my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is green

LIFE17 ENV/ES/000088

Application of Nature-Based Solutions for local adaptation of educational and social buildings to Climate Change

Action: Implementación de las Nature-Based Solutions en los edificios piloto. Ejecución de obras

Deliverable: Manuales Técnicos para la implementación de prototipos de NBS en las diferentes estructuras de los edificios piloto

Date: 31/05/2023

LIFE my building is green – LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: **Manuales Técnicos para la implementación de prototipos de NBS en las diferentes estructuras de los edificios piloto.**

Date: **31/05/2023**

Project location:	Spain
Project start date:	01/09/2018
Project end date:	31/12/2023
Total budget:	2.854.102 €
EU contribution:	1.697.369 €
(%) of eligible costs:	59,99 %

Data Beneficiary

Name Beneficiary:	AGENCIA ESTATAL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
Contact person:	Miguel Vega
Postal address:	C/Serrano,117
Telephone:	34914203017
E-mail:	miguel.vega@rjb.csic.es
Project Website:	www.mybuildingisgreen.eu

Data Deliverable Responsible

Name Beneficiary:	FUNDACIÓN CARTIF
Contact person:	Raquel Marijuan / José Fermoso
E-mail:	raqmar@cartif.es / josdom@cartif.es

Índice

1. SUMMARY IN ENGLISH 4

2. RESUMEN ESPAÑOL 5

3. RESUMO EM PORTUGUÊS 6

4. INTRODUCCIÓN 7

5. CUBIERTAS 8

5.1 MBIGTRAY 8
5.2 MBIGCUVE 10
5.3 MBIGCUVE-SUS 13
5.4 MBIGUL 15
5.5 MBIGSECAR 17
5.6 MBIGBIOSOL 19
5.7 ESPECIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE CUBIERTAS VERDES 21
5.8 NORMATIVA 22

6. FACHADAS 23

6.1. MBIGTOLDO 23
6.2. MBIGFAVE 25
6.3. MBIGFAC 28
6.4 ESPECIFICACIONES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DE FACHADAS VERDES 31
6.5 NORMATIVA 31

7. ESPACIOS EXTERIORES 33

7.1. MBIG_SUVE 33
7.2. MBIGPOND 35

8. BIBLIOGRAFIA 37

1. SUMMARY IN ENGLISH

This document is part of action C2. "Implementation of Nature-Based Solutions in the pilot buildings. Execution of works". It is based on the drafting of the technical projects of the pilot buildings of the project where the characteristics and design of the prototypes to be implemented are specified and detailed.

This deliverable includes the different NbS prototypes implemented in the schools of Évora and Oporto in Portugal and Solana de los Barros in Spain. The SbN have been organised according to roofs, façades and outdoor spaces. For each prototype, a general description of the prototype is presented, along with details of the materials used, the specifications and procedures to be taken into account for its implementation, as well as the applicable regulations.

2. RESUMEN ESPAÑOL

Este documento es parte de la acción C2. "Implementación de las Nature-Based Solutions en los edificios piloto. Ejecución de obras". Parte de la base de la redacción de los proyectos técnicos de los edificios piloto del proyecto donde se especifican y detallan las características y diseño de los prototipos que se van a implementar.

En este entregable se recogen los diferentes prototipos de SbN implementados en los colegios de Évora y Oporto en Portugal y de Solana de los Barros en España. Las SbN se han organizado según cubiertas, fachadas y espacios exteriores. Para cada prototipo se presenta una descripción general del mismo, se detallan los materiales que lo conforman, las especificaciones y procedimientos a tener en cuenta para su implementación, así como la normativa aplicable.

3. RESUMO EM PORTUGUÊS

Este documento é parte da acção C2. "Implementação de Soluções Baseadas na Natureza nos edifícios-piloto. Execução de obras". Baseia-se na elaboração dos projectos técnicos dos edifícios-piloto do projecto, onde as características e concepção dos protótipos a implementar são especificadas e detalhadas.

Esta entrega inclui os diferentes protótipos BMS implementados nas escolas de Évora e do Porto em Portugal e Solana de los Barros em Espanha. Os BMS foram organizados de acordo com telhados, fachadas e espaços exteriores. Para cada protótipo, é apresentada uma descrição geral do protótipo, juntamente com os detalhes dos materiais utilizados, as especificações e procedimentos a ter em conta para a sua implementação, bem como os regulamentos aplicáveis.

4. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este entregable es proporcionar una guía detallada sobre las características más importantes de los prototipos instalados en los colegios del Proyecto, detallando como implementarlos. Un manual técnico puede ser una herramienta valiosa para las partes interesadas en implementar SbN y favorecer la replicación de las soluciones desarrolladas en el proyecto en otros edificios, con problemáticas y retos similares.

Un manual técnico para la implementación de SbN debe proporcionar información detallada sobre los componentes que lo forman, incluyendo especificaciones técnicas, instrucciones de instalación y configuración, así como otra información que se considere relevante. La recopilación de las lecciones aprendidas en base a la experiencia adquirida en el desarrollo de los prototipos y su implementación facilitará la implementación de SbN, mejorando la eficiencia, calidad y precisión del proceso, reduciendo errores y problemas anteriores.

Los prototipos de SbN se han organizado según tres categorías: cubiertas, fachadas y espacios exteriores. De cada prototipo se ha detallado una descripción general del mismo, así como los materiales que lo conforman. Las especificaciones y procedimientos a tener en cuenta para su implementación, así como la normativa aplicable se incluye de forma general para cada categoría, y cuando aplica, de forma específica para cada prototipo.

5. CUBIERTAS

5.1 mBiGTray

5.1.1 Descripción

El sistema mBiGTray es un sistema de cubierta vegetal extensiva encapsulada con el objetivo de ser más resistente a las épocas sin lluvia. Consiste en una bandeja multicapa encapsulada mediante una lámina impermeable de color blanco. En la parte superior del encapsulado hay unos agujeros por donde salen las especies vegetales y permite recoger el agua de lluvia y reducir las pérdidas de agua. El diseño del sistema junto con la selección de especies adecuadas suple los requisitos de riego, pero también es compatible con un sistema de riego adicional.

Cada módulo está formado dos bandejas, una parte vegetal y otra de captación de agua. En la zona de unión de cada módulo hay unos orificios que permiten la entrada de agua desde la zona de recogida de agua hacia la zona con el sistema vegetal. La parte vegetal del sistema ocupa el 50% de la superficie y el resto lo cubre la lámina impermeable, evitado la excesiva captación de energía térmica. La instalación se realiza mediante un sistema ajedrezado en el que se alternan las superficies de plantación con las de captación de agua, uniendo los módulos mediante bridas en ojales.

Este prototipo se va a implementar en el colegio EB1 da Horta das Figueiras, Évora.



Ilustración 1. Vistas del prototipo mBiGTray en el EB1 da Horta das Figueiras

5.1.2 Materiales

En la **Ilustración 2** se muestra la disposición de los diferentes materiales. Según las características específicas de cada proyecto, los materiales podrán variar.

Los componentes del sistema son los siguientes: dos bandejas noduladas de HDPE de gran resistencia mecánica a compresión (1 y 1'). Una de las bandejas se cubre con una manta

retenedora (2) formado por un geotextil no tejido. A su vez, el sustrato[1] (5) de 10 cm de espesor se envuelve con una lámina geotextil (4) y se coloca sobre la bandeja de HDPE. El conjunto formado por la bandeja y el sustrato se encueve en la lámina de PVC plastificado (3) preferiblemente en blanco, formando una bolsa que almacena el agua de lluvia. El restante de lámina de PVC se coloca sobre la otra bandeja nodular para captar agua de lluvia y llevarla hasta el receptáculo formado por la bolsa con sustrato.

Se realizarán perforaciones en la capa superior de PVC y en la manta retenedora que contiene el sustrato de cultivo. A través de estas perforaciones, se plantarán las especies vegetales (6) seleccionadas por la dirección facultativa, a razón de 16 plantas/m².

Todas las bolsas se instalan unidas entre sí con bridas (7) en los ojales coincidentes siguiendo el sentido de instalación de la pendiente de la cubierta de arriba a abajo para que cada cuadrado sin sustrato vierta el agua de lluvia en la bolsa de cuadrado con sustrato dando lugar a una instalación en forma de damero.

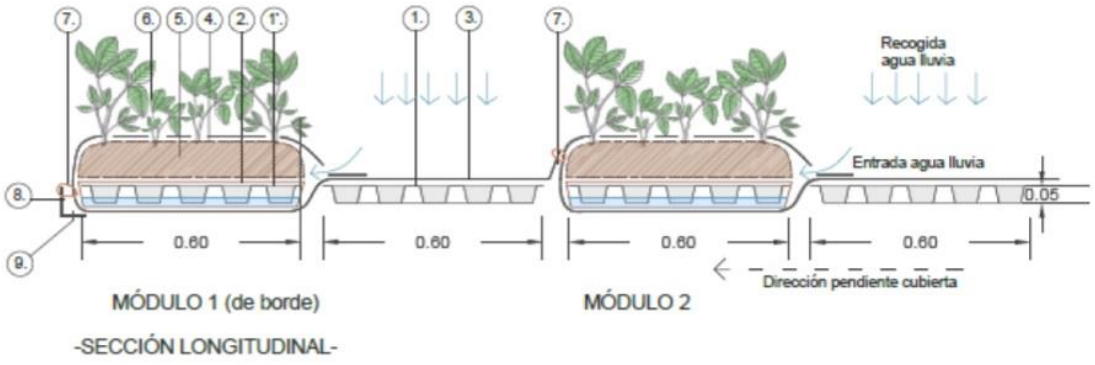


Ilustración 2. Detalle constructivo mBiGTray. Fuente: Proyecto básico y de ejecución Colegio EB1 – Horta das Figueiras

5.1.3 Especificaciones y procedimientos para la ejecución

El **montaje** de los módulos se realiza en taller. Para su transporte a obra, los módulos serán apilados unos sobre otros, garantizando la conservación de las propiedades de los distintos materiales, y evitando el punzonamiento o el sometimiento a tensión de la lámina de PVC.

[1] Sustrato de mezcla para cultivo en cubierta ajardinada tipo césped, consta de la siguiente composición: 25% turba de Sphagnum; 20% compost vegetal; 20% volcánica 5-9 mm; 20% arena de sílice; 15% fibra de coco; pH: 7.5

Una vez en obra, los módulos se disponen cuidando que los cuadrados queden colocados de manera alterna para conformar un damero, en toda la superficie de la cubierta indicada en el proyecto.

En los límites de la superficie vegetal de la cubierta, los módulos serán fijados. Para ello, se dispondrán perfiles metálicos, que serán atornillados al acabado preexistente en la cubierta en la superficie horizontal de los perfiles, mediante el empleo de tornillos de acero inoxidable y dos arandelas estancas, garantizando la estanqueidad de la cubierta. Sobre la superficie vertical de los perfiles, se realizarán perforaciones, para el empleo de bridas de plástico, que anclarán los módulos en los laterales, haciendo coincidir las perforaciones con los ojales de la lámina de PVC de los módulos de borde. A su vez, los módulos se fijarán entre sí con el mismo sistema: mediante bridas de nylon resistentes UV en los ojales de los bordes.

La **vegetación** recomendada es del género sedum con una distribución homogénea y con una densidad de 16 plantas/m^2.

El **drenaje** de sistema se realiza mediante el mismo orificio que permite la entrada de agua para su acumulación.

Las especificaciones y normativa comunes a cubiertas verdes se describen en los **apartados 5.7 y 5.8**.

5.2 mBiGCUVE

El prototipo CUbierta VEgetal (CUVE) cumple con los requisitos de ser fácil de implantar, modular, adaptable a cualquier edificio, duradero, accesible y compatible con el edificio.

5.2.1 Descripción

Las cubiertas CUVE – 1 (bandejas elevadas con cubierta extensiva) consisten en sistemas sobrepuestos a la cubierta existente, separados de la misma, que generen el efecto de cubierta ventilada al crear una cámara de aire entre la grava de acabado existente y el sistema dispuesto (de esta manera se cambia la actual cubierta “caliente” a “cubierta fría”). El diseño consiste en unos bastidores apoyados sobre plots elevados, sobre los que colocar bandejas extraíbles que albergan una solución de cubierta extensiva de poco espesor, de sustrato mejorado y con especies autóctonas adecuadas a dicho espesor.

La cubierta CUVE-2 (bandejas elevadas con macetas y trepadoras) es una variante del sistema anterior. Los bastidores contienen unos contenedores de mayor tamaño, en extremos y/o puntos intermedios, para la plantación de especies trepadoras. Se deberá valorar el empleo o no de

especies de hoja caduca, teniendo en cuenta que en el primer caso se generan hojas caídas que interesa retirar para el buen funcionamiento de la cubierta.

Estos prototipos se han implementado en el colegio CEIP Gabriela Mistral, Solana de los Barros, Badajoz.



Ilustración 3. Vistas de los prototipos CUVE-1 y CUVE-2 en el CEIP Gabriela Mistral

5.2.2 Materiales

A continuación, se describen los materiales y características de los elementos que forman la cubierta CUVE-1 a partir del ejemplo de los materiales empleados en el CEIP Gabriela Mistral. En la **Ilustración 4** se muestra la disposición de los diferentes materiales. Según las características especificas de cada proyecto, los materiales podrán variar.

La vegetación (1.1) es de tipo *Sedum*, resistentes a la sequía, tapizantes y de poca altura con una densidad de 15 unidades/m^2. Sustrato (1.2) para ajardinamiento extensivos de 10 cm de espesor (Zincoterra Floral). Se puede mejorar la composición del sustrato mediante el empleo de árido reciclables. Bandejas (1.3) de chapa de acero galvanizado de 1mm, de 95 cm de ancho x 50 cm de largo y 8 cm de profundidad. Las bandejas tienen unas pestañas laterales para apoyarse en los bastidores. En el caso del CEIP Gabriela Mistral, se ha trabajado con bastidores y bandejas modulares que aprovechen el material comercial disponible. Bastidores tubulares (1.4), largueros y travesaños de acero galvanizado en caliente. Filtro de polipropileno termosoldado (1.5). Se coloca sobre la capa de drenaje, separándolo del sustrato. Elemento de drenaje y retención de agua (1.6) de poliolefina reciclada, resistente a la presión. Posee cavidades para retener el agua y aperturas de aireación y difusión. Plots (1.7) de hormigón in

situ, con una altura máxima de 30 cm. Los plots soportan los bastidores y se colocan sobre el material de acabado de la cubierta[2].

La cubierta CUVE-2 está formada por los siguientes materiales (Ilustración 5). La vegetación (1.1) es tipo trepadora (*Parthenocissus tricuspidata y Parthenocissus quiquefolia*). Sustrato (1.2) de tierra vegetal de 40 cm aproximados de espesor. Jardinera (1.3) de madera de 50 x 45 x 45 cm. Bastidores tubulares (1.4), largueros y travesaños de acero galvanizado en caliente. Filtro de polipropileno termosoldado (1.5). Se coloca sobre la capa de drenaje, separándolo del sustrato. Elemento de drenaje y retención de agua (1.6) de poliolefina reciclada, resistente a la presión. Posee cavidades para retener el agua y aperturas de aireación y difusión. Plots (1.7) de hormigón in situ, con una altura máxima de 30 cm. Los plots soportan los bastidores y se colocan sobre el material de acabado de la cubierta.

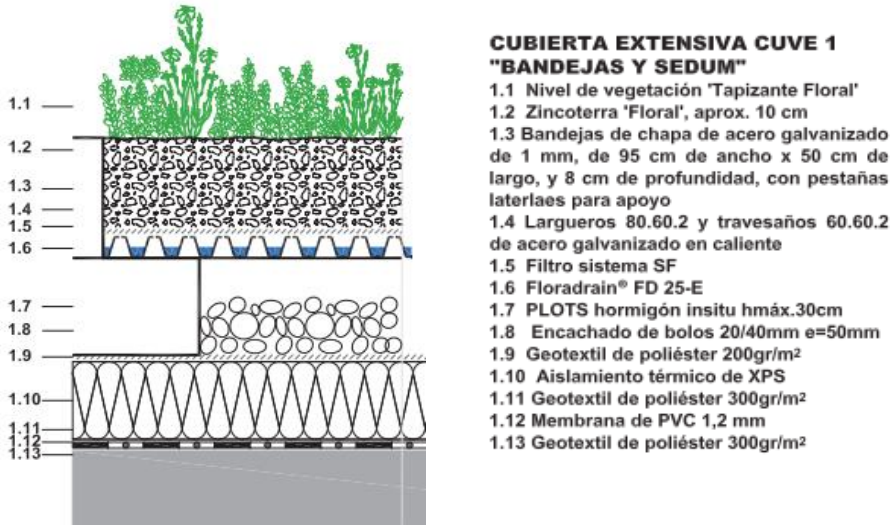


Ilustración 4. Detalle constructivo CUVE-1. Fuente: Proyecto básico y de ejecución CEIP Gabriela Mistral

[2] En el caso del CEIP Gabriela Mistral, el material de acabado de cubierta es un encachado de bolos.

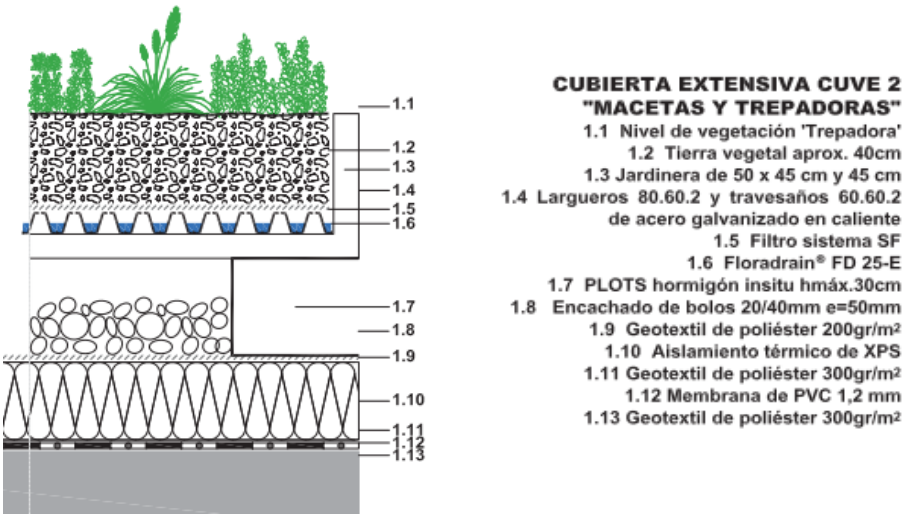


Ilustración 5. Detalle constructivo CUVE-2. Fuente: Proyecto básico y de ejecución CEIP Gabriela Mistral

Las especificaciones y normativa comunes a cubiertas verdes se describen en los **apartados 5.7 y 5.8**.

5.3 mBiGCUVE-SUS

5.3.1 Descripción

CUbierta VEgetal con SUStrato (CUVE-SUS) consiste en un sistema de cubierta extensiva con un sustrato mejorado que incluye áridos reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición para realizar el drenaje de la cubierta. La combinación del sustrato con una granulometría más fina favorece los niveles hídricos adecuados requeridos por la vegetación, sin reducir el volumen de aire del sustrato, evitando la compactación del mismo. Además, también es posible aumentar la materia orgánica del sustrato mediante una formulación especial de la microbiota del suelo para reducir las necesidades hídricas del sistema.

Este prototipo se ha implementado en el colegio CEIP Gabriela Mistral, Solana de los Barros, Badajoz.



Ilustración 6. Vistas del prototipo CUVE-SUS en el CEIP Gabriela Mistral

5.3.2 Materiales

Los materiales y características de los elementos que forman las cubierta CUVE-SUS se presentan a continuación. La **Ilustración 7** muestra la disposición de las diferentes capas del sistema. Según las características específicas de cada proyecto, los materiales y espesores pueden variar.

La vegetación (1.1) es variada, con diferentes variedades de vivaces[3] y herbáceas tapizantes y de pequeño porte[4] una densidad de 15 unidades/m^2. Sustrato (1.2) para ajardinamiento extensivos de 10 cm de espesor (Zincoterra Floral). Filtro de polipropileno termosoldado (1.3). Se coloca sobre la capa de drenaje, separándolo del sustrato. Elemento de drenaje y retención de agua (1.4) de poliolefina reciclada, resistente a la presión. Posee cavidades para retener el agua y aperturas de aireación y difusión. Manta de separación (1.7).

[3] En el caso del CEIP Gabriela Mistral, se han instalado hasta 16 especies diferentes (*Dianthus carthusianorum; Festuca Cinerea Hybride; Gypsophila repens; Helianthemum nummularium; Koeleria glauca; Petrorhagia saxifraga; Saponaria ocymoides; Satureja montana ssp. illyrica; Saxifraga paniculata; Híbridas de Sempervivum; Cerastium; Hieracium pilosella; Potentilla neumanniana; Prunella grandiflora; Thymus doerfleri Bressingham; Thymus serpyllum*)

[4] En el caso del CEIP Gabriela Mistral, se han instalado tipo Sedum (Album, Acre, Reflexum, Sediforme, Rupestre, Ochroleucum, etc.)

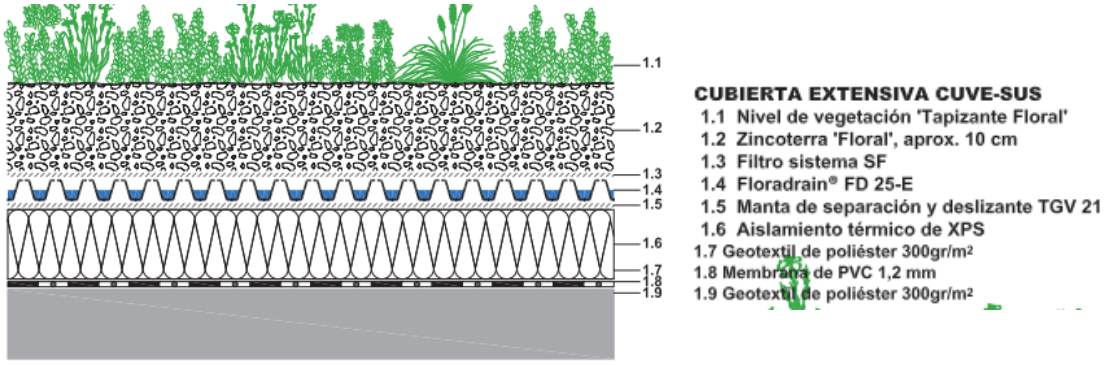


Ilustración 7. Detalle constructivo CUVE-SUS. Fuente: Proyecto básico y de ejecución CEIP Gabriela Mistral

5.3.3 Especificaciones y procedimientos para la ejecución

El **sustrato** implementado en el sistema CUVE-SUS es un sustrato mejorado con inclusión de áridos reciclados.

Las especificaciones y normativa comunes a cubiertas verdes se describen en los **apartados 5.7 y 5.8**.

5.4 mBiGUL

5.4.1 Descripción

El prototipo mBiGUL es un sistema multifuncional basado en el sistema Green Urban Living (GUL). El sistema GUL[5] sirvió de inspiración para el desarrollo del prototipo mBiGUL. Está formado por 4 capas. En la base se utiliza un conglomerado de corcho expandido ICB (Insulation Cork Board). Encima de este, se coloca una capa filtrante, que sirve de separación con el sustrato para evitar que las partículas del sustrato se desprendan y colapsen la escorrentía de agua. Se utiliza un Sustrato Técnico Intensivo, que se caracteriza por tener un alto componente mineral, libre de parásitos, especies de malas hierbas y gérmenes patógenos y una gran resistencia estructural. Por encima se planta la capa de vegetación.

Este prototipo se va a implementar en el colegio EB1 Falcão, Porto.

[5] http://www.itecons.uc.pt/projectos/greenurbanliving/index.php?module=sec&id=546&f=1



Ilustración 8. Ilustración 9. Vistas del prototipo mBiGUL en EB1 Falcão

5.4.2 Materiales

A continuación, se describen los materiales y características de los elementos que forman la cubierta verde GUL. La **Ilustración 10** se muestra la disposición de los diferentes materiales.

Vegetación[6] (1.1) de herbáceas, subarbustos y enredaderas, plantadas en alveolos. La estrategia de plantación está diseñada para fomentar la biodiversidad en la cubierta vegetal. Sustrato Técnico Intensivo (1.2) para ajardinamiento de 12 cm de espesor. Este sustrato es un producto desarrollado por LandLab[7] y está formado por componentes especiales con base mineral, que le confieren una textura de espesor medio, capilaridad alta y equilibrada, y drenaje. Filtro de polipropileno/polietileno termosoldado (1.3). Se coloca entre la capa del sustrato y la placa de corcho. Aglomerado de corcho expandido ICB (1.4) de 8 cm de espesor. Cumple con las funciones de drenaje del exceso de agua, aislamiento térmico, protección impermeabilizante y aislamiento acústico. Por último, sobre el material de acabado de la cubierta, se instala una lámina de impermeabilización anti-raíces (1.5).

Se instalan bandas perimetrales de grava de 30 cm de ancho. La grava que se incorpore debe ser grava de río lavada, libre de parásitos, malas hierbas y gérmenes patógenos, con un tamaño de grano entre 7 y 11 mm.

---

[6] En el colegio EB1 Falcão, Porto, se han plantado las siguientes especies: *Allium schoenoprasum, Carex buchananii, Festuca amesthystina, Limonium vulgare, Satureja montana, Saponaria ocymoides, Sedum album, Sedum floriferum, Sedum sediforme, Sedum spurium, Petrorhagia saxifraga*.

[7] https://www.landlab.pt/pt/inicio

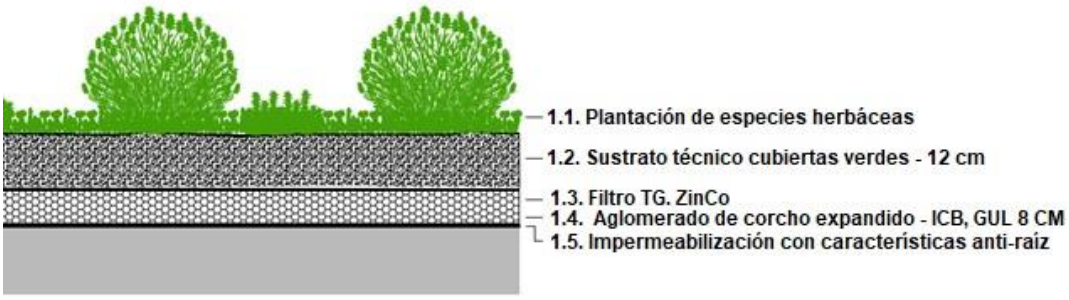


Ilustración 10. Detalle constructivo mBiGUL. Fuente: Proyecto básico y de ejecución EB1 Falcão

5.4.3 Especificaciones y procedimientos para la ejecución

La **vegetación** deberá proporcionarse en maceta, ser del tamaño indicado y tener las raíces bien desarrolladas. Los hoyos de plantación deben ser proporcionales al tamaño del cepellón o del sistema radicular de la planta. Todas las plantaciones deben regarse inmediatamente después de la plantación. La plantación tiene que seguir un módulo de plantación de 2*2 m (ver Anexo EB1 Falcão) con una densidad de 17,75 un/m^2.

Este sistema de cubierta verde es no intrusivo, no utiliza fijaciones, evitando cualquier contacto y daño a las capas de impermeabilización base del edificio. Además, actúa como protección del sistema de impermeabilización existente de la cubierta. Previo a la instalación de la cubierta verde, el espacio deberá estar limpio, libre de escombros y la capa impermeabilizante existente deberá tener una capa impermeabilizante anti-raíces.

Las placas GUL deben colocarse con las ranuras hacia arriba. Sobre ellas debe instalarse el filtro TG, plegado sobre las diferentes vigas estructurales. Debe garantizarse un solape de 20 cm entre filas. filas.

Las especificaciones y normativa comunes a cubiertas verdes se describen en los **apartados 5.7 y 5.8**.

5.5 mBiGSECAR

5.5.1 Descripción

El prototipo mBiGSECAR utiliza la solución Sedum Carpet, una estructura a base de fibra de coco preplantada con vegetación del género *Sedum* L. Es una solución de cubierta vegetal sostenible y 100% biodegradable que permite reducir el tiempo de instalación.

Este prototipo se va a implementar en el colegio EB1 Falcão, Porto.

5.5.2 Materiales

A continuación, se describen los materiales y características de los elementos constituyentes de la cubierta verde SECAR. En la **Ilustración 11** se muestra la disposición de los diferentes materiales. La vegetación (1.1) está formado por un tapete de *Sedum* (Landlab) constituido por diferentes variedades[8]. Debajo, se dispone una red de yute (1.2) por encima del sustrato técnico para cubiertas intensivas (Landlab) (1.3), con 40% de material mineral y 60% de componentes orgánicos vegetales. Después, se encuentra una lámina de drenaje y contención (1.4) de poliestireno expandido con cavidades para la retención de agua y un sistema de canales de drenaje en ambos lados. A continuación, la manta de protección e hidratante (1.5), constituida por fibras sintéticas resistentes a la descomposición y espesor aprox. de 7 mm. En la última capa se dispone de un lámina de impermeabilización con características antiraíces (1.6).

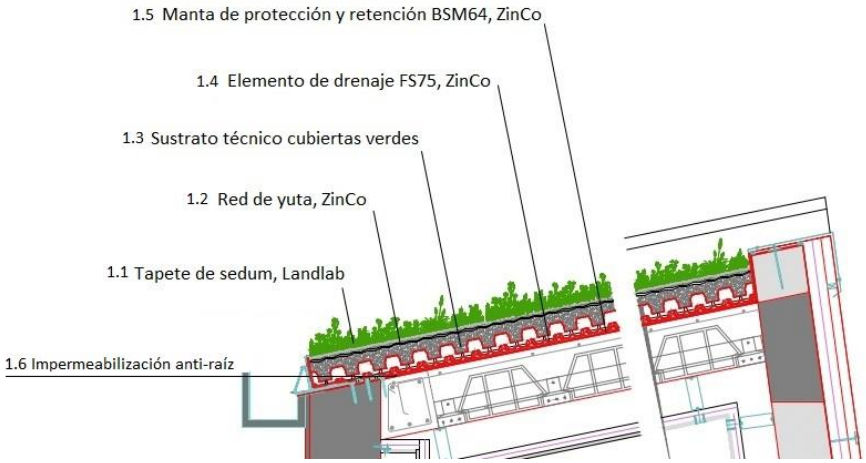


Ilustración 11. Detalle constructivo mBiGSECAR. Fuente: Proyecto básico y de ejecución EB1 Falcão

5.5.3 Especificaciones y procedimientos para la ejecución

Una vez instalado el sistema de riego, puede instalarse la red de yute y el tapete de Sedum. El tapete de Sedum deberá ser de una sola pieza, de color uniforme, con un sustrato húmedo y sin signos de desintegración o deshidratación. Al llegar al emplazamiento, la alfombra de Sedum debe desenrollarse e instalarse lo antes posible. Además, deberá evitarse su pisoteo para

[8] En el colegio EB1 Falcão, Porto, se han plantado las siguientes especies: *Sedum album* "Coral carpet", *Sedum album* "Murale", *Sedum acre*, *Sedum lydium*, *Sedum sexangulare*, *Sedum hispanicum* "Minus", *Sedum spurium* "Fuldaglut", *Sedum floriferum*, *Sedum kamschaticum*, *Sedum hybridum* "Immergrunchen", *Sedum reflexum*

garantizar un mejor acabado de la obra. El tapete sólo debe instalarse tras un riego de enfriamiento de la superficie del suelo.

Una vez compactado el sustrato y con la superficie vegetal uniforme, se realizará una prueba preliminar del sistema de riego para garantizar que la distribución del agua es uniforme y eficaz en las zona de vegetación.

Las especificaciones y normativa comunes a cubiertas verdes se describen en los **apartados 5.7 y 5.8**.

5.6 mBiGBioSol

5.6.1 Descripción

El prototipo mBiGBioSol es la combinación de una cubierta verde y un conjunto de paneles solares, generando una simbiosis perfecta entre eficiencia energética, biodiversidad, y producción sostenible. Por un lado, la cubierta aporta una serie de beneficios ambientales y económicos, que incluyen la promoción de la biodiversidad o la regulación de la temperatura interior, con el consecuente ahorro en acondicionamiento de aire. Por su parte, los paneles solares permiten la producción de electricidad a partir de fuentes renovables y neutras, sin emisiones de carbono a la atmósfera. Además, la combinación de ambas optimiza su acción individual; los paneles aportan sombra y protección frente a las inclemencias a la cubierta, mientras que las plantas de ésta contribuyen al enfriamiento de los paneles gracias a procesos como la evapotranspiración.

Estructuralmente, mBiGBioSol consiste en un sistema modular de fijación y soporte para paneles solares fotovoltaicos, compuesto por una base modular de drenaje a la cual se fija el soporte del panel. La base drenante contiene balasto y sustrato sobre el cual se planta la vegetación.

Este prototipo se va a implementar en el colegio EB1 Falcão, Porto.

5.6.2 Materiales

Los materiales y características de los elementos constituyentes de la cubierta verde BioSol se describen a continuación. La **Ilustración 12** muestra la disposición de los diferentes materiales y estructuras.

En primer lugar, se instala la lámina impermeabilizante y anti-raíz (1.10) cuando ésta sea necesaria. La manta de protección y absorción (1.9), tiene la función de retención de agua y nutrientes, está constituida por fibra sintética de polipropileno se aplica sobre la capa de drenaje (1.9) de polietileno reciclado embutido, con cavidades para retención de agua, perforaciones

para ventilación. Por encima, se dispone un filtro (1.8) no tejido de polipropileno resistente a la putrefacción. Capa de gravilla de 7 cm de espesor (1.7). Por encima, se dispone el sustrato técnico para cubiertas intensivas (Landlab) (1.6), compuesto a partir de componentes especiales con base mineral y sin patógenos y el tapete de *Sedum*[9] (Landlab) (1.5). La base de los paneles solares (1.4) se rellena de grava de río

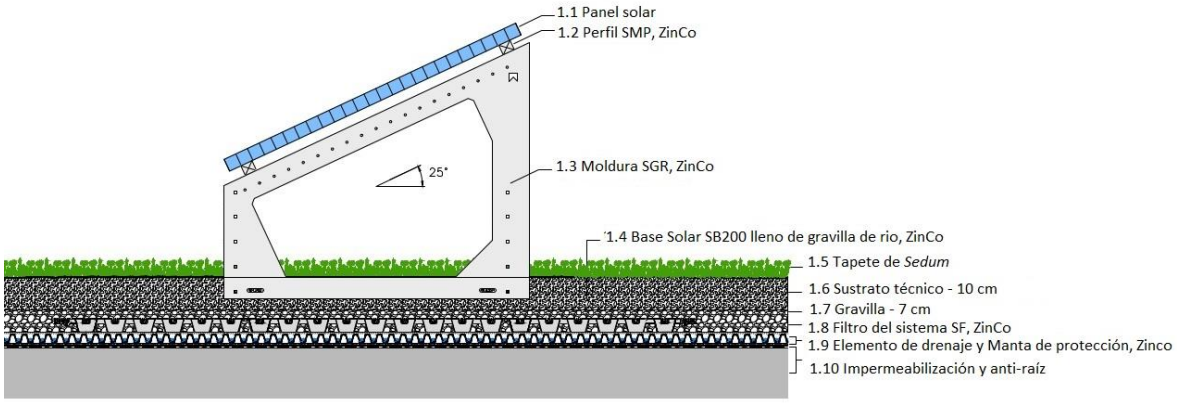


Ilustración 12. Detalle constructivo mBiGBioSol. Fuente: Proyecto básico y de ejecución EB1 Falcão

5.6.3 Especificaciones y procedimientos para la ejecución

Una vez instalado el sistema de riego, puede instalarse el tapiz de Sedum. El tapete de Sedum deberá ser de una sola pieza, de color uniforme, con un sustrato húmedo y sin signos de desintegración o deshidratación. Al llegar al emplazamiento, la alfombra de Sedum debe desenrollarse e instalarse lo antes posible. Además, deberá evitarse su pisoteo para garantizar un mejor acabado de la obra. El tapete sólo debe instalarse tras un riego de enfriamiento de la superficie del suelo.

Una vez compactado el sustrato y con la superficie vegetal uniforme, se realizará una prueba preliminar del sistema de riego para garantizar que la distribución del agua es uniforme y eficaz en las zona de vegetación.

Las especificaciones y normativa comunes a cubiertas verdes se describen en los **apartados 5.7 y 5.8**.

[9] En el colegio EB1 Falcão, Porto, se han plantado las siguientes especies: *Sedum album* "Coral carpet", *Sedum album* "Murale", *Sedum acre*, *Sedum lydium*, *Sedum sexangulare*, *Sedum hispanicum* "Minus", *Sedum spurium* "Fuldaglut", *Sedum floriferum*, *Sedum kamschaticum*, *Sedum hybridum* "Immergrunchen", *Sedum reflexum*

5.7 Especificaciones y procedimientos para la ejecución de cubiertas verdes

Las especificaciones comunes para la ejecución de los diferentes prototipos de cubiertas verdes se describen a continuación.

En primer lugar, la **vegetación** deberá ser la adecuada según el espesor del sustrato, las condiciones de riego, el mantenimiento y las condiciones climáticas del lugar. Por ejemplo, en un clima mediterráneo se deberá tener en cuenta la tolerancia de las plantas a la radiación solar y la resistencia a la sequía. Para seleccionar adecuadamente las especies vegetales se recomienda consultar el documento *C2. Guía para la elección de especies vegetales adaptadas al cambio climático.*

Se debe asegurar la **evacuación de aguas pluviales**, ya sea porque el sistema permite mantener los puntos de recogida de la cubiertas existente, conservando la situación previa o disponiendo de nuevos puntos de recogida. Además, antes de la instalación de cubiertas verdes se debe realizar una prueba para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de evacuación de aguas pluviales.

Si las condiciones del edificio lo permiten, se puede recoger el agua de lluvia de la cubierta y conducirla a un depósito de recogida para emplearlo en la red de riego. En ese caso, habrá que prever una red de evacuación de aguas que por gravedad conduzca el agua de lluvia de la cubierta a los depósitos de recogida previstos. Los depósitos de almacenamiento de agua de lluvia deben ser de alta resistencia química y mecánica, con grifo de salida. Su capacidad debe ser la adecuada respecto al agua de lluvia que se espera recoger. Los depósitos necesitan un mantenimiento de limpieza anual.

Es necesario comprobar que la **impermeabilización** de la cubierta es la adecuada para proteger la estructura existente y prolongar la vida útil de la cubierta, prevenir filtraciones y garantizar una correcta retención de la humedad en la cubierta verde. Para asegurar la estanqueidad total de la cubierta se realiza una prueba de impermeabilidad en cubierta. En caso de tener que **impermeabilizar** de nuevo la cubierta, se retiran los materiales existes, se impermeabiliza de nuevo la cubierta sobre la que se actúa y se comprueba la estanqueidad.

En caso de considerar necesario incluir riego para las especies vegetales implementadas, hay que instalar una **red de abastecimiento de agua de riego**, que formará parte de la red del edificio. El diseño y dimensionado de la distribución, diámetro y las llaves de paso será en función del consumo previsto con el fin de garantizar un desarrollo vegetal adecuado y evitar el despilfarro de recursos hídricos. La red de riego puede contar con un sistema de bombeo y by-pass para poder funcionar directamente desde la red. El sistema de bombeo incluye la posibilidad de aportación de fertilizantes y ácido regulador de pH, al depósito de almacenamiento. En caso de almacenar las aguas pluviales, se almacenarán previamente.

La **instalación eléctrica** consistirá en la disposición de nuevo cuadro en el cuarto de riego, y alimentación y protección de bombas, dosificadores, programación, etc.

Las cubiertas tienen que ser accesibles para las visitas de inspección o **mantenimiento**.

5.8 Normativa

Según el tipo de obra, será necesario cumplir con la normativa respectiva de cada país. A continuación, se detallan los documentos básicos (DB) aplicables a las cubiertas verdes según el Código Técnico de la Edificación (CTE) en España.

DB-SE Seguridad estructural

Para instalar una cubierta verde sobre una cubierta existente, hay que hacer una valoración de las cargas y comprobar que se cumple con la seguridad estructural una vez incorporado el sistema de cubierta verde.

DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad

- Seguridad frente al riesgo de caídas: se tendrá en cuenta la resbaladicidad de los suelos, desniveles y el acceso mediante escaleras o rampas.
- Accesibilidad: la instalación de cubiertas verdes puede ir acompañado de una propuesta para hacerlas accesibles. Para ello se tiene que cumplir con las condiciones de accesibilidad

DB-HS Salubridad

- Protección frente a la humedad: se debe cumplir con el grado de impermeabilidad.
- Suministro de agua: en caso de instalar riego, se deben disponer de nuevos puntos de suministro de riego.
- Evacuación de aguas: en caso de recoger el agua de la cubierta para su reutilización, se deberá disponer de una red de recogida de aguas pluviales, realizando conexiones a las bajantes existentes.

DB-HE Ahorro de energía

Hay que definir el ámbito de aplicación, la cuantificación de la exigencia y la justificación del cumplimiento de la exigencia.

6. FACHADAS

6.1. mBiGToldo

6.1.1 Descripción

El prototipo mBiGToldo es un sistema de superficies verticales con vegetación de muy bajo espesor. El sistema consiste en una lámina impermeable sobre la que va adherida un fieltro no tejido y sobre el que se proyecta un sustrato semillado. Debido al bajo espesor de sustrato, se integra un riego hidropónico que se distribuye por gravedad a través de la superficie del mismo. En la zona inferior se integra un canal de recogida del exceso de riego, que conecta con la estación de riego. Puede disponerse enmarcado con un bastidor y separado de la fachada, creando un sistema de sombreamiento o paralelo a la fachada.

Este prototipo se va a implementar en los colegios EB1 de Horta das Figueiras, Évora, donde se dispondrá paralelo a la fachada; y CEIP Gabriela Mistral, Solana de los Barros, Badajoz, donde la disposición es perpendicular.



Ilustración 13. Vista del prototipo mBiGToldo en el CEIP Gabriela Mistral

6.1.2 Materiales

En la **Ilustración 14** se muestra la disposición de los diferentes materiales. Según las características específicas de cada proyecto, los materiales podrán variar.

Cuando el sistema se dispone paralelo a la fachada los materiales son los siguientes. Lámina de PVC reforzado con fibra de vidrio hace de estructura de soporte. Incluye herrajes especiales para destensado y desmontado de la lona; la manta retenedora constituida por tejido no tejido poliéster-acrílico de doble capa, adherida al tejido impermeabilizante mediante un adhesivo

específico para lona de PVC; sustrato para cubierta ajardinada, constituido por una mezcla de turba de *Sphagnum* o fibra de madera y turba negra, estabilizante para hidrosiembras, una mezcla de semillas[10], fertilizante orgánico y mejorantes de suelo. El sistema de riego, está constituido por un tubo de riego por goteo en la parte superior y una canaleta inferior para recoger el exceso de agua, que será devuelto al tanque de almacenamiento para optimizar el consumo.

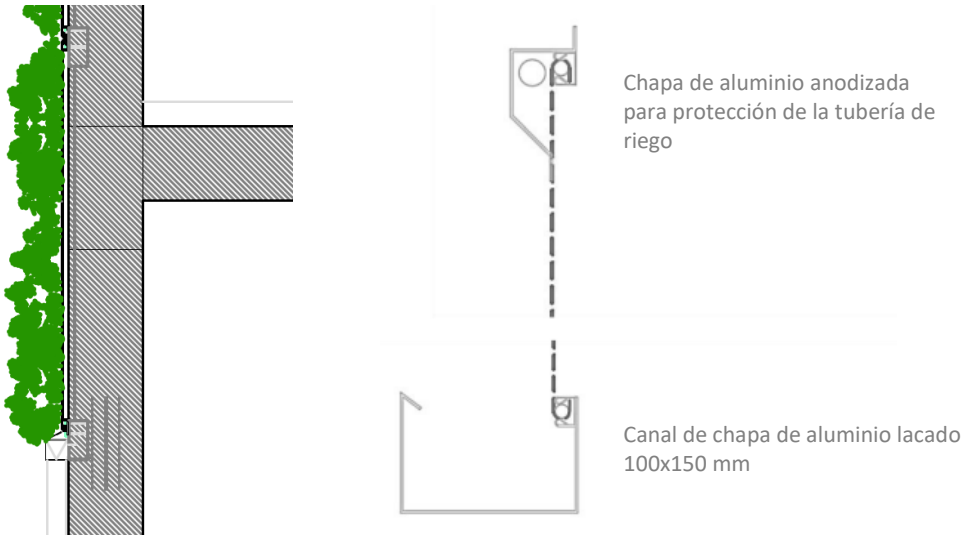


Ilustración 14. Detalle constructivo de mBiGToldo. Fuente: Proyecto básico y de ejecución EB1 de Horta das Figueiras

En caso de que el toldo vegetal esté separado de la fachada en perpendicular, es un tipo de sistema FAVE y se detalla en el siguiente apartado.

6.1.3 Especificaciones y procedimientos para la ejecución

La **vegetación** deberá ser fácilmente propagable por semillas y deben poder adaptarse a las condiciones locales. La cantidad de semillas a aplicar depende de la especie, pero para la mezcla indicada la cantidad de semillas aplicada será aproximadamente a razón de 10g de semillas por metro cuadrado.

Debido al bajo espesor de sustrato, se integra un **riego hidropónico** que se distribuye por gravedad a través de la superficie del mismo. Dicho riego se realiza a través de una estación de

[10] Para Évora se proponen semillas de especies como *Festuca rubra*, *Agrostis stonolonifera*, *Sagina subulata* o *Cymbalaria muralis*

riego hidropónico con una programación adecuada para cubrir las necesidades del jardín vertical en todas las épocas del año y según las condiciones ambientales que se quieran generar.

En la zona inferior se integra un **canal** que recoge el exceso de riego y conecta con la estación de riego, creando un circuito cerrado. En el caso de que no fuese posible recuperar el exceso de agua hacía la estación de riego, ha de facilitarse bajo el jardín un sistema de evacuación del agua sobrante.

6.2.mBiGFAVE

El sistema planteado es modular, desmontable y adaptable a cualquier edificio.

6.2.1. Descripción

El sistema FAchada VEgetal (FAVE) es una subestructura ligera y modular que sirva de soporte a distintas soluciones vegetales, separada de la fachada y que se ancla a la misma a nivel de los forjados para facilitar su adaptación a cualquier edificio. Está pensada para un máximo de 2 plantas y es desmontable. Se generan posibles superficies horizontales y verticales sobre los huecos y delante de los mismos, a mayor o menor distancia. En dichas superficies, y en virtud de la orientación de la fachada y de la disposición de los huecos de cada edificio, se disponen especies vegetales que sirvan de sombreamiento. Este sistema puede servir de soporte para dos posibles SbN:

FAVE 1: En el entramado se disponen contenedores con plantas guía, del tipo trepadoras y enredaderas, que tapicen y generen superficies horizontales y verticales opacas a los rayos de sol.

FAVE 2: En el entramado se disponen toldos vegetados (ver prototipo mBiGToldo), generando superficies continúas dispuestas en los bastidores sobre las que crecen especies adecuadas de forma superficial.

Estas dos variedades del prototipo FAVE se han implementado en el colegio CEIP Gabriela Mistral, Solana de los Barros, Badajoz.



Ilustración 15. Vista del prototipo mBiGFAVE 1 y 2 en el CEIP Gabriela Mistral

6.2.2. Materiales

A continuación, se describen los materiales y características de los elementos que forman el sistema FAVE a partir del ejemplo implementado en el CEIP Gabriela Mistral. En la **Ilustración 15** se muestra la disposición de los diferentes materiales. Según las características específicas de cada proyecto, los materiales y medidas podrán variar.

La subestructura[11] está formada por un entramado de perfiles tubulares de acero galvanizado en caliente. La parte horizontal se compone de largueros y travesaños anclados a la fachada. La parte vertical se compone de pies derechos, perfiles tubulares de sección cilíndrica anclados al suelo mediante pozos de HA-25. Se disponen protectores en los pies derechos mediante forrado con panel de corcho de 25 mm circular sujeto a postes, con adhesivo, velcro y/o brida. La **Ilustración 17** muestra la formación de la subestructura.

Para el sistema FAVE 1, se disponen postes verticales[12] mediante tubulares para la sujeción de las macetas de madera. Se instalan alambres guía para permitir el trepado de las plantas, son

[11] En el caso de CEIP Gabriela Mistral, las dimensiones del módulo son: 2 mt de ancho x 2 mt de separación a fachada x 3 mt de altura.

[12] En el caso de CEIP Gabriela Mistral, se disponen 4 postes verticales por maceta; y 8 postes verticales por larguero y travesaño.

alambres de acero galvanizado macizo de 3 mm anclados a los perfiles tubulares con ganchos de acero galvanizado. La vegetación[13] es trepadora y se planta en las macetas.

Para el sistema FAVE 2, se añade un (1) perfil clickable de aluminio para fijar la lámina de PVC RF. La (2) membrana tensada Leaf Skin está formada por una lamina de PVC RF antirraices, sustrato textil a doble cara y sustrato L + S Ecoactiv a doble cara. (3) Bastidor realizado con tubulares de acero galvanizado en caliente. (4) Canal de acero galvanizado en caliente para recoger el agua sobrante.



Ilustración 16. Detalle constructivo del mBiGFAVE. Fuente: Proyecto básico y de ejecución CEIP Gabriela Mistral

[13] En el caso de CEIP Gabriela Mistral, la vegetación es: *Hedera helix* (hiedra), *Jasminum fruticans* (jazmín silvestre), *Jasminum officinale* (jazmín común), *Trachelospermum jasminoides* (jazmín estrellado), *Lonicera etrusca* (madreselva etrusca), *Lonicera implexa* (madreselva mediterránea), *Vitis vinífera* (parra), *Parthenocissus quinquefolia* (parra virgen), *Parthenocissus tricuspidata* (viña del Japón), *Clematis cirrhosa* (aján, enredadera andaluza), *Clematis campaniflora* (clemátide).

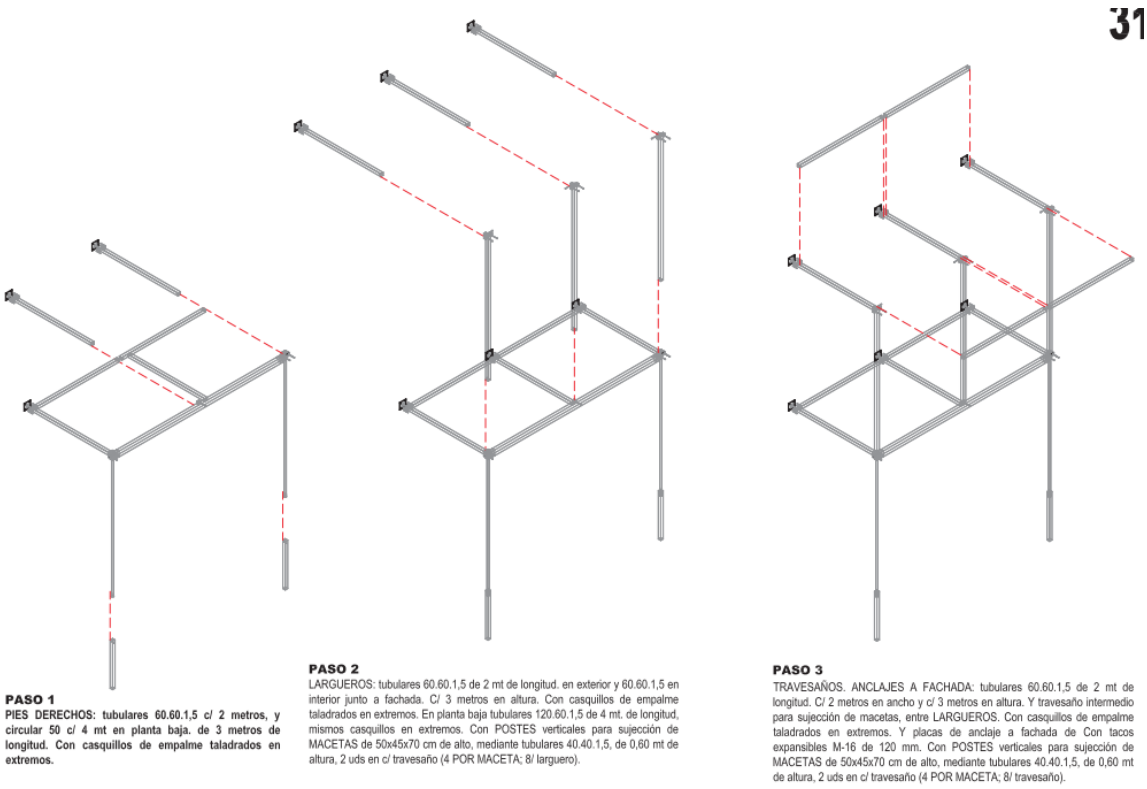


Ilustración 17. Formación del sistema mBiGFAVE. Fuente: Proyecto básico y de ejecución CEIP Gabriela Mistral

6.2.3. Especificaciones y procedimientos para la ejecución

La **vegetación** en el FAVE 1 es trepadora y de hoja caduca, para proteger de los rayos de sol en verano y permitir su paso en invierno.

En cuanto al FAVE 2 tiene que cumplir los mismo requisitos de riego y drenaje que el prototipo mBiGToldo.

6.3. mBiGFAC

6.3.1. Descripción

El prototipo mBiGFAC consiste en un sistema de cables espaciados entre sí que soportan el desarrollo de una determinada especie de vegetación trepadora. Esta solución contribuye al sombreamiento de las fachadas, protegiéndolas de la fuerte exposición solar en los meses de primavera y verano.

El prototipo original resuelve la fachada verde paralela a la fachada y con los cables naciendo a nivel de suelo. Sin embargo, pueden darse variantes en las que la superficie verde este inclinada y con los cables naciendo a cierta altura del nivel del suelo, siendo inaccesibles para los usuarios, evitando accidentes y facilitando el mantenimiento de la vegetación trepadora.

Este prototipo se ha implementado en el Colegio EB1 Falcão, Porto y EB1 de Horta das Figueiras, Évora.

6.3.2. Materiales

A continuación, se describen los materiales y características de los elementos que forman la fachada mBiGFAC. En la **Ilustración 18** se muestra la disposición de los diferentes materiales. Según las características específicas de cada proyecto, los materiales podrán variar.

Se dispone una estructura base de hormigón enterrada aproximadamente 20 cm., que servirá de anclaje para los cables de acero, instalados a través de la colocación de cáncamos de acero inoxidable M10.[14] En la parte superior, se disponen ménsulas que se anclan a la fachada del edificio y de la que parten los cables de acero inoxidable. Dependiendo de la longitud de los cables, pueden tener puntos intermedios de anclaje. En la base, se dispone un lecho de tierra vegetal sobre la que tendrá lugar la plantación de *Parthenocissus tricuspidata*.

Para la variación del prototipo, se dispone un pórtico metálico y separado de la fachada al cual se anclan los cables de acero inoxidable (**Ilustración 19**).

[14] La distancia entre los cables estará determinada por cada proyecto constructivo: e.g. cada 60 cm EB1 Falcão y cada 30 cm en EB1 de Horta das Figueiras

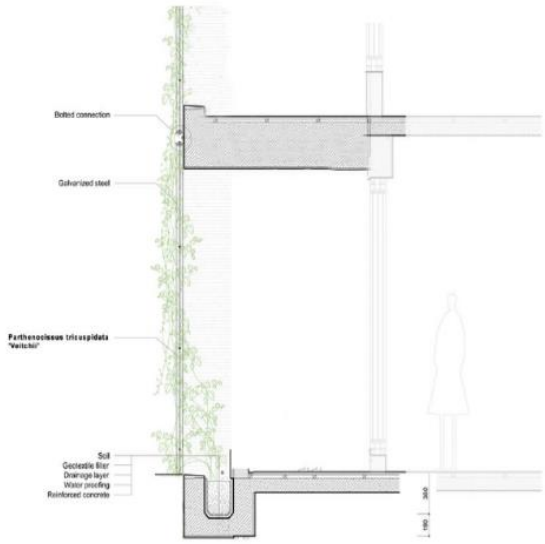


Ilustración 18. Detalle constructivo del mBiGFAC.

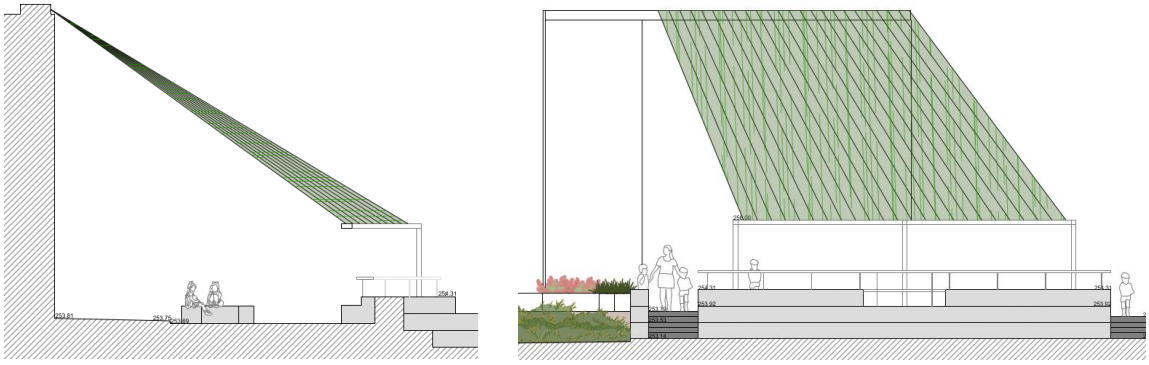


Ilustración 19. Perfil de variante de mBiGFAC. Fuente: Proyecto básico y de ejecución EB1 de Horta das Figueiras

6.3.3. Especificaciones y procedimientos para la ejecución

La **especie vegetal** seleccionada para este prototipo es la parra virgen, *Parthenocissus tricuspidata* "Veitchii". Esta especie es de crecimiento rápido y tiene hoja decidua, lo cual permite el paso de la luz solar en invierno y la protección del edificio frente al sol directo en verano. La vegetación debe ser podada para mantener su crecimiento dentro del área que se le atribuya.

Al tratarse de un parterre de pequeñas dimensiones, se utiliza el sistema de **riego** por goteo.

Como la vegetación trepadora tarda varios años en cubrir completamente toda la superficie generada por el sistema de cables, se puede considerar la instalación de pantallas microperforadas, para garantizar el sombreado inmediato de los espacios exteriores y las fachadas asociadas. A medida que la vegetación avance en su desarrollo, se irán retirando.

Todo el **material metálico** utilizado en este sistema debe ser de acero inoxidable o galvanizado.

6.4 Especificaciones y procedimientos para la ejecución de fachadas verdes

Las especificaciones comunes para la ejecución de los diferentes prototipos de fachadas verdes se describen a continuación.

La **vegetación** deberá ser la adecuada según el tipo de sustrato, las condiciones de riego, el mantenimiento y las condiciones climáticas del lugar. Para seleccionar adecuadamente las especies vegetales se recomienda consultar el documento *C2. Guía para la elección de especies vegetales adaptadas al cambio climático.*

En caso de considerar necesario incluir riego para las especies vegetales implementadas, hay que instalar una **red de abastecimiento de agua de riego**, que formará parte de la red del edificio. El diseño y dimensionado de la distribución, diámetro y las llaves de paso será en función del consumo previsto con el fin de garantizar un desarrollo vegetal adecuado y evitar el despilfarro de recursos hídricos. La red de riego puede contar con un sistema de bombeo y by-pass para poder funcionar directamente desde la red. El sistema de bombeo incluye la posibilidad de aportación de fertilizantes y ácido regulador de pH, al depósito de almacenamiento. En caso de almacenar las aguas pluviales, se almacenarán previamente.

La **instalación eléctrica** consistirá en la disposición de nuevo cuadro en el cuarto de riego, y alimentación y protección de bombas, dosificadores, programación, etc.

6.5 Normativa

Según el tipo de obra, será necesario cumplir con la normativa respectiva de cada país. A continuación, se detallan los documentos básicos (DB) aplicables a fachadas verdes según el Código Técnico de la Edificación (CTE) en España.

DB-SE Seguridad estructural

Para cumplir con la seguridad estructural, se deberá calcular la estructura del sistema de fachada verde y valorar las cargas que se transmiten al edificio.

DB-SI Seguridad en caso de incendio

Se tendrá en cuenta la alteración de la configuración del edificio que afecte a la propagación exterior del fuego a otros edificios o sectores.

Se recomienda que hasta una altura de 3,50 mt, no se coloquen especies leñosas de hoja caduca en esta altura. En su lugar se podrán emplear especies no leñosas de hoja perenne

DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad

- Seguridad frente al riesgo de impacto con elementos fijos: la subestructura de las fachadas verdes debe tener una altura libre mayor a 2.2 mt.
- Accesibilidad: se tiene que valorar si la subestructura de las fachadas verdes respeta, modifica o altera los itinerarios existentes, teniendo que asegurar itinerarios accesibles.

DB-HS Salubridad

- Protección frente a la humedad: En caso de alterar la fachada existente deberán cumplirse las condiciones exigidas por el DB. La fachada debe ser resistente al agua, tener un sistema de drenaje que permita la evacuación de agua y permitir la ventilación adecuada.
- Suministro de agua: en caso de instalar riego, se deben disponer de nuevos puntos de suministro de riego.

DB-HE Ahorro de energía

Hay que definir el ámbito de aplicación, la cuantificación de la exigencia y la justificación del cumplimiento de la exigencia.

7. ESPACIOS EXTERIORES

7.1. mBiG_SUVE

7.1.1. Descripción

El prototipo SUelo VEgetal (SUVE) consiste en pavimentos drenantes destinados a mejorar la gestión del agua de escorrentía. Se facilita la recogida de aguas drenándolas hacia el terreno para evitar vertido a la red municipal. Estos pavimentos pueden ser de dos tipos: pavimento drenante de hormigón poroso, de CLASE 3; y pavimento drenante-vegetal, de piezas de hormigón prefabricado con juntas que permiten el crecimiento de especies vegetales

Este prototipo se ha implementado en el colegio CEIP Gabriela Mistral, Solana de los Barros, Badajoz, y en el colegio EB1 de Horta das Figueiras, Évora.



Ilustración 20. Vista del prototipo mBiGSUVE en el CEIP Gabriela Mistral

7.1.2. Materiales

Los materiales empleados en el pavimento de hormigón poroso son los siguientes. Sobre el subsuelo, se coloca una capa de encachado de piedra de 15 – 20 cm de espesor. Sobre esta capa, se coloca una o dos capas de hormigón poroso. El sistema se puede rematar con una pintura especial para el material usado (ver Ilustración 21 e Ilustración 22).

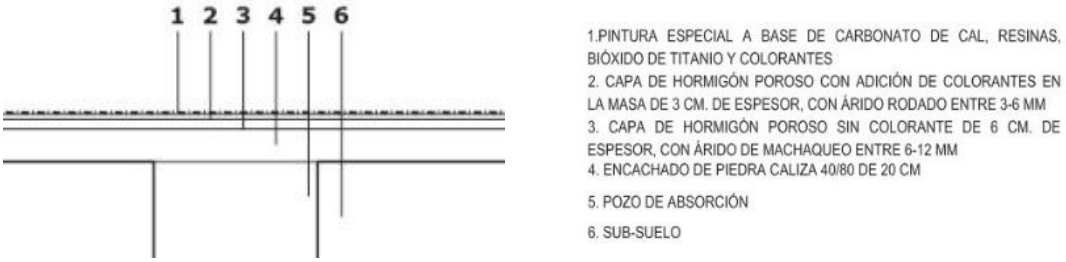


Ilustración 21. Detalles constructivos del pavimento de hormigón poroso. Fuente: Proyecto básico y de ejecución CEIP Gabriela Mistral.

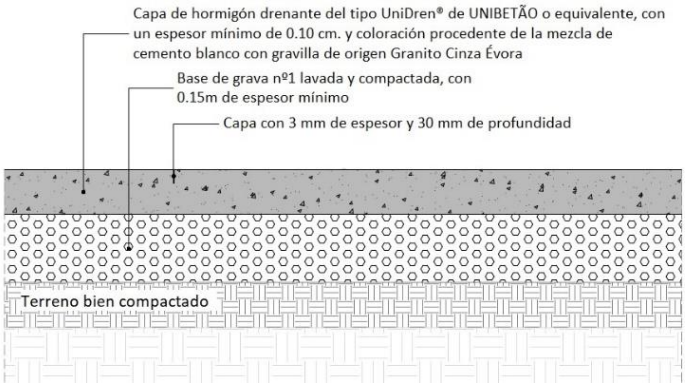
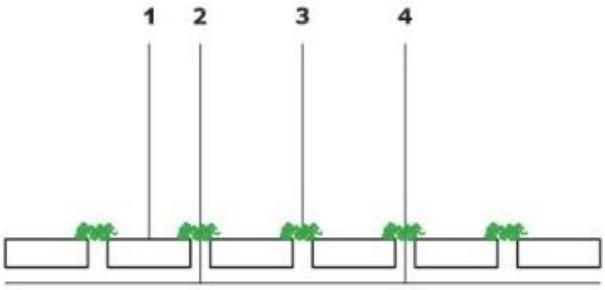


Ilustración 22. Detalle constructivo del pavimento de hormigón poroso. Fuente: Proyecto básico y de ejecución EB1 de Horta das Figueiras

Los materiales empleados en el pavimento drenante-vegetal se detallan a continuación (ver **Ilustración 23**). Adoquín prefabricado, con caras rectas y tetones para distanciar y drenar, tipo terana green de breinco o equivalente, colocado sobre cama de arena compactada de 3-4 cm. de espesor al 70% y 30% de tierra vegetal abonada y siembra de césped[15]. La última capa es una subbase de gravilla 2/22 mm.

[15] En el caso de CEIP Gabriela Mistral: 10% *Lolium perenne*, 10% *Poa pratensis*, 10% *Agrostis* spp., 70% *Festuca* spp.



1. PAVIMENTO DE ADOQUÍN PREFABRICADO DE HORMIGÓN EN COLOR GRIS, CON CARAS RECTAS, DE 20,8X11,8X7 CM. DE ESPESOR, Y TETONES PARA DISTANCIAR Y DRENAR, TIPO TERANA GREEN DE BREINCO O EQUIVALENTE
2. CAMA DE ARENA COMPACTADA DE 3-4 CM., DE 0/3 MM AL 70% Y 30% TIERRA VEGETAL ABONADA
3. SIEMBRA DE CESPED (10% LOLÍUM PERENNE, 10% POA PRATENSE, 10% AGROSTIS, 70% FESTUCAS),
4. SUBBASE DE GRAVILLA 2/22 MM

Ilustración 23. Detalles constructivos del pavimento de drenante-vegetal. Fuente: Proyecto básico y de ejecución CEIP Gabriela Mistral

7.1.3 Normativa

Según el tipo de obra, será necesario cumplir con la normativa respectiva de cada país. A continuación, se detallan los documentos básicos (DB) aplicables a los pavimentos permeables según el Código Técnico de la Edificación (CTE) en España.

DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad

- Seguridad frente al riesgo de caídas: el pavimento debe cumplir con el grado de resbaladicidad.
- Los nuevos pavimentos deberán cumplir con las condiciones de accesibilidad

7.2. mBiGPond

7.2.1. Descripción

El prototipo consiste en un lago artificial con el objetivo de mejorar la biodiversidad y hacer una gestión racional del agua. Se recoge el agua de lluvia procedente de las cubiertas del edificio, se almacena en un tanque de retención y se dirige al estanque. Se planta vegetación con características riparias de características ribereñas, que también sirve de fitorremediación, ayudando a mantener la calidad del agua. Los estanques urbanos juegan un papel muy importante en la formación de pequeños ecosistemas acuáticos de baja demanda y complejidad. Zona de inundación, márgenes, zona de aguas poco profundas, zona de aguas profunda y el fondo del estanque. Los estanques representan una solución interesante en áreas productivas, favoreciendo la infiltración y disponibilidad de agua en el suelo reduciendo así la necesidad de riego, contribuyendo a los ciclos de nutrientes, promoviendo la biodiversidad y atrayendo polinizadores y enemigos naturales.

Este prototipo se va a implementar en el colegio EB1 Falcão, Porto.

7.2.2. Materiales

Las dimensiones del estanque determinan su capacidad de almacenar agua, las cuales deberán estar dimensionadas según la pluviometría del lugar. En la Ilustración 24 se muestra la disposición de los diferentes elementos que forman el prtotipo mBiGPond.

La charca se impermeabilizará con una tela geotextil con resistencia química y biológica. Sobre esta tela se colocará un forro de PVC con resistencia al envejecimiento, al ataque atmosférico y a la penetración de raíces. La impermeabilización deberá alcanzar la mitad de la altura/profundidad del estanque. El estanque recibirá el agua recolectada a través de una tubería de PVC rígido enterrado. La estructura debe ir acompañada de vegetación[16] plantada artificialmente.

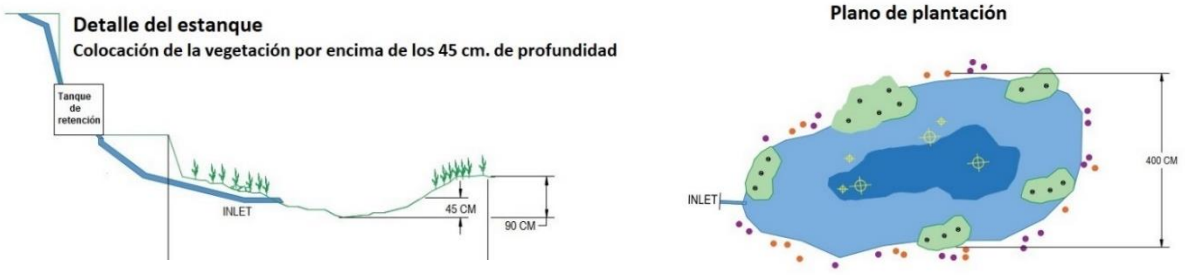


Ilustración 24. Detalle del modelo mBiGPond. Fuente: Proyecto básico y de ejecución EB1 Falcão

7.1.4 Especificaciones y procedimientos para la ejecución

Para una mayor eficiencia y estabilidad de los estanques, éstos deben recibir agua de lluvia recolectada en cubiertas vegetales.

Para reducir las pérdidas de agua de estas estructuras, deben utilizarse técnicas de **impermeabilización** adecuadas. La impermeabilización de la charca se realiza mediante el uso de un tejido geotextil para evitar la rotura de la membrana impermeabilizante.

La **vegetación** deberá ser especies acuáticas y/o tolerables a entornos muy húmedos e inundables, dependiendo de la parte del estanque donde se planten.

[16] Las especies plantadas en EB1 Falcão es: *Iris pseudacorus*, *Nymphaea alba*, *Alisma lanceolatum*, *Potamogeton nodosus*, *Parthenocissus tricuspidata*.

8. BIBLIOGRAFIA

Anexo 1. mBiG NBS prototypes. Entregable A2. Elaboración de Bases de Datos sobre NBS y Matriz de trabajo

Entregable A2. NBS Projects of Porto's Pilot School – EB1 Faclão

Entregable A2. Construction project of Évora's Pilot School – EB1 Horta das Figueiras

Entregable A2. Proyecto básico y de ejecución – CEIP Gabriela Mistral