 5°

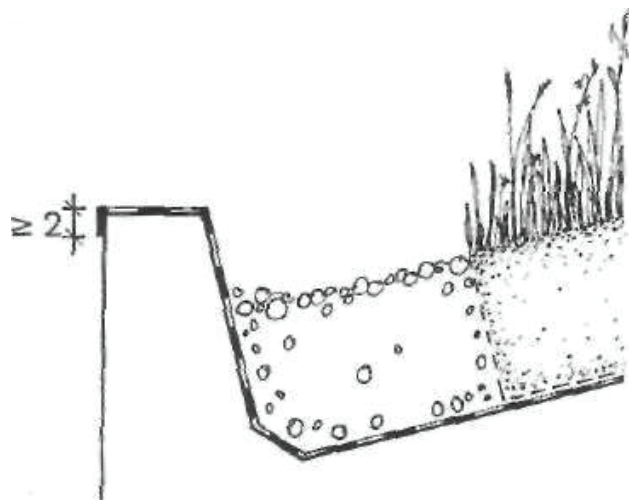


Pretil o frontón en techos con inclinaciones superior 5o

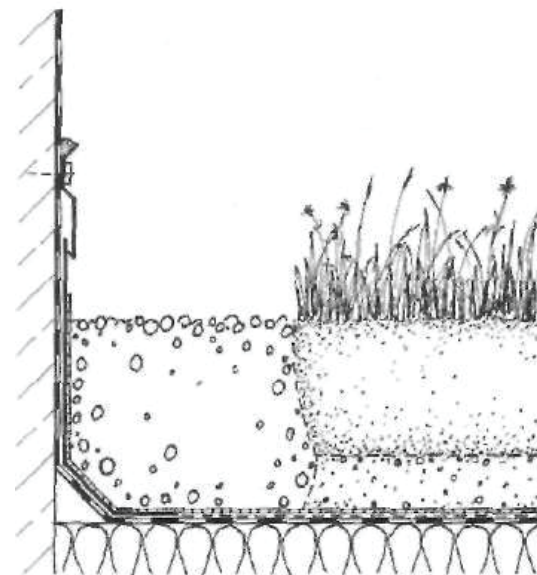
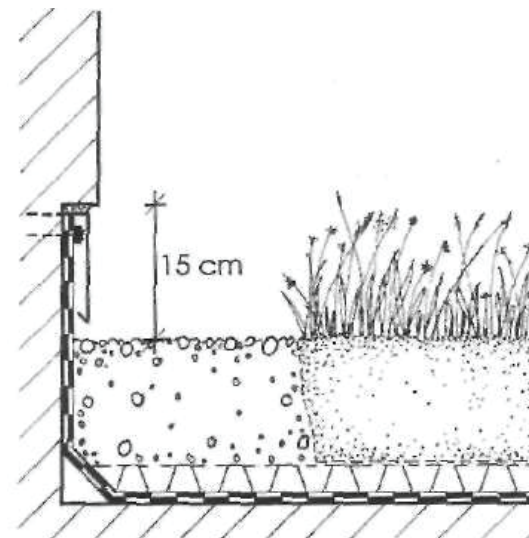


Encuentros de borde con ático ó muro

Bordes y uniones de techo

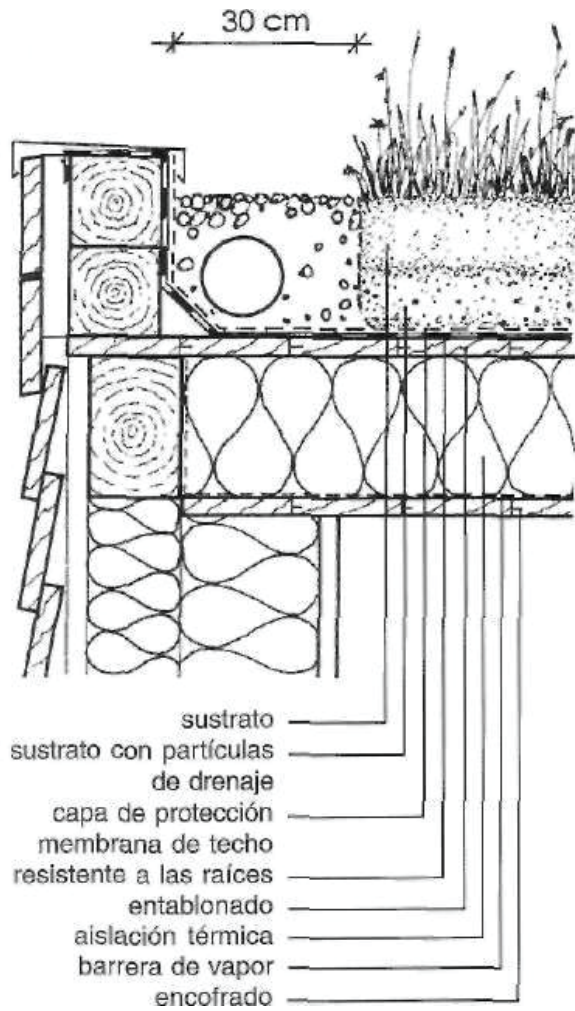


Conformación de la membrana de techo contra el canalón

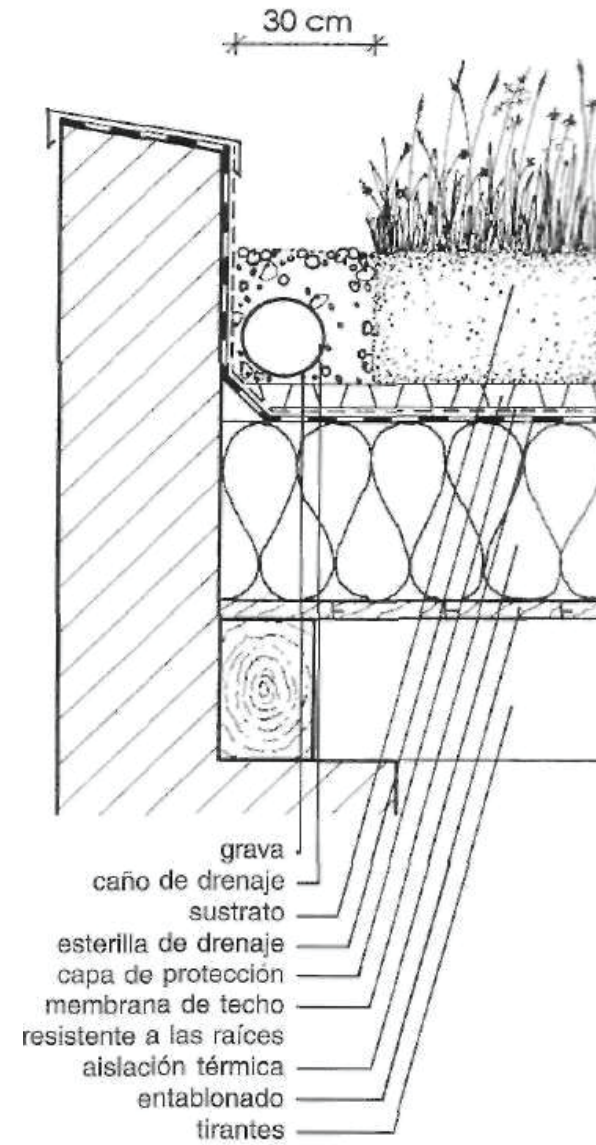


Encuentros de borde con muros que continúan

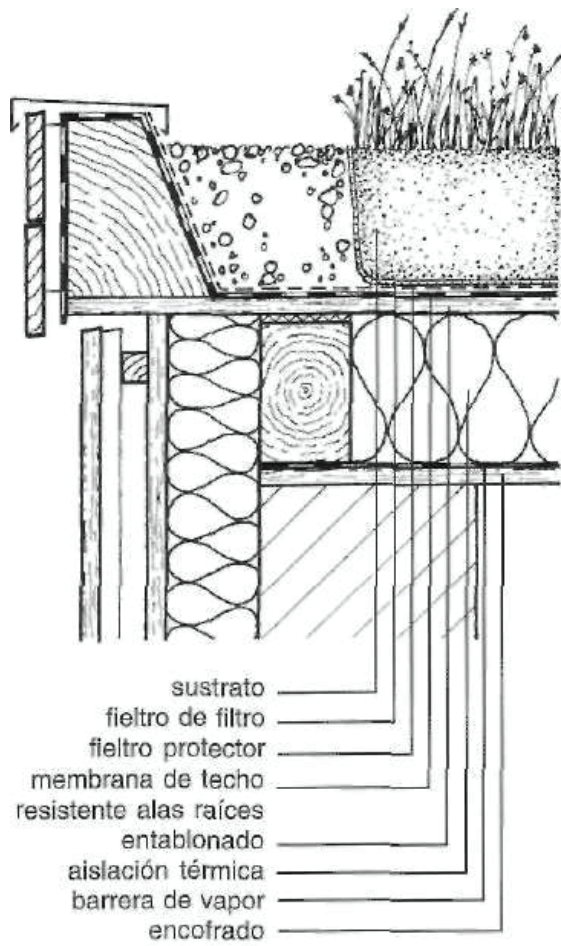
Bordes y uniones de techo



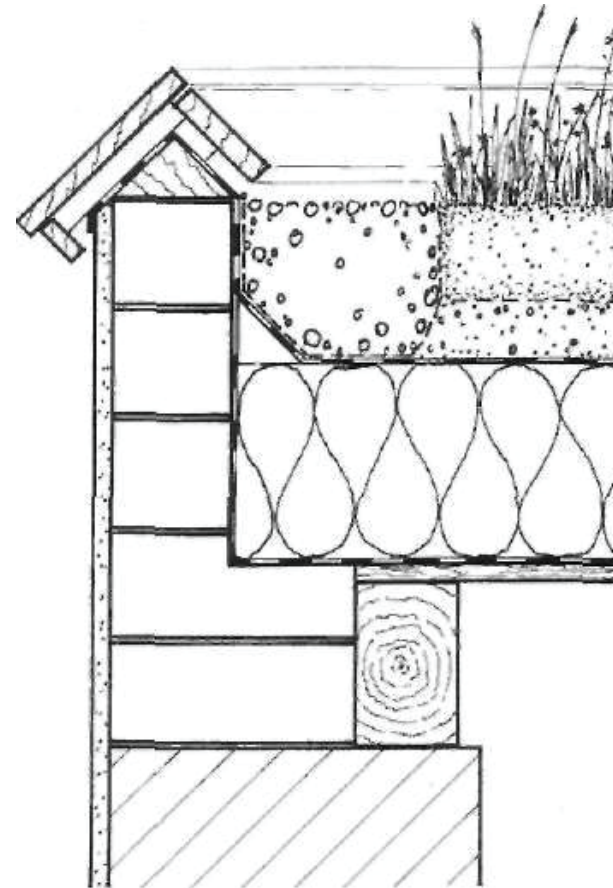
Conformación del borde de techo-canalón



Conformación de borde de techo con canalón

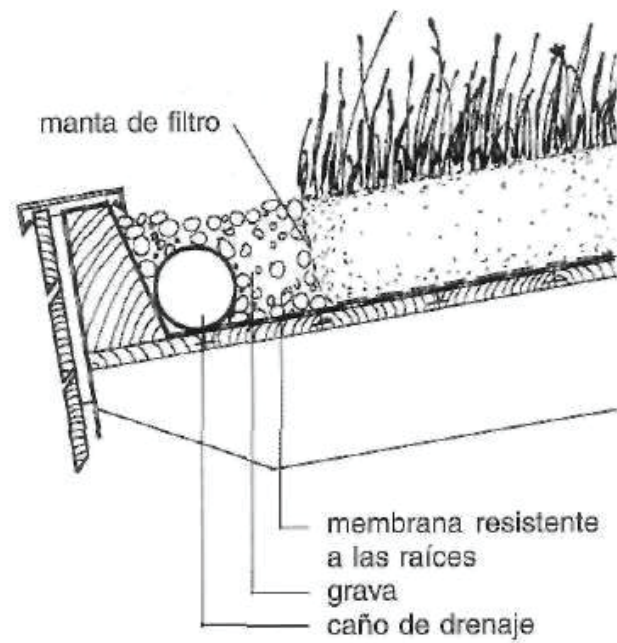


Conformación del borde de techo con pretil

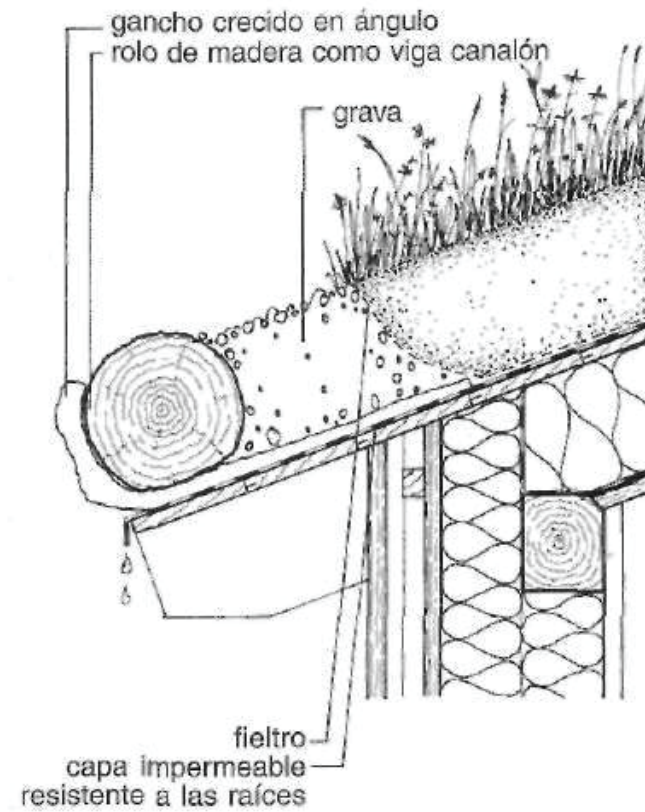


Detalle de pretil

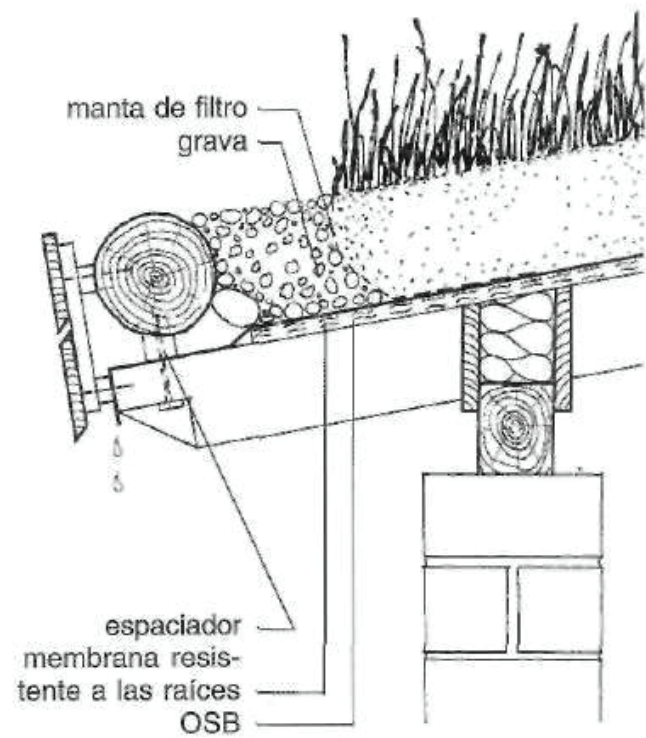
Bordes y uniones de techo



Detalle de canalón con desagüe lateral

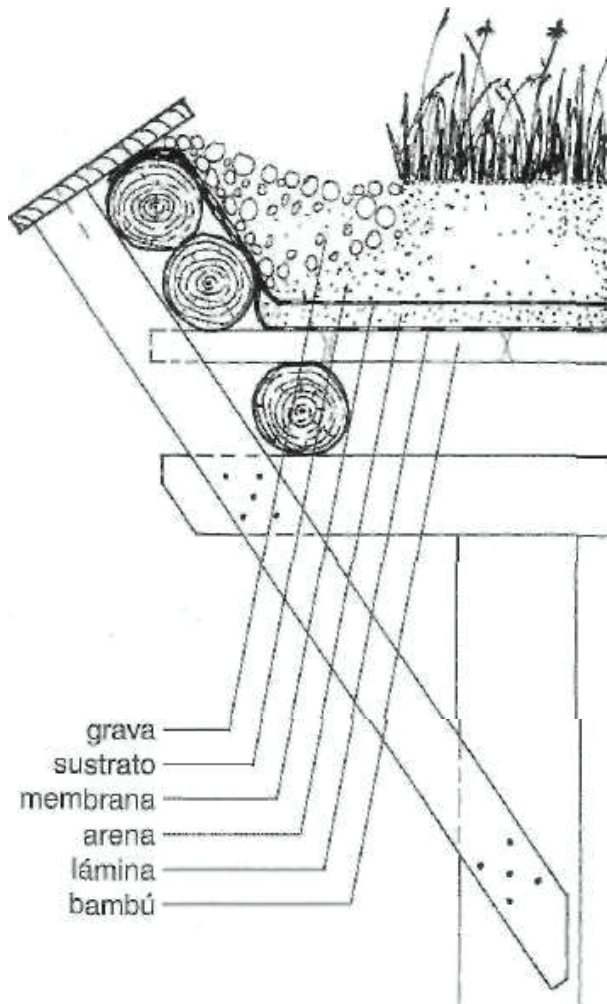


Detalle de canalón, usado en Escandinavia

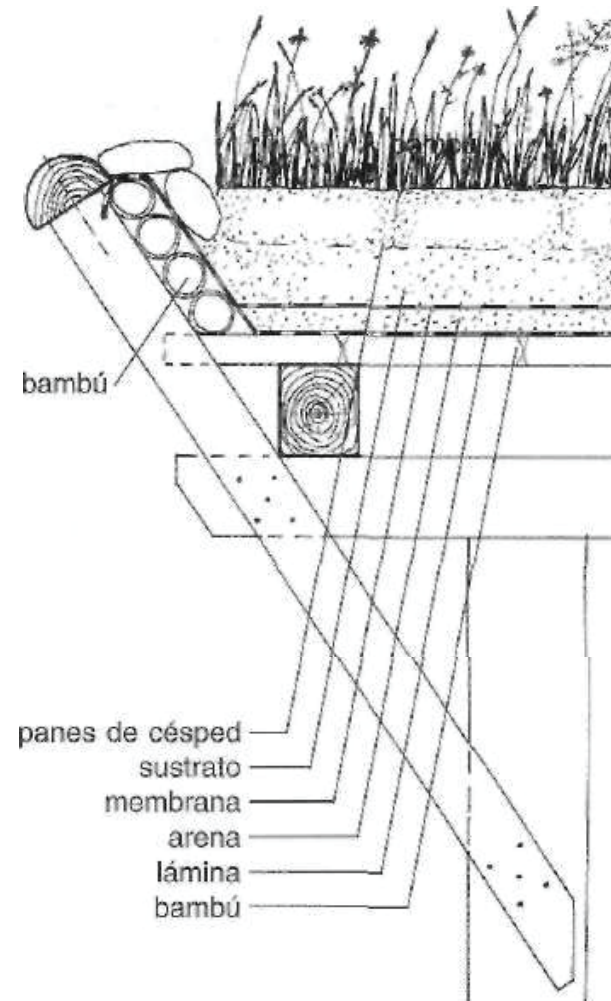


Detalle de canalón

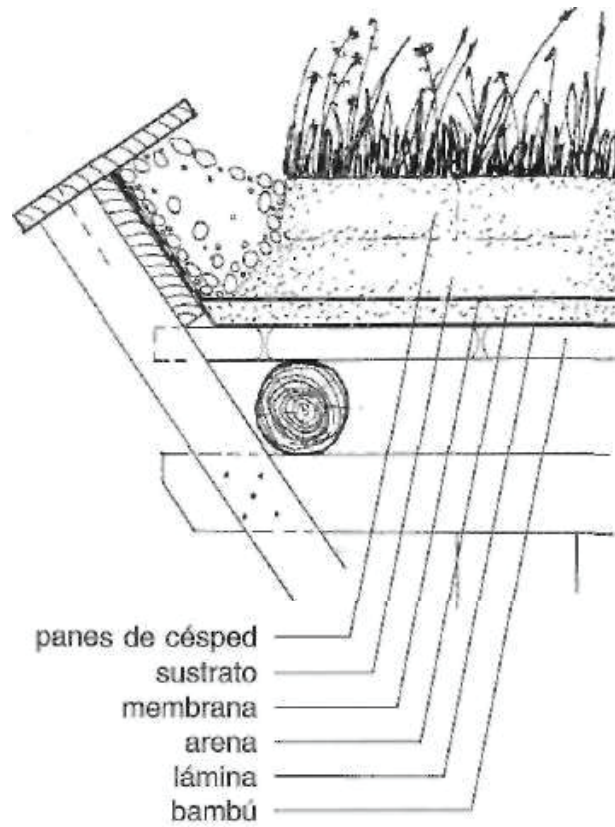
Bordes y uniones de techo



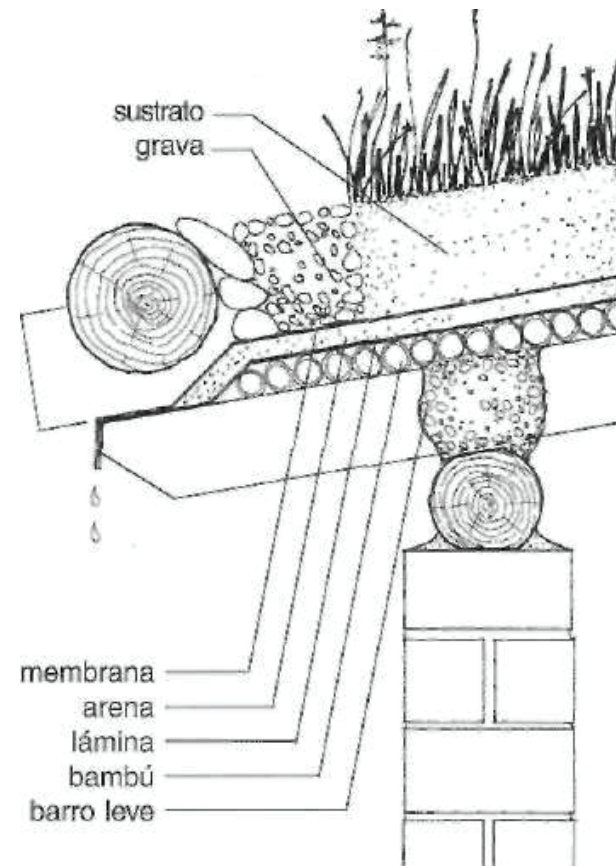
Conformación sencilla de pretil



Conformación sencilla de pretil

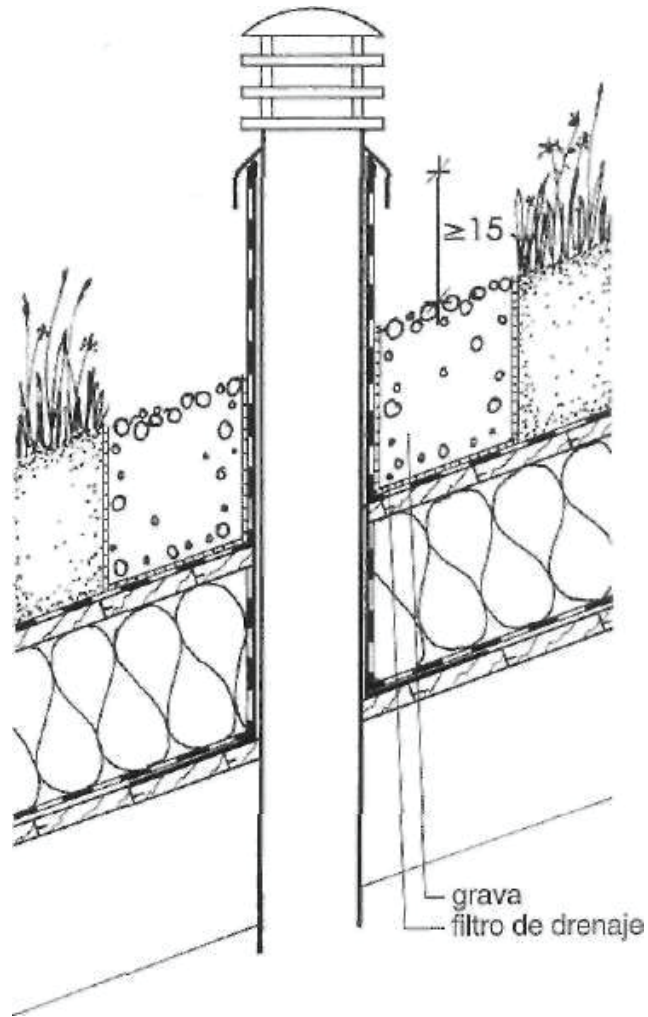


Conformación sencilla de pretil

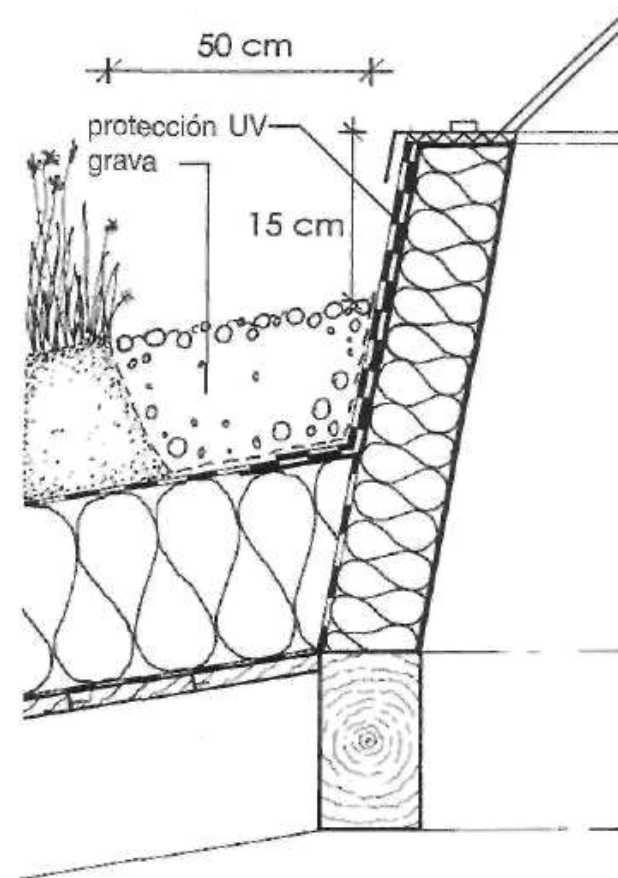


Detalle de canalón sin drenaje

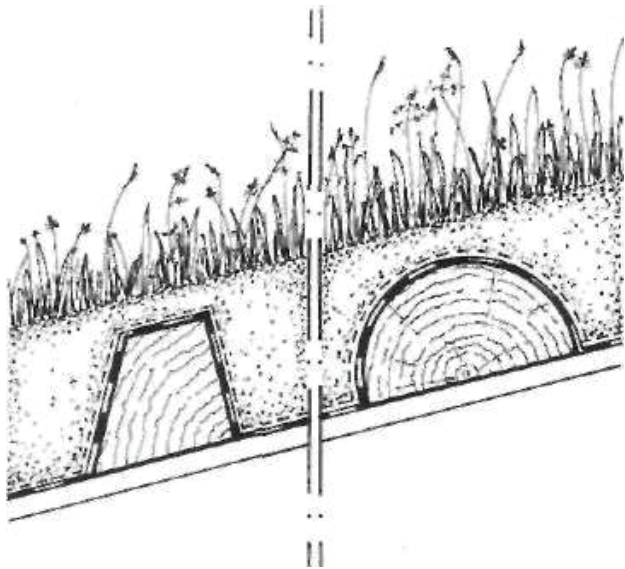
Seguridad contra el deslizamiento del sustrato



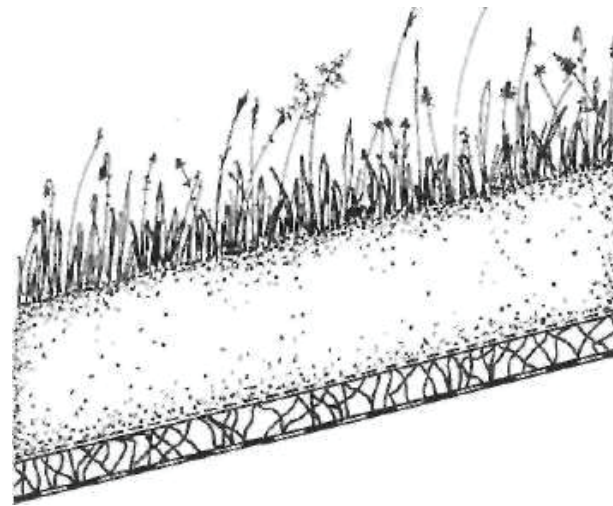
Encuentro con una ventilación



Encuentro con una iluminación cenital

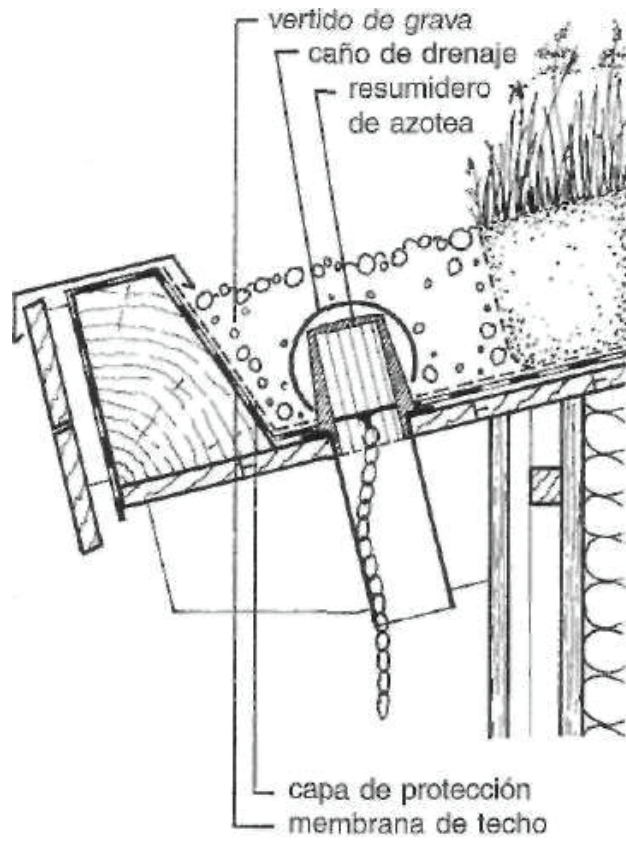


Seguridad contra el deslizamiento del sustrato mediante umbrales de empuje

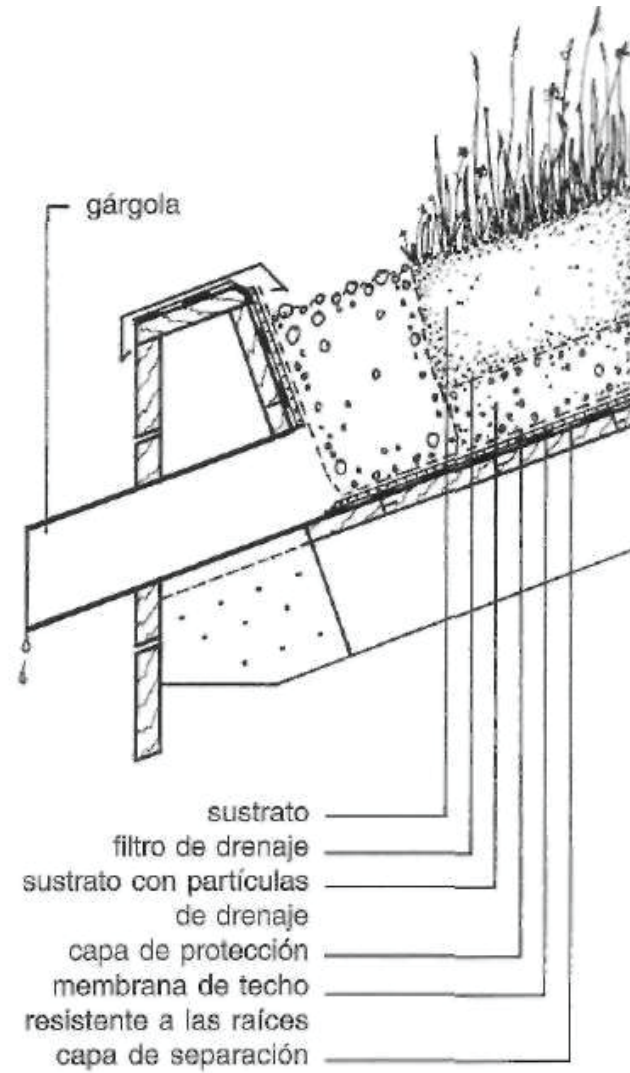


Seguridad contra el deslizamiento del sustrato mediante colchonetas antideslizantes

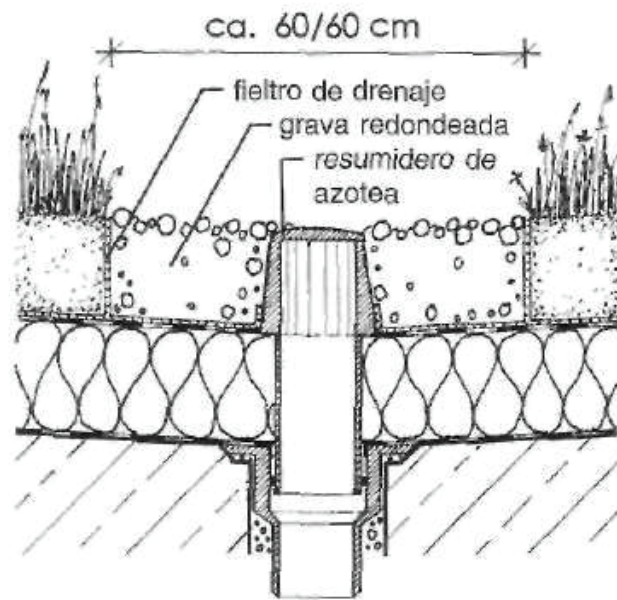
Desagüe



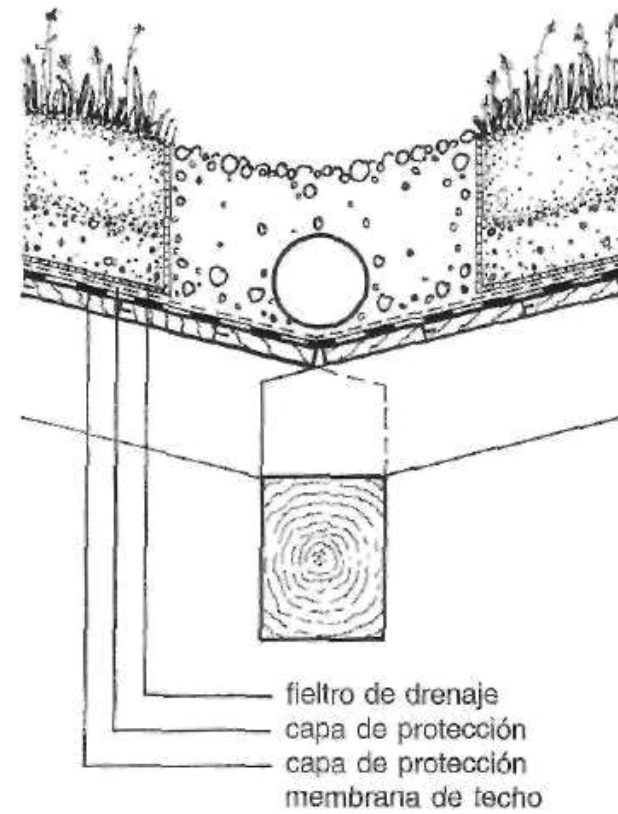
Desagüe pluvial



Desagüe pluvial



Desagüe interior

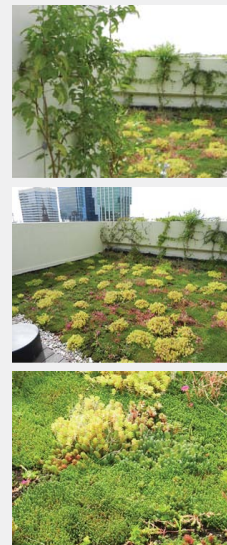


Conformación de una garganta de azotea

Anexo 4

Obras

Cubiertas Extensivas



Obra: Edificio Allianz
Tipo de construcción: Hormigón
Empresa Constructora: Edificio existente ex Dreyfus año 1923
Tipo de techo verde: Extensivo
Impermeabilización antiraíz: AlkorPlan 1.5
Drenaje: MacDrain 2L
Vegetación: Sedum

Las fotos son a 14 meses de su implantación.





Obra: Colegio Juan XXIII Gobierno Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Tipo de construcción: Hormigón

Empresa Constructora: Cunumí SA

Tipo de techo verde: Extensivo

Impermeabilización antirraíz: Sarnafil F-612 Felt

Drenaje: MacDrain 2l

Vegetación: Sedum

Las fotos son en el momento de la implantación.



Obra: Depósito en Parque Industrial Spegazzini

Tipo de construcción: Estructura metálica
 Empresa Constructora: Solana SRL
 Tipo de techo verde: Extensivo
 Impermeabilización antiraíz: Sarnafil F-612 Felt
 Drenaje: MacDrain 2l
 Vegetación: Sedum + festuca + Sempervivum

Las fotos son a los 15 días del momento de la implantación.

Obra: Jardín de Infantes Gobierno Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Tipo de construcción: Hormigón
 Empresa Constructora: Cunumí SA
 Tipo de techo verde: Extensivo
 Impermeabilización antiraíz: Sarnafil F-612 Felt
 Drenaje: MacDrain 2l
 Vegetación: Sedum

Las fotos son a los 15 días del momento de la implantación.





Obra: Reconstrucción Techo Verde en Vivienda Unifamiliar en Country de Pacheco

Tipo de construcción: Madera

Tipo de techo verde: Extensivo

Impermeabilización antiraíz: Sarnafil F-612 Felt

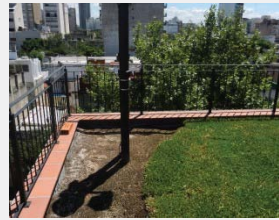
Drenaje: MacDrain 2l

Vegetación: Sedum

Foto techo existente, impermeabilización de asfaltos existente.

Fotos impermeabilización con PVC, colocación de sustrato, implantación. Fotos a los ocho meses de su implantación.

Cubiertas Semi-intensivas



Obra: Terraza sobre PH en San Cristóbal

Tipo de construcción: Hormigón

Tipo de techo verde: Extensivo

Impermeabilización antirraíz: Sarnafil F-612

Felt

Drenaje: MacDrain 2l

Vegetación: Grama Bahiana

Obra: Terraza en Edificio Barrio Saavedra

Tipo de construcción: Hormigón

Tipo de techo verde: césped

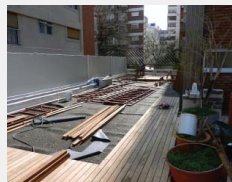
Impermeabilización antirraíz: Sarnafil F-612

Felt

Drenaje: MacDrain 2l

Vegetación: Grama Bahiana

Las fotos son en el momento de la implantación.





Obra: Terraza Edificio Multifamiliar en Villa Devoto

Tipo de construcción: Hormigón

Adicional: Piscina de Retax, impermeabilizada con linner alkorPlan

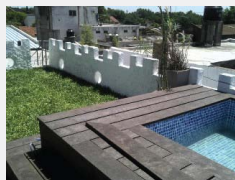
Tipo de techo verde: Semi Intensivo

Impermeabilizacion antiraiz: Sarnafil F-612 Felt

Drenaje: MacDrain 2l

Vegetación: Grama Bahiana y Trepadoras Nativas

Las fotos son en el momento de la implantacion y de treinta días de su implantación.



Obra: Terraza Edificio Unifamiliar en Lavallol

Tipo de construcción: Hormigón

Adicional: Piscina de Madera Sintética, impermeabilizada con linner alkorPlan

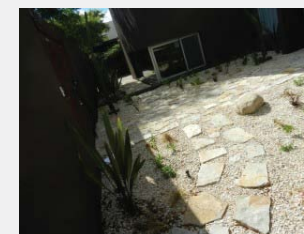
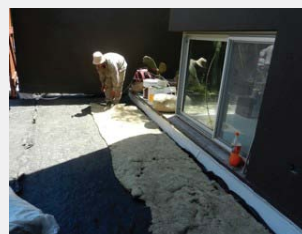
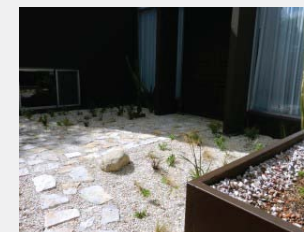
Tipo de techo verde: Semi Intensivo

Impermeabilizacion antiraiz: Sarnafil F-612 Felt

Drenaje: MacDrain 2l

Vegetación: Grama Bahiana

Cubiertas Intensivas



Obra: Terraza sobre Play Room Adicionado a Vivienda Unifamiliar

Tipo de construcción: Metálica

Tipo de techo verde: Extensivo

Impermeabilización antiraíz: Sarnafil F-612 Felt

Drenaje: MacDrain 2L

Vegetación: Sedum+Nativas

Las fotos son en el momento de la implantación

Anexo 5

Productos Existentes

Descripción general del sistema



LiveRoof es un sistema de techo patentado híbrido verde, instalado en casi 4 mil metros cuadrados y más de mil proyectos en todo el mundo. Con 20 localizaciones de crecimiento en los EE.UU. y Canadá.

Características:

- . Vegetación al momento de la instalación.
- . Trayectoria exitosa (experiencia).
- . Mantenimiento bajo y costos predecibles.
- . Prevención de maleza.
- . Resistencia a la erosión del viento.
- . Aislamiento térmico determinado.
- . Puntos LEED.
- . Respaldo de horticultores.
- . Costo total predecible.



PASO 1

El cultivador con licencia inserta el LiveRoof® Soil Elevator™ en el módulo.



PASO 2

El módulo LiveRoof® se llena hasta la parte superior del Soil Elevator™ con medio de cultivo LiveRoof.



PASO 3

Las plantas LiveRoof® se cultivan hasta la madurez.



PASO 4

El instalador certificado establece módulos LiveRoof® firmemente en su lugar en el techo dentro RoofEdge® borde de aluminio.



PASO 5

Se elimina LiveRoof® Soil Elevator™ para obtener un hermoso, perfecto e instantáneamente maduro techo verde.



PASO 6

Se riega a fondo para asentar el medio de crecimiento flojo y darle a su techo verde un gran comienzo.

Descripción general del sistema



VerdesAires® trabaja con productos que minimizan el impacto y el costo ambiental, logrando involucrar a todos los ciudadanos en un compromiso de cuidado por nuestra naturaleza.

Este proyecto se enmarca y desarrolla de acuerdo a las siguientes pautas:

. La utilización de tierra no natural con el fin de no continuar degradando la capa fértil del planeta.

. El uso de especies vegetales de muy bajo mantenimiento que ahorran sensiblemente el consumo energético (mínimo riego artificial, aprovechando al máximo el régimen natural de aguas de lluvias de la ciudad, bajo consumo de energía eléctrica al no utilizarse con intensidad bombas de agua, máquinas de corte y/o poda).



PRODUCCIÓN



TRANSPORTE



MONTAJE



TERRAZA SEMI TERMINADA



SANATORIO FINOCHIETTO - CABA



EXPERIENCIA CGP Nº 2 - CABA

Descripción general del sistema



Verde Fácil es un sistema modular de rápida instalación para jardines en altura, ya sea en techos, terrazas o balcones

Funciones del módulo:

- . Separar la vegetación de la losa.
- . Permitir la circulación de aire entre la losa y el sistema.
- . Almacenar agua: los módulos almacenan 8 litros por m², lo cual beneficia a los drenajes del edificio ya que el agua que cae sobre el sistema es almacenada y utilizada para la vegetación.



PASO 1

Los módulos Verde Fácil se unen unos con otros mediante un sistema de enclapado hasta cubrir el área.



PASO 2

Se coloca el geotextil por encima de los módulos generando una especie de bandeja para el sustrato.



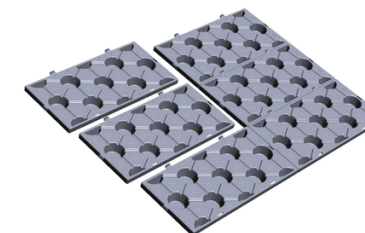
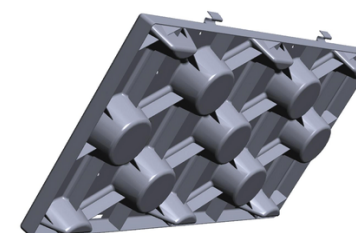
PASO 3

Se coloca el sustrato específico según el tipo de vegetación.



PASO 4

Se coloca la vegetación, pudiendo ser césped, plantas, arbustos, cubresuelos, etc.



Santiago Dellepiane

Julio 2014

