



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: Seguimiento y Evaluación de las SBN
como medidas de adaptación climática en
los edificios piloto

Deliverable: Informe y resultado de las
monitorizaciones realizadas y evaluadas de los
impactos propuestos en los edificios piloto.

Date: 30/10/2023

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



Deliverable: **Informe y resultado de las monitorizaciones realizadas y evaluadas de los impactos propuestos en los edificios piloto.**

Date: **30/10/2023**

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:	Jose Ramón Perán González
E-mail:	cartif@cartif.es



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Informe y resultado de las monitorizaciones realizadas y evaluadas de los impactos propuestos en los edificios piloto.

Página 3 de 236

Índice

1. SUMMARY IN ENGLISH	5
2. RESUMEN ESPAÑOL	6
3. RESUMO EM PORTUGUÊS	7
4. INTRODUCCIÓN	8
5. INDICADORES	10
5.1 ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	10
5.2 GESTIÓN DEL AGUA.....	11
5.3 GESTIÓN DE ZONAS VERDES	15
5.4 CALIDAD DEL AIRE	17
5.5 REGENERACIÓN URBANA.....	21
5.6 GOBERNANZA Y PARTICIPACIÓN.....	22
5.7 COHESIÓN SOCIAL	23
5.8 SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR.....	23
5.9 OPORTUNIDADES ECONÓMICAS Y EMPLEO.....	24
6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO	26
6.1 ÉVORA	26
ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	32
GESTIÓN DEL AGUA	46
GESTIÓN DE ZONAS VERDES	53
CALIDAD DEL AIRE	54
REGENERACIÓN URBANA	62
GOBERNANZA Y PARTICIPACIÓN.....	65
COHESIÓN SOCIAL	99
SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR.....	99
OPORTUNIDADES ECONÓMICAS Y EMPLEO	99
6.2 OPORTO	101
ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	105
GESTIÓN DEL AGUA	110



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Informe y resultado de las monitorizaciones realizadas y evaluadas de los impactos propuestos en los edificios piloto.

GESTIÓN DE ZONAS VERDES	119
CALIDAD DEL AIRE	121
REGENERACIÓN URBANA	124
GOBERNANZA Y PARTICIPACIÓN.....	126
COHESIÓN SOCIAL	126
SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR.....	126
OPORTUNIDADES ECONÓMICAS Y EMPLEO	133
6.3 SOLANA DE LOS BARROS, BADAJOZ	134
ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	140
GESTIÓN DEL AGUA	166
GESTIÓN DE ZONAS VERDES	172
CALIDAD DEL AIRE	176
REGENERACIÓN URBANA	184
GOBERNANZA Y PARTICIPACIÓN.....	188
COHESIÓN SOCIAL	225
SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR.....	226
OPORTUNIDADES ECONÓMICAS Y EMPLEO	226
7. CONCLUSIONES.....	228
8. REFERENCIAS.....	235



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 5 de 236

1. SUMMARY IN ENGLISH

This document contains the results of the monitoring and evaluation of the impact of the actions of the LIFE MyBuildingsGreen project according to the evaluation framework proposed in deliverable C1. Baseline report of the pilot buildings.

In order to evaluate the impact of the project, the effects produced by the project actions and the effectiveness of the technical actions have been monitored according to the established indicators. These indicators have been previously selected in coherence with the environmental and climatic problems faced by the pilot buildings, as well as with the different Nature Based Solutions (NbS) implemented. A series of indicators have also been selected to assess the socio-economic impact of the project, thus having a global and complete vision of the impact of the actions carried out in the project. The selected indicators are based on the main environmental and social challenges, taking the EKLIPSE project as a basis: Climate change adaptation and mitigation; Water management; Green space management; Air quality; Urban regeneration; Governance and participation; Social cohesion; Public health and well-being; Economic opportunities and employment.

First, the methodology of the selected indicators is reviewed. Secondly, an assessment is made to calculate the impact of each indicator in the three pilot buildings, comparing the baseline (ex ante) situation with the situation after implementation (ex post) of the NbS prototypes. Finally, some general conclusions on the impact generated by the project are presented.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 6 de 236

2. RESUMEN ESPAÑOL

En este documento se recogen los resultados de monitorización y evaluación del impacto de las acciones del proyecto LIFE MyBuildingisGreen según el marco de evaluación propuesto en entregable C1. Informe de la línea de base de los edificios piloto.

Para evaluar el impacto del proyecto, se ha realizado una monitorización de los efectos producidos por la actuación del proyecto y la efectividad de las acciones técnicas en consonancia con los indicadores establecidos. Estos indicadores, se han determinado previamente en coherencia con los problemas medioambientales y climáticos que hacen frente los edificios piloto, así como con las diferentes Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) implementadas. También se han seleccionado una serie de indicadores que permiten evaluar el impacto socio-económico del proyecto, teniendo así una visión global y completa del impacto de las acciones llevadas a cabo en el proyecto. Los indicadores seleccionados están basados en los principales retos ambientales y sociales, tomando como base el proyecto EKLIPSE: Adaptación y mitigación al cambio climático; Gestión del agua; Gestión de zonas verdes; Calidad del aire; Regeneración urbana; Gobernanza y participación; Cohesión social; Salud pública y bienestar; Oportunidades económicas y empleo.

En primer lugar, se revisa la metodología de los indicadores seleccionados. En segundo lugar, se realiza una evaluación para calcular el impacto de cada indicador en los tres edificios piloto, comparando la situación de la línea base (*ex ante*) con la situación posterior (*ex post*) a la implementación de los prototipos de SbN. Finalmente, se presentan unas conclusiones generales del impacto generado en el proyecto.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 7 de 236

3. RESUMO EM PORTUGUÊS

Este documento contém os resultados da monitorização e avaliação do impacto das acções do projeto LIFE MyBuildingsGreen de acordo com o quadro de avaliação proposto no deliverable C1. Relatório de base dos edifícios-piloto.

A fim de avaliar o impacto do projeto, os efeitos produzidos pelas acções do projeto e a eficácia das acções técnicas foram monitorizados de acordo com os indicadores estabelecidos. Estes indicadores foram previamente determinados em coerência com os problemas ambientais e climáticos enfrentados pelos edifícios-piloto, bem como com as diferentes Soluções Baseadas na Natureza (SbN) implementadas. Foi também seleccionada uma série de indicadores para avaliar o impacto socioeconómico do projeto, tendo assim uma visão global e completa do impacto das acções levadas a cabo no projeto. Os indicadores seleccionados baseiam-se nos principais desafios ambientais e sociais, tomando como base o projeto EKLIPSE: Adaptação e mitigação das alterações climáticas; Gestão da água; Gestão de espaços verdes; Qualidade do ar; Regeneração urbana; Governança e participação; Coesão social; Saúde pública e bem-estar; Oportunidades económicas e emprego.

Em primeiro lugar, é analisada a metodologia dos indicadores seleccionados. Em segundo lugar, é efectuada uma avaliação para calcular o impacto de cada indicador nos três edifícios-piloto, comparando a situação de base (*ex ante*) com a situação após a implementação (*ex post*) dos protótipos SbN. Por último, são apresentadas algumas conclusões gerais sobre o impacto gerado pelo projeto.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 8 de 236

4. INTRODUCCIÓN

Evaluar el impacto de la implementación de SbN es fundamental para garantizar que esas soluciones son efectivas, sostenibles y beneficiosas tanto a nivel ambiental, social y económico. La evaluación del impacto a estos tres niveles permite determinar su eficacia en la resolución de problemas específicos y garantizar su eficiencia. A su vez, la evaluación del impacto de las SbN favorece su replicación, ya que proporciona información crítica a los tomadores de decisiones, lo que les permite tomar decisiones basadas en evidencia y priorizar soluciones que sean beneficiosas tanto para el medio ambiente como para la sociedad.

La evaluación del impacto de los prototipos de SbN implementadas en el proyecto LIFE MyBuildingisGreen sigue la metodología propuesta en el entregable C1. Informe de la línea de base de los edificios piloto. Para ello, se ha establecido un plan de monitorización y se han seleccionado una serie de indicadores basados en los principales retos ambientales y sociales, tomando como base el proyecto europeo EKPLISE (<http://www.eklipse-mechanism.eu/>):

- Adaptación y mitigación al cambio climático
 - Temperatura interior del edificio
 - Temperatura de la envolvente del edificio
 - Condiciones ambientales exteriores del edificio
 - Estimación del ahorro energético conseguido
 - Estimación del ahorro en calefacción.
- Gestión del agua
 - Estimación del ahorro relativos al consumo de agua
 - Estimación del ahorro en la gestión del agua de lluvia
- Gestión de zonas verdes
 - Aumento de la biodiversidad vegetal y animal
 - Número de especies vegetales autóctonas recuperadas adecuadas para su integración en zonas verdes
- Calidad del aire
 - Niveles de concentración de dióxido de carbono en el interior del aula
 - Niveles de reducción de ruido procedente del exterior.
 - Niveles de contaminación mediante instalación de especies bioindicadoras y formación en su observación



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 9 de 236

- Regeneración urbana
 - Medidas de eficiencia energética
 - Aumento de la superficie verde (m² y en %)
- Gobernanza y participación
 - Percepción de los ciudadanos sobre la naturaleza urbana
 - Políticas de aprendizaje y planes estratégicos de adaptación al CC
 - Procesos participatorios abiertos. Participación ciudadana en los procesos abiertos de definición de la zona recreativa / parque a instalar
- Cohesión social
 - N° de acuerdos y desacuerdos
- Salud pública y bienestar
 - Reducción de número de ausencias y bajas de alumnos y profesores
- Oportunidades económicas y empleo
 - Número de puestos de trabajo creados.
 - Creación de nuevas capacidades en autónomos y empresas de la zona relacionadas con las SBN.
 - Reducción del absentismo laboral entre el personal del colegio.

Se han seleccionado y monitorizado un total de 22 indicadores para evaluar el impacto de las actuaciones en los tres edificios piloto del proyecto: Escola EB1 Horta das Figueiras, Évora; Escola EB1 Mello Falcão, Oporto; CEIP Gabriela Mistral, Solana de los Barros. Los periodos de monitorización varían en cada edificio piloto en función de las fechas de construcción de los prototipos SbN. En la Escola EB1 Horta das Figueiras (Évora), la fecha de inicio de las obras es el 24 de abril 2023 y fecha de fin el 8 de diciembre 2023. En la Escola EB1 Falcão (Oporto), la fecha de inicio de las obras fue el 10 de octubre de 2022 y la fecha de fin el 27 de febrero de 2023. En el colegio CEIP Gabriela Mistral (Solana de los Barros) las obras comenzaron en mayo de 2021 y finalizaron en diciembre 2021. Hay que tener en cuenta que para aquellos edificios piloto que no haya habido un periodo de monitorización expost suficiente, se contempla un plan de monitorización una vez finalizado el proyecto para completar la evaluación del impacto de los prototipos SbN.

En el siguiente apartado se revisa la metodología, método de cálculo y métricas de los indicadores seleccionados, en función del Entregable C1 – Informe de la línea de base de los edificios piloto. A continuación, se presenta el estudio de evaluación del impacto para cada indicador en cada edificio piloto, comparando la situación de la línea base con la situación posterior a la implementación de los prototipos de SbN.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 10 de 236

5. INDICADORES

En esta sección se hace referencia a los indicadores utilizados para calcular el impacto respecto a la línea base, a partir de la información del Entregable C1 – Informe de la línea de base de los edificios piloto.

5.1 Adaptación y mitigación al cambio climático

Las soluciones que propone el proyecto myBUILDINGisGREEN para adaptar los edificios al cambio climático y mitigar sus consecuencias están relacionadas con las cubiertas verdes y distintos tipos de revegetación de fachadas. La vegetación ayuda a disminuir la temperatura ambiental gracias al aumento de la humedad del aire por la transpiración y riego de los suelos. La disminución de las temperaturas exteriores también está relacionada con el incremento de la superficie que queda protegida de la radiación solar directa, por la generación sombra (Salvo et al, 1993). De esta forma se mejora el confort térmico ambiental, paliando el efecto de isla de calor. Este tipo de soluciones también influye en la disminución de la temperatura interior de los edificios, ya que la vegetación y el sistema constructivo relacionado actúan como aislante o sistema de sombreado, incrementando el ahorro pasivo de energía de los edificios y reduciendo el consumo energético necesario para calefacción y aire acondicionado. Este ahorro energético supone una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero de los edificios.

INDICADORES

I1.1 Temperatura interior de edificio.

Como indicador de confort térmico se ha monitorizado la temperatura y humedad interior. Los valores de referencia que se han tomado para evaluar el confort térmico son no superar los 25°C de máxima en verano (RITE) y mantener unos niveles de humedad entre el 30-70%. Se ha tenido en cuenta los valores en el periodo lectivo (9-14 h, de lunes a viernes), excluyendo los meses no lectivos de julio y agosto. Responsable del indicador: CARTIF

I1.2 Temperatura de envolvente de edificios.

Mediante la toma de imágenes térmicas de la superficie de la fachada del colegio antes y después de las intervenciones y su comparación con partes de la envolvente sin intervenir, se muestra si las actuaciones generan reducciones de temperatura superficial en la envolvente de los edificios en el periodo estival.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 11 de 236

Además, para evaluar la influencia de la implementación de las SbN en las temperaturas de las superficies de los muros y cubiertas, así como en su entorno cercano se monitoriza las temperaturas superficiales y ambientales en las fachadas y cubiertas donde se ha intervenido. El objetivo es analizar el comportamiento térmico de la envolvente de las aulas mejorada con elementos vegetales. La monitorización se lleva a cabo en época estival, durante 4 días, con mediciones cada 15 minutos. Se han utilizado cuatro juegos de medición, cada uno consta de un sensor de temperatura ambiental que transmite los registros vía radio y una sonda que integra un sensor de temperatura ambiental y tres sensores superficiales. A través de estos se obtienen los registros de temperatura ambiental exterior, ambiental interior y superficial interior, respectivamente. Todas las mediciones son registradas por el termohigrómetro Testo 635-2 (Marijuan, R., et al. 2022). Responsable del indicador: CARTIF y IETcc.

I1.3 Condiciones ambientales exteriores del edificio.

Se mide el impacto en las condiciones ambientales exteriores de T y H gracias a la implantación de SbN y su capacidad de reducir la intensidad de las olas de calor y el efecto isla de calor. Responsable del indicador: CARTIF.

I1.4 Modelización de los ahorros energéticos producidos

Se calcula el ahorro producido en el consumo energético de la instalación de un equipo comercial de refrigeración, en base a la reducción de las temperaturas interiores conseguidas gracias a las medidas implantadas. Para el cálculo de este indicador se emplea el programa de simulación energética *Design Builder* (versión 4.3). El objetivo es reducir un 50% la demanda energética para refrigeración en cada edificio piloto. Responsable del indicador: IETcc.

I1.5 Estimación del ahorro en calefacción.

Se evalúa el ahorro en el consumo energético actual respecto a la situación previa de las intervenciones. El periodo de tiempo de toma de datos comprende como línea base el valor medio de los años previos a las intervenciones y los años posteriores a las mismas. Responsable del indicador: CARTIF.

5.2 Gestión del agua

Se mide el impacto de la aplicación de cubiertas verdes y pavimentos permeables en la mejora de la gestión del agua de lluvia en los edificios piloto, en cuanto a su capacidad de recoger y almacenar agua de lluvia, para su posterior reutilización o filtrado al terreno, disminuyendo el



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





aporte de agua de lluvia a la red de abastecimiento y evitando su colapso en episodios de lluvias intensos, así como inundaciones. A su vez, también se mide el ahorro en el consumo de agua de riego debido a la reutilización de agua y el uso de circuitos cerrados.

INDICADORES

I2.1 Ahorro en el consumo de agua de riego de zonas verdes de los edificios piloto.

Se ha calculado el ahorro que ha supuesto la implantación de SbN en el consumo de agua de riego. Para ello se ha medido la cantidad de agua consumida (m³) en las zonas verdes de los edificios piloto antes y después de la aplicación de las SbN. Se han utilizado los datos de consumo de agua de riego de las zonas verdes históricos hasta la actualidad. Responsable del indicador: CARTIF.

I2.2 Ahorro en la gestión del agua de lluvia.

Para conocer el ahorro que producen las SbN en la gestión del agua, se ha calculado el volumen de escorrentía que entra en el sistema de alcantarillado antes y después de las implantaciones de los prototipos. De esta forma se evalúa la capacidad de acumular y/o filtrar agua de lluvia de las SbN, evitando su evacuación al sistema de alcantarillado de la ciudad y el ahorro que conlleva.

El ahorro en la gestión del agua de lluvia se ha estimado de forma indirecta por medio del método de curva. Este método tiene en cuenta el régimen hidrológico, la capacidad de infiltración de distintas superficies, y la cubierta vegetal.

Para ello, se realiza un estudio preliminar de la climatología de la zona para estimar el periodo de sequía y periodo de crecimiento de las plantas. Se obtienen datos climáticos diarios de temperatura media y precipitación.

A continuación, se establece el parámetro de **condición de humedad**. Para cada día del periodo, se estima las condiciones de humedad correspondientes a la suma de precipitación de los 5 días anteriores, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 1. Condiciones de humedad (basado en Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

CONDICION	PERIODO VEGETATIVO	PERIODO DE REPOSO
I – Suelo seco por encima del p.m.p	< 13 mm	< 36 mm
II – Suelo con humedad media	13-28 mm	36-53 mm



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 13 de 236

III – Lluvias fuertes o ligeras y temperaturas bajas durante los 5 días anteriores a la tormenta dada	> 28 mm	> 53 mm
---	---------	---------

Con esta tabla y la consideración del periodo vegetativo se calcula la condición de humedad en todo el periodo estudiado.

Otro aspecto a valorar es la **superficie de infiltración**, atendiendo al tipo de superficies, ya que determinar la velocidad de infiltración. La siguiente tabla sirve para clasificar el grupo hidrológico del suelo, en función de sus características y texturas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





Tabla 2. Clasificación hidrológica de los suelos (SCS, 1964 en Dripps, y Bradbury, 2007)

Grupo hidrológico del suelo	Infiltración cuando están muy húmedos	Características	Textura
A	Rápida	Alta capacidad de Infiltración > 76 mm/h	Arenosa Arenosa-limosa
B	Moderada	Capacidad de infiltración 76-38 mm/h	Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa
C	Lenta	Capacidad de infiltración 36-13 mm/h	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa
D	Muy Lenta	Capacidad de infiltración < 13 mm/h	Arcillosa

El grupo hidrológico, junto con el tipo de cubierta vegetal en superficie, determinan el denominado **número de curva**. Este valor se estima mediante una tabla, matriz o fórmula en la que están representados ambos parámetros.

Tabla 3. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación II (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Camino en firme	74	84	90	92
Prados permanentes	30	58	71	78

Este cálculo sólo es válido para la situación II de humedad. Los números de curva para las situaciones II y III se calculan en base a las siguientes fórmulas:

$$N_I = \frac{4,2 * N_{II}}{10 - 0.058 * N_{II}}$$

Tabla 4. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación I (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Camino en firme	54	69	79	83
Prados permanentes	15	37	51	60

$$N_{III} = \frac{23 * N_{II}}{10 + 0.13 * N_{II}}$$



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 15 de 236

Tabla 5. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación III (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Camino en firme	86	91	94	95
Prados permanentes	50	76	85	89

Teniendo en cuenta todos los factores analizados, se han estimado las infiltraciones. Por otro lado, se determina la captación de agua.

Se calcula P_0 como el umbral de escorrentía, es decir, la altura de lluvia a partir de la cual se produce escorrentía superficial (N es el número de curva calculado anteriormente):

$$P_0 = \frac{5080 - 50.8 * N}{N}$$

Calculado este valor, se puede estimar la escorrentía debida al agua de lluvia real caída.

$$E_s = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4 * P_0}$$

La diferencia entre estos dos valores es la captación, es decir, los mm de agua de lluvia caída que pueden ser retenidos por las SBN instaladas.

Utilizando estos valores de Captación (agua de lluvia interceptada por las superficies) y Escorrentía (agua de lluvia que escapa por superficie), se realiza una evaluación ex ante y ex post, estimado el % de agua de escorrentía en ambos casos. Responsable del indicador: CARTIF.

5.3 Gestión de zonas verdes

Mediante la implantación de SBN, se mide el impacto positivo sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, debido al aumento de las especies vegetales presentes, así como las especies animales asociadas a ellas. La mejora de la gestión de las áreas naturales urbanas, mejora la gestión de las mismas y aumenta la calidad y cantidad de espacios verdes proporcionando beneficios tanto ecológicos, como recreativos, sociales y de bienestar.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 16 de 236

INDICADORES

I3.1 Aumento de la biodiversidad vegetal y animal.

Para evaluar el cambio en la riqueza de especies y su abundancia tras implementar las SbN, contaremos las especies recolectadas en una línea temporal y veremos el aumento o disminución del número de especies. Esto implica muestrear grupos de organismos muy diferentes, para lo que indicamos algunos protocolos en este apartado. El resultado serán conteos de organismos, ya que es difícil que los muestreos se realicen exactamente en las mismas fechas, o muy a menudo. En todo caso, en el último párrafo se explica cómo podrían analizarse los datos obtenidos para evaluar la tendencia que se observe. Para cada especie se indicará si es nativa o introducida, con el objeto de poder contestar al indicador I3.2.

El muestreo de los líquenes se realiza tomando porciones de los mismos que permitan su identificación en el laboratorio. Si están sobre árboles, se separan con una navaja y se conservan en sobres de papel, permitiendo que se sequen en los mismos, lo que evitará que se estropeen por la acción de otros hongos. Se procederá de la misma forma en el caso de líquenes que estén sobre rocas y sean foliáceos y puedan separarse fácilmente del sustrato. En el caso de especies pequeñas que crecen incrustadas en madera, cemento o roca, la retirada se puede hacer con la ayuda de celo transparente que se pega a la superficie del líquen mediante presión y una cuchilla de bisturí con la que se corta el líquen del sustrato. Esta tira de celo con el líquen adherido se dobla sobre sí misma y se introduce en un tubo de microcentrífuga (normalmente de 1.5 ml) convenientemente etiquetado.

Para los briófitos basta separar una porción con una navaja e introducirla en un sobre de papel en donde se dejará secar. Es conveniente hacer macrofotografías de los líquenes y briófitos que permitan su reconocimiento.

Las plantas vasculares se colectarán incluyendo al menos una porción de la raíz, y se meterán en bolsas de plástico hasta su identificación o prensado definitivo.

Para los invertebrados, se utilizan trampas de caída, que no son más que vasos de plástico de ~50 cc (si son algo mayores se pueden recortar) a los que se añade ~2 cm de líquido conservante, que suele ser anticongelante de vehículos (polietilenglicol), diluido o no al 50% con agua. Los vasos se enterrarán y cubrirán con alguna piedra en el caso de que pudiera llover.

En el caso de instalarlas en cubiertas lisas en las que no podemos excavar, crearemos un montículo con tierra o piedras pequeñas que son fáciles de conseguir para jardinería.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 17 de 236

En todos los casos se listarán las especies identificadas hasta el nivel taxonómico más detallado, y el cambio en el número de especies de cada grupo será el indicador de cambio en la riqueza de especies. No se realizarán estudios de representatividad o curvas de acumulación ya que es esperable identificar todas las especies de la zona intervenida en cada momento de colecta. Se procurará hacer el muestreo durante los fines de semana (entre el viernes tarde y lunes por la mañana) para evitar que niños manipulen las trampas.

Si el conteo por grupos se lleva en una hoja de cálculo en el que las filas son especies y las columnas son fecha de muestreo, podría analizarse la tendencia mediante curvas de acumulación (Jiménez-Valverde and Hortal 2003) o incluso mediante el test Mann-Kendall (Pohlert 2023a, 2023b), muy sencillo de realizar y que permite afirmar si las tendencias observadas, que serán altamente variables en función de las fechas de muestreo o de las condiciones climáticas, son o no significativas. Si estos análisis se hacen utilizando como factor el que la especie sea autóctona/introducta, podremos diferenciar las tendencias por separado. Responsable del indicador: RJB.

I3.2 Número de especies vegetales autóctonas

Este indicador es un complemento del comentado anteriormente. Se valora el impacto de las SbN implementadas en el número y promoción de las especies vegetales autóctonas. La promoción directa (plantación) y la indirecta genera espacios más adaptados al clima y que, además, está en equilibrio con el resto de biodiversidad de la zona.

Como en el caso anterior, para realizar el seguimiento del establecimiento de nuevas especies, se recogen las especies en una hoja de cálculo en el que las filas son especies y las columnas son fecha de muestreo, lo que permite analizar la tendencia mediante curvas de acumulación (Jiménez-Valverde and Hortal 2003), y/o el test Mann-Kendall (Pohlert 2023a, 2023b). Responsable del indicador: RJB.

5.4 Calidad del aire

El impacto de las intervenciones del proyecto LIFE myBUILDINGisGREEN en la calidad del aire se ha medido en tres aspectos: la calidad de aire interior – midiendo las concentraciones de CO₂; contaminación acústica interior – midiendo la absorción acústica y los niveles de ruido interiores (dB); y la calidad de aire exterior. Consecuentemente, se incrementa el confort y bienestar de los usuarios del colegio.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 18 de 236

INDICADORES

I4.1 Concentración de dióxido de carbono en el interior del aula.

Se ha evaluado la evolución de los niveles de concentración de CO₂ en el interior de las aulas, el efecto de los protocolos de ventilación y si se mantiene una buena calidad del aire interior, manteniéndose por debajo de 800 - 1.200 ppm. Superar esos niveles puede generar incomodidad, dolores de cabeza y cansancio entre otros, dependiendo de la duración de la exposición. Estos síntomas se pueden agravar en caso de niños (Marta, I. et al. 2011). Responsable del indicador: CARTIF.

I4.2 Niveles de reducción de ruido procedente del exterior.

Mediante la medición de los niveles de ruido interiores y exteriores, antes y después de las intervenciones, se determina si ha mejorado el aislamiento acústico frente a ruidos exteriores del edificio. También se mide un espacio interior al que no afecten las intervenciones como valor de referencia. El método aporta un valor aproximado de la atenuación del ruido que pueden proporcionar las soluciones prototipo implantadas.

Como valores de referencia, según la OMS, cualquier sonido superior a 65 dB es considerado ruido, y si supera los 75 dB se considera dañino para la salud. El límite superior deseable está fijado en los 50 dB. Las cubiertas y muros verdes pueden funcionar como una capa efectiva de aislamiento acústico, mitigando entre 5-10-15 dB el sonido para frecuencias medias (G. Pérez et al., 2018). Responsable del indicador: CARTIF.

I4.3 Número de especies bioindicadoras

Con este indicador pensábamos incluir especies de plantas vasculares bioindicadoras de la contaminación del aire, que permitieran viendo su evolución valorar la contaminación ambiental de la zona, tanto en el entorno del colegio como en sus proximidades fuera de la influencia de las SbN. Sin embargo, no hemos podido determinar qué especies vegetales serían las más apropiadas para este indicador, por lo que decidimos utilizar los líquenes, briófitos y “bichos-bola” (*Armadillidium spp.*) como especies indicadoras. Estos grupos se han utilizado desde hace tiempo como indicadores de la contaminación atmosférica (Nimis et al. 2002) y del suelo. Los líquenes y briófitos que crecen sobre los árboles se ven afectados por la contaminación, que impide su crecimiento, mientras que los bichos-bola son detritívoros que prosperan al disminuir la contaminación, si bien son capaces de metabolizar metales y contaminantes y eliminarlos del ambiente.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 19 de 236

En el caso de los líquenes, los indicadores que utilizaremos serán el número de especies y el tamaño de los talos de las que crecen sobre la corteza de los árboles. En el caso de los briófitos utilizaremos los mismos indicadores: número de especies y tamaño de las colonias de epífitos, que son los más sensibles a la contaminación. En el caso de los “bichos-bola” el indicador serán el número de individuos, sin diferenciar entre especies, que no se pueden distinguir fácilmente.

En Porto, donde se ha construido una charca, también se utilizarán como bioindicadores a los macroinvertebrados acuáticos.

En una fase más avanzada, cuando las SBN estén plenamente consolidadas, también se utilizarán las aves (número de individuos y de especies) como bioindicadores de la calidad alcanzada.

Se implicará activamente a los estudiantes en la observación y registro de las especies bioindicadoras (ver el punto siguiente) mediante la organización de actividades prácticas y sesiones de campo para fomentar su participación activa. Los resultados se compartirán con la comunidad escolar y local para crear conciencia sobre la importancia de la calidad ambiental y fomentar la acción comunitaria. Responsable del indicador: RJB.

I4.4 Formación en la observación de las especies bioindicadoras de contaminación.

La preocupación por la calidad del medioambiente ha llevado a un creciente interés en la utilización de especies bioindicadoras para evaluar la presencia de contaminantes, especialmente en los alrededores de centros escolares o sociales en los que se concentra población especialmente sensible. Dado que en el proyecto no pudo realizarse una medición del cambio en la calidad del aire porque las obras se retrasaron y no tenemos suficiente tiempo de medición, hemos planteado un Plan de Formación de Monitoreo de Especies Bioindicadoras de Contaminación. Su principal objetivo es involucrar a los alumnos de los centros en los que se implementaron las SBN para monitorizar el cambio en la presencia y ocupación de especies bioindicadoras de contaminación en sus escuelas y los alrededores, proporcionando una experiencia educativa significativa y fomentando la conciencia ambiental desde una edad temprana.

Objetivos del Plan de Formación:

1. Conciencia Ambiental: Sensibilizar a los alumnos sobre la importancia de la calidad ambiental y sus efectos en la salud humana.
2. Identificación de Especies Bioindicadoras: Familiarizar a los estudiantes con especies bioindicadoras locales y sus respuestas a la contaminación.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 20 de 236

3. Desarrollo de Habilidades de Observación: Mejorar las habilidades de observación y documentación de los alumnos.
4. Comprensión de Indicadores Medibles: Proporcionar conocimientos sobre indicadores medibles y sus implicaciones en la salud del ecosistema.

Indicadores Medibles y Metodología:

1. Especies Bioindicadoras:

- Indicador: Presencia de líquenes en árboles.
- Descripción: Los líquenes son sensibles a la calidad del aire. Su presencia indica buena calidad del aire, mientras que su ausencia o deterioro puede señalar contaminación atmosférica.
- Metodología: Los alumnos pueden seleccionar árboles en el entorno escolar y registrarla presencia, las medidas y el estado general de los líquenes.

2. Calidad del Agua:

- Indicador: En el caso de Porto, en donde se ha construido una charca dentro de la escuela, estudiar la presencia de macroinvertebrados acuáticos.
- Descripción: Algunos insectos acuáticos son sensibles a la contaminación del agua. Su presencia indica agua limpia y saludable.
- Metodología: Los estudiantes recolectarán muestras de agua de la charca durante la primavera tardía para examinar los macroinvertebrados y utilizar sencillas guías de identificación para determinar la calidad del agua.

3. Calidad del Suelo:

- Indicador: Actividad de “bichos-bola” (*Armadillidium spp.*).
- Descripción: Los isópodos, que los niños suelen llamar “bichos-bola”, son indicadores de suelo saludable. Su actividad contribuye a la fertilidad del suelo y son capaces de metabolizar metales y contaminantes y eliminarlos del ambiente.
- Metodología: Los alcorques y zonas con tierra descubierta son áreas en donde los alumnos pueden observar y registrarla actividad de “bichos-bola”, así como la calidad del suelo en términos de textura y humedad.

Evaluación y Seguimiento:

Para evaluar el progreso, se llevarán a cabo sesiones periódicas donde los alumnos presentarán sus hallazgos. Se fomentará la discusión y la interpretación de los resultados, promoviendo el pensamiento crítico y la comprensión profunda de la relación entre la salud ambiental y la



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 21 de 236

calidad de vida. Este plan de formación tiene como objetivo no solo enriquecer el conocimiento científico de los estudiantes, sino también inspirar el compromiso activo con la preservación del medioambiente, cultivando ciudadanos responsables y conscientes de su entorno. Hasta la fecha se han desarrollado talleres didácticos y actividades con el alumnado sobre el aumento de las especies bioindicadoras, haciendo hincapié en los polinizadores y bichos bola que han colonizado las zonas en donde se instalaron SBN.

Responsable del indicador: RJB.

5.5 Regeneración urbana

Mediante la implantación de medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en el proyecto LIFE MyBUILDINGisGREEN se espera contribuir a la regeneración urbana, avanzando hacia nuevos modelos de ciudad sostenible y resiliente que contribuya a un uso eficiente de los recursos, reduciendo el consumo energético. Se mide el impacto de las SbN como medidas de eficiencia energética para edificaciones ya existentes. También se espera contribuir a mejorar el acceso universal a zonas verdes y espacios públicos de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en concreto el Objetivo 11: Ciudades y Comunidades sostenibles.

INDICADORES

I5.1 Medidas de eficiencia energética.

Para el cálculo de este indicador, se han tenido en cuenta las diferentes medidas que los colegios han implantado durante el proyecto myBUILDINGisGREEN para mejorar la eficiencia energética de los mismos. Se consideran medidas de eficiencia energética aquellas que reducen la demanda energética, en este caso, de edificios existentes. Como las relacionadas con la mejora de la envolvente, teniendo en cuenta medidas de mejora del aislamiento y la sustitución de la carpintería existente por nuevas carpinterías con rotura de puente térmico y doble acristalamiento. Los elementos de sombreado y protección solar también se consideran una medida eficaz para mejorar el confort térmico y lumínico al reducir el impacto de la insolación directa sobre los edificios. La adopción de protocolos de ventilación también se considera una medida efectiva para disminuir las temperaturas en épocas estivales. También se recogen aquellas medidas que incluyen mejoras en el rendimiento de las instalaciones de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación y/o la instalación de energías renovables como la instalación de placas solares o fotovoltaicas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 22 de 236

El impacto de las soluciones implantadas en la mejora de la eficiencia energética se medirá mediante la evaluación de la reducción en el consumo energético de calefacción y electricidad. Responsable del indicador: CARTIF.

I5.2 Aumento de la superficie verde

Para calcular el impacto conseguido en aumentar las zonas verdes, se han medido las superficies verdes en la zona de actuación (m^2) y el porcentaje respecto al área total de la parcela (%) antes y después de la implantación de las actuaciones. Se han considerado zonas verdes todas aquellas intervenciones que generan una superficie vegetal, incluyendo nuevas formas de verde urbano como las fachadas y cubiertas verdes.

En un inicio, el objetivo se estableció en aumentar 0,5 ha ($5000 m^2$) las zonas verdes sostenibles en cada edificio. Se decide actualizar el objetivo para adaptarlo a la realidad de cada edificio, ya que, en muchos casos, la superficie total de la parcela del edificio ronda los $5000 m^2$, siendo un objetivo muy difícil de conseguir.

Para los tres edificios piloto, se propone como objetivo aumentar un 30% la superficie verde sostenible de cada edificio, alcanzando un mínimo de 25% de superficie verde de la superficie total de la parcela.

Responsable del indicador: CARTIF.

5.6 Gobernanza y participación

Los procesos de gobernanza y participación ciudadana desempeñan un papel esencial en la implementación de SbN al garantizar la eficacia, la equidad y la aceptación de estas soluciones, y al permitir la adaptación a las condiciones locales.

La gobernanza efectiva facilita la coordinación y la colaboración entre los diferentes actores implicados en la implementación de SbN, lo que es esencial para el éxito de las iniciativas.

Las comunidades locales suelen tener un profundo conocimiento de sus entornos naturales y pueden proporcionar información valiosa sobre las soluciones más adecuadas para abordar problemas específicos. La participación de estas comunidades en la toma de decisiones garantiza que se tenga en cuenta su experiencia y conocimiento local. A su vez, cuando las personas afectadas tienen la oportunidad de participar, es más probable que acepten y respalden las medidas adoptadas.

INDICADORES

I6.1 Percepción de los ciudadanos sobre la naturaleza urbana.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 23 de 236

Se han diseñado dos tipos de encuesta para evaluar la percepción de los usuarios de los colegios sobre la naturaleza urbana, una encuesta está diseñada para el alumnado y otra para los adultos.

Responsable del indicador: CARTIF.

I6.2 Políticas de aprendizaje y planes estratégicos de adaptación al CC.

Monitorización de la participación en los eventos que se realicen. Se establece como objetivo la realización de dos eventos con una asistencia total de 80 participantes por edificio piloto. Siendo un total de seis eventos por proyecto. Responsable del indicador: CARTIF.

I6.3 Procesos participativos abiertos.

Monitorización de la participación ciudadana en los procesos abiertos de definición de la zona recreativa / parque a instalar. Se establece como objetivo la realización de un evento con una asistencia total de 20 participantes por edificio piloto. Siendo un total de tres eventos por proyecto.

Responsable del indicador: CARTIF.

5.7 Cohesión social

Para apoyar la cohesión social en los entornos en los que se desarrollan los pilotos del proyecto es necesario implicar a los diferentes agentes implicados en el diseño e implementación de las soluciones. De esta manera se fomenta la aceptación de las soluciones, la colaboración entre los diferentes miembros de la comunidad y se mejora la comunicación y difusión de los conocimientos generados durante el proyecto.

INDICADORES

I7.1 N° de acuerdos y desacuerdos.

Medición del número de acuerdos alcanzados con los diferentes grupos objetivo y partes interesadas frente al número de desacuerdos y establecimiento de un límite mínimo como valor objetivo. Se establece como objetivo llegar a un mínimo de un acuerdo con cinco municipios por cada región de edificio piloto, un total de 15 acuerdos. Responsable del indicador: CARTIF.

5.8 Salud pública y bienestar

La implementación de SbN pueden proporcionar una amplia gama de beneficios para la salud y el bienestar, teniendo un impacto en la salud física, mental y social y los desafíos de bienestar



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 24 de 236

de la población. Los espacios verdes promueven entornos saludables, fomentan la actividad física y el deporte y la interacción social, proporcionan entornos tranquilos y reducen el estrés entre otros beneficios.

La población escolar es una población muy vulnerable, por lo que el impacto de la actuaciones del proyecto LIFE myBUILDINGisGREEN sobre su salud tiene especial interés.

INDICADORES

18.1 Reducción de número de ausencias y bajas de alumnos y profesores.

Información sobre las ausencias al centro debido a enfermedades o malestar, no por otras causas ajenas al colegio.

Responsable del indicador: CARTIF.

5.9 Oportunidades económicas y empleo

Generar pruebas sólidas sobre las Soluciones Basadas en la Naturaleza y su papel en la adaptación y mitigación del cambio climático, así como aumentar la conciencia sobre sus múltiples beneficios, es un paso fundamental para promover nuevas oportunidades económicas. Las SbN tienen el potencial de fomentar la colaboración intersectorial y de contribuir a un enfoque más integral para el desarrollo de empleos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. En este proceso, la participación ciudadana desempeña un papel esencial, ya que permite la implementación de políticas ambientales más efectivas para abordar los desafíos y necesidades de la sociedad.

INDICADORES

19.1 Número de puestos de trabajo creados.

Cálculo de los puestos de trabajo directos e indirectos creados.

Responsable del indicador: CARTIF.

19.2 Creación de nuevas capacidades en autónomos y empresas de la zona relacionadas con las SBN. Evaluación de capacidades mediante encuestas previas y al final del proyecto, una vez realizadas todas las acciones, incluidas las de disseminación y capacitación en las zonas de influencia. Para ello, se ha utilizado los resultados de los indicadores de uso de la formación sobre SbN realizado en el proyecto y publicada en la plataforma CHAMILO. Se establece como objetivo conseguir un total de 300 visitas y 200 visualizaciones por idioma a la formación en SbN.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 25 de 236

Responsable del indicador: CARTIF.

I9.3 Reducción del absentismo laboral entre el personal del colegio.

Para evaluar este indicador se analizarán los datos de absentismo laboral producido en los centros antes y después de las intervenciones.

Responsable del indicador: CARTIF.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 26 de 236

6. EVALUACIÓN DEL IMPACTO

6.1 Évora

La implantación de prototipos de SbN en la Escola EB1 Horta das Figueiras, Évora se centra en mejorar el confort térmico de los usuarios del colegio, aumentar la superficie verde de forma sostenible, reducir la huella de carbono, mejorar la gestión hídrica en los mismos, recuperar, fomentar la biodiversidad local en el entorno urbano y concienciar sobre el valor la naturaleza y los servicios ecosistémicos que se producen.

Mediante la instalación de fachadas verdes se persigue la reducción del impacto de la radiación solar sobre la envolvente del edificio y su entrada directa a través de los huecos, generando una circulación de aire por el interior de edificio en época estival con aire “enfriado” naturalmente. Además, la renovación del aire que se consiga con estas actuaciones debería permitir reducir los niveles de dióxido de carbono en el interior de las aulas. El aumento de espacios de sombra en el exterior espera mejorar las condiciones ambientales exteriores de temperatura y humedad. Se espera que estos impactos mejoren la salud y el bienestar de los alumnos y profesores. La instalación de suelos drenantes y cubiertas verdes con capacidad de captar agua de lluvia permite reducir el agua de escorrentía asumida por el alcantarillado público. Mediante procesos participativos de co-diseño y codesarrollo con la comunidad educativa se pretende mejorar los procesos de gobernanza y cohesión social.

El periodo de monitorización de la línea base comprende desde mayo 2019 hasta diciembre 2023. Las obras de ejecución de los prototipos comenzaron el 24 de abril de 2023 y finalizan el 8 de diciembre de 2023. Como la redacción de este documento se realiza previo al fin de las obras, no se puede incluir el periodo de monitorización posterior a la implementación y por el momento, no se puede calcular el impacto. El plan *After-LIFE* contemplará la continuación del proceso de monitorización una vez acaben las obras del Escola EB1 Horta das Figueiras.

En primer lugar, se describen brevemente las actuaciones implementadas en el edificio (para más información sobre las soluciones implementadas, consultar el entregable C2.4 Manuales Técnicos para la implementación de prototipos de SbN en las diferentes estructuras de los edificios piloto). Posteriormente se realiza una revisión del estado de la monitorización de los indicadores y la evaluación de su impacto en el colegio.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 27 de 236

ACTUACIONES – DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Las actuaciones que se han llevado a cabo han afectado principalmente a las cubiertas y fachadas del edificio, a los pavimentos, zonas vegetales y espacios exteriores.

Cubiertas

Instalación de una cubierta verde con el prototipo mBiGWTray en las cuatro cubiertas. Para mantener la estructura original de la cubierta y evitar sobrecargas que puedan afectar a la encapsulación del fibrocemento, la cubierta verde se instala sobre una nueva estructura metálica independiente. Se trata de un sistema de cubierta vegetal extensiva encapsulada. La vegetación recomendada es del género *Sedum*.

Se ha instalado un total de 260 unidades de bolsas para formar la cubierta verde, con un total de 256,88 m²; teniendo en cuenta que la superficie verde total es la mitad: 128,44 m².



Figura 1. Vistas del prototipo mBiGWTray en el EB1 da Horta das Figueiras

Cubierta 1

En proceso de construcción. Se han instalado 120 unidades de bolsas de mBiGWTray, 118,56 m² de cubierta en total, 59,56 m² de superficie verde.

- **Monitorización:** Se han instalado dos sensores (CO₂, T y HR) en las aulas 3 y 4, aulas de la planta superior.

Cubierta 2

En proceso de construcción. Se han instalado 35 unidades de bolsas de mBiGWTray, 34,58 m² de cubierta en total, 17,29 m² de superficie verde.

- **Monitorización:** Sin monitorización.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 28 de 236

Cubierta 3

En proceso de construcción. Se han instalado 71 unidades de bolsas de mBiGWTray, 70,15 m² de cubierta en total, 35,07 m² de superficie verde.

- **Monitorización:** Se han instalado un sensor (CO₂, T y HR) en el espacio del comedor.

Cubierta 4

En proceso de construcción. Se han instalado 34 unidades de bolsas de mBiGWTray, 33,59 m² de cubierta en total, 16,80 m² de superficie verde.

- **Monitorización:** Se han instalado un sensor (CO₂, T y HR) en el espacio del comedor.



Figura 2. Cubierta mBiGWTray en el EBI da Horta das Figueiras

Fachada

Se han instalado dos tipos de fachadas verdes: mBiGToldo y mBiGFAC en diferentes fachadas del edificio, cubriendo una superficie total de 103,07 m².



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 29 de 236

Fachada Sur

No se instala ningún tipo de SbN en esta fachada.

- **Monitorización:** Se han instalado 4 sensores (CO₂, T y HR) en las cuatro aulas de la fachada, dos en la planta baja y otras dos en la planta superior.

Fachada Este

En parte de la fachada Este se está instalado el sistema mBiGFAC. Consiste en un sistema de cables espaciados entre sí que soportan el desarrollo de una determinada especie de vegetación trepadora. El sistema se encuentra inclinado de forma que contribuye al sombreado de las fachada y genera un espacio cubierto. En proceso de construcción. Superficie total de 55,13 m². Se ha utilizado la especie *Parthenocissus Tricuspidata*.

- **Monitorización:** Se ha instalado un sensor (T y HR) exterior de fachada este para implementar las fórmulas de ventilación natural inducida. Imágenes térmicas.

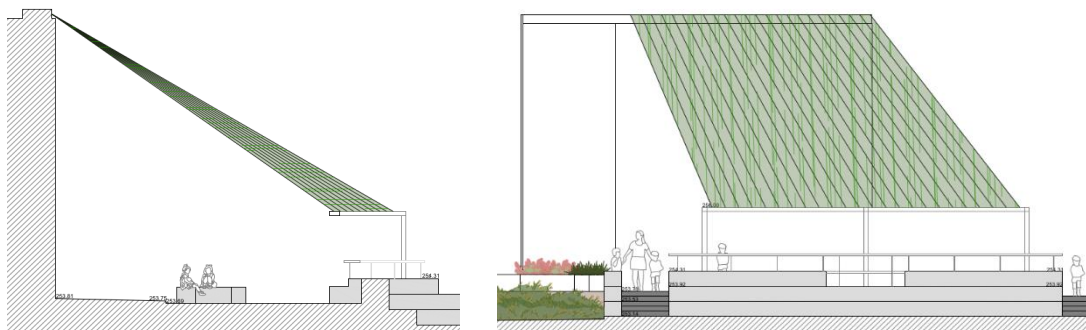


Figura 3. Perfil de prototipo de mBiGFAC. Fuente: Proyecto básico y de ejecución EBI de Horta das Figueiras

Fachada Oeste

En parte de la fachada Oeste se está instalado el sistema mBiGToldo. Consiste en un sistema de superficie vertical con vegetación de muy bajo espesor a base de proyectar semillas sobre un fieltro o geotextil. Se utiliza una mezcla de semillas compuesta por *Festuca rubra*, *Agrostis estolonifera*, *Sagina subulata* y *Cymbalaria muralis*. Cuenta con una superficie total de 47,94 m². Está en proceso de construcción.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 30 de 236

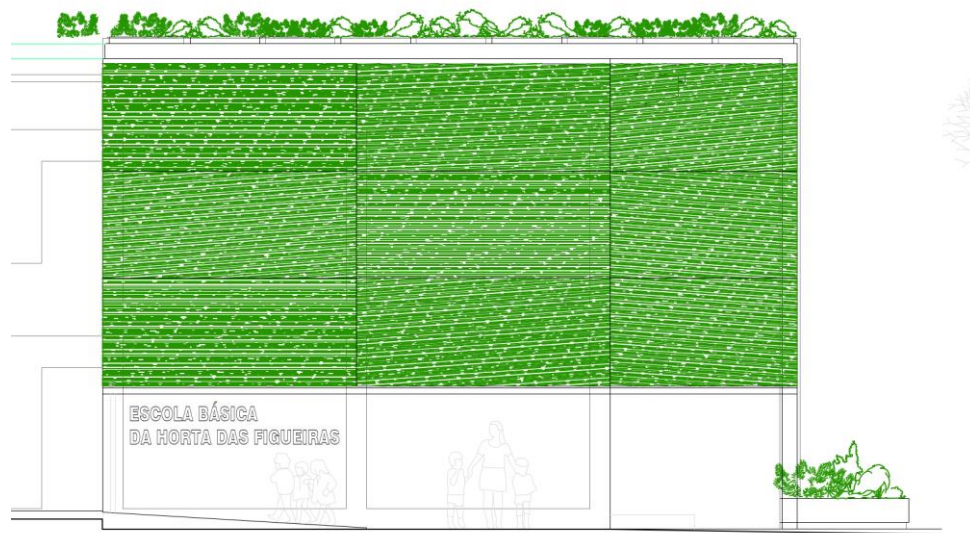


Figura 4. Prototipo mBiGToldo. Fuente: Proyecto básico y de ejecución EBI de Horta das Figueiras

- **Monitorización:** Instalación de un sensor exterior (T y HR) para valorar la entrada de aire fresco para las fórmulas de ventilación natural inducida.

Zona exterior

En la zona exterior se han realizado tres tipos de intervención: estructura de madera exterior para proteger de la lluvia, nueva vegetación en zonas verdes ya existentes (188 m²) y nuevas zonas vegetales con una superficie de 179 m² y pavimento permeable, con una superficie total de 366 m². Estas actuaciones se encuentran en proceso de construcción.

Los nuevos pavimentos permeables se encuentran, por un lado, en la zona de la nueva cubierta exterior (296,00 m²); en la rampa de acceso al terreno de juego y en el interior de la sala técnica de riego (42,00 m²) y en la zona de la elipse junto al anfiteatro (28,00 m²).

Las especies vegetales que se introducen en las zonas verdes nuevas y existentes son: *Chlorophytum comosum* 'Vittatum', *Cuphea hyssopifolia* 'Alba', *Grevillea lanigera* 'Mount Tamboritha', *Juniperus media* 'Old Gold', *Lavandula angustifolia*, *Ophiopogon japonicus*, *Punica granatum* 'Nana', *Parthenocissus tricuspidata*, *Pittosporum tobira* 'Nanum', *Phormium tenax* porpureum, *Rosmarinus officinalis* 'Prostratus', *Santolina chamaecyparissus*, *Teucrium fruticans*, *Viburnum tinus*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 31 de 236



Figura 5. Nuevas zonas verdes en EBI de Horta das Figueiras



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 32 de 236

EVALUACIÓN INDICADORES

Adaptación y mitigación del cambio climático.

II.1 Temperatura interior del edificio.

En primer lugar, se quiere recordar el esquema de monitorización planteado para este indicador y que es compartido con alguno de los que se evalúen a continuación. Se han instalado 4 sensores (CO₂, T y HR) en las cuatro aulas de la fachada, dos en la planta baja y otras dos en la planta superior. Además, se ha instalado otro medidor en la sala común y otros dos sensores, solo ya de T y HR en los exteriores de la fachadas oeste y sur del colegio. En las figuras Figura 6 y Figura 7 se muestran sendos planos donde se puede apreciar la localización de los mismos.

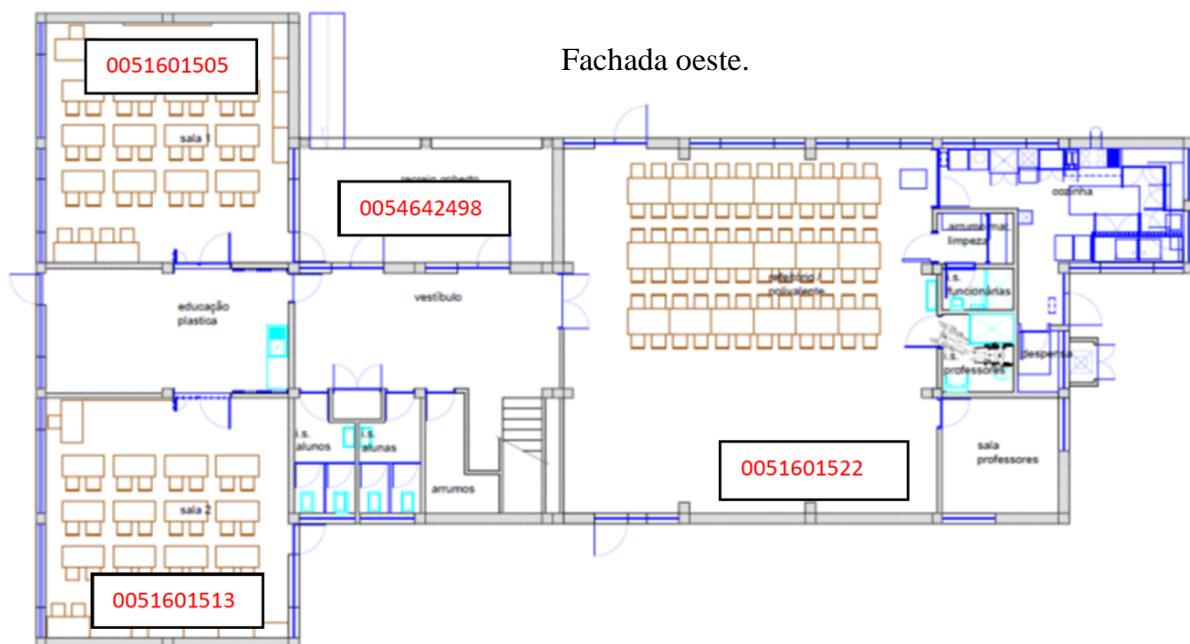


Figura 6. Situación de los sensores en la planta baja del edificio, incluido el exterior en la fachada oeste.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

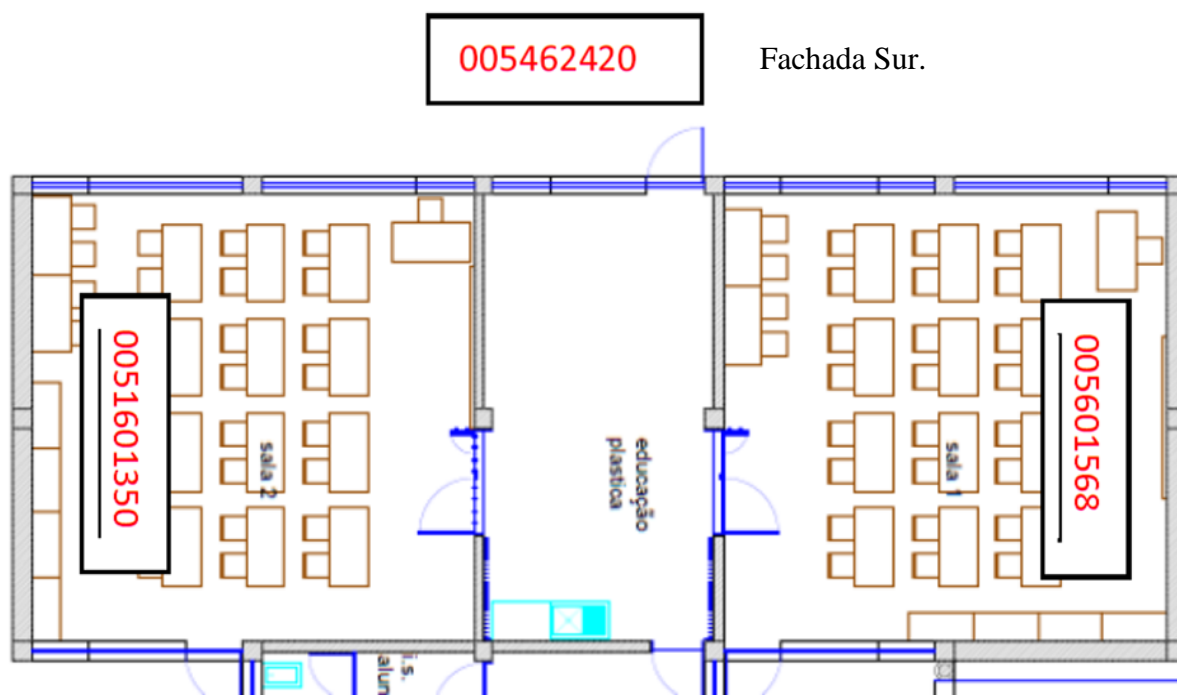


Figura 7. Sensores instalados en las aulas de la planta primera y el situado en el exterior en la fachada sur.

Como se ha indicado anteriormente, como la obra de implementación de las SBN no se ha podido ejecutar hasta la última parte del año 2023, no ha sido posible realizar una evaluación del impacto de las mismas durante el tiempo de ejecución del proyecto.

En esta sección se presenta el estudio realizado con los registros correspondientes a línea base y de esta forma se establecen las bases para calcular el impacto en los siguientes 3 años.

A nivel de evaluación de temperaturas se está registrando lo correspondiente a la línea base. Como se puede apreciar en la imagen las temperaturas interiores (promedios mensuales para cada sensor solo los días lectivos y en el periodo lectivo de 8 a 15h) evolucionan de forma similar. Además, se puede observar que en general las temperaturas en la zona exterior sur del edificio son más altas, como era de esperar, y en la zona oeste, que actualmente ya está más sombreada, son más bajas que en el interior del edificio.

En la Figura 8 se muestran los datos de las temperaturas promedios mensuales para cada uno de los sensores del interior del colegio. Para el cálculo del promedio se ha omitido el año 2023



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 34 de 236

porque la segunda parte del año las medidas se visto influenciadas por las obras de implementación de las SBN.

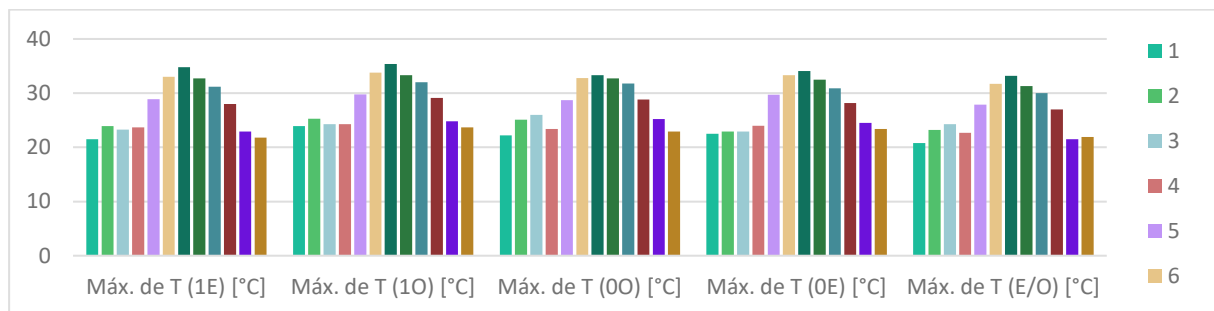


Figura 8. Promedio mensual para cada uno de los sensores en el horario lectivo para los años 2020-2022.

Para realizar una análisis más detallado, se han agregado los datos atendiendo a la orientación de la clase en la que se encuentra el sensor y también a la planta en la que se encuentra. La Figura 9 muestra las gráficas de evolución de la temperatura promedio mensual de los datos agregados por planta (planta 1 y planta 0) y por fachada en la que se encuentra el aula.

Como se puede apreciar en la Figura 9, durante los meses más fríos (desde enero a marzo y luego desde octubre a diciembre) no se aprecian grandes diferencias entre las temperaturas promedio de las dos plantas. Sin embargo, entre los meses de abril y septiembre se puede apreciar como las líneas punteadas se separan sufriendo mayores temperaturas las aulas de la planta 1. La máxima diferencia se puede encontrar durante el mes de agosto de casi un grado y medio. Este valor puede estar influenciado porque en principio el colegio se encuentra cerrado y no se realiza ni siquiera una mínima ventilación de los espacios interiores. Sin embargo, el resto de los meses mencionados se mueven en diferencias entre 0,5 y 1 grado, diferencias apreciables. Esta situación se asocia a una falta de aislamiento suficiente por parte de la cubierta que se espera corregir con la implantación de la solución mBiG Tray.

Por otro lado, cuando se analizan las diferencias entre las aulas situadas al este y las aulas situadas al oeste se encuentran variaciones diferentes. En las épocas frías se encuentra una mayor diferencia que en las épocas de mayor insolación. En este caso, en las épocas en las que el sol incide más perpendicular no se aprecian grandes diferencias, sin embargo, en los meses en los que el sol tiene una menor altura se encuentra diferencias apreciables de cerca de 2 grados.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

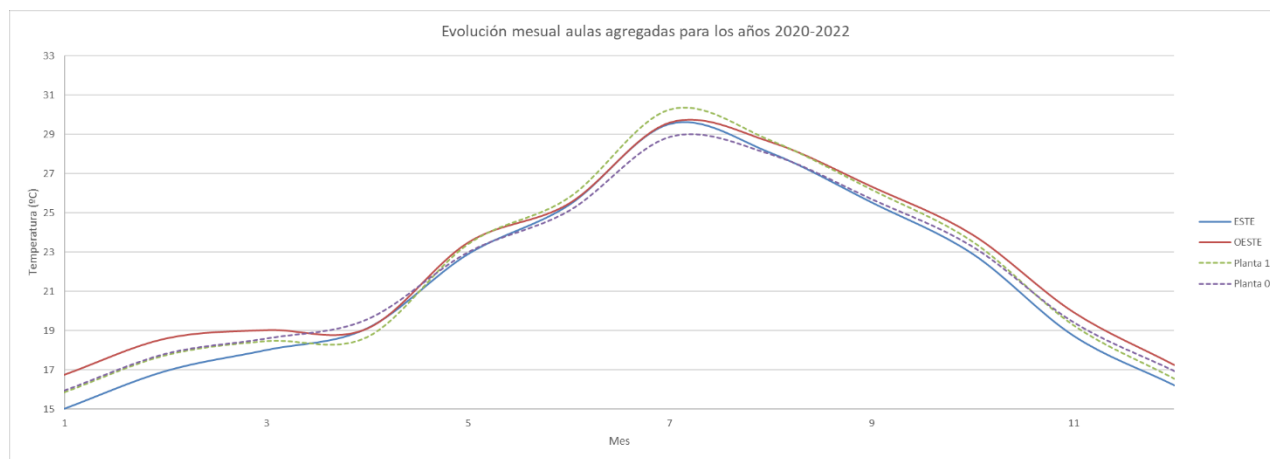


Figura 9. Evolución mensual de las temperaturas promedio agregadas por planta en el edificio y por orientación de la clase.

Estas diferencias se asocian a la presencia de dos árboles en la esquina de la fachada sur en la zona de la fachada este. Así, en verano, con el sol perpendicular no se aprecia el sombreado de los árboles en la insolación del aula. Sin embargo, en invierno, estos mismos árboles bloquean parcialmente la radiación solar que podría calentar el interior del aula a través de las ventanas en la fachada sur. En la Figura 10 se muestra una imagen de la fachada sur del colegio. Por supuesto, que no se considera adecuado la retirada de los árboles existentes. Simplemente se hace notar que la instalación de árboles de hoja caduca, en las fachadas que se quieran proteger de la insolación en verano, pero permitirla en invierno, resulta más adecuada.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix



Figura 10. Imagen de la fachada sur del colegio.

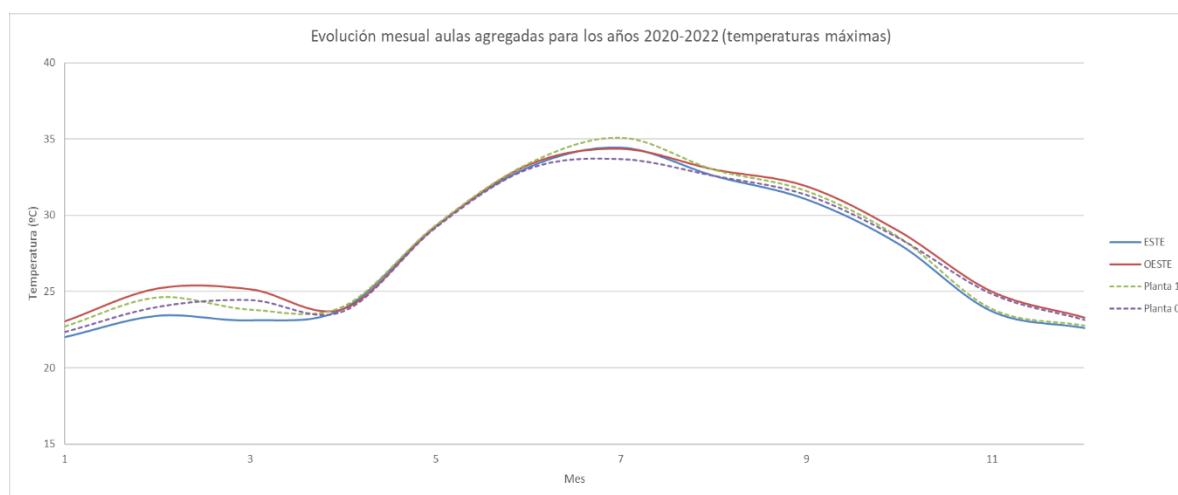


Figura 11. Evolución de los promedios mensuales de las temperaturas máximas diarias.

Durante el periodo del *post-life*, CIMAC se encargará de registrar y valorar el impacto que tendrán las SBN implementadas en el colegio. La realización de gráficas similares a las mostradas anteriormente, empleando para ello los datos registrados durante los próximos años (en principio desde el primer año se tendrían que apreciar las diferencias, pero es recomendable emplear un periodo de cálculo de dos o tres años), servirá para valorar el impacto de la solución



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 37 de 236

de cubierta y de las soluciones de fachada. En el informe *post-life* se dan detalles sobre las actuaciones propuestas en este sentido.

11.2 Temperatura de envolvente de edificios

Para evaluar el impacto en la temperatura superficial de la envolvente, se han tomado imágenes térmicas de la situación previa a la implementación de SbN como fachadas y cubiertas verdes. Una vez acabadas las obras, se podrá comparar la situación previa y posterior. Las imágenes térmicas se tomaron el 20/07/2021.

A modo de ejemplo se muestra un detalle de la fachada este del edificio y las temperaturas que muestra la superficie en función del color de la misma. Esta fachada irá sombreada con vegetación trepadora conducida mediante tensores metálicos. Se espera que, con la implementación de la fachada verde, la temperatura superficial disminuya.

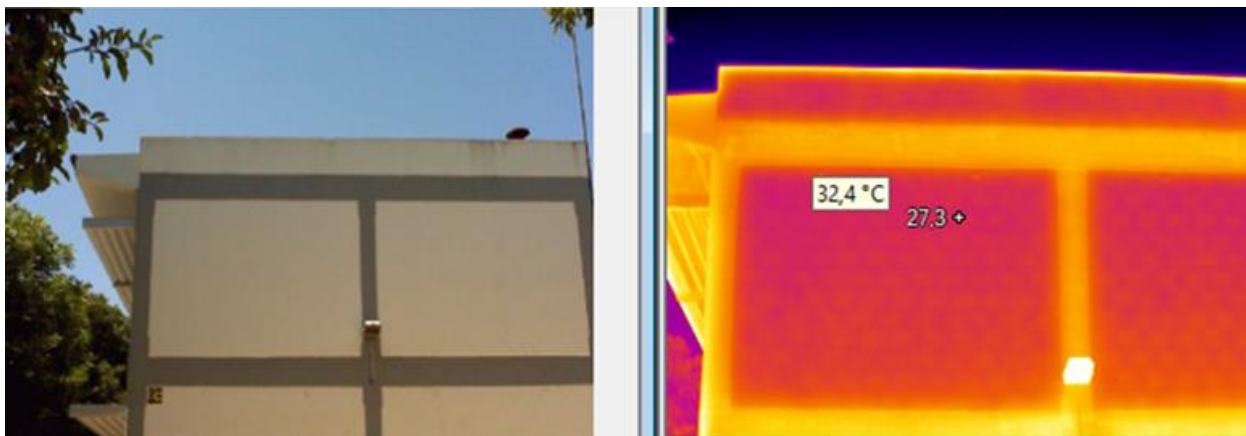


Figura 12. Temperatura superficial de la fachada este. EBI Horta das Figueiras

11.3 Condiciones ambientales exteriores del edificio

Para este indicador, en el exterior del edificio se han situado dos sensores, uno en la fachada oeste (2498) y otro en la fachada sur (2420). Estos sensores se instalaron en septiembre de 2019. Algunos valores no se han recogido actualmente porque la señal de la red *wifi* se pierde en ocasiones ya que en el exterior la cobertura es peor. A modo de ejemplo, en la Figura 11, se muestra la evolución de los registros de ambos para el año 2020. Como se puede apreciar en la figura anterior los perfiles de temperaturas en ambas fachadas siguen perfiles similares, pero se aprecia una mayor variación en la cara sur en los meses de verano y temperaturas máximas altas en la cara oeste en los meses de invierno.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

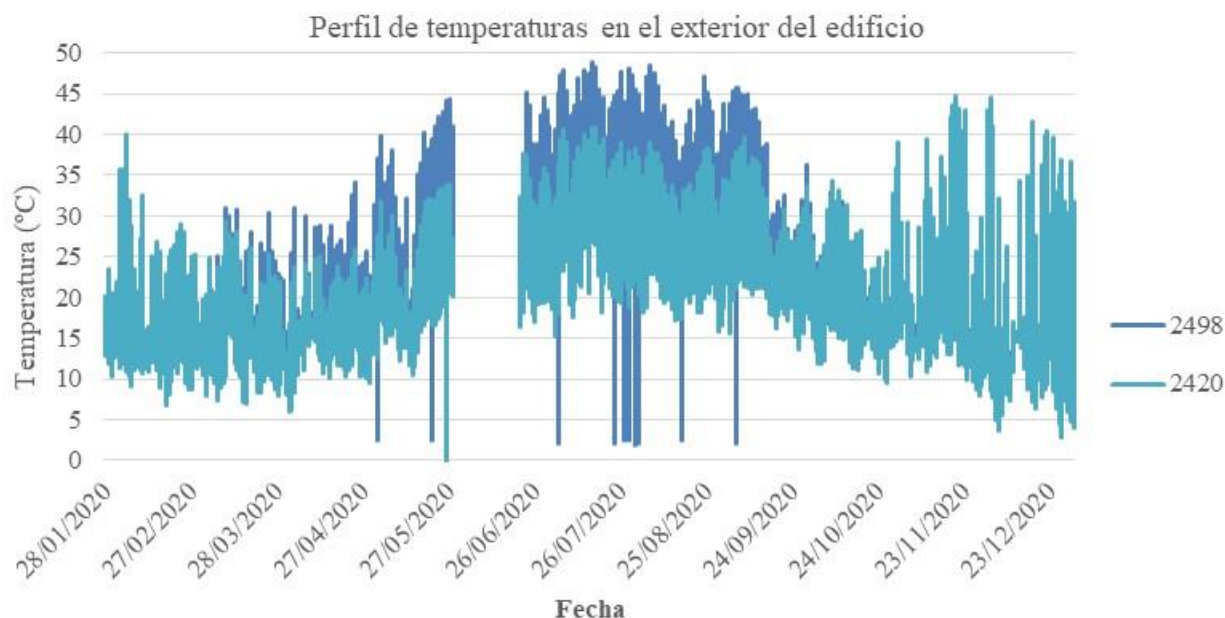


Figura 13. Perfil de temperaturas en el exterior del edificio. Sensor 2498 cara este y sensor 2420 cara oeste.

El impacto esperado en este indicador es una reducción significativa de las temperaturas exteriores medias y máximas en las épocas de verano. De esta forma, se mostraría como actúan las Sbn protegiendo el edificio de la radiación solar en verano, reduciendo así la carga térmica que aporta la insolación.

El análisis realizado con los datos registrados muestra, como las temperaturas promedio exteriores son similares en las fachadas oeste y sur (ver Figura 14). Quizás algo mayores en la fachada sur durante los meses fríos y algo mayores en la fachada oeste durante los meses cálidos asociados a la insolación de la tarde.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

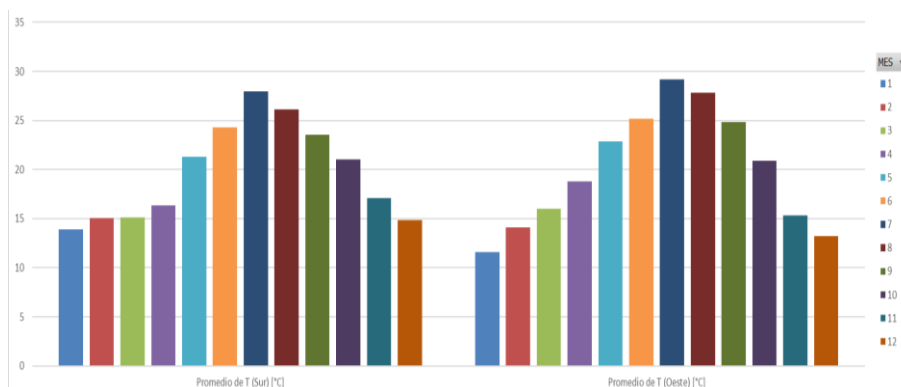


Figura 14. Temperaturas promedio mensual para los sensores exteriores 2020-2023.

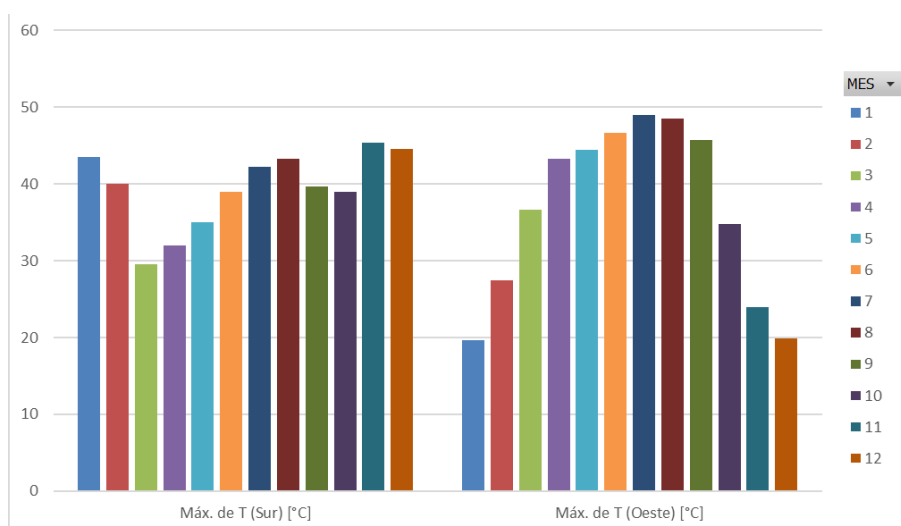


Figura 15. Temperaturas máximas mensuales para los sensores exteriores 2020-2023.

El análisis de las temperaturas máximas mensuales (Figura 15) de nuevo muestra valores más altos en invierno para la fachada sur y valores más altos en verano en la fachada oeste.

A partir de este análisis que permite tener una línea de base del estado inicial del edificio, se podrá valorar el impacto de las soluciones en lo que a protección de la insolación de las fachadas principales se refiere.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 40 de 236

11.4 Modelización de los ahorros energéticos producidos

Este indicador muestra los resultados de la influencia de la aplicación de SbN sobre la demanda de refrigeración de espacios mediante simulaciones dinámicas de edificios (Gómez, G. et al., 2021).

Como herramienta de simulación energética se ha utilizado *Design Builder*, versión 4.7. Este programa ofrece la posibilidad de optimizar un diseño eficiente de los edificios, mediante simulaciones dinámicas de su comportamiento térmico. Está soportado por el motor de cálculo *EnergyPlus*. El modelo energético se ha calibrado con datos reales de monitorización. Se han analizado diferentes escenarios, dando lugar a una amplia gama de resultados en términos de mejoras en la demanda energética -suponiendo un sistema de refrigeración.

A continuación, se definen los diferentes escenarios que se han considerado:

- Escenario 0: Situación inicial
- Escenario 1: Sistema de árboles en la fachada sur.
- Escenario 2: más cubierta vegetal.
- Escenario 3: más sistema de Cableado Verde vertical en la fachada Este.
- Escenario 4: más sistema de fachada verde en la fachada oeste.
- Escenario 5: más ventilación natural.

Análisis de la reducción de la demanda de refrigeración

La Figura 16 muestra los resultados de la simulación de la demanda de refrigeración. El escenario 0 incluye un sistema de refrigeración estándar ficticio para calcular la demanda de referencia (representada como el 100%). La Figura 16 ilustra la demanda de refrigeración estimada según la escala de eficiencia energética.

Como puede verse, el escenario 4 alcanza hasta un 40% de reducción.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



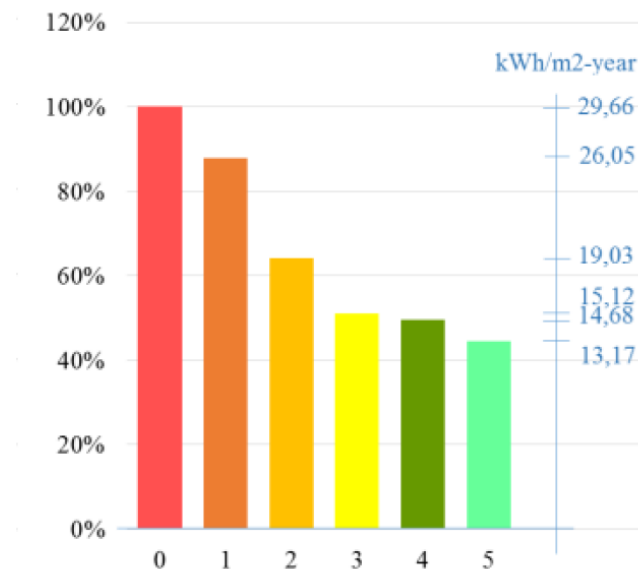


Figura 16. Tasa anual de reducción de la demanda de refrigeración tras la implantación del SBN

En Évora, las SbN proporcionan un alto nivel de eficiencia en las soluciones de cubierta en primer lugar (salto del escenario 1 al 2), seguidas de las intervenciones en fachada intervenciones, un salto entre el escenario 2 y el 4. El tercer elemento que permite un descenso de demanda de hasta un 60% es la ventilación nocturna, que es un buen complemento en el caso de Évora.

En el caso de Évora, la reducción anual de la demanda de **refrigeración representa más del 55%**.

En la tabla siguiente se presenta el consumo eléctrico anual del colegio durante los últimos 10 años. Como se puede apreciar, parece que la aplicación de medidas de eficiencia energética ha conducido a una importante reducción del mismo. En los últimos tres años el consumo parece haberse estabilizado. Sobre este valor, y calculado el valor medio, 30.218 KWh. En la Figura 17 se muestra la distribución del consumo eléctrico en el colegio calculada durante la auditoría energética. Así, el consumo estimado para refrigeración, teniendo en cuenta que son solamente equipos de movimiento de aire, es de un 3%. Aplicando la reducción estimada del 55% tendríamos que antes de la implementación de las SbN se consumían 907 KWh (3% del valor del consumo medio de los últimos tres años) y después de las SbN 408 KWh (un 45% del valor del consumo anterior).



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 42 de 236

En este punto hay que mencionar que el coste real actual de los edificios es muy bajo en relación a lo que debería tener. Los colegios actualmente no disponen de sistemas de climatización en su mayoría y lo tienen son ventiladores para mover el aire. A la vista de las temperaturas alcanzadas en las aulas, esta solución no se considera la adecuada para alcanzar niveles de confort térmico.

Tabla 6. Consumo eléctrico del colegio durante los últimos 10 años.

ANO	VALOR	KWh
2013	12.008,91 €	75.677
2014	18.881,51 €	78.585
2015	794,93 €	7.106
2016	2.082,85 €	9.336
2017	2.620,53 €	17.788
2018	4.667,49 €	24.123
2019	8.063,93 €	40.973
2020	3.534,53 €	30.259
2021	4.792,16 €	30.588
2022	9.167,25 €	29.807

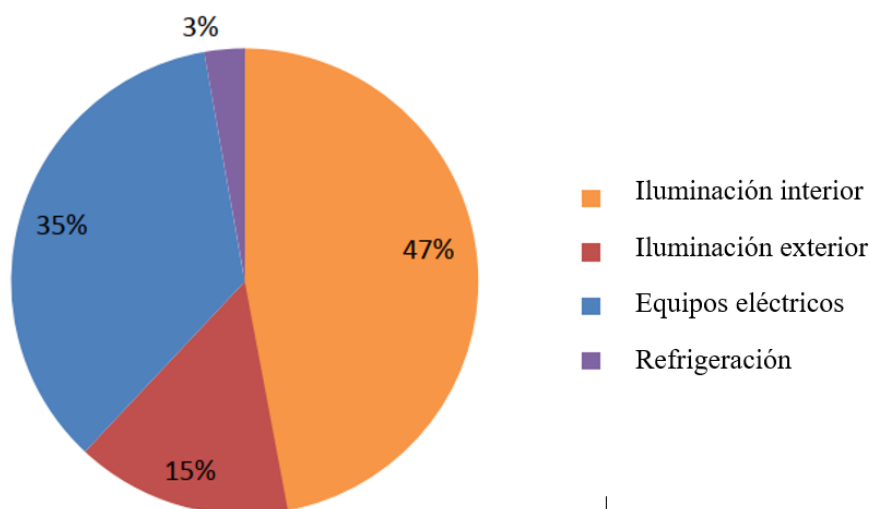


Figura 17. Distribución del consumo eléctrico en el colegio (fuente: auditoría energética).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

11.5 Estimación del ahorro en calefacción

Se realizó una auditoría energética al colegio por parte del Ayuntamiento de Évora y de CIMAC. Esta auditoría estudió todos los aspectos relacionados con los consumos eléctricos y térmicos del edificio. En este punto se referirán solamente lo relativo a los consumos térmicos que son los que incluyen los sistemas de calefacción. Además, en este apartado está considerada el Agua Caliente Sanitaria (ACS). El combustible empleado en el colegio es gas natural por lo que cualquier reducción en el consumo energética redundará en una reducción de la huella de carbono del edificio.

La desagregación de los consumos térmicos permite hacer las siguientes valoraciones. El consumo térmico de gas natural se utiliza para proporcionar el servicio de calefacción, agua caliente sanitaria (ACS) y cocina. La parte correspondiente de este consumo de combustible para producir el ACS se determinó utilizando como referencia los consumos generados durante los meses en los que se prestó el servicio al edificio, y teniendo en cuenta el número de servicios uniformemente prestados todos los días del año. El consumo correspondiente se estimará según los días del año en los que la instalación esté en funcionamiento, junto con la temperatura media del agua de la red en cada uno de los meses. A continuación, se muestra la distribución del consumo de gas natural en el edificio:

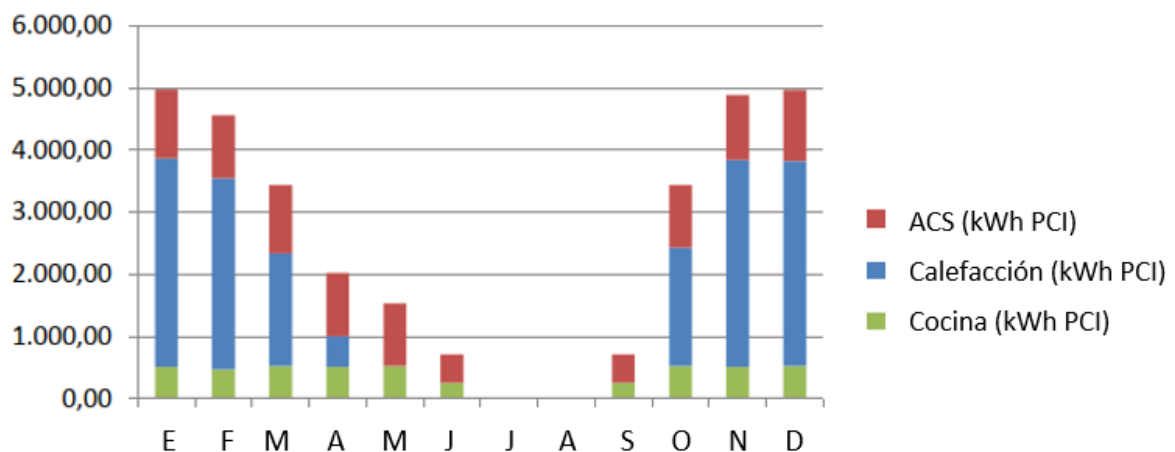


Figura 18. Distribución del consume de gas natural por meses (fuente: auditoría energética).



DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO

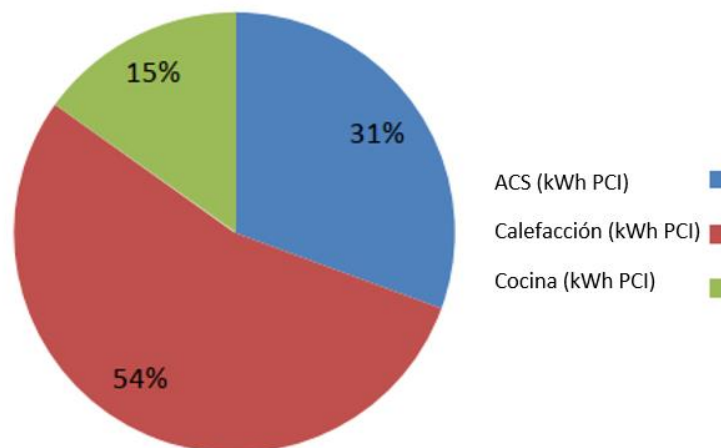


Figura 19. Distribución del consume de gas natural (fuente: auditoría energética).

La implantación de las SbN propuestas como tal no se han diseñado como tal para un ahorro energético por calefacción. Como se sabe el objetivo principal del Proyecto era buscar soluciones para la adaptación al cambio climático pero orientado a la protección frente al calor.

Sin embargo, se ha estimado de forma anual el consumo de gas para el colegio para los últimos años en 16900 kWh PCI. CIMAC continuará con la evaluación de este indicador y se valora que el aislamiento de las cubiertas puede conducir un ahorro de un 10% en este consumo aproximadamente en los próximos años.

Asimismo, y fruto de la auditoría realizada, se han propuesto una serie de mejoras genéricas que, fuera del ámbito de este proyecto, pueden ser interesantes de abordar. Igualmente, las SbN propuestas pueden tener un impacto en ello que se valorará en la situación posterior, analizando la distribución del consumo como se ha realizado anteriormente para situación *ex ante*.

Aislamiento de la red de distribución de calor por el edificio.

El objetivo de esta medida es reducir las pérdidas térmicas en la red de distribución debido a la falta de aislamiento térmico en sus componentes (principalmente tuberías y válvulas). Una instalación térmicamente aislada de acuerdo con las exigencias actuales puede lograr un ahorro energético en la distribución de aproximadamente el 75-80% en comparación con instalaciones sin aislamiento térmico.

Es importante tener en cuenta que los requisitos normativos anteriores eran más bajos que los de la legislación actual. Por otro lado, la conductividad del aislamiento y las pérdidas aumentan con el paso de los años debido a su deterioro.



my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 45 de 236

Instalación de válvulas termostáticas

El objetivo de esta mejora es reducir el consumo térmico mediante la regulación progresiva del flujo de líquido que llega a las unidades terminales en las divisiones que alcanzan la temperatura deseada, mientras se continúa suministrando calor a los lugares que lo necesitan (debido a diferentes contribuciones térmicas internas y externas). Esta regulación se lleva a cabo mediante las llamadas válvulas termostáticas.

Como efecto adicional, se logrará una mejora en el confort al regular el elemento terminal cuando se alcancen las condiciones deseadas, actuando finalmente como un termostato de la división.

Sin embargo, hay que indicar que, durante la visita, no se detectó ninguna ineficiencia, y en los registros realizados no se observa ningún consumo fuera del horario de uso habitual. Aunque no se detectaron ineficiencias durante la semana de medición, sería necesario realizar un análisis más profundo para verificar si existe un potencial de ahorro en este punto. Esto podría lograrse mediante la implementación de un sistema de monitorización y telegestión general, como el propuesto e implementado para las ventanas de apertura programable.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Gestión del agua

I2.1 Ahorro en el consumo de agua en el agua de riego de zonas verdes de los edificios piloto

La instalación y puesta en marcha de las SbN marca el inicio y el fin de la monitorización ex - ante y ex - post dentro del periodo estudiado. Puesto que al cierre del periodo de monitorización no se ha dado por finalizadas las obras, este indicador se calculará únicamente a nivel de *baseline*, es decir:

Tabla 7. Periodo de monitorización considerado

	INICIO	FIN
BASELINE (ex – ante)	19/05/2022	19-oct-2023
SBN (ex – post, simulación)	8/12/2023	...

Los consumos durante este periodo se muestran a continuación, en líneas separadas por años.

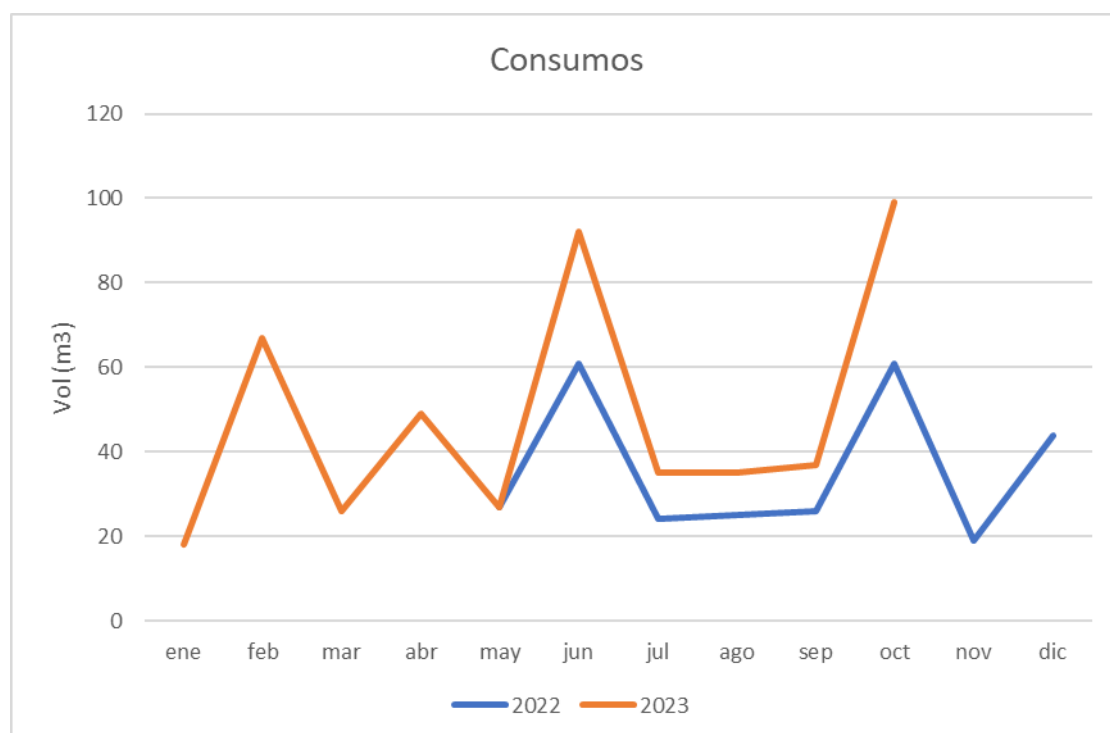


Figura 20. Evolución del consumo de agua en el colegio de Évora.





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

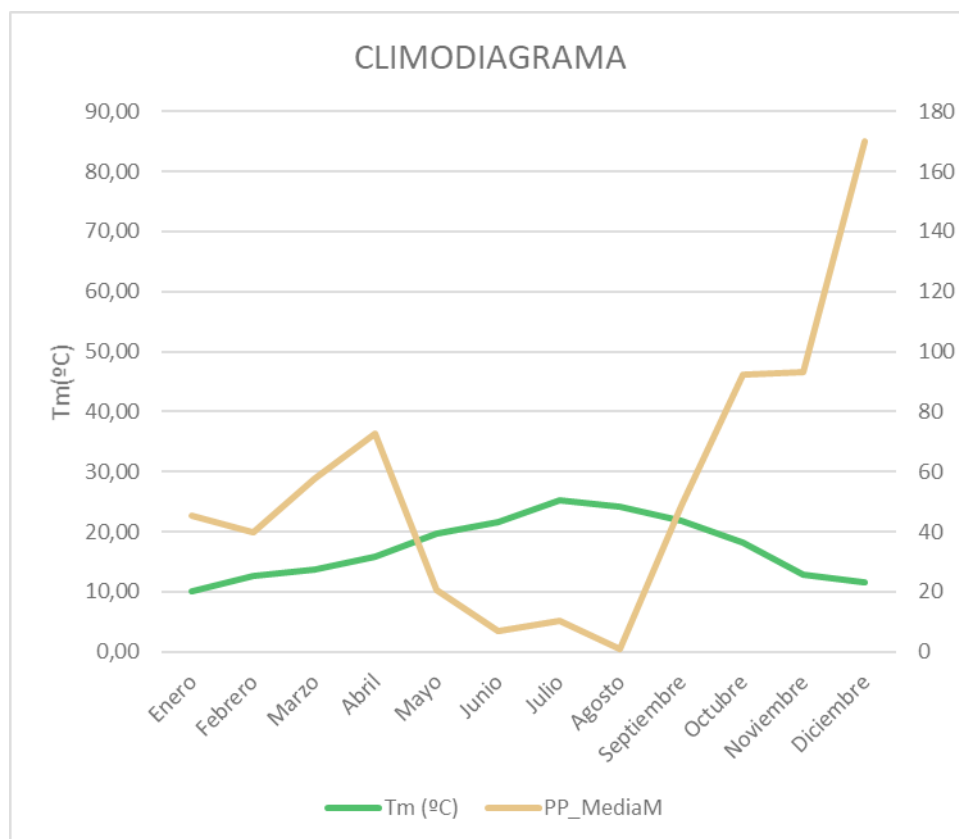
Página 47 de 236

Se observa un incremento del consumo de agua en 2023 con respecto a 2022, coincidiendo aproximadamente con el inicio de las obras. Sin embargo, no se puede evaluar el efecto que el funcionamiento normal de las SbN tendrá a largo plazo.

12.2 Ahorro en la gestión del agua de lluvia

Régimen de temperaturas y pluviometría

Los datos climáticos de Évora han sido obtenidos a través de la web de *Atmospheric Sciences Water and Climate* de la Universidad de Évora, estación de Évora¹. A continuación, se presenta el climodiagrama correspondiente a los datos de la estación de Évora. Como se puede observar, existe un acentuado periodo de **sequía** durante los meses de verano, que empieza de forma temprana en **mayo** y **se extiende hasta septiembre**.



¹ <https://www.ict.uevora.pt/g1/index.php/meteo-data/>



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 48 de 236

La presencia de riego artificial garantiza la disponibilidad de agua durante la época de sequía. Teniendo en cuenta las especies plantadas en las cubiertas (tipo *Sedum*), se puede asumir que la fenología de esta especie abarca un periodo de **crecimiento vegetativo** durante los meses cálidos (**mayo hasta agosto**, ambos incluidos), y un **parón de reposo durante los meses fríos**.

Para la estimación de la **condición de humedad**, se ha partido de los datos meteorológicos proporcionados por la Universidad de Évora correspondientes a la estación de Évora, de septiembre de 2019 a septiembre de 2023, atendiendo a la **Tabla 1**.

Con esta tabla y la consideración del periodo vegetativo se ha calculado la condición de humedad en todo el periodo estudiado. Como se puede observar, la condición de humedad más frecuente es la I, si bien también se dan las otras dos condiciones durante el periodo estudiado.

Tabla 8. % frecuencia de cada condición de humedad del periodo estudiado

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
I	35%	23%	29%	37%	10%	12%	2%	1%	20%	21%	43%	40%
II	3%	3%	1%	3%	2%	0%	0%	0%	3%	2%	3%	6%
III	0%	4%	2%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	5%	8%	13%

Tipos de superficies

Para este apartado se consideran sólo las superficies horizontales intervenidas. Los datos de superficies de actuación se han obtenido a partir del proyecto de ejecución de las obras del colegio de Évora.

Tabla 9. Superficies de actuación según proyecto constructivo

ACTUACIÓN	SUPERFICIE	MATERIAL EXANTE	MATERIAL EXPOST
mBiGTray	128,44 m ²	Panel sándwich	Sustrato de mezcla para cultivo en cubierta ajardinada tipo césped Cubierta vegetal tipo sedum
Pavimento permeable / drenante	366 m ²	Pavimento (296 m ²) Tierra (70 m ²)	Pavimento permeable

De estas zonas de actuación, se consideran que tendrán un impacto significativo en la gestión del agua de lluvia las correspondientes a los **mBiGTray (128,44 m²)** y **las cubiertas vegetales (366 m²)**.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



Antes de las actuaciones, la zona de los suelos drenantes ocupaba una parte de suelo pavimentado (296 m²), mientras que otra parte estaba compuesta por una capa de tierra superficial sobre suelo compactado (70 m²), mientras que mBiGTray estaban compuestas por un panel tipo sándwich.

Según la tabla de clasificación de los grupos hidrológicos (**Tabla 2**), estos suelos se pueden clasificar en el **grupo D**, con una capacidad de infiltración lenta o muy lenta. Si bien las superficies consideradas tienen una capa de arena y grava respectivamente, estas capas son finas y yacen sobre un lecho compactado o artificial que impide el paso de agua.

Tras las actuaciones, estos suelos tienen una capacidad mayor de infiltración de agua, pudiendo asumir que la velocidad de infiltración aumenta a un tipo de suelo B o C, si bien se requieren estudios empíricos para cada una de las superficies. Para este modelo se asumirá un cambio a **superficie B**.

Tabla 10. Superficies ex-ante y ex-post

Actuación	Superficies (m2)	Tipo geológico Ex - Ante	Tipo geológico Ex - Post
mBiGTray	128.44	D	B
Pavimento permeable / drenante	366	D	B
TOTAL	494,44		

En cuanto al tipo de vegetación instalada, partíamos de una situación de suelo desnudo, y pasamos a una vegetación intensiva. En la situación real del colegio, estos suelos se asemejan a caminos en firme y prados permanentes respectivamente según la tabla general para la determinación del número de curva. Los valores para las distintas condiciones de humedad, se muestran a continuación en negrita.

Tabla 11. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación II (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Caminos en firme	74	84	90	92
Prados permanentes	30	58	71	78



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 50 de 236

Tabla 12. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación I (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Camino en firme	54	69	79	83
Prados permanentes	15	37	51	60

Tabla 13. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación III (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Camino en firme	86	91	94	95
Prados permanentes	50	76	85	89

Teniendo en cuenta todos los factores analizados, se han estimado las infiltraciones

Determinación de la captación

La instalación y puesta en marcha de las SBN marca el inicio y el fin de la monitorización ex - ante y ex - post dentro del periodo estudiado. Puesto que a cierre del periodo de monitorización no se ha dado por finalizadas las obras, este indicador se calculará igualmente utilizando el mismo periodo para los dos escenarios, es decir:

Tabla 14. Periodo de monitorización considerado

	INICIO	FIN
BASELINE (ex – ante)	2019-09-01	2023-09-30
SBN (ex – post, simulación)	2019-09-01	2023-09-30

Calculados los valores de Captación (agua de lluvia interceptada por las superficies) y Escorrentía (agua de lluvia que escapa por superficie), se ha realizado una evaluación *ex ante* (periodo evaluado con la situación de partida) y *ex post* (mismo periodo evaluado bajo un escenario de SBN instaladas), estimado teóricamente, el % de agua de escorrentía en ambos casos.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 51 de 236

El siguiente gráfico muestra la simulación *exante*, en la que se estima que se han captado 2031.8 mm de agua de lluvia, y se han emitido por escorrentía un total de 486.9 mm, lo que supone la pérdida de un 19.33% de agua por escorrentía.

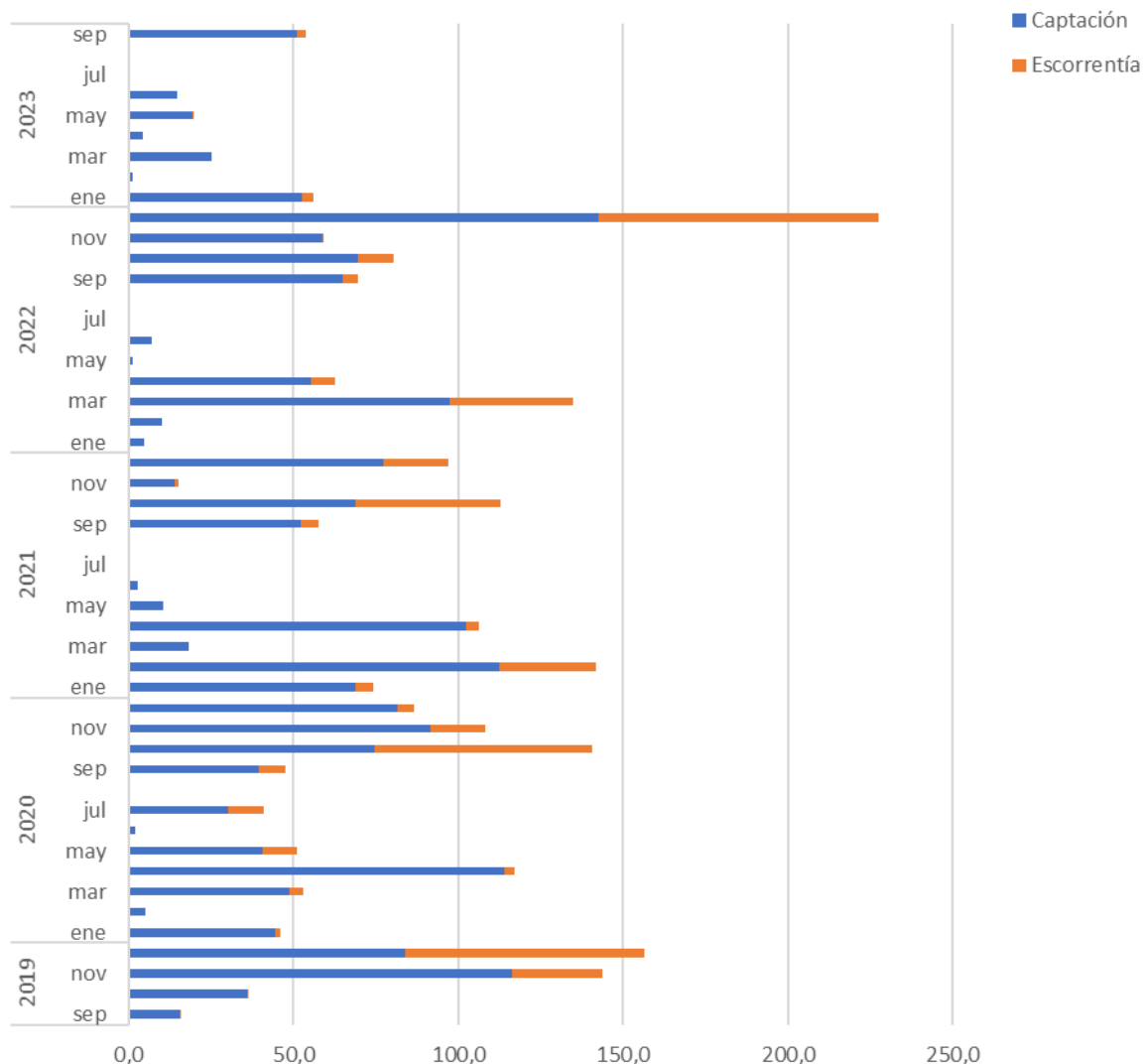


Figura 21. Evolución del Volumen de agua captado (mm) y escorrentía ExAnte

El siguiente gráfico muestra la simulación *expost*, en la que se estima que se han captado 2509.3 mm de agua de lluvia, y se han emitido por escorrentía un total de 9.4 mm, lo que supone la pérdida de un 0.37% de agua por escorrentía.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

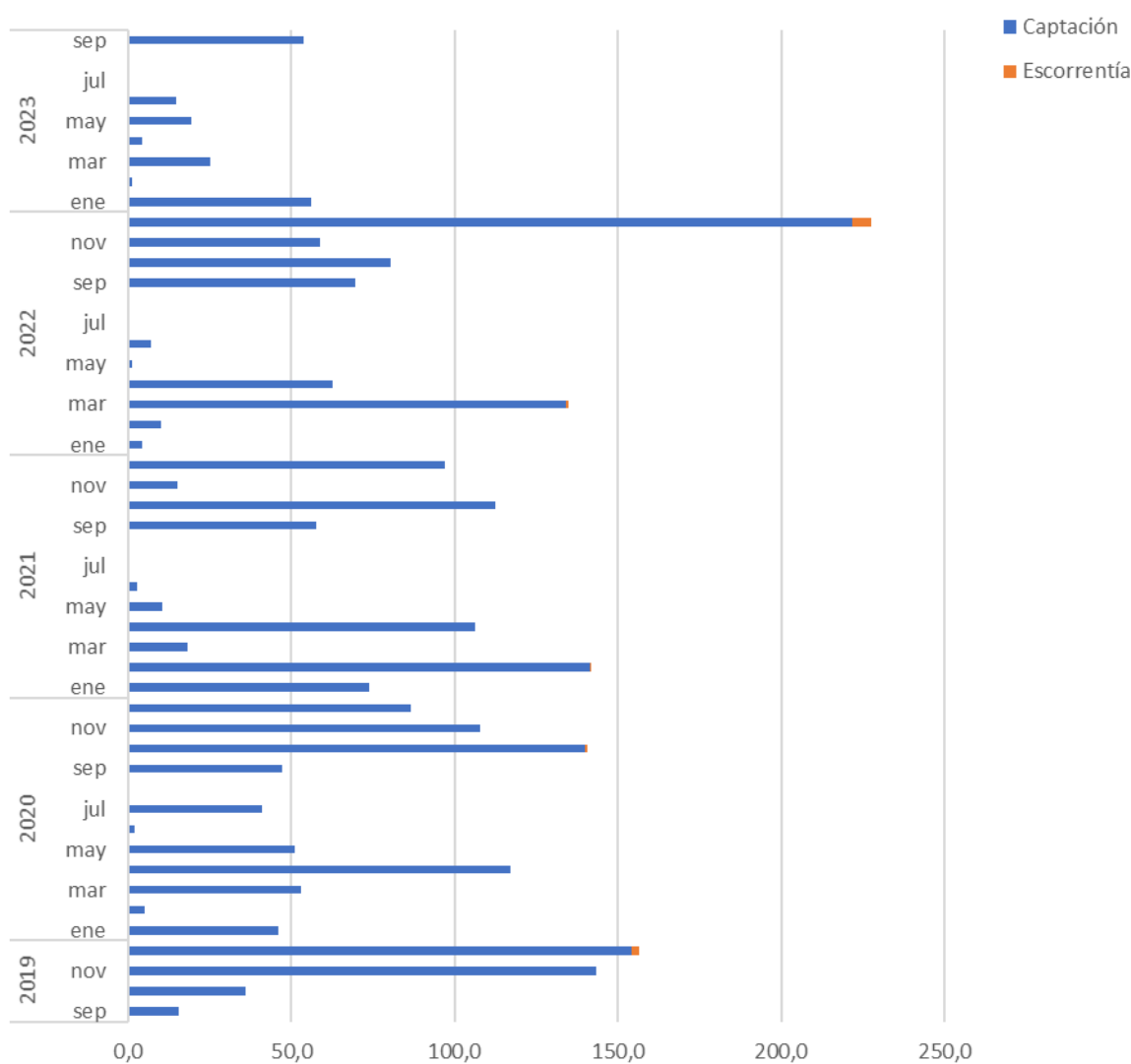


Figura 22. Evolución del Volumen de agua captado (mm) y escorrentía ExPost

Teniendo en cuenta la distribución normal de precipitaciones para la estación meteorológica estudiada, en los meses de primavera y otoño se espera que se alcancen las mejores tasas de captación.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 53 de 236

Gestión de zonas verdes

I3.1 Aumento de la biodiversidad vegetal y animal.

El incremento de biodiversidad no se ha podido medir en la Escola EB1 Horta das Figueiras, ya que las obras aún no han terminado.

I3.2 Número de especies vegetales autóctonas

El incremento de las especies vegetales autóctonas en la Escola EB1 Horta das Figueiras, ya que las obras aún no han terminado.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





Calidad del aire

I4.1 Concentración de dióxido de carbono en el interior del aula.

Para este indicador se ha configurado la línea de base de la situación actual. El parámetro que se considera monitorizar es la concentración de dióxido de carbono. Este compuesto, en concentraciones altas, puede afectar en diferentes intensidades.

Tabla 15. Efecto de diferentes concentraciones de CO₂ en humanos².

Concentration	Effect
350 to 450 ppm	Typical atmospheric concentration
600 to 800 ppm	Reliable indoor air quality
1 000 ppm	Upper range of reliable indoor air quality
5 000 ppm	Maximum workplace concentration over 8 hours
6 000 to 30 000 ppm	Critical, only short-term exposure
3 to 8%	Increased breathing frequency, headaches
> 10%	Nausea, vomiting, loss of consciousness
> 20%	Rapid loss of consciousness, death

A partir de 1000 ppm, el CO₂ puede afectar a la actividad metabólica y a la capacidad de concentración. Valores por encima de 2500 ppm pueden afectar a las funciones cognitivas, especialmente en niños³: Por otro lado, el CO₂ también sirve como indicador del grado de ventilación en un espacio y por lo tanto también, de la presencia de contaminantes. Normalmente, en espacios interiores la presencia de compuestos orgánicos volátiles (COVs) es

² <https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/co2-monitoring-and-indoor-air-quality>

³ https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/sites/default/files/2021-02/UM3_Indicator_4.1_v1.1_37pp.pdf



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 55 de 236

mucho mayor que en exteriores. El mobiliario, los productos de limpieza, las pinturas, colas, pegamentos, etc. son fuentes muy importantes de COV en aulas. Asimismo, la concentración de CO₂ también se correlaciona con la cantidad de aerosoles expelidos por los humanos. Si alguna persona tiene algún tipo de enfermedad transmisible por aerosoles, también es indicador del riesgo de transmisión de la misma.

Hay que hacer ver que la calidad del aire interior, y en particular el parámetro dióxido de carbono, se ha visto afectada por la situación provocada por la pandemia. En primer lugar, porque ha habido varios meses en los que el confinamiento y la cancelación de las clases presenciales hizo que las medidas no fueran representativas de un periodo lectivo normal. Los valores registrados fueron los correspondientes a aulas vacías. Por otro lado, el cambio de costumbres a la vuelta a las clases debido a los protocolos de ventilación promovidos para evitar los contagios de COVID19, provocaron un descenso muy pronunciado de las concentraciones de CO₂ en comparación con la situación pre-pandemia. Sin embargo, hay que decir que desde el comienzo del curso 21-22 parece que los protocolos se han relajado y los niveles promedio vuelve a subir.

Con este indicador se busca valorar el impacto que tienen las SBN propuestas en combinación con medidas como la ventilación nocturna en verano o el sombreado de huecos empleados en ventilación. Como ya se ha mencionado anteriormente, en este piloto no se han terminado a tiempo las intervenciones como para valorar el impacto que tienen. Por ello, se ha definido la línea de base del edificio de partida y se emplearán los datos que se recojan en los próximos años para calcular la mejora encontrada en la calidad del aire.

En esta sección se presenta el estudio realizado con los registros correspondientes a línea base y de esta forma se establecen las bases para calcular el impacto en los siguientes 3 años.

A nivel de evaluación de concentración de dióxido de carbono se está registrando lo correspondiente a la línea base. Como se puede apreciar en la imagen las concentraciones de CO₂ (promedios mensuales para cada sensor solo los días lectivos y en el periodo lectivo de 8 a 15h) evolucionan de forma similar.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

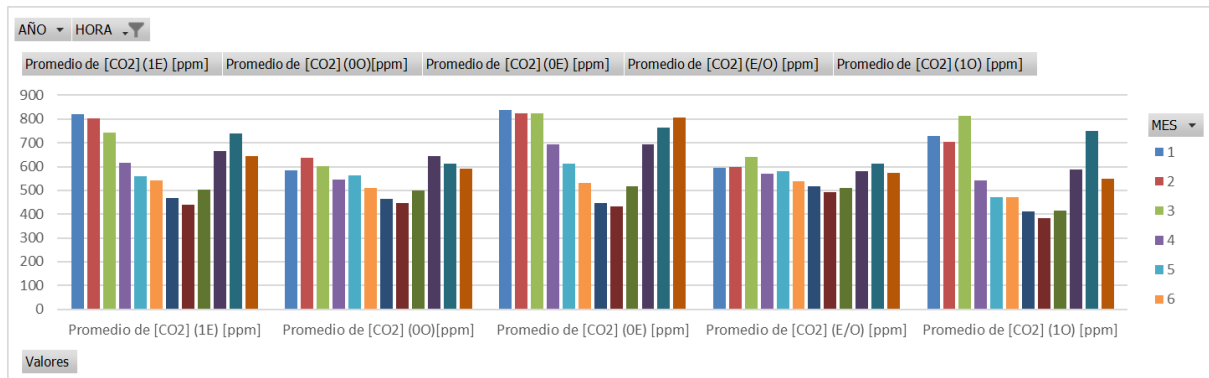


Figura 23. Promedio mensual para cada uno de los sensores en el horario lectivo para los años 2020-2022.

Como se puede apreciar en la Figura 23, las concentraciones medias dependen fuertemente del mes del año. Cuando las temperaturas exteriores son bajas, las ventanas se mantienen normalmente cerradas y la concentración de CO₂ aumenta considerablemente, y, por lo tanto, se puede pensar que la calidad del aire se reducirá. Asimismo, se puede apreciar como el aula de la planta baja con orientación este (0E) parece tener valores por encima del resto.

Para este parámetro, también es importante valorar las concentraciones máximas alcanzadas ya que son las que nos indican el nivel de riesgo que tiene. Cuanto mayor hayan sido las concentraciones, peores han podido ser las condiciones de la calidad del aire. En la Figura 24 se muestran los valores máximos registrados en cada una de las aulas y estancias monitorizadas. Como se puede apreciar, los valores máximos son muy superiores a los valores promedios, especialmente en los meses más fríos. Los meses de julio y agosto no se han de considerar porque el colegio se encuentra cerrado. Viendo la Figura 24, en las concentraciones máximas no destaca el aula 0E, como sí ocurría con las concentraciones medias.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

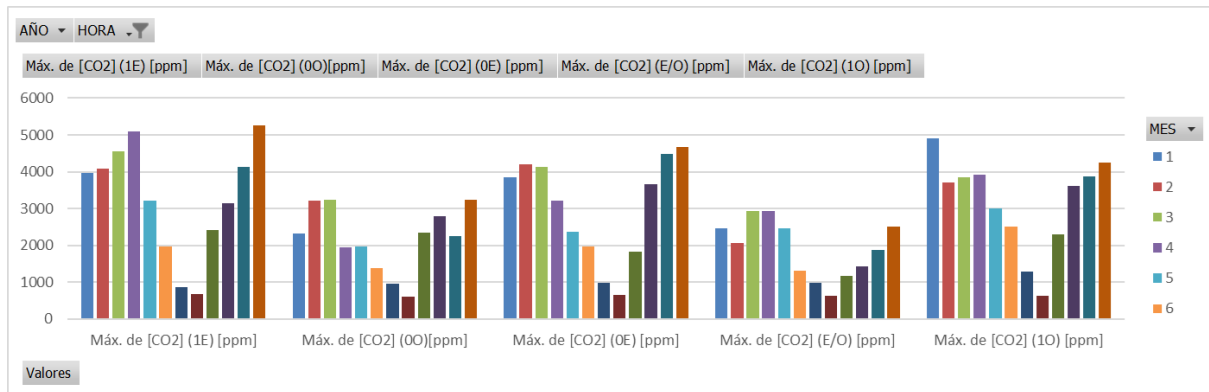


Figura 24. Máximo mensual para cada uno de los sensores en el horario lectivo para los años 2020-2023.

Tabla 16. Número de superaciones de la concentración de CO₂ por encima de 1500ppm y porcentaje sobre el total de los registros (un registro cada 15 minutos).

	Aula 1E	Aula 00	Aula 0E	Sala común (E/O)	Aula 1O
Registros totales (n°)	131723	131723	131723	131723	131723
Superaciones (n°)	3999	1267	3894	533	3839
	3,0%	1,0%	3,0%	0,4%	2,9%
Tiempo de exposición a altas concentraciones(h)	1000	317	974	133	960

Como se puede ver en la Tabla 16, el número de superaciones de la concentración que se ha utilizado como referencia (1500 ppm⁴) representa entre un 1% y un 3% del total de registros. Por otro lado, para la sala común (de mayores dimensiones) el número de superaciones es de un 0,4%. Si se analiza el tiempo de exposición a estas condiciones en las que la calidad del aire se considera que no es la adecuada, se obtienen valores de aproximadamente 1000 horas durante los tres años de monitorización. Este valor se considera como un valor de la línea base que se buscará reducir con las soluciones que se proponen con las Sbn.

⁴ Se ha elegido este valor por no ser demasiado estricto con el de referencia para ambientes ideales (1000ppm).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



Por otro lado, haciendo un estudio para valorar el impacto que puede tener la orientación y la planta en este sentido, se han elaborado las gráficas mostradas en las Figura 25 y Figura 26. Como se puede apreciar, no hay grandes diferencias excepto para el mes de diciembre. En este mes, la diferencia entre los promedios es más de 100ppm, siendo superior en las aulas del este. Estas aulas eran las que registraban menores temperaturas interiores en las aulas durante los meses de diciembre.

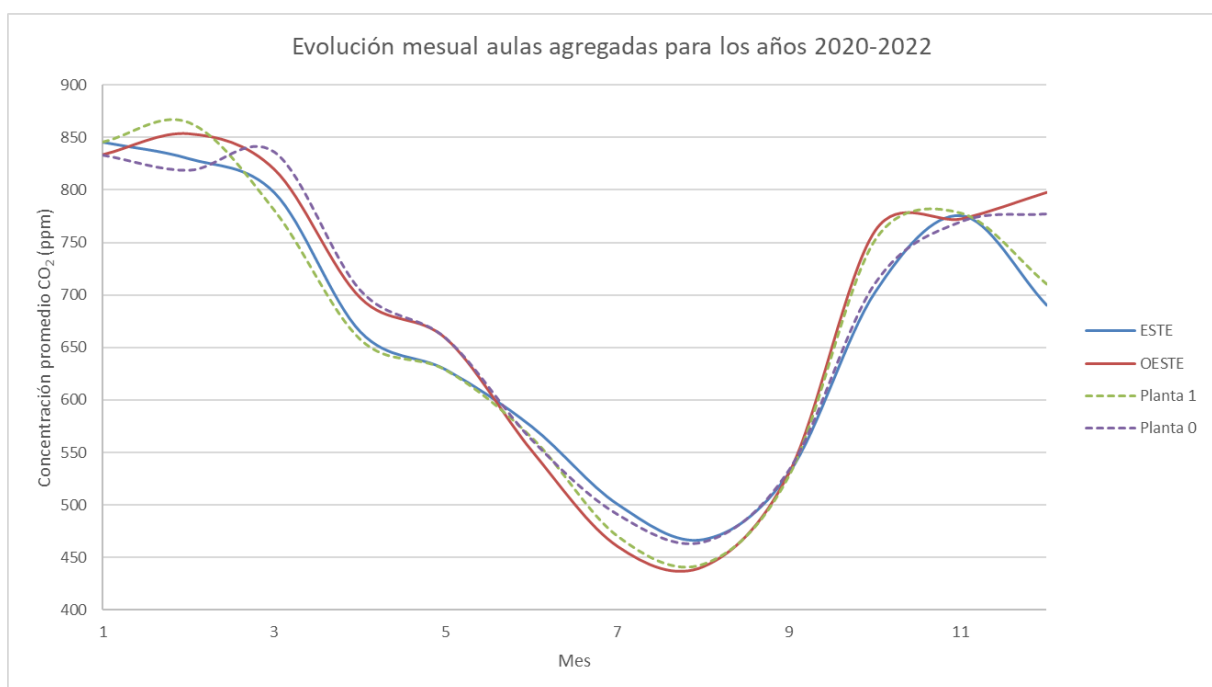


Figura 25. Gráfica de la evolución de los promedios de las concentraciones medias en los distintos meses para las orientaciones este y oeste y para las plantas 0 y 1.

Analizando los valores máximos registrados en las distintas aulas, se puede apreciar cómo las diferencias son más notables, aunque sin un patrón claro. Hay que valorar en este sentido que estos valores están muy influenciados por el comportamiento, en lo que a ventilación se refiere, de la profesora o profesor que se encuentre en cada aula.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

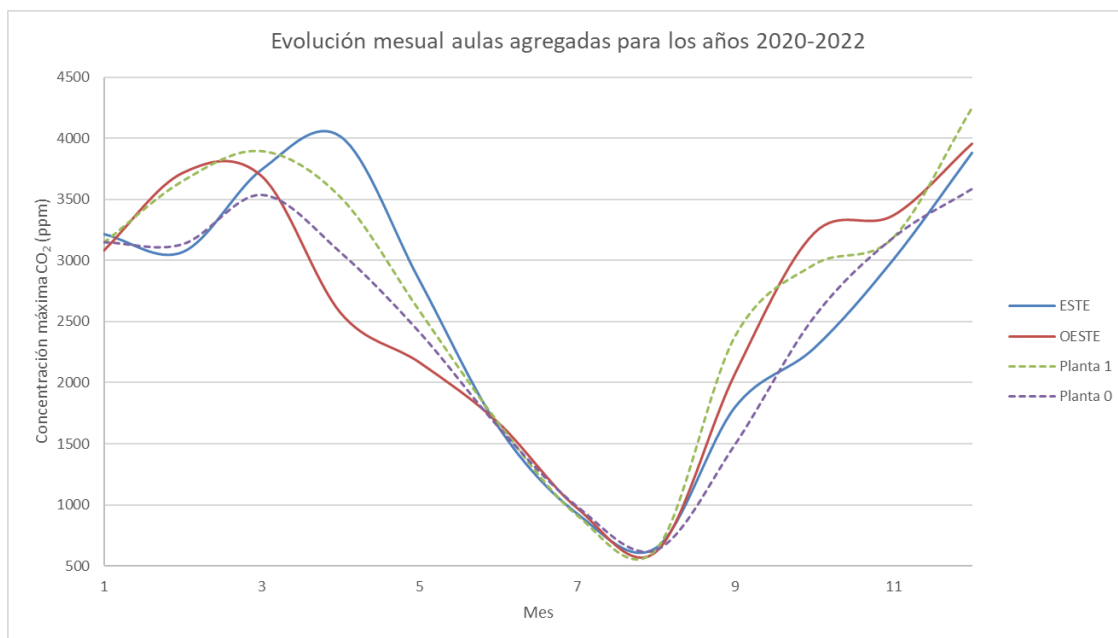


Figura 26. Gráfica de la evolución de los promedios de las concentraciones máximas en los distintos meses para las orientaciones este y oeste y para las plantas 0 y 1.

Como se ha comentado anteriormente, con esta información se dispone de una buena línea de base con la que comparar con los datos que se registren una vez finalizadas las intervenciones.

14.2 Niveles de reducción de ruido procedente del exterior.

Los datos se recogen en las aulas que dan a fachada este, sur y oeste, tanto en planta baja como en planta primera, midiendo un total de seis aulas y la sala polivalente.

El foco de sonido se coloca a una distancia de 9 m de la fachada oeste, 4 m de la fachada sur y 7 m de la fachada este. Estas medidas varían debido al espacio disponible. El altavoz está en intensidad media y con los balances centrados y el volumen del móvil se sube al máximo. Para medir los decibelios de la fuente de sonido, el sonómetro se coloca a una distancia de 1 metro del altavoz. Se emite ruido blanco durante 30 segundos por medición. Por cada aula, se realizan dos mediciones en dos situaciones diferentes: con la ventana abierta y con la ventana cerrada. A su vez, cada medición proporciona dos resultados: los valores pico y medio (dB). El sonómetro se sitúa a un metro de la fachada este, a una altura de un metro.

En este caso, se considera que la principal fuente de ruido es el patio de infantil cuando se usa en los recreos o actividades al exterior y haya clases en el interior. En un patio de colegio se pueden llegar a alcanzar niveles de ruido de 90 dB. Otra fuente de ruido puede ser el tráfico de



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



la calle colindante. Los niveles límite recomendados para tener un confort acústico en el interior de las aulas se establece en 35-40 dB.

La recogida de datos de la situación ex- ante, previo a la instalación de Sbn, se realizó el 19 de julio de 2021. En la siguiente tabla se presentan los datos y resultados obtenidos durante las mediciones de ruido, los valores pico y medio para las aulas 1, 2, 3, 4 y comedor con las ventanas abiertas y cerradas.

Tabla 17. Valores pico y medio (dB) - 19/07/2021

Fachada Oeste				
	Medidas	Valor	Ventana sur abierta	Ventana sur cerrada
Aula 1 (PB)	1	Pico Media	-	Under value
Aula 3 (P1)	1	Pico Media	-	39,2 dB
Comedor (PB)	1	Pico Media	74,2 dB 56 dB	Under value 66,2 dB
Fachada Sur				
	Medidas	Valor	Ventana sur abierta	Ventana sur cerrada
Aula 1 (PB)	2	Pico Media	84,6 dB 71,9 dB	70,2 dB 49,9 dB
Aula 3 (P1)	1	Pico Media	72,4 dB 49,8 dB	Under value 43,8 dB
Fachada Este				
	Medidas	Valor	Ventana sur abierta	Ventana sur cerrada
Aula 2 (PB)	2	Pico Media	70,2 dB 38,5 dB	Under value 38 dB
Aula 4 (P1)	1	Pico Media	74,8 dB 39,3 dB	Under value 38,6 dB
Foco emisión	-	Pico Media	96,1 dB 85,7 dB	

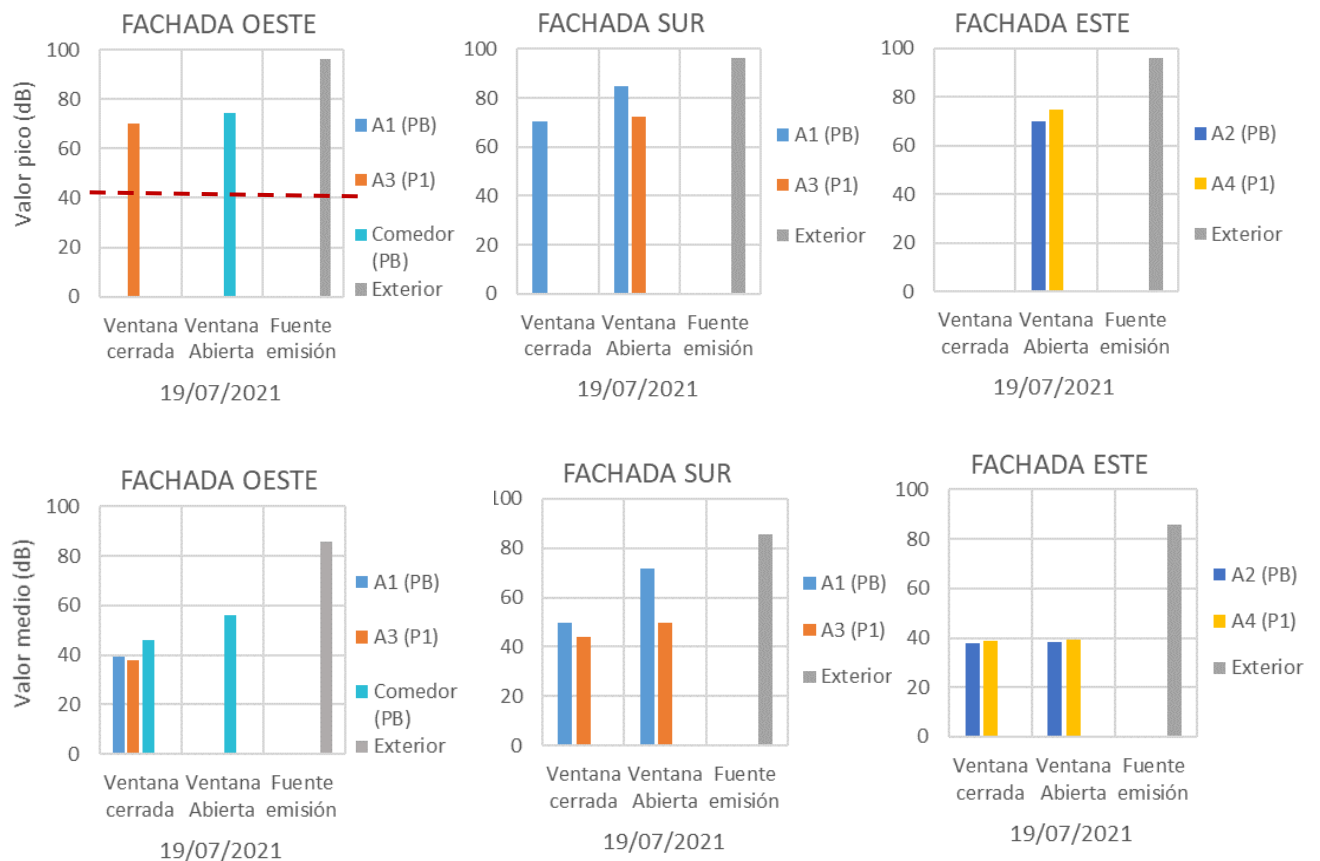


Figura 27. Valores medios y picos de PB y P1 con la ventana abierta/cerrada

Estos valores se compararán con la situación posterior a la implementación de los prototipos de SbN, una vez acaben las obras. Se espera que los niveles de ruido se reduzcan en las aulas afectadas por las soluciones de manera directa.

I4.3 Número de especies bioindicadoras

El cambio en el número de especies bioindicadoras no se podrá comenzar a medir hasta los muestreos de primavera de 2024, ya que el cambio desde la instalación de las SBNs es actualmente inapreciable.

I4.4 Formación en la observación de las especies bioindicadoras de contaminación.

Las profesoras tratan con los alumnos los temas indicados en el Plan de Formación de manera informal, ya que no es algo que esté en el currículum académico, pero que se puede trabajar en el día a día.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 62 de 236

Regeneración urbana

15.1 Medidas de eficiencia energética

A continuación, se detallan las medidas que se han tomado referentes a mejorar la eficiencia energética del colegio.

- Mejora del aislamiento térmico de la envolvente mediante la instalación de cubiertas verdes (256,88 m²).
- Instalación de sistemas de sombreado de la fachada mediante mBiGToldo y mBiGFAC en diferentes fachadas del edificio, cubriendo una superficie total de 103,07 m².

La instalación de cubiertas verdes implica una mejora en la resistencia térmica (m²K/W) de la cubierta que variará según el sistema de cubierta verde empleado. La instalación de sistemas de sombreado disminuyen la radiación absorbida por los huecos de la fachada, minimizando la ganancia de calor interior.

En relación al impacto de las intervenciones en el consumo de energía, en primer lugar, hay que referir al indicador I1.5 consumo de energía para calefacción ya comentado y calculado.

En relación, al impacto de las intervenciones en el consumo eléctrico, se han recopilado los consumos anuales durante los últimos años. En la Tabla 18 se puede apreciar la tendencia general hacía una reducción del consumo global debida a la implantación progresiva de medidas de ahorro y eficiencia energética. Analizando los últimos años se observa una estabilización en el consumo desde 2019, a pesar de la incidencia de la pandemia. Estos valores se utilizarán de referencia durante 2024 y años posteriores para evaluar el impacto de las intervenciones de SbN realizadas en el colegio. Este análisis será realizado por CIMAC dentro de las acciones propuestas en el plan *after-life* propuesto para el proyecto.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Tabla 18. Consumos de electricidad anuales en el colegio de Évora.

ANO	VALOR	KWH
2013	12.008,91 €	75.677
2014	18.881,51 €	78.585
2015	794,93 €	7.106
2016	2.082,85 €	9.336
2017	2.620,53 €	17.788
2018	4.667,49 €	24.123
2019	8.063,93 €	40.973
2020	3.534,53 €	30.259
2021	4.792,16 €	30.588
2022	9.167,25 €	29.807
Total	66.614,09 €	344.242

Como se ha mencionado anteriormente en los indicadores relacionados con el consumo energético, será interesante ver en el futuro el impacto que tienen las medidas analizando las series de consumos en el medio plazo.

I5.2 Aumento de la superficie verde

Las actuaciones del proyecto han tenido un gran impacto en aumentar las superficies verdes del EB1 Horta das Figueiras. Se han considerado nuevas zonas verdes los sistemas de fachada verde mBiGToldo y mBiGFAC, los sistemas de cubierta verde mBiGWTray y nuevas zonas verdes. Los cálculos se ha realizado con la superficie verde total que se espera obtener con el desarrollo completo de la vegetación.

En la tabla siguiente se muestran las superficies verdes implantadas y el total respecto a la situación de la línea base. Actualmente el colegio cuenta con 1726,71 m² de superficie verde, un **31,2%** más respecto a la situación previa.

Tabla 19. Superficies verdes implementadas

(m ²)	Fachada verde	Cubierta verde	Nueva zona verde	Zona verde mejorada	Superficie verde intervención	Superficie verde previa	Superficie verde final	Incremento %
Superficie	103,07	128,44	179	188	410,51	1316,2	1726,71	31,2%



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

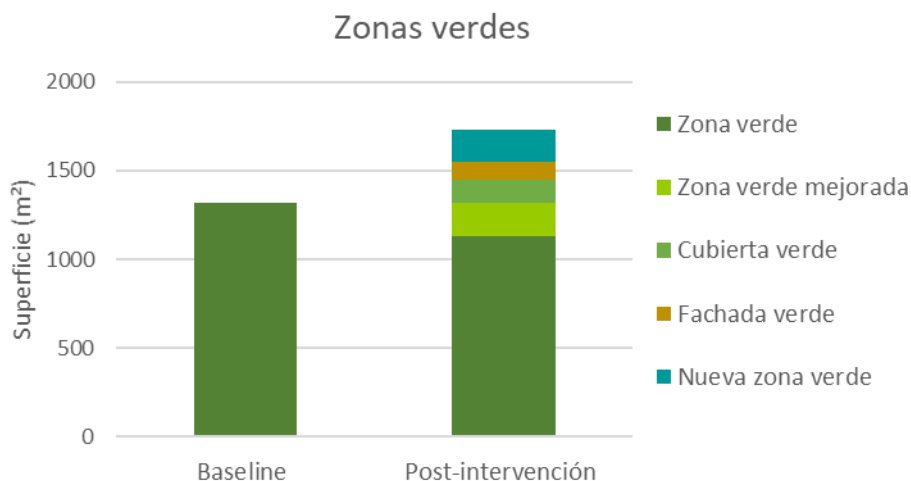


Figura 28. Incremento de las superficies verdes

En la Tabla 20 se compara el porcentaje de superficie verde respecto a la superficie total de la parcela, comparando la situación *ex ante* y *ex post*.

Tabla 20. Porcentaje de superficies verdes

	Sup. Zonas verdes	Superficie total parcela	% Zonas verdes
Ex - ante	1316,2 m ²	4391,40 m ²	32,91 %
Ex - post	1726,71 m ²	4391,40 m ²	39,3 %



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Gobernanza y participación

I6.1 Percepción de los ciudadanos sobre la naturaleza urbana.

Las encuestas fueron realizadas en dos periodos, el primero de ellos previa a la instalación de las SbN, y el segundo de ellos hacia el final del proyecto, en octubre-noviembre de 2023. A continuación, se presentan los resultados y la comparativa entre los dos periodos considerados.

Adultos

1. Perfil de las personas encuestadas.

La edad mayoritaria de las personas encuestadas se encuentra en torno a los 40 años, con oscilaciones entre los rangos de 26-40 y 40-55 entre los dos periodos estudiados. Por otro lado, la mayor parte de los encuestados guardan relación con el centro.

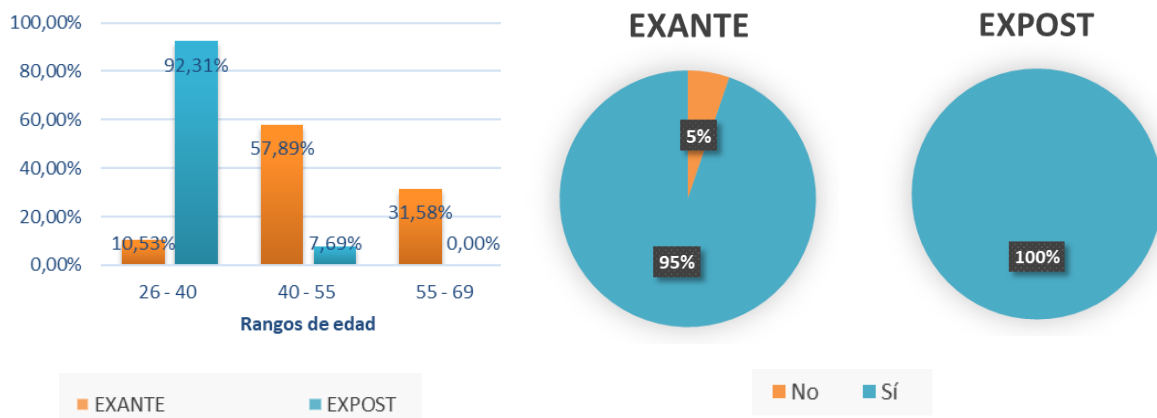
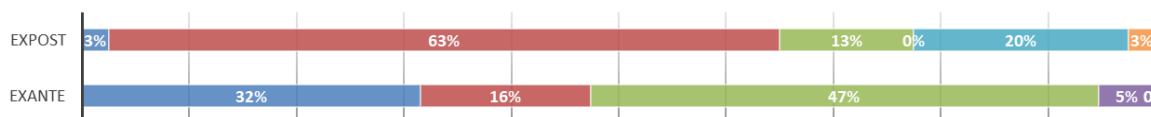


Figura 29. Évora: Rango de edad de las personas encuestadas (izquierda) y relación con el centro

Las personas que respondieron a la encuesta en el momento *exante* fueron profesores y profesoras y otros empleados/as de la escuela, mientras que para el periodo *expost*, el grupo mayoritario fueron los padres/madres o tutores.





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 66 de 236

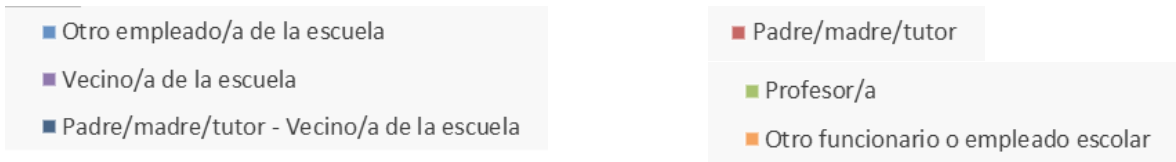


Figura 30. Évora: Perfiles de las personas encuestadas en cuanto a su relación con el centro.

Por otro lado, el lugar de residencia de las personas entrevistadas es mayoritariamente Évora.

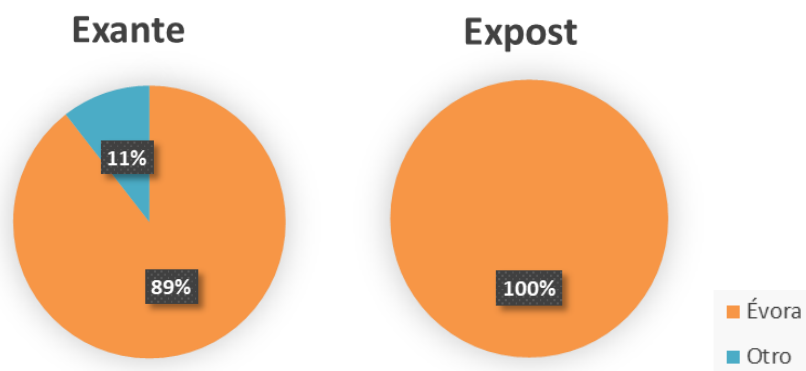


Figura 31. Évora: Lugar de residencia.

En cuanto a la ocupación, todas las personas entrevistadas tanto ex- ante como ex post son trabajadores/as, y más de la mitad de ellos tiene estudios universitarios. La situación es bastante similar en los dos momentos evaluados.

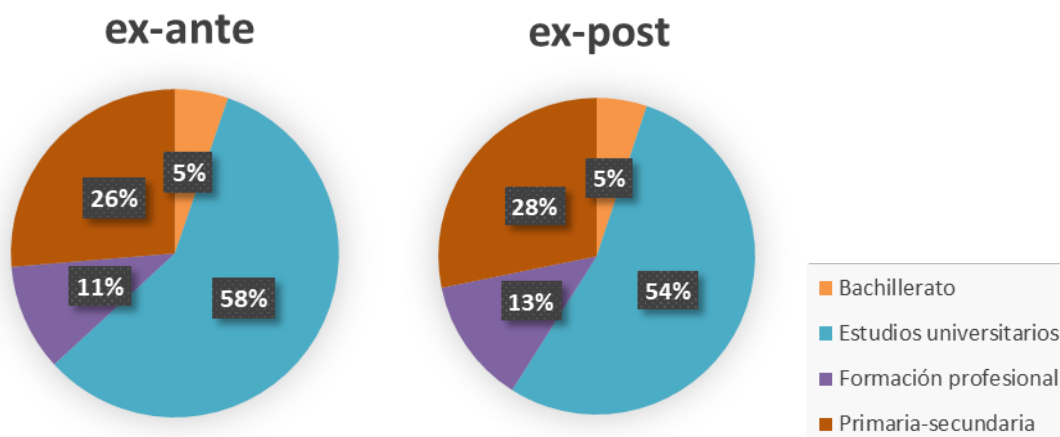


Figura 32. Évora: Nivel de estudios.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

2. Conocimiento del proyecto

Al inicio del proyecto $\frac{3}{4}$ partes de las personas encuestadas conocían ya el proyecto, mientras que en las encuestas realizadas al final, este porcentaje se incrementa hasta el 95%. De ellos, la mayor parte conoció el proyecto a través de la escuela, bien en conversaciones o en acciones desarrolladas por esta. En el segundo periodo se observa cómo otras opciones de información con los paneles informativos, redes sociales, noticias y otros medios contribuyen también a la difusión del proyecto.

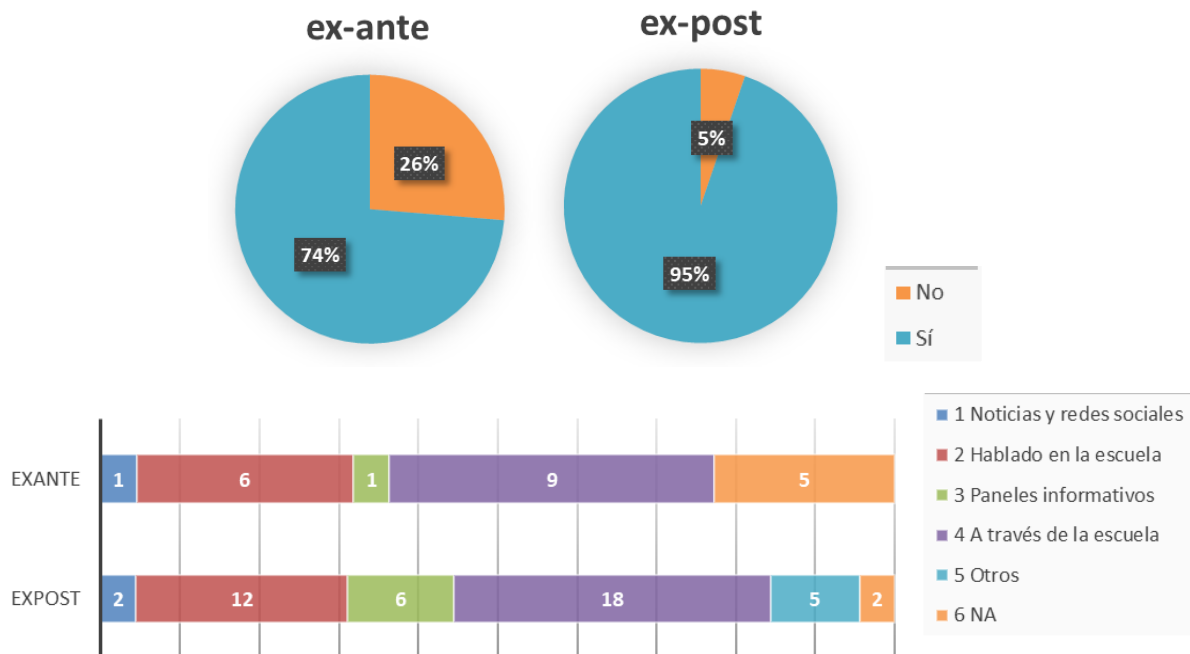


Figura 33. Évora: Evaluación del conocimiento (arriba) y vías de acceso al mismo (abajo).

Se pidió a las personas encuestadas que valoraran el proyecto en cuanto a su interés en conocerlo y cómo valora la utilidad de la iniciativa. En general, se observa un grado de interés medio-alto en el proyecto y en la valoración de su utilidad, ya que no se han registrado respuestas con una valoración 1-3. Por otro lado, el grado de interés aumentó desde el inicio del proyecto al final, pasando de un valor medio de 4.21 a 4.24, al igual que la valoración de su utilidad que pasa de una valoración media de 4.10 a 4.53.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

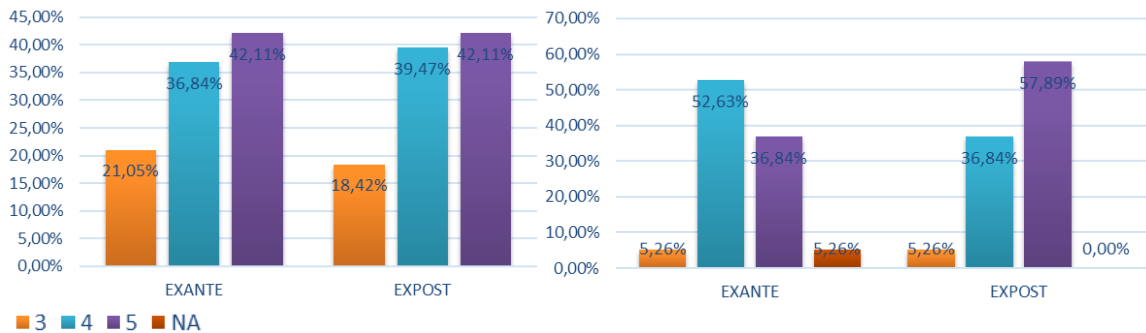


Figura 34. Évora: Grado de interés en el proyecto (izquierda) y valoración del grado de utilidad (derecha).

Además, la mayor parte de las personas encuestadas, apoyarían iniciativas similares en un 84% (etapa inicial del proyecto) valor que aumenta hasta un 87% (final del proyecto).

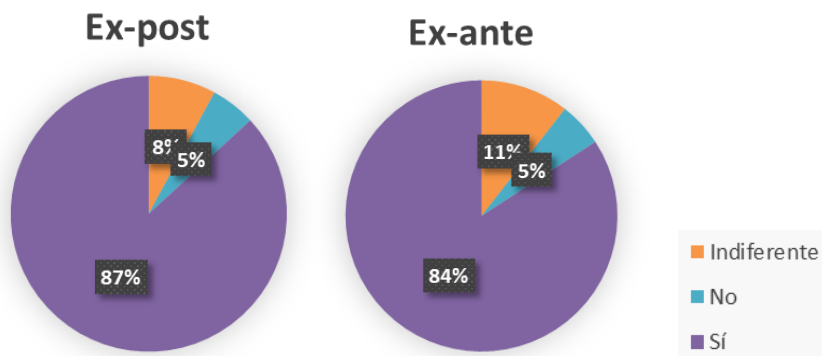


Figura 35. Évora: ¿Apoyaría iniciativas similares?.

3. Conocimiento e interés en las SbN

Las personas encuestadas valoraron su grado de conocimiento de las SbN en una escala de 1 a 5, resultando que tenían un conocimiento medio, pasando de un valor promedio de 3.21 a un 3.36 desde el inicio hasta el final del proyecto. Además, en general las personas encuestadas piensan que es un conjunto de productos o servicios.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

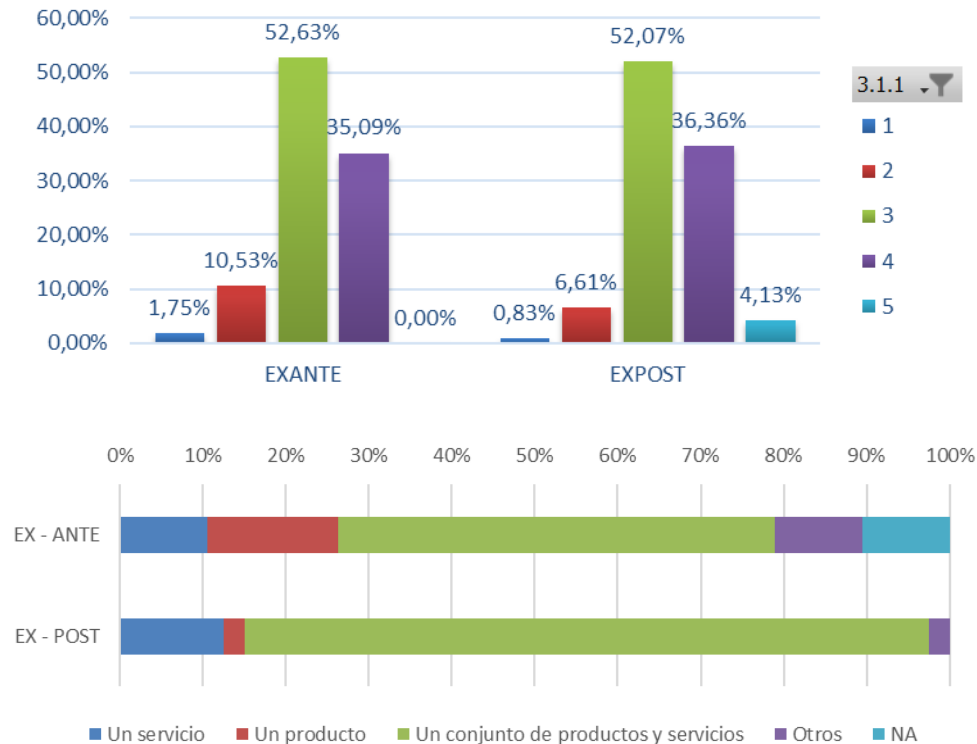


Figura 36. Évora: Grado de conocimiento de las Sbn (arriba) y su clasificación según las personas encuestadas (abajo).

Las personas encuestadas valoraron su grado de conocimiento de las Sbn en una escala de 1 a 5, resultando que tenían un conocimiento medio, pasando de un valor promedio de 3.21 a un 3.36 desde el inicio hasta el final del proyecto. Además, en general las personas encuestadas piensan que es un conjunto de productos o servicios.

Ya en concreto, con respecto a las Sbn planteadas en el colegio, se preguntó acerca del grado de conocimiento que tienen de cada una de ellas. La Sbn que resultó más familiar para las personas encuestadas fueron las soluciones de arbolado. El resto de soluciones fueron valoradas como menos conocidas, pero en la encuesta realizada tras las intervenciones, el grado de conocimiento aumentó en todas ellas.





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

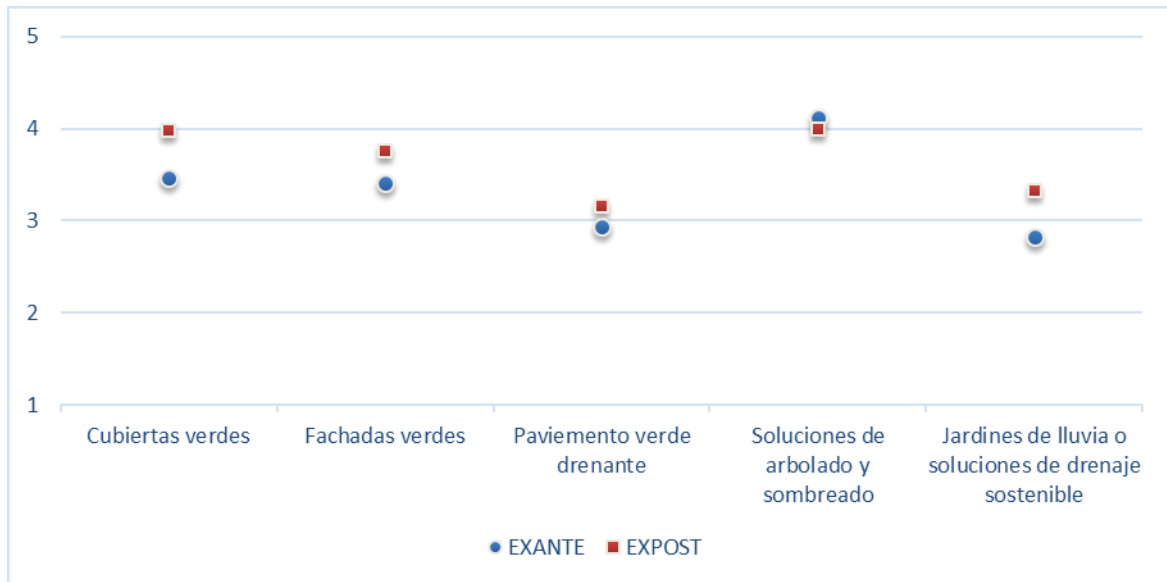


Figura 37. Évora: Valoración del grado de conocimiento de las SbN planteadas.

En cuanto al interés en las SbN, las soluciones de arbolado y cubiertas verdes son las que les resultaron más interesantes, si bien el grado de interés en todas las SbN aumentó tras la ejecución del proyecto.

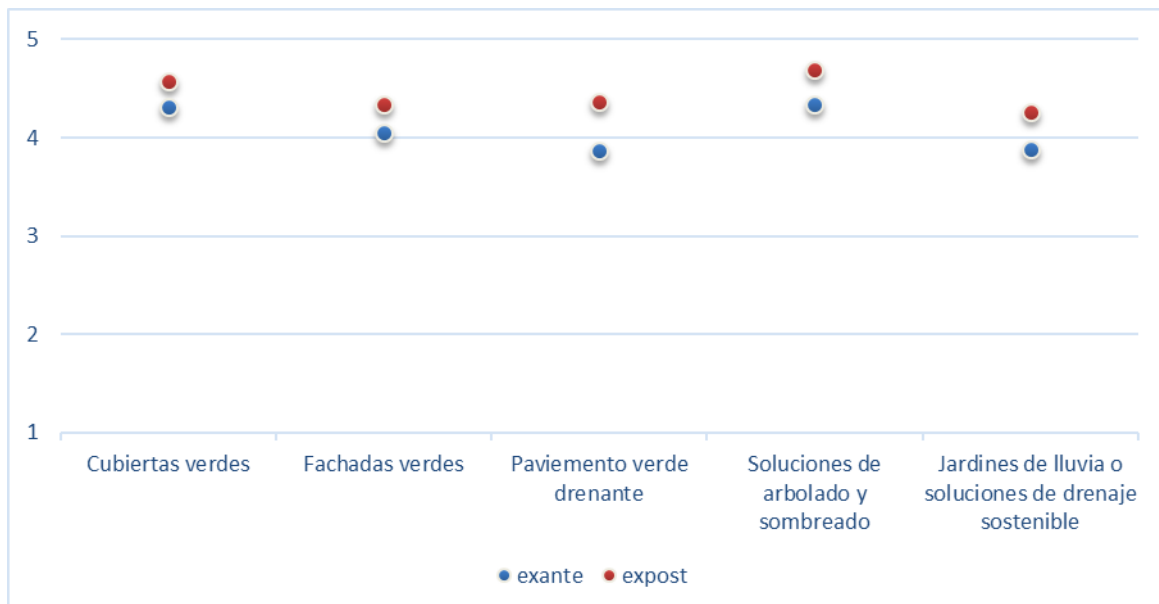


Figura 38. Évora: Valoración del grado de interés de las SbN planteadas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 71 de 236

También se preguntó acerca del grado de interés en participar en el diseño o implantación de las SbN. Las personas mostraron un mayor interés en aportar ideas y en el cuidado y mantenimiento, si bien la valoración disminuyó tras la instalación de las SbN.

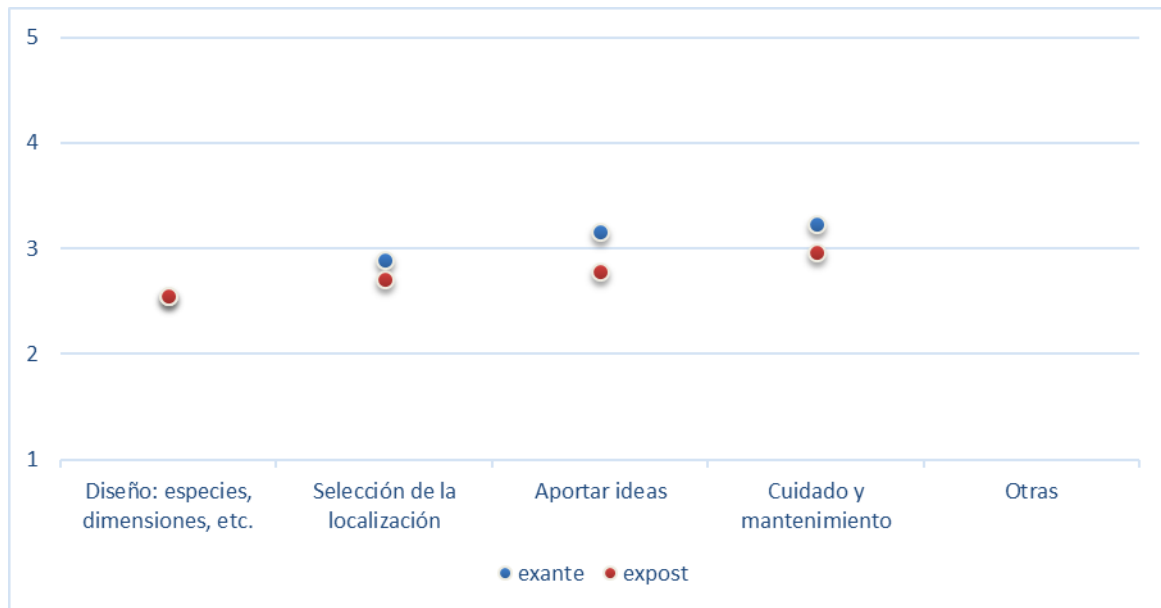


Figura 39. Évora: Interés en participar en el diseño o implantación de las SbN.

El rol que les gustaría tener a los encuestados es principalmente de voluntario/a, aunque varía entre el antes y el después. El porcentaje se reduce de un 71% a un 42%, ya que en la fase *ex post* hay un buen número de personas encuestadas que se decantan por la opción de dar a conocer las SbN a los demás.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

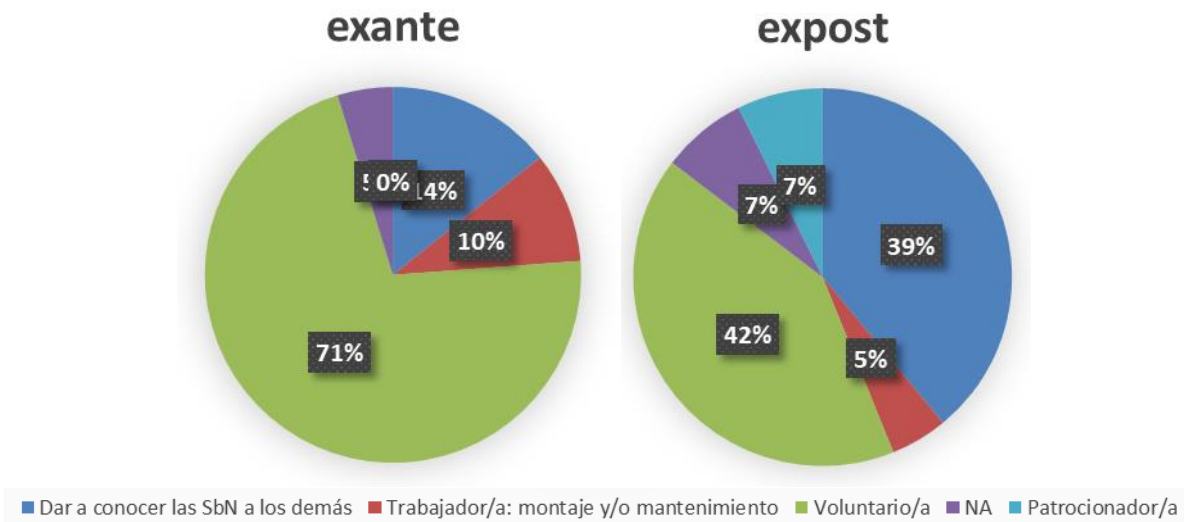


Figura 40. Évora: Interés en participar en el diseño o implantación de las Sbn.

Preguntados por el beneficio que esperan conseguir, las personas encuestadas pasan de no saber qué beneficio esperan (*ex ante*) a decantarse por dos beneficios principales: Beneficio ecológico, por ejemplo, aire limpio, sombra o confort térmico, etc., y Mejora de los valores ecológicos en la educación.

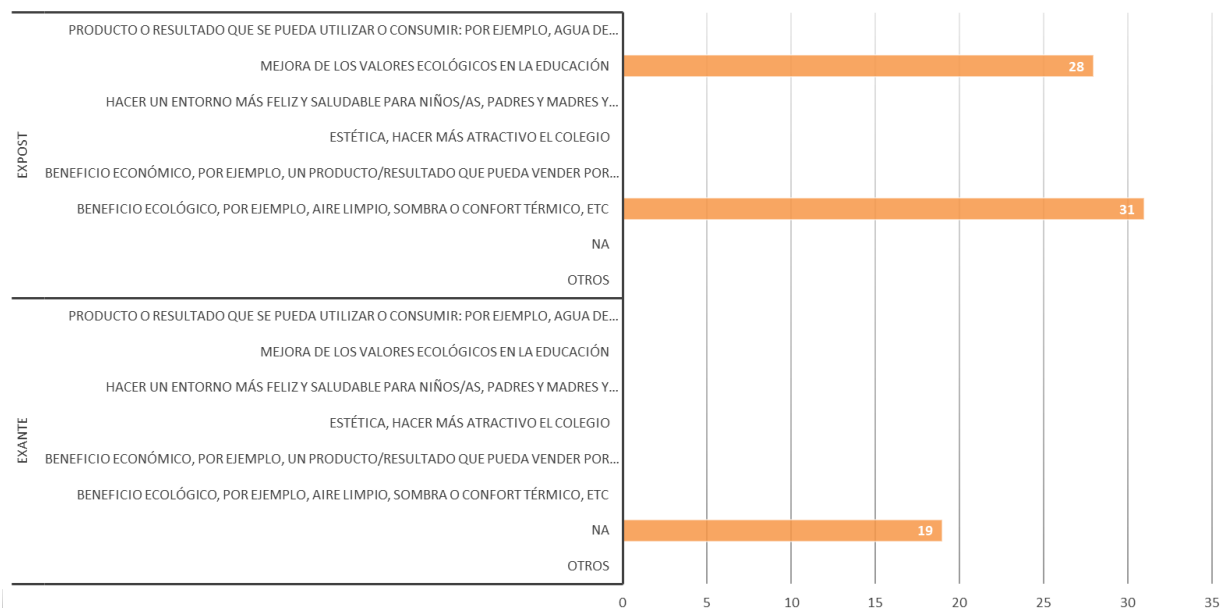


Figura 41. Évora: Beneficio esperado de la implantación de las Sbn.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Preguntados acerca de quién debería llevar la iniciativa en las SbN, mayoritariamente las personas encuestadas opinaron que la administración local y pública en el escenario *exante*, si bien en el escenario *expost* la administración local cede protagonismo a los ciudadanos y comunidades locales.

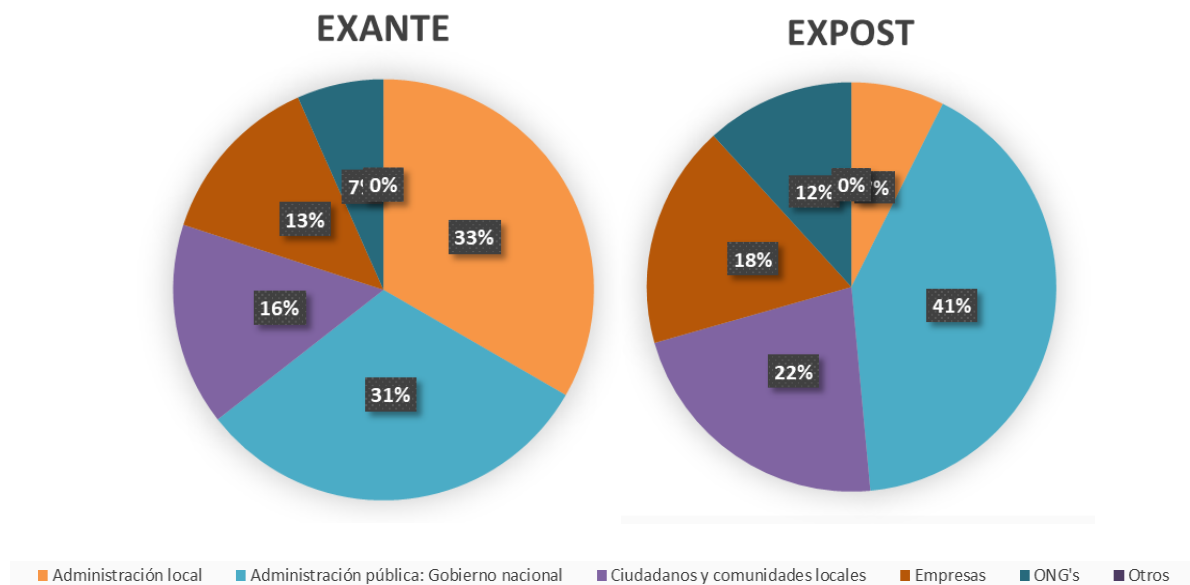


Figura 42. Évora: Entidades que deben iniciar las SbN.

En cuanto a la financiación de las SbN, las personas encuestadas opinan que la financiación debe ser privada, si bien en la encuesta *expost*, la opinión se decanta ligeramente hacia la financiación pública.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

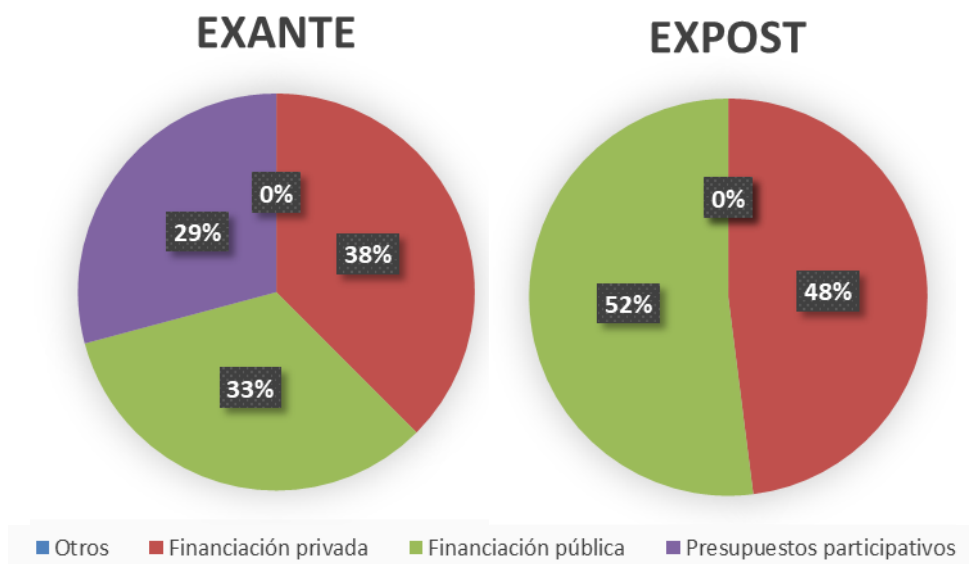


Figura 43. Évora: Cómo deberían financiarse las Sbn.

En cuanto a la opinión con respecto a qué perfiles creen las personas encuestadas que son necesarios para el diseño de las Sbn para colegios, Arquitectos/as e ingenieros/as son los más valorados para esta tarea, mientras que ciudadanos/as y Asociaciones y ONG's se valoran menos. La valoración de casi todos los roles baja durante la evaluación *expost*, excepto para asociaciones y ONGs, e Instituciones de investigación.

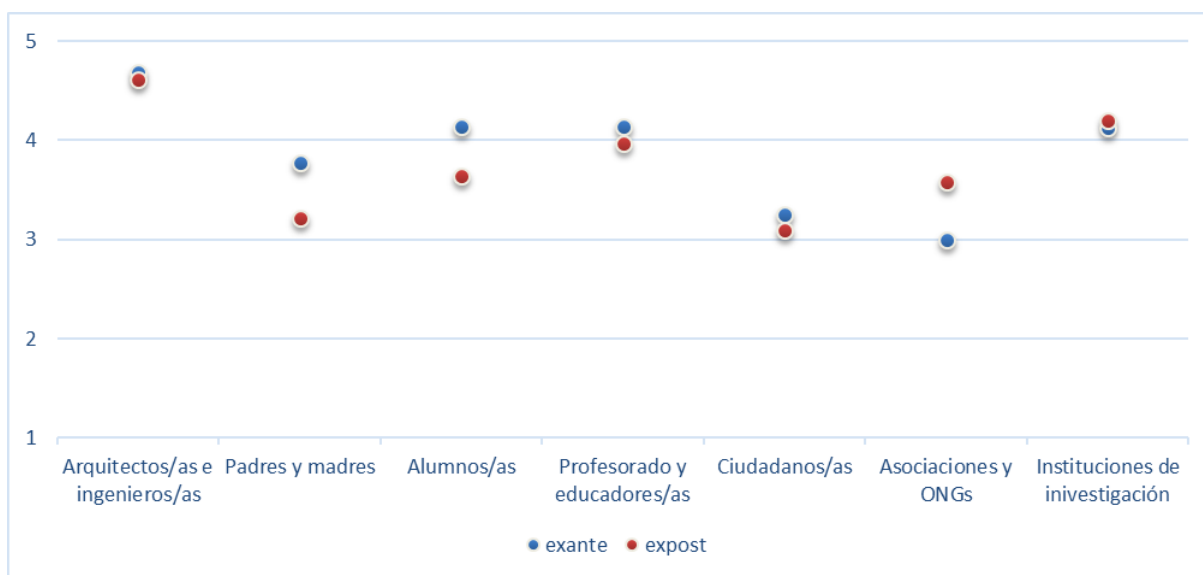


Figura 44. Évora: Perfiles que son necesarios en el diseño de las Sbn.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Se facilitó a las personas encuestadas una lista de entidades y perfiles, y se les pidió que valoraran de 1 a 5 cómo creen que deberían estar implicados en la implantación de SbN. En este sentido, les otorgaron una mayor puntuación a los organismos públicos y un menor papel a empresas y PYMES, si bien esta valoración aumentó en la encuesta *expost*.

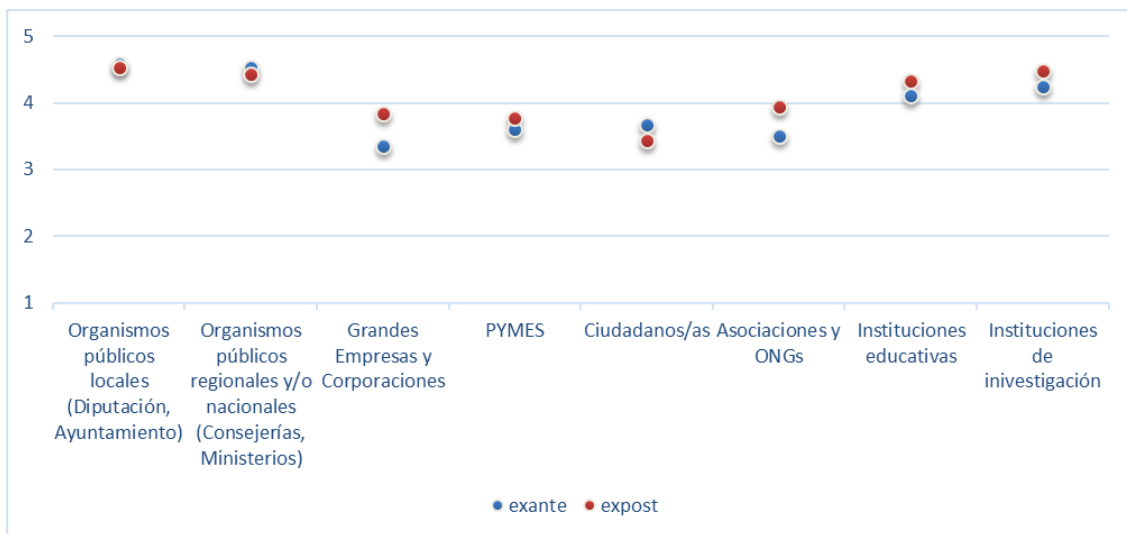


Figura 45. Évora: Cómo deberían implicarse distintos perfiles en la implantación de las SbN.

Similar pregunta, pero enfocada a la financiación de las SbN, con resultados similares, con un papel más relevante por parte de los organismos públicos.

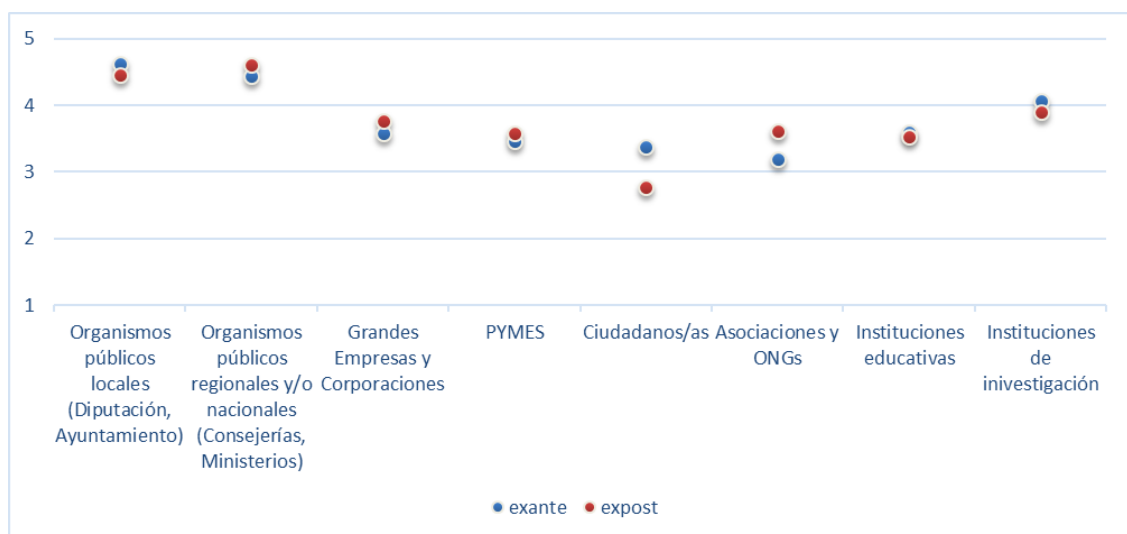


Figura 46. Évora: Cómo deberían implicarse distintos perfiles en la financiación de las SbN.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ

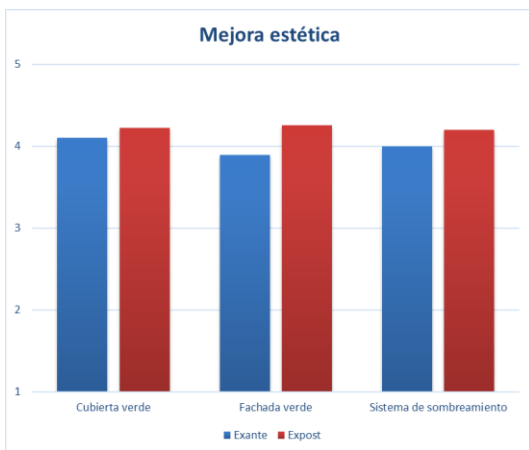


Porto.



4. Conocimiento de los servicios ecosistémicos

Finalmente, se pidió a los encuestados los servicios ecosistémicos que creen que proveen cada una de las SbN instaladas en el colegio. A continuación, se muestran los resultados por servicio ecosistémico.

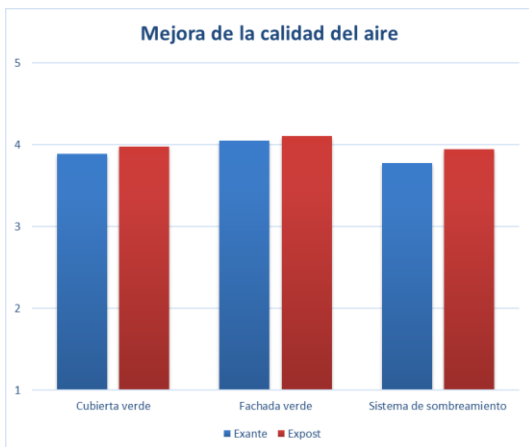


Servicio ecosistémico: Mejora estética

Los valores medios se mantienen próximos a 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La cubierta verde es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y la fachada verde en el *expost*.

La fachada verde es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y el sistema de sombreado en el *expost*.

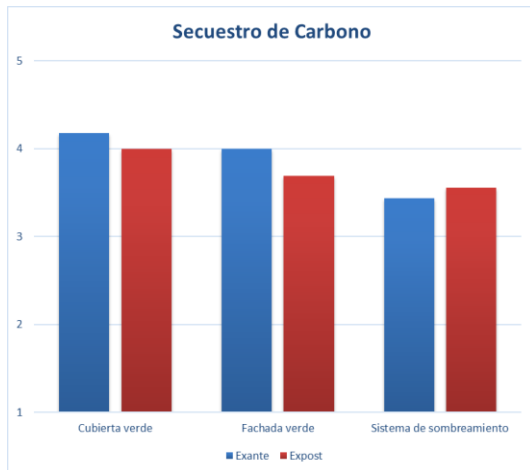


Servicio ecosistémico: Mejora de la calidad del aire

Los valores medios se mantienen próximos a 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La fachada verde es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

El sistema de sombreado es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*

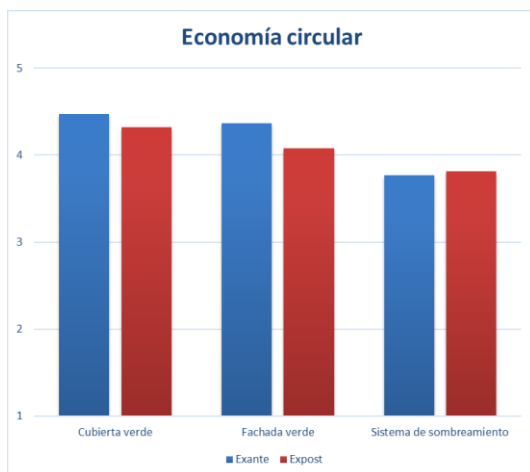


Servicio ecosistémico: Secuestro de carbono

Los valores medios se mantienen entre 3 y 4 y su valoración disminuye en la segunda encuesta.

La cubierta verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*.

El sistema de sombreado es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*

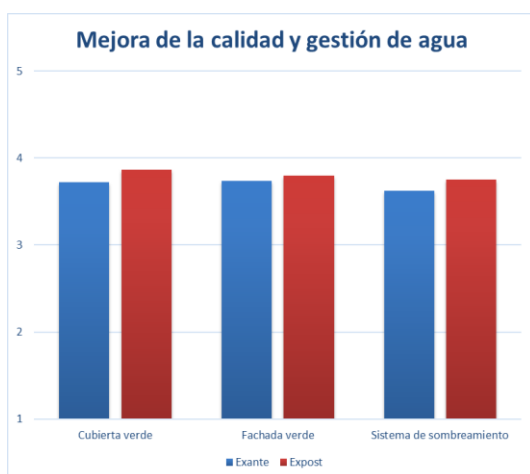


Servicio ecosistémico: Economía circular

Los valores medios se mantienen alrededor de 4 y su valoración disminuye en la segunda encuesta.

La cubierta verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*.

El sistema de sombreado es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*



Servicio ecosistémico: Mejora de la calidad y la gestión del agua

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La fachada verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, y la cubierta verde en el *ex post*.

El sistema de sombreado es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*

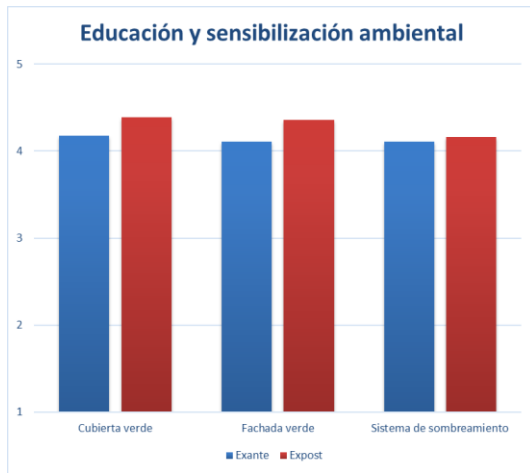


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 78 de 236

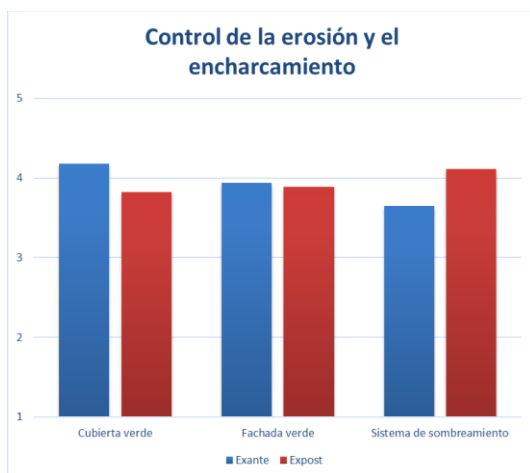


Servicio ecosistémico: Educación y sensibilización ambiental.

Los valores medios se mantienen por encima de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La cubierta verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

El sistema de sombreadamiento es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.



Servicio ecosistémico: Control de la erosión y el encharcamiento.

Los valores medios se mantienen entre 3 y 4 y su valoración disminuye en la segunda encuesta, salvo para el sistema de sombreadamiento que incrementa visiblemente su percepción.

La cubierta verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y el sistema de sombreadamiento en el *expost*.

El sistema de sombreadamiento es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y la cubierta verde en el *expost*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



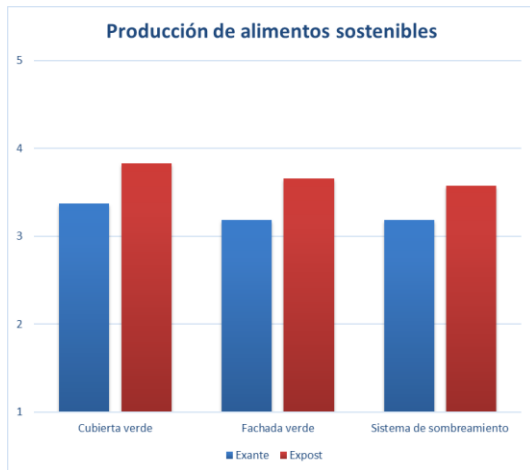


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 79 de 236

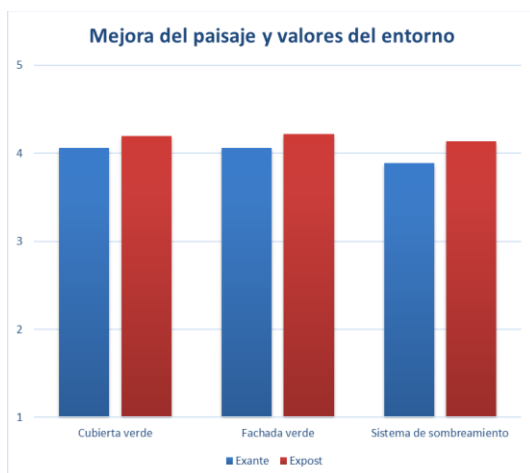


Servicio ecosistémico: Producción de alimentos sostenibles

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La cubierta verde es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

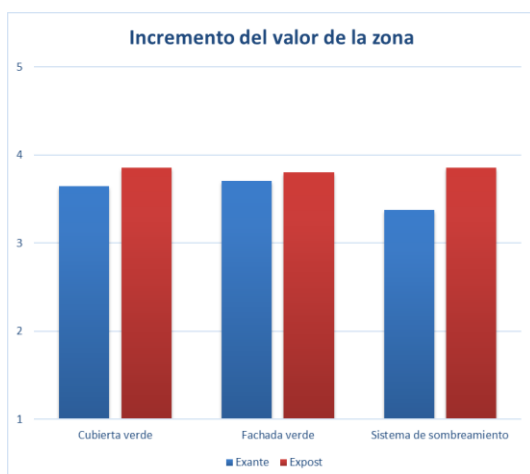
El sistema de sombreadimiento es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.



Servicio ecosistémico: Mejora del paisaje y valores del entorno.

Los valores medios se mantienen por encima de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La valoración de las 3 SbN es similar, aunque es más baja la valoración *exante* del sistema de sombreadimiento, no así en el *expost*.



Servicio ecosistémico: Incremento del valor de la zona.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La fachada verde es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y la más baja es el sistema de sombreadimiento. La valoración de todas ellas aumenta en el *expost* hacia valores muy similares entre sí, siendo mayor el sombreadimiento.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO

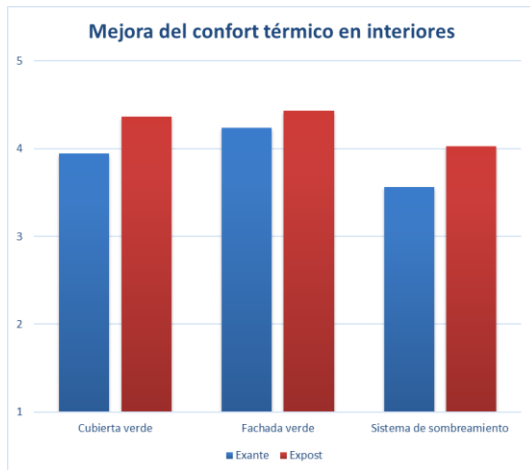


Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



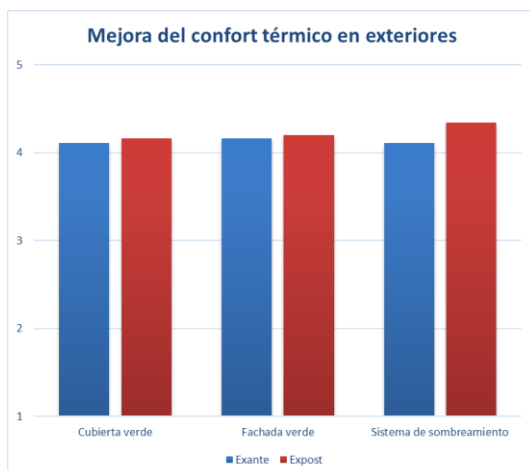


Servicio ecosistémico: Mejora del confort térmico en interiores.

Los valores medios se mantienen alrededor de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La fachada verde es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

El sistema de sombreado es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*, pero la diferencia entre ambos momentos muestra un gran incremento.

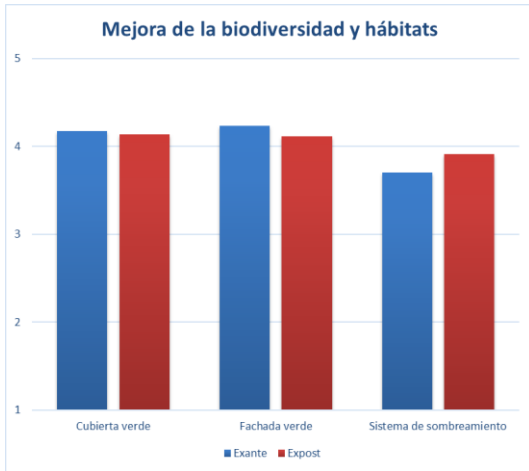


Servicio ecosistémico: Mejora del confort térmico en exteriores.

Los valores medios se mantienen por encima de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La fachada verde es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y el sistema de sombreado en el *expost*.

El sistema de sombreado es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y la cubierta verde en el *expost*.

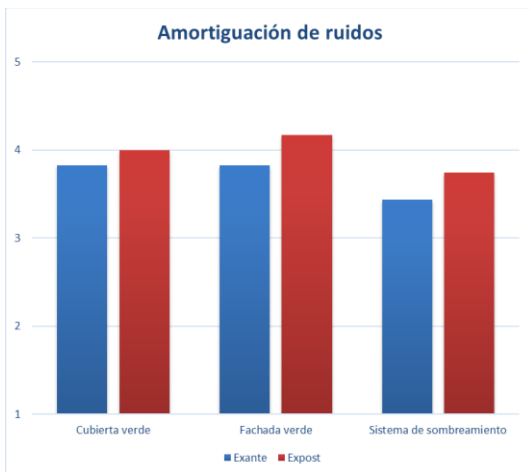


Servicio ecosistémico: Mejora de la biodiversidad y hábitats.

Los valores medios se mantienen entre 3 y 4 y su valoración disminuye en la segunda encuesta salvo en el caso del sombreadimiento.

La fachada verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y la cubierta verde en el *expost*.

El sistema de sombreadimiento es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

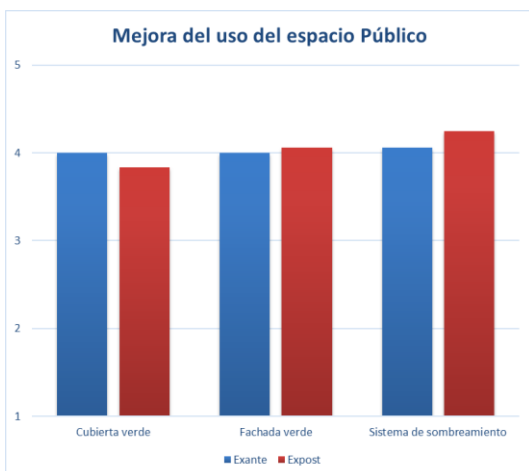


Servicio ecosistémico: Amortiguación de ruidos.

Los valores medios se mantienen entre 3 y 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La fachada verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

El sistema de sombreadimiento es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.



Servicio ecosistémico: Mejora del uso del espacio público.

Los valores medios se mantienen alrededor de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta salvo en el caso de la cubierta verde.

El sistema de sombreadimiento es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

La cubierta verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

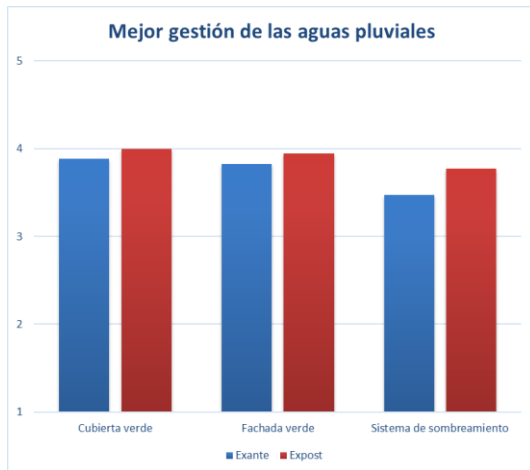


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 82 de 236

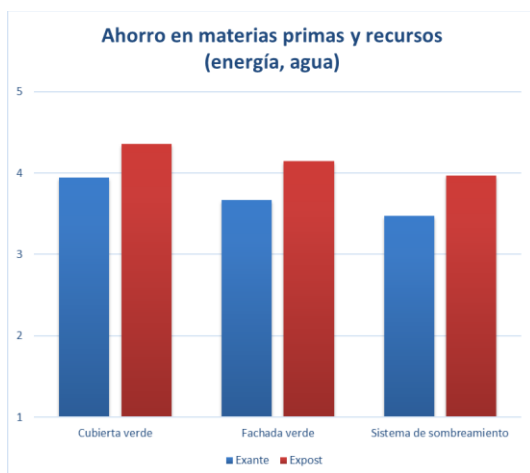


Servicio ecosistémico: Mejor gestión de las aguas pluviales.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La cubierta verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

El sistema de sombreado es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

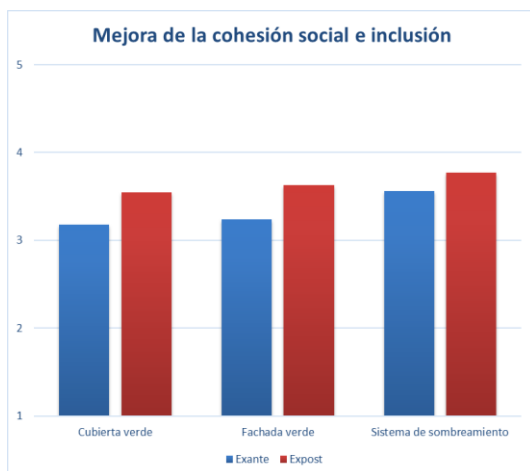


Servicio ecosistémico: Ahorro en materias primas y recursos.

Los valores medios se mantienen entre 3 y 4 y su valoración disminuye en la segunda encuesta.

La cubierta verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

El sistema de sombreado es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.



Servicio ecosistémico: Mejora de la cohesión social e inclusión.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

El sistema de sombreado es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

La cubierta verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



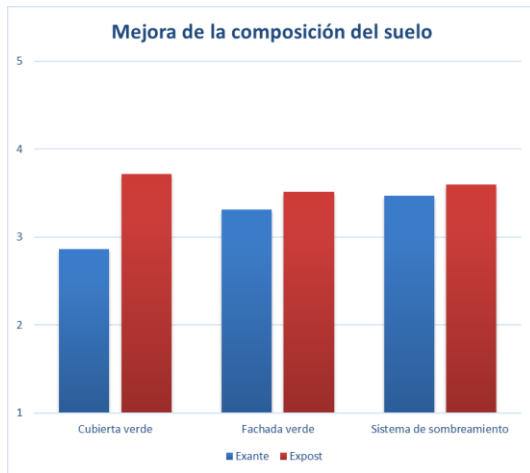
Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

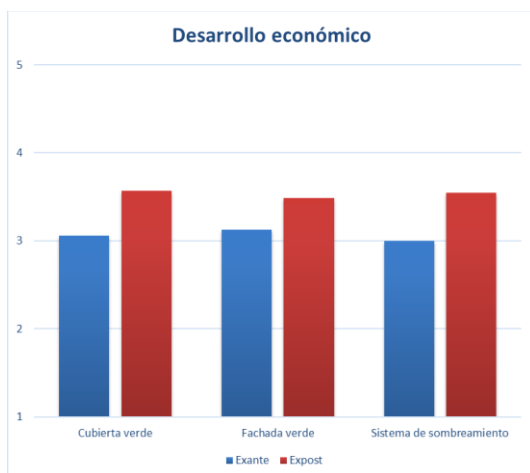


Servicio ecosistémico: Mejora de la composición del suelo.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

El sistema de sombreadimiento es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y la cubierta verde en el *expost*.

La cubierta verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y la fachada verde en el *expost*.

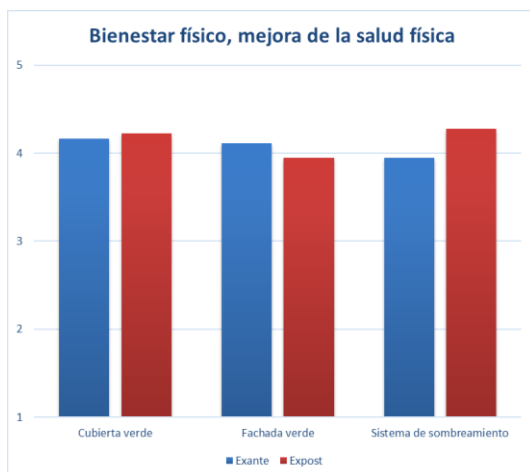


Servicio ecosistémico: Desarrollo económico

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y más próximos a 3 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La fachada verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y la cubierta verde en el *expost*.

El sistema de sombreadimiento es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.



Servicio ecosistémico: Bienestar físico, mejora de la salud física.

Los valores medios se mantienen por encima de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta, salvo en el caso del sombreadimiento.

La cubierta verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y el sistema de sombreadimiento en el *expost*.

El sistema de sombreadimiento es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y la fachada verde en el *expost*.

Figura 47. Évora: Percepción de los Servicios Ecosistémicos provistos por cada Sbn



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Niños

1. Perfil de las personas encuestadas.

La mayoría del alumnado encuestado se encuentra entre los 7-9 años de edad, y pertenecen al mismo colegio. Además, más del 95% de los encuestados residen en Évora. La mayoría del alumnado pertenece a los cursos 3º-4º de primaria

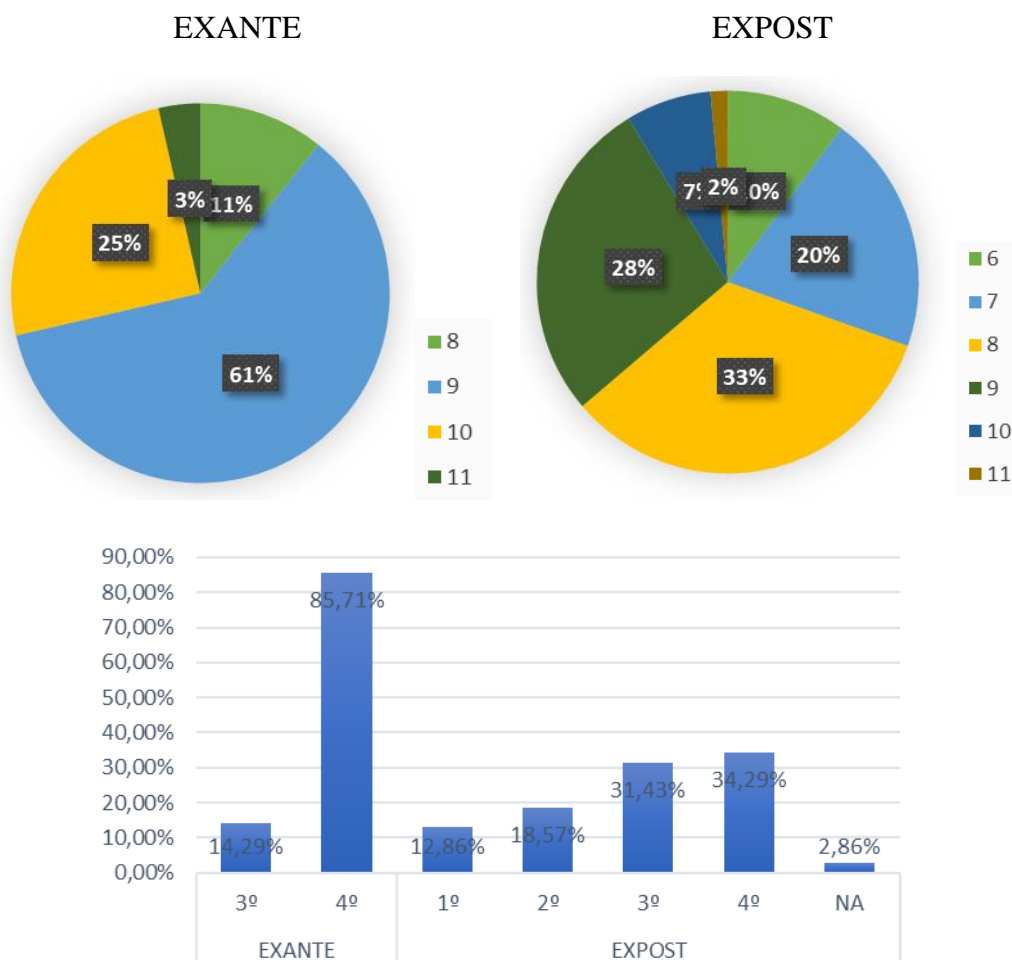


Figura 48. Évora: perfil del alumnado encuestado. Edades (arriba), cursos (abajo).



2. Conocimiento del proyecto

La mayoría del alumnado encuestado conocía el proyecto previamente y se lo habían contado en el colegio. Además, a la mayoría de ellos les gusta el proyecto.

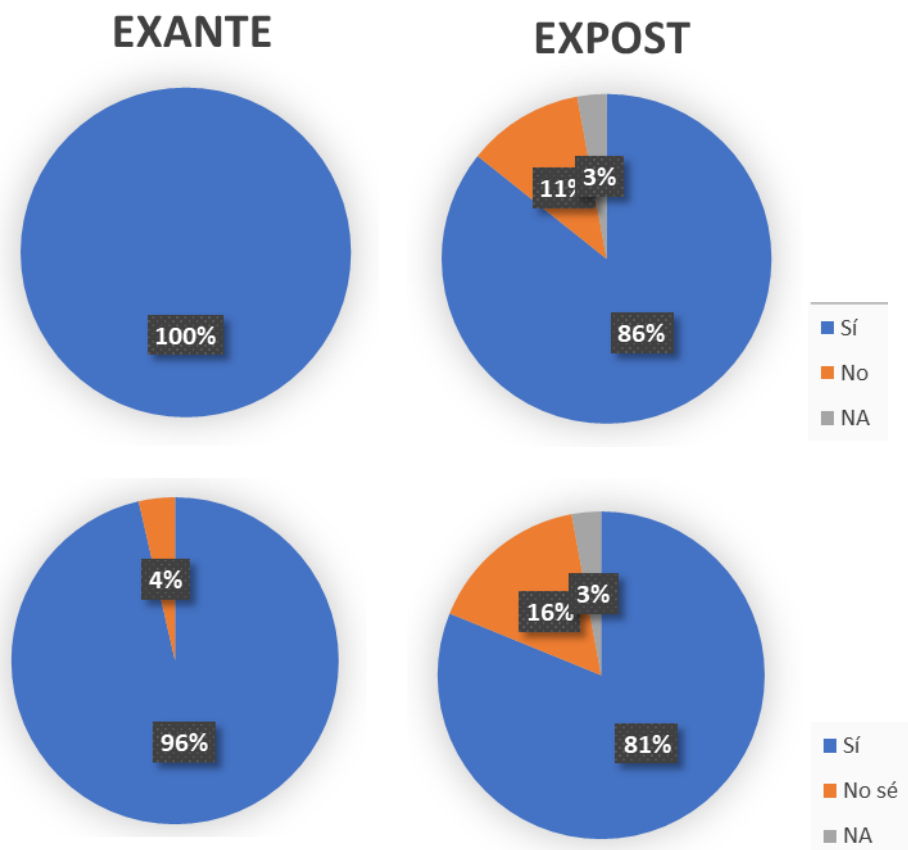


Figura 49. Évora: Conocimiento del proyecto por parte del alumnado (arriba) y respuestas acerca de si les gusta el proyecto (abajo).

Cuando se les pregunta acerca de qué creen que trata el proyecto, las respuestas son diversas. Se muestran en la siguiente tabla, haciendo referencia a la temáticas de las respuestas recibidas. Como puede verse, los alumnos conocen al inicio la temática del proyecto de manera general, y de manera más detallada en la segunda ronda de encuestas.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 86 de 236

Tabla 21. Respuestas obtenidas acerca de qué temática cree el alumnado que tiene el proyecto

EXANTE	EXPOST
<p><u>Ecología y Sostenibilidad:</u></p> <p>Hacer la escuela más ecológica, más verde, respetuosa con el medio ambiente.</p> <p><u>Zonas Verdes y Naturaleza:</u></p> <p>Crear más zonas verdes, poner más plantas en la escuela y hierba en el campo, zonas más sombreadas y otras acciones.</p> <p><u>Infraestructura y Protección:</u></p> <p>Mejorar la escuela y proteger de la lluvia, construcción en general.</p> <p>Un proyecto ecológico.</p>	<p><u>Sustitución de Aires Acondicionados y Edificios Ecológicos:</u></p> <p>Edificios más ecológicos, sustitución de aire acondicionado, refrescar la escuela con plantas.</p> <p><u>Beneficios de las Plantas para la Temperatura:</u></p> <p>Introducir plantas en la escuela. Para que la escuela sea más ecológica y las plantas ayuden a mantenerla fresca en verano y caliente en invierno. Espacio exterior más verde.</p> <p><u>Mejora del Ambiente Escolar:</u></p> <p>Para mejorar la escuela. Consiste en poner soluciones térmicas amigables con el medio ambiente. Uso de la naturaleza para climatizar los edificios y aumentar las áreas verdes.</p> <p><u>Proyecto de Espacios Verdes:</u></p> <p>Cubiertas y fachadas con plantas. Espacio exterior más verde. Una escuela más fresca y mejor para el ambiente. Consiste en poner soluciones térmicas amigables con el medio ambiente. Recalificación de los espacios escolares y sociales.</p>

3. Percepción de las zonas interiores y exteriores del colegio

Preguntando al alumnado sobre las zonas verdes existentes en su colegio, la mayoría opina que hay zonas verdes en su colegio, pero son pocas, pero a la mayoría les gustaría tener más.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



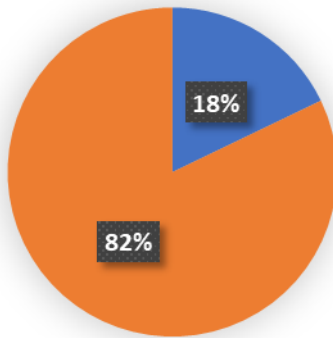
DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



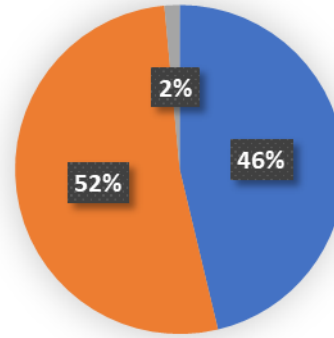
Porto.



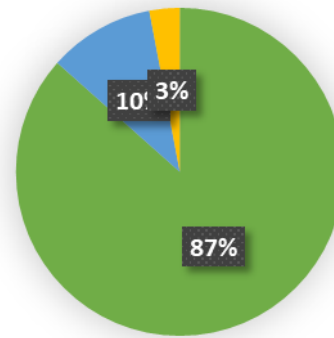
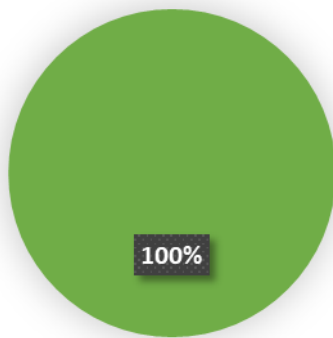
EXANTE



EXPOST



■ Sí, hay muchas zonas verdes en la escuela. ■ Sí, pero hay pocas zonas verdes ■ No, no hay zonas verdes



■ Sí, me gustaría mucho ■ Me da igual ■ No, es suficiente

Figura 50. Évora: Percepción de la cantidad de zonas verdes en el colegio (arriba) y respuestas acerca de si les gustaría que hubiera más (abajo).

Se preguntó al alumnado acerca de cuál es la zona del patio que más les gusta, y en general son las zonas relacionadas con juegos (campo de fútbol, de juegos, etc.). En la segunda ronda de encuesta, las respuestas fueron más diversas, y en bastantes de ellas indicaban la preferencia por zonas de sombra. Algunas respuestas negativas se corresponden con zonas afectadas con las obras durante la evaluación *expost*.



Tabla 22. Évora: Respuestas obtenidas acerca de qué les gusta más de su patio y lo que menos (Exante)

Lo que más les gusta	Lo que menos
<p><i>Zonas de Juego: Campo de fútbol/de juego</i></p> <p><i>Ubicaciones Específicas: Entrada, patio trasero.</i></p> <p><i>Zona de Sombra</i></p>	<p><i>Elementos Específicos:</i></p> <p><i>Arenero, zona de arbustos (tienen “picos”).</i></p> <p><i>Campo de futbol/juegos</i></p> <p><i>Parte delantera, frontal o trasera.</i></p>

Tabla 23. Évora: Respuestas obtenidas acerca de qué les gusta más de su patio y lo que menos (Expost)

Lo que más les gusta	Lo que menos
<p><i><u>Zonas Específicas:</u></i></p> <p><i>El arenero; Campo de juegos/futbol; Zona arbolada; Los hierros; Neumáticos</i></p> <p><i><u>Actividades Específicas:</u></i></p> <p><i>Jugar (pelota, portería, etc).</i></p> <p><i><u>Elementos Específicos:</u></i></p> <p><i>Zona de sombra, arbustos.</i></p> <p><i><u>Respuestas Generales:</u></i></p> <p><i>Todos los sitios.</i></p>	<p><i><u>Zonas Específicas:</u></i></p> <p><i>El campo de juegos/fútbol, El arenero, La parte negra del suelo, La zona de los postes</i></p> <p><i><u>Elementos Específicos:</u></i></p> <p><i>Arbustos con picos, zona de neumáticos.</i></p> <p><i><u>Condiciones del Patio:</u></i></p> <p><i>Molestias varias por las obras. Falta de espacios cubiertos.</i></p> <p><i><u>Preferencias de Actividades:</u></i></p> <p><i>Jugar en el barro</i></p> <p><i>Jugar a la pelota</i></p> <p><i><u>Incomodidades o Peligros:</u></i></p> <p><i>Condiciones del suelo del patio. Ruidos. Molestias por las obras. Problemas sociales.</i></p> <p><i><u>Limpieza:</u></i></p> <p><i>Presencia de basura en el suelo, polvo y tierra.</i></p>

En cuanto a la percepción del ruido, la percepción *expost* es de menor ruido en general que la *exante*. Y en relación al confort térmico, el alumnado encuestado declara pasar calor o a veces frío, a veces calor en su mayoría. En la evaluación *exante*, el alumnado pasaba calor mayoritariamente, y en la *expost*, a veces frío, a veces calor.

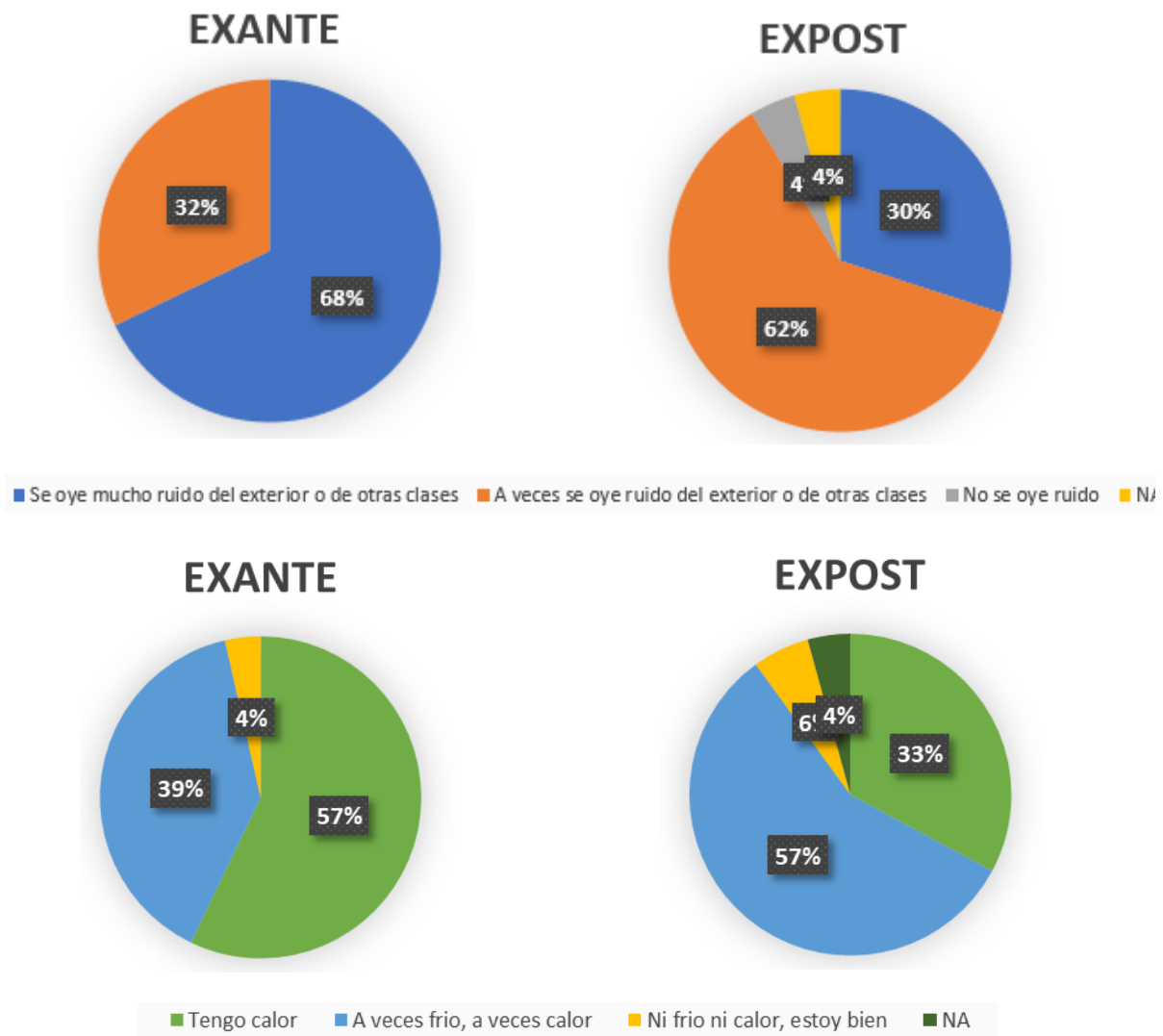


Figura 51. Évora: Percepción del ruido (arriba) y de la temperatura en el aula (abajo).

Se les pidió a los alumnos y alumnas mirar por la ventana y decir lo que veían. Y en una pregunta posterior, qué les gustaría ver. Sobre las respuestas obtenidas, se ha hecho un análisis de palabras clave y éstas se han agrupado por temáticas. Las tablas siguientes muestran los resultados obtenidos. Como puede verse, en la evaluación *ex ante* las palabras más frecuentes están relacionadas con la categoría de infraestructuras y edificaciones, mientras que lo que les gustaría ver están relacionadas con elementos naturales, jardines y campos de juego.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 90 de 236

Tabla 24. Évora: Respuestas obtenidas acerca de qué ven por la ventana y qué les gustaría ver (exante).

Qué ven por la ventana	Qué les gustaría ver
<p><u>Relacionadas con la Naturaleza:</u> Árboles (2), Plantas (2), Jardín (2).</p> <p><u>Infraestructura y Edificaciones:</u> Edificios (10), Entradas (1), Carreteras (8), Campo de fútbol (8), Contenedores (1)</p> <p><u>Transporte:</u> Coches (12)</p>	<p><u>Naturaleza:</u> Árboles (3), Plantas (7), Arbustos (1), Campo de fútbol (3), Campo con hierba (1), Césped con flores y árboles (1), Jardín (2), Jardín de flores y sombra (1), Más verde y más flores (1), Parque (1), Planta trepadora (1), Sombra y plantas (1)</p>

En la evaluación *expost*, el alumnado ve más elementos naturales por su ventana, y las preferencias por lo que les gustaría ver también están relacionadas con la naturaleza, así como un ambiente libre de basura. Curiosamente, también les gustaría tener elementos acuáticos.

Tabla 25. Évora: Respuestas obtenidas acerca de qué ven por la ventana y qué les gustaría ver (Expost)

Qué ven por la ventana	Qué les gustaría ver
<p><u>Naturaleza:</u> Árboles (6), Plantas (6), Jardín (4), Campo (de fútbol, de pelota) (6).</p> <p><u>Infraestructura y Edificaciones:</u> Contenedores (2), Edificios (8), Obras (3), Coches (4), Carreteras (4)</p>	<p><u>Elementos Acuáticos:</u> Lago (4)</p> <p><u>Deportes y Recreación:</u> Campo de fútbol (5), Pista de carreras (2) Una pista de carreras o de fútbol (1)</p> <p><u>Naturaleza:</u> Jardín (2), Más plantas (3), Campo de naturaleza (2), Naturaleza (1), Plantas, árboles y luz (1), Más árboles (2), Más flores y plantas (3), <u>Infraestructura y Recreación:</u> Tobogán o un columpio (1), Un huerto y un jardín (1), Un parque para jugar (2)</p> <p><u>Otros:</u> Menos basura (2)</p>



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

4. Percepción de la naturaleza y de las actuaciones

Preguntado el alumnado por la importancia que la naturaleza tiene para ellos y ellas, respondieron afirmativamente en su mayoría, salvo un pequeño porcentaje que no respondió o respondió que no sabe.

En cuanto a sus preferencias de dónde prefieren jugar, en las encuestas realizadas *ex ante*, el alumnado prefería jugar en el parque en su mayoría. Sin embargo, en la situación *ex post*, si bien esta opción es la mayoritaria, se reparte entre otras opciones como en casa y otros.

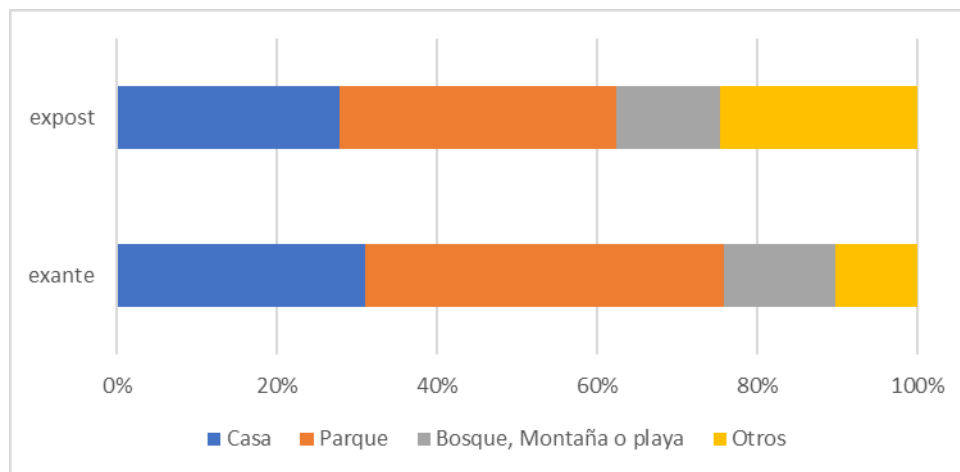


Figura 52. Évora: Preferencias para zona de juegos.

También se les ha preguntado cómo creen que pueden cuidar la naturaleza, recogiendo las respuestas como texto libre. Y de igual forma, se les ha preguntado qué creen que la naturaleza puede hacer por ellos/as. Esta pregunta está orientada a conocer la percepción de los servicios ecosistémicos de las Sbn. A continuación, se muestra un análisis de las respuestas, que se han agrupado por temáticas.

Tabla 26. Évora: Percepción de servicios ecosistémicos (Ex ante)

Qué puedes hacer para cuidar la naturaleza	Qué puede hacer la naturaleza por ti
Conservar la naturaleza (18), Reciclaje (3), prevenir la contaminación (8), otros (1).	Conservación de la Naturaleza (17), Reciclaje (3), Prevención de la Contaminación (2), Otros (10).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Tabla 27. Évora: Percepción de servicios ecosistémicos (Expost)

Qué puedes hacer para cuidar la naturaleza	Qué puede hacer la naturaleza por ti
Conservación de la Naturaleza (52), Reciclaje (3), Prevención de la Contaminación (12), Otros (3)	Naturaleza y Espacio para Jugar (1), árboles y Oxígeno (11), Sombra (2).

Finalmente, se presentan 3 imágenes con 3 de las SbN que se van a implementar en el colegio, sobre las cuales los alumnos y alumnas tienen que (1) comentar que creen que muestra la imagen, (2) qué beneficios creen que proveen y (3) indicar cuánto les gusta en una escala de 1 a 5. Los resultados para las 3 SbN *ex ante* y *ex post* se muestra a continuación.

Como puede verse, la valoración de lo que creen y los beneficios que aportan muestra un mayor grado de detalle en el *expost*. También la valoración en cuanto a lo que les gusta, es mayor en el *ex ante*

Tabla 28. Évora: Análisis de respuestas sobre las cubiertas verdes





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

<p style="text-align: center;">EXANTE</p> <p>(3)</p>	<p>EXANTE</p> <p><u>(1) Qué creen que muestra la imagen:</u></p> <p>Mayoritariamente la opinión es de un tejado con flores/jardín.</p> <p><u>(2) Qué beneficios creen que aporta:</u></p> <p>Salas más frescas (86%), Oxígeno (11%), Plantas (4%)</p>
<p style="text-align: center;">EXPOST</p> <p>(3)</p>	<p>EXPOST</p> <p><u>(1) Qué creen que muestra la imagen:</u></p> <p>Mayoritariamente tejado verde (81%), Entorno escolar (12%), naturaleza y protección (2%), elementos naturales (4%)</p> <p><u>(2) Qué beneficios creen que aporta:</u></p> <p>Salas más frescas (86%), Oxígeno (11%), Plantas (4%)</p>



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

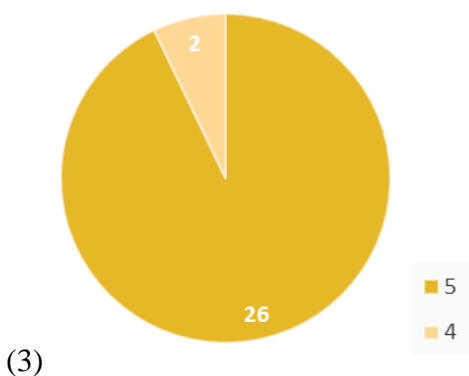
Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Tabla 29. Évora: Análisis de respuestas sobre las fachadas verdes

FACHADA VERDE



EXANTE



EXANTE

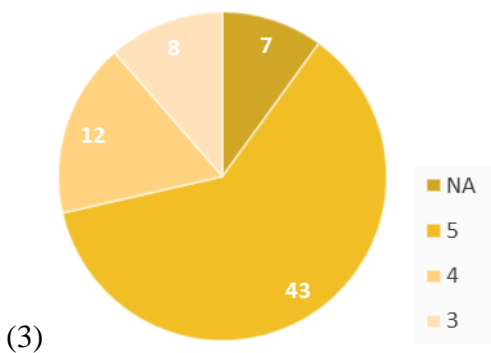
(1) Qué creen que muestra la imagen:

Mayoritariamente la opinión es de un jardín en la pared, vertical etc.

(2) Qué beneficios creen que aporta:

Salas más frescas y más sombra (70%), Columpios (8%), Plantas (12%)

EXPOST



EXPOST

(1) Qué creen que muestra la imagen:

Paredes cubiertas con plantas (64.1%), Estética y decoración (5.1%), funcionalidad y uso de plantas (5.1%), otros (25.7%)

(2) Qué beneficios creen que aporta:

Sombra (2%), estética (35.4%), aislamiento y climatización (42%), otros (20.6%)



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

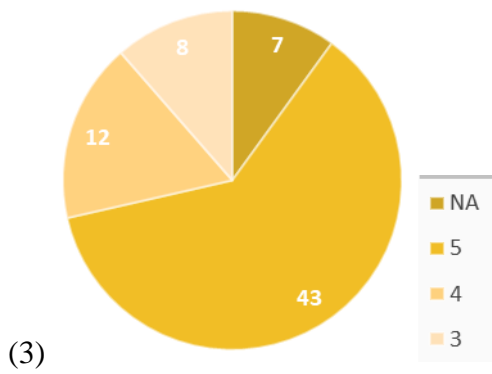
Deliverable: Elaboration of SBN databases and work matrix

Tabla 30. Évora: Análisis de respuestas sobre las soluciones de sombreado exterior

SOLUCIONES DE SOMBREAMIENTO EXTERIOR



EXANTE



EXANTE

(1) Qué creen que muestra la imagen:

La mayoría de las respuestas hacen referencia a que es la entrada del colegio cubierta o techada.

(2) Qué beneficios creen que aporta:

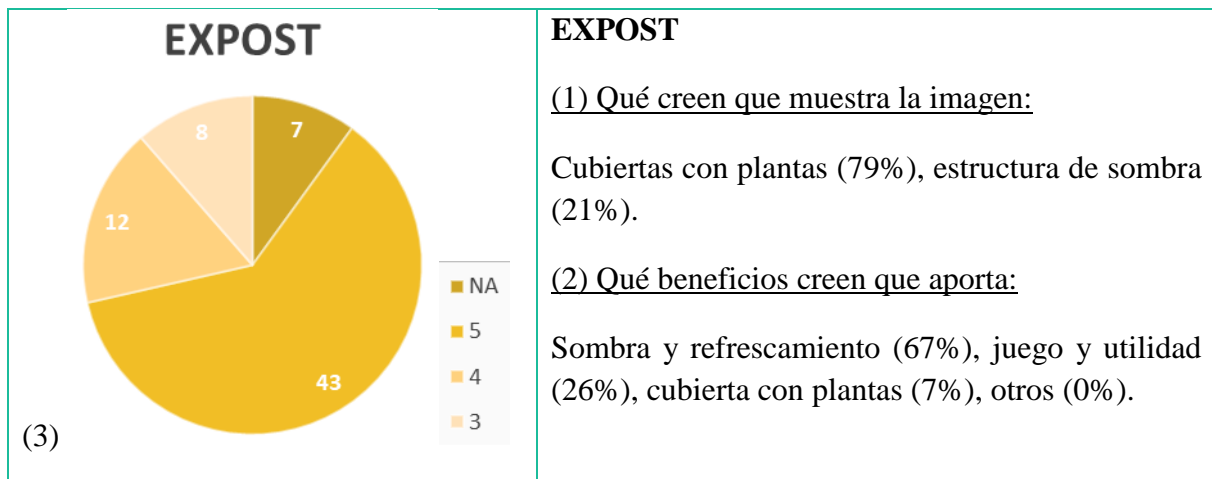
Mayoritariamente opinan que podrán jugar con lluvia.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix



El desarrollo del proyecto contó con la participación activa de la comunidad escolar, incluidos profesores y alumnos. Todos dieron su opinión como usuarios de la escuela, mostrando los puntos débiles y fuertes del edificio y las dificultades experimentadas durante las distintas estaciones.

Además de las cubiertas y fachadas verdes previstas en el proyecto, también se diseñó el espacio exterior para hacer la escuela más agradable y atractiva para los alumnos.

Durante el proyecto, en las diversas reuniones que mantuvimos con la comunidad escolar, nos dimos cuenta de que los niños están cada vez más familiarizados con el tema de la conservación del planeta Tierra y la protección de los recursos naturales.

Naturalmente, los niños son más proclives a jugar en lugares atractivos y cómodos. Con las altas temperaturas que azotan la ciudad de Évora, los patios con sombra y vegetación son siempre los preferidos de los niños porque son más frescos.

I6.2 Políticas de aprendizaje y planes estratégicos de adaptación al CC.

A continuación, se detallan los eventos que CIMAC ha organizado en relación a las SbN como herramienta de adaptación al Cambio Climático.

Tabla 31. Eventos organizados por CIMAC

Nombre del evento	Jornadas del proyecto LIFE - myBUILDINGisGREEN - Adaptación de los edificios al cambio climático
Fecha	18 - 19 de febrero de 2019



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases and work matrix

Lugar	Colegio Luís António Verney
Temática	Adaptación de los edificios al cambio climático
Número de asistentes	40 participantes
Perfiles de los asistentes	DGEstE - Direção-Geral dos Estabelecimentos Escolares; APA - Agência Portuguesa do Ambiente; estudiantes; profesores; investigadores; y otros interesados en el proyecto LIFE.
Resumen del evento (ponencias, etc.)	Presentación del proyecto LIFE a técnicos y cargos electos municipales de las áreas de Medio Ambiente y Educación del Alentejo Central. Debate entre los diferentes actores sobre la adaptación de los edificios al cambio climático;
Nombre del evento	La escuela EB da Horta das Figueiras
Fecha	2020
Lugar	CIMAC
Temática	Estudio preliminar del proyecto
Número de asistentes	10 participantes
Perfiles de los asistentes	Técnicos y ejecutivos del Ayuntamiento de Évora; dirección de la Escuela de Horta das Figueiras; coordinación general; y equipo técnico del proyecto.
Resumen del evento (ponencias, etc.)	Se debatió el estado actual del edificio escolar y sus principales problemas, y se presentaron algunas de las soluciones previstas para el proyecto.
Nombre del evento	Mesa Redonda
Fecha	15 de diciembre de 2020
Lugar	Online (devido às restrições da pandemia COVID-19)
Temática	Soluciones basadas en la naturaleza: cambio climático y gobernanza
Número de asistentes	50 participantes
Perfiles de los asistentes	Técnicos y ejecutivos de los municipios del Alentejo Central; Dirección Regional de Educación; Asociación de Padres; Consejo Escolar de Horta das Figueiras; socios del proyecto; coordinación general; equipo técnico del proyecto; y personas interesadas en el tema.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 98 de 236

Resumen del evento
(ponencias, etc.)

Se presentaron y debatieron las diferentes soluciones piloto desarrolladas y su aplicación en las escuelas. Se discutió en detalle todo el proyecto de implementación de la Escuela EB de Horta das Figueiras y la contribución de la comunidad educativa a su diseño.

A lo largo del proyecto se celebraron varias reuniones con los técnicos de CIMAC, el equipo de diseño, los técnicos del Ayuntamiento de Évora y la dirección de la escuela EB de Horta das Figueiras. En total, CIMAC ha organizado **tres eventos** a lo largo del proyecto con un total de **100** asistentes. Por lo tanto, se han alcanzado y superado los objetivos previstos inicialmente.

I6.3 Procesos participativos abiertos.

En el colegio EB da Horta das Figueiras se han realizado dos sesiones para co-diseñar las soluciones a implementar en el colegio: “Jornadas del proyecto LIFE - myBUILDINGisGREEN - Adaptación de los edificios al cambio climático” y “Mesa Redonda”; ver Tabla 31.

En total, ha habido una participación de 50 asistentes. Por lo tanto, se han alcanzado y superado los objetivos previstos inicialmente.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 99 de 236

Cohesión social

I7.1 N° de acuerdos y desacuerdos.

El 28 de mayo de 2021 se firma un “Acuerdo Intermunicipales de Principios en el ámbito de la promoción de la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) para la Adaptación al Cambio Climático”. Se trata de un acuerdo de principios firmado por los 14 municipios del Alentejo central:

- Municipio de Alandroal;
- Municipio de Arraiolos;
- Municipio de Borba;
- Municipio de Estremoz;
- Municipio de Évora;
- Municipio de Montemor-o-Novo;
- Municipio de Mora; Municipio de Mourão;
- Municipio de Portel;
- Municipio de Reguengos;
- Municipio de Vendas Novas;
- Municipio de Viana do Alentejo;
- Municipio de Vila Viçosa.

Por lo tanto, se han alcanzado y superado los objetivos previstos inicialmente.

Salud pública y bienestar

I8.1 Reducción de número de ausencias y bajas de alumnos y profesores.

No hay datos sobre el número de ausencias y bajas de alumnos y profesores.

Oportunidades económicas y empleo

I9.1 Número de puestos de trabajo creados.

Se ha realizado un cálculo de los empleos directos generados en esta intervención mediante su estimación a través del presupuesto de las intervenciones. Adicionalmente, para la ejecución directa del proyecto a través de CIMAC, se ha contratado a una persona para llevar la coordinación del mismo. Asimismo, se contrató la realización del proyecto de construcción para la implementación de las intervenciones en el colegio y para la dirección de la obra.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 100 de 236

Generación de Empleo Directo

Ejecución obra	--- 2 personas·mes	x	5 meses obra = 10 personas·mes
Gestión proyecto	--- 1 persona·mes	x	48 meses proyecto = 48 personas·mes
Proyecto constructivo y dirección obra			
	--- 2 persona·mes	x	4 meses = 8 personas·mes

Como estimación se ha establecido que la ejecución del proyecto ha generado la creación directa de **puestos de trabajo equivalentes a 66 personas·mes**.

Por otro lado, las acciones de diseminación han permitido dar a conocer a las empresas y emprendedores del sector, especialmente en las zonas de influencia del Proyecto, la factibilidad y el impacto positivo que generan las SbN. Esto combinado con los módulos de formación creados y llevados a cabo en los colegios, y la actividad alrededor de las intervenciones, han permitido mejorar la competitividad y la empleabilidad en las zonas. Sin embargo, este hecho no se ha podido valorar con los indicadores propuestos.

19.2 Creación de nuevas capacidades en autónomos y empresas de la zona

A fecha de noviembre 2023, la formación del proyecto en SbN disponible en la plataforma CHAMILO, ha tenido un total de 1995 visitas en español, mientras que la versión en inglés ha obtenido un total de 436 visitas.

Los vídeos de la versión en español se han visualizado un total de 332 veces, mientras que los de la versión en inglés se han visualizado 102 veces. Todavía no se ha publicado la formación en portugués, por lo que no hay resultados por el momento. Por lo tanto, para la formación en español e inglés, se han alcanzado los objetivos previstos inicialmente.

19.3 Reducción del absentismo laboral

No hay datos sobre el número de ausencias y bajas del profesorado.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 101 de 236

6.2 Oporto

La implantación de prototipos de SbN en la Escola EB1 Mello Falcão, Oporto se ha centrado en mejorar el confort térmico de los usuarios del colegio, aumentar la superficie verde de forma sostenible, reducir la huella de carbono, mejorar la gestión hídrica en los mismos, recuperar, fomentar la biodiversidad local en el entorno urbano y concienciar sobre el valor la naturaleza y los servicios ecosistémicos que se producen.

Mediante la instalación de fachadas verdes se persigue la reducción del impacto de la radiación solar sobre la envolvente del edificio y su entrada directa a través de los huecos, generando una circulación de aire por el interior de edificio en época estival con aire “enfriado” naturalmente. Además, la renovación del aire que se consiga con estas actuaciones debería permitir reducir los niveles de dióxido de carbono en el interior de las aulas. El aumento de espacios de sombra en el exterior espera mejorar las condiciones ambientales exteriores de temperatura y humedad. Se espera que estos impactos mejoren la salud y el bienestar de los alumnos y profesores. La instalación de suelos drenantes y cubiertas verdes con capacidad de captar agua de lluvia permite reducir el agua de escorrentía asumida por el alcantarillado público. Mediante procesos participativos de co-diseño y codesarrollo con la comunidad educativa se pretende mejorar los procesos de gobernanza y cohesión social.

El periodo de monitorización de la línea base comprende desde mayo 2019 hasta octubre 2022. El periodo posterior a la implementación de las SbN comprende desde marzo 2023 hasta octubre 2023. Las obras de ejecución de los prototipos comenzaron el 10 de octubre de 2022 y finalizaron el 27 de febrero de 2023, por lo que el tiempo de monitorización tras la instalación de los prototipos de SbN ha sido breve.

En primer lugar, se describen brevemente las actuaciones implementadas en el edificio (para más información sobre las soluciones implementadas, consultar el entregable C2.4 Manuales Técnicos para la implementación de prototipos de SBN en las diferentes estructuras de los edificios piloto). Posteriormente se realiza una revisión del estado de la monitorización de los indicadores y la evaluación de su impacto en el colegio.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 102 de 236

ACTUACIONES – DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Las actuaciones que se han llevado a cabo han afectado principalmente a las cubiertas y fachadas del edificio, a los pavimentos, zonas vegetales y espacios exteriores.

Cubiertas

Se han instalado tres tipos de cubiertas verdes (mBiGUL, mBiGSECAR y mBiGBioSol) consiguiendo un total de **663 m²** de cubierta verde y mejorando su accesibilidad.

Cubierta 1

En la cubierta 1 se han instalado la cubierta verde mBiGSECAR. Se basa en 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

- **Monitorización:** Se han instalado 4 sensores (CO₂, T y HR) de en las aulas 2, 3, 4, 9 y 10. Imágenes térmicas.



Cubierta 3 y 4

En las cubiertas 2 y 3 se ha instalado la cubierta verde mBiGUL. Este prototipo es un sistema multifuncional basado en el sistema Green Urban Living (GUL). 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. Se utiliza un Sustrato Técnico Intensivo. Por encima se planta la capa de vegetación. Se han plantado las siguientes especies: *Allium schoenoprasum*, *Carex buechananii*, *Festuca amethystina*, *Limonium vulgare*, *Satureja montana*, *Saponaria ocyroides*, *Sedum album*, *Sedum floriferum*, *Sedum sediforme*, *Sedum spurium*, *Petrorhagia saxifraga*.

- **Monitorización:** Imágenes térmicas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 103 de 236

Cubierta 5 y 6

En las cubiertas 5 y 6 se ha instalado la cubierta verde mBiGBioSol. Este sistema combina una cubierta verde y un conjunto de paneles solares. Se han plantado las siguientes especies: *Allium schoenoprasum*, *Carex buchananii*, *Festuca amethystina*, *Limonium vulgare*, *Satureja montana*, *Saponaria ocymoides*, *Sedum album*, *Sedum floriferum*, *Sedum sediforme*, *Sedum spurium*, *Petrorhagia saxifraga*.



- **Monitorización:** Se ha instalado 1 sensor (CO₂, T y HR) en la zona polivalente. Imágenes térmicas.

Fachadas

El prototipo mBiGFAC se ha instalado en la fachada sur interior con un total de **34,2 m²** de fachada verde.

Fachada Sur

En parte de la fachada Sur se ha instalado el sistema 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 sombreado de las fachadas, protegiéndolas de la fuerte exposición solar en los meses de primavera y verano. Tiene una longitud de 6 m de alto y una anchura de 5.7 m. Se ha utilizado la especie *Parthenocissus Tricuspidata*.

- **Monitorización:** Instalación de un sensor (CO₂, T y HR) en las aulas 9 y 10. Imágenes térmicas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 104 de 236

Zona exterior

En la zona exterior se ha implementado la solución mBiGPond. 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

El mBiGPond se encuentra en las huertas de la parcela al lado del colegio y cuenta con una superficie aproximada de 87.9 m² (radio longitudinal máximo de 7m y radio transversal máximo de 4m). Cuenta con una profundidad máxima de 0.9 m.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 105 de 236

EVALUACIÓN INDICADORES

Adaptación y mitigación del cambio climático.

11.1 Temperatura interior del edificio.

Para este indicador se han sufrido diversos contratiempos que han llevado a no disponer de una línea de base de la situación del edificio antes de las intervenciones previstas.

Los sensores se instalaron en el colegio el día 1 de octubre de 2019. Como no estaba disponible la red wifi del colegio para conectar los sensores, se dejaron preinstalados y pre configurados para la red wifi se se iba a poner por parte de MP. Los sensores registraban pero hasta que no se concetara no se tenía acceso remoto a la información que registraban. Con la pandemia se interrumpió el colegio y también la posibilidad a acceder a solucionar el problema. Posteriormente, por un fallo en la comunicación wifi de los sensores después de su instalación, los registros que se estuvieron realizando por parte de los sensores, se perdieron en su mayoría.

Luego, se lanzaron las obras y ya se perdió la posibilidad de cubrir un periodo de línea base de la situación inicial del proyecto. De todas formas, teniendo en cuenta la remodelación integral que se ha realizado en el proyecto, la valided de la línea base registrada también hubiera sido limitada.

Ante esta situación, la monitorización se ha reducido considerablemente y la estrategia para analizar la información se ha modificado. La primera consideración es que la situación de partida no era la más confortable, análogamente a lo que ocurría en los otros dos colegios. Partiendo de este punto, las intervenciones se plantean como una mejora importante. Sin embargo, el impacto de las mismas no sería el buscado si se continuasen manteniendo condiciones interiores que no alcanzaran un mínimo de confort térmico. Este confort térmico se ha establecido en 27°C como temperatura máxima.

Durante el periodo post-life, MP se encargará de registrar y valorar el impacto que tendrán las SbN implementadas en el colegio. La realización de gráficas similares a las mostradas en el apartado equivalente para el colegio de Évora, servirán para ir viendo el impacto de las intervenciones con el tiempo y además para valorar si existe algún periodo de tiempo en el que las condiciones de confort térmico en el interior no son las adecuadas.

Para este periodo se instalaron los sensores de nuevo en las nuevas instalaciones y se ha comenzado su periodo de monitorización. Esta red de sensores servirá para el análisis del impacto planteado para el periodo *post-life*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 106 de 236

Localización de los sensores en EB1 do Falcão

- ◆ ◆ 3 sensores localizados en lado Norte del edificio; 2 en piso superior (◆) y 1 en piso inferior (◆). Corresponden a los números 995, 1801 y 2426; En el piso inferior está la biblioteca. Tiene una ocupación más esporádica
- ◆ Sensor interior - sala de aula piso 0 - Nº 2425
- ◆ Sensor interior - sala de aula piso 0 - Nº 1827
- ◆ Sensor interior - sala de aula piso 0 - Nº 527
- ◆ Sensor exterior - fachada Norte - Nº 2470
- ◆ Sensor exterior - fachada Sul - Nº 2494

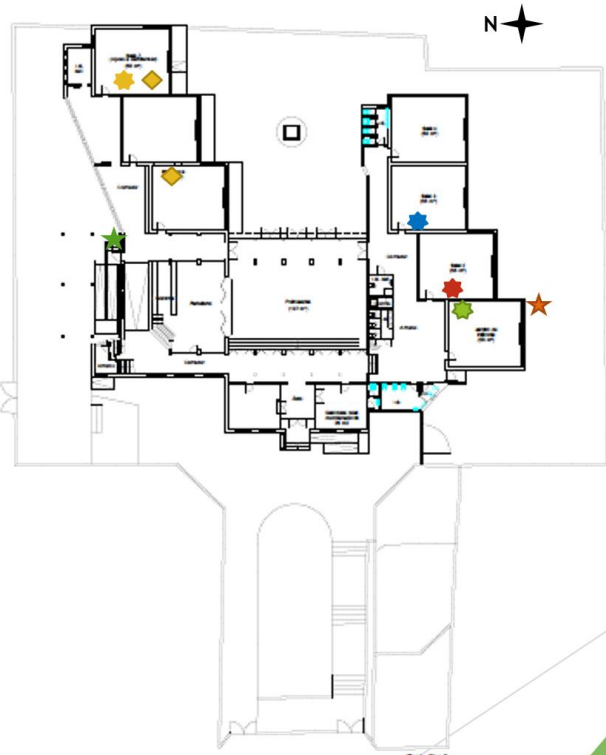


Figura 53. Situación e identificación de los sensores instalados para monitorización.

11.2 Temperatura de envolvente de edificios

La toma de imágenes térmicas se ha realizado antes y después de la implementación de las SbN para hacer una comparación de las temperaturas en la envolvente afectada por las intervenciones. La toma de imágenes se hizo el 15/09/2022 (*exante*) y 13/09/2023 (*expost*).

A modo de ejemplo, la temperatura superficial de la cubierta inclinada se ve afectada por la instalación de la cubierta mBiGSECAR. Las imágenes térmicas muestran que las superficies asociadas a la cubierta verde tienen menor temperatura superficial respecto a la situación previa.

Temperatura de la cubierta situación *exante*: 33.7 °C

Temperatura de la cubierta situación *expost*: 28.3 °C



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 107 de 236

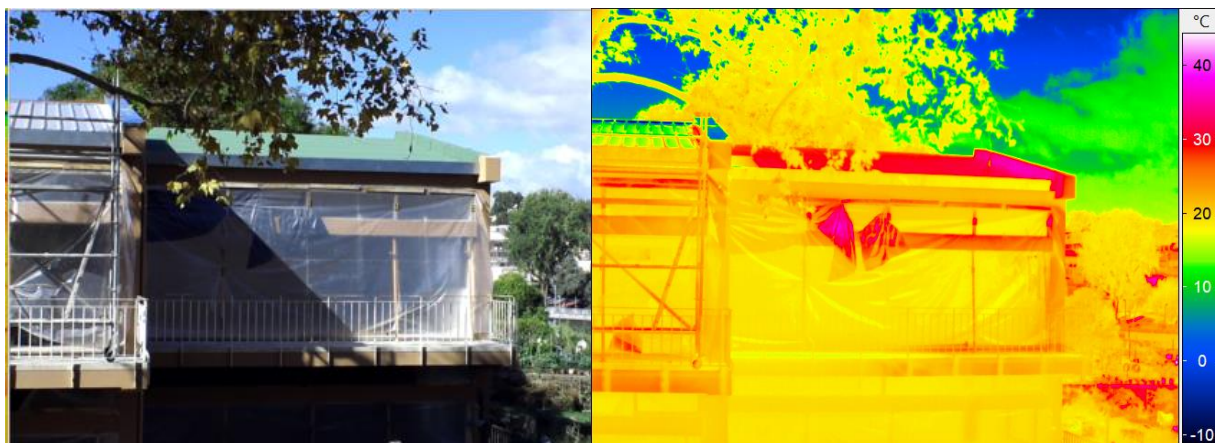


Figura 54. Temperaturas superficiales de cubierta, EBI Mello Falcão (ex ante)

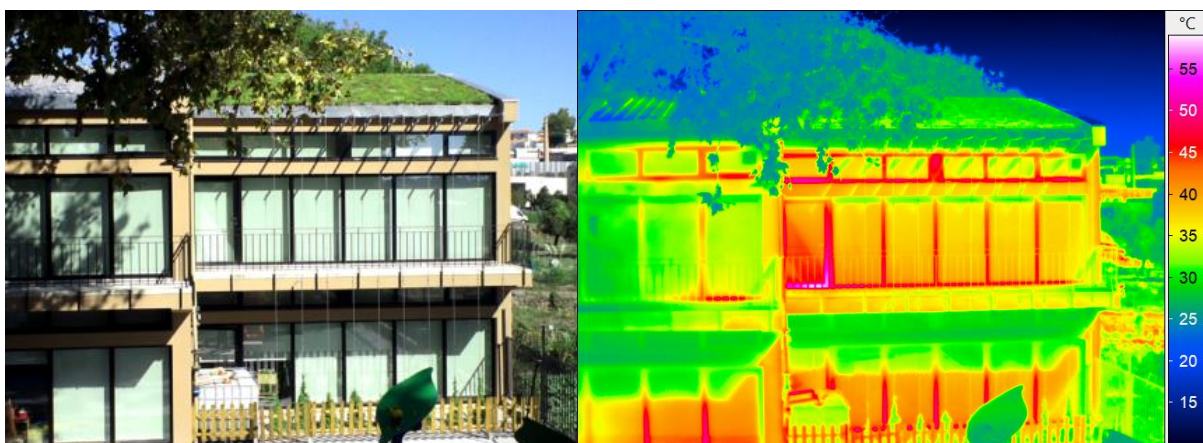


Figura 55. Temperaturas superficiales de cubierta, EBI Mello Falcão (ex post)

Para ver los resultados de la monitorización de las cubiertas verdes mediante sensores TESTO 635-2, ver el entregable: Documento de apoyo para la evaluación del impacto de las cubiertas vegetales en la Escola Basica do 1º CEB/Ji do Falcao en Oporto, Portugal realizado por el Instituto de Ciencias de la Construcción EDUARDO TORROJA – CSIC.

11.3 Condiciones ambientales exteriores del edificio

Al igual que se comentó para el indicador de las temperaturas interiores en el edificio, los sensores de temperatura y humedad instalados en el exterior del edificio para valorar el impacto de las SbN en las temperaturas exteriores del entorno del edificio tampoco han registrado datos adecuados. Ahora ya están instalados y se podrá hacer un análisis similar al propuesto en el caso de Évora durante el periodo *after-life*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 108 de 236

11.4 Modelización de los ahorros energéticos producidos

Este indicador muestra los resultados de la influencia de la aplicación de SbN sobre la demanda de refrigeración de espacios mediante simulaciones dinámicas de edificios (Gómez, G. et al., 2021).

Como herramienta de simulación energética se ha utilizado *Design Builder*, versión 4.7. Este programa ofrece la posibilidad de optimizar un diseño eficiente de los edificios, mediante simulaciones dinámicas de su comportamiento térmico. Está soportado por el motor de cálculo *EnergyPlus*. El modelo energético se ha calibrado con datos reales de monitorización. Se han analizado diferentes escenarios, dando lugar a una amplia gama de resultados en términos de mejoras en la demanda energética -suponiendo un sistema de refrigeración.

A continuación, se definen los diferentes escenarios que se han considerado:

- Escenario 0: Situación inicial
- Escenario 1: Sistema de árboles en la fachada sur.
- Escenario 2.1: más cubierta verde urbana.
- Escenario 2.2: más Cubierta Solar Blu.
- Escenario 2.3: más cubierta inclinada.
- Escenario 3: más sistema de cableado verde vertical en la fachada sur.
- Escenario 4: más ventilación natural.

Análisis de la reducción de la demanda de refrigeración

La Figura 56 muestra los resultados de la simulación de la demanda de refrigeración. El escenario 0 incluye un sistema de refrigeración estándar ficticio para calcular la demanda de referencia (representada como el 100%). La Figura 16 ilustra la demanda de refrigeración estimada según la escala de eficiencia energética.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 109 de 236

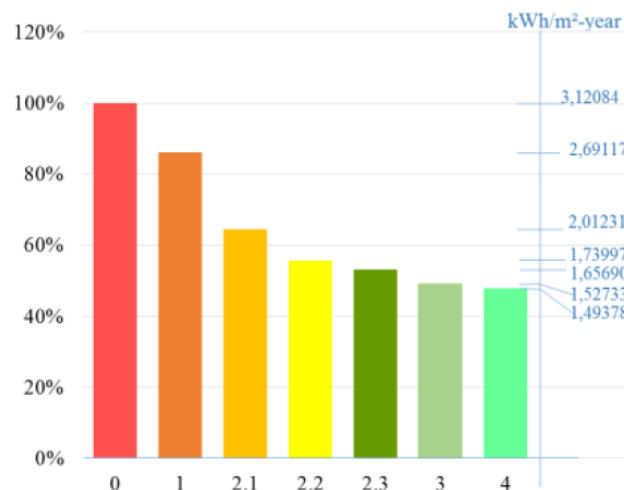


Figura 56. Tasa anual de reducción de la demanda de refrigeración tras la implantación del SBN

En el caso de Oporto, es la solución sobre cubierta (salto entre los Escenarios 1 y 3), la que destaca por encima del resto de intervenciones. Al tratarse de un clima más húmedo, la solución sobre cubierta reduce la radiación solar aportada por el plano horizontal. El resto de soluciones resultan ser pequeños complementos adicionales.

En Oporto es posible conseguir una reducción de la demanda anual de refrigeración superior al 50%. Sin embargo, como se ha indicado la finalización de las obras ha ocurrido al final del proyecto. En el periodo *post-life* se evaluará la reducción que se consigue en este sentido con la información recogida hasta el momento.

11.5 Estimación del ahorro en calefacción

Para este colegio, no se han recogido datos sobre los consumos energéticos de la instalación y no se ha podido realizar una valoración previa de los consumos del colegio en calefacción. Sin embargo, la implantación de las SbN propuestas como tal no se han diseñado como tal para un ahorro energético por calefacción. Como se sabe el objetivo principal del Proyecto era buscar soluciones para la adaptación al cambio climático pero orientado a la protección frente al calor.

Sin embargo, en la remodelación del edificio llevada a cabo ya se han incluido una serie de mejoras genéricas que, fuera del ámbito de este proyecto que se espera que en los próximos años conduzcan a ahorros considerables en la calefacción del edificio. Igualmente, las SbN propuestas pueden tener un impacto en ello que se valorará en la situación posterior, analizando la distribución del consumo como se ha realizado anteriormente para situación *ex ante*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Gestión del agua

12.1 Ahorro en el consumo de agua en el agua de riego de zonas verdes de los edificios piloto

La instalación y puesta en marcha de las SBN marca el inicio y el fin de la monitorización *ex ante* y *ex post* dentro del periodo estudiado, tal y como se muestra a continuación.

Tabla 32. Periodo de monitorización considerado

	INICIO	FIN
BASELINE (ex – ante)	2019-01-08	2023-02-26
SBN (ex – post)	2023-02-27	2023-09-30

Los consumos durante este periodo se muestran a continuación, en líneas separadas por años.

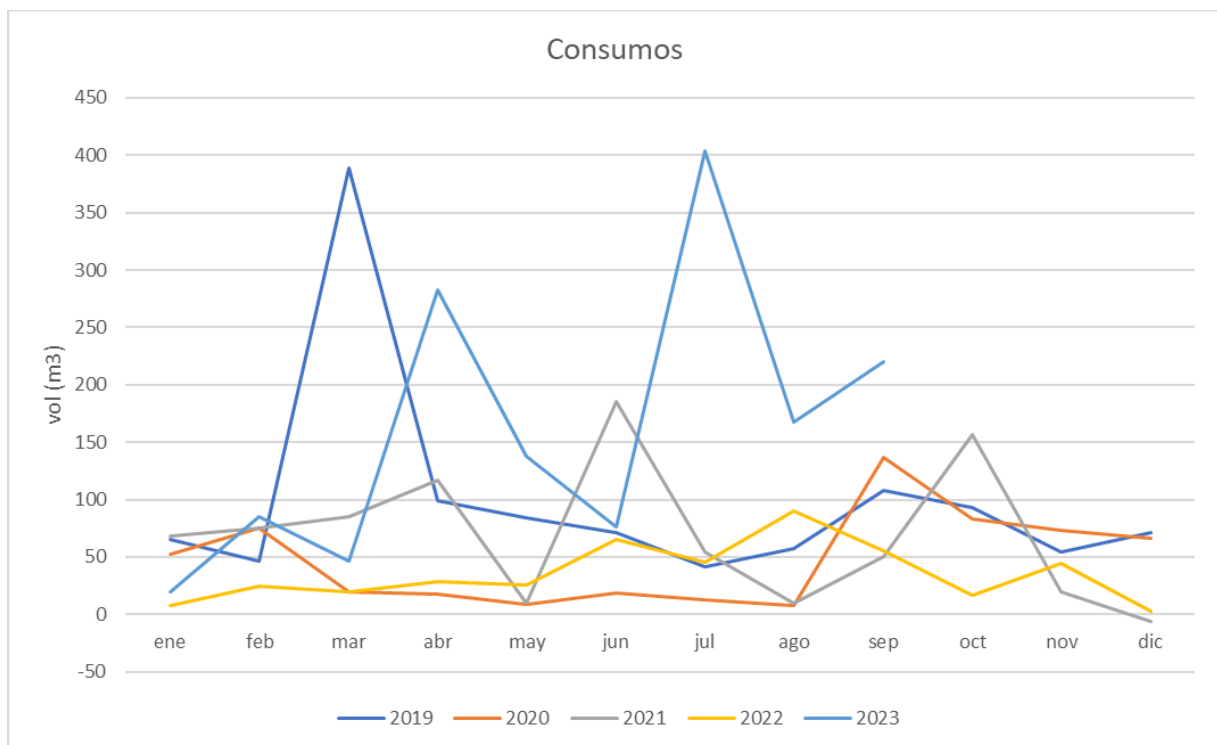


Figura 57. Evolución del consumo de agua en el colegio de Oporto.

Se observa un incremento del consumo de agua en 2023 con respecto a 2022 significativo en los meses de verano, con un pico en Julio de 2023 que es el más elevado del periodo. Sin



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

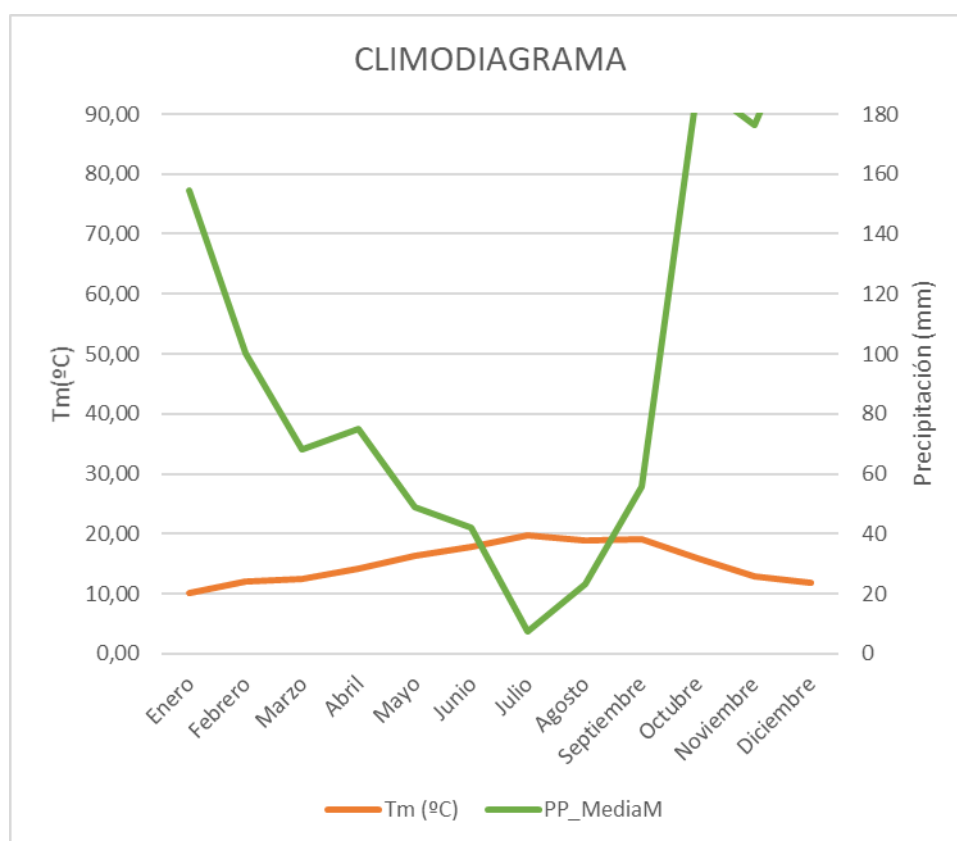
Página 111 de 236

embargo, no se puede evaluar el efecto que el funcionamiento normal de las SBN tendrá a largo plazo, y será necesario evaluar veranos posteriores y las tendencias anuales.

12.2 Ahorro en la gestión del agua de lluvia

Régimen de temperaturas y pluviometría

A continuación, se presenta el climodiagrama correspondiente a los datos de la estación de Estação meteorológica Porto / Pedras Rubras. Como se puede observar, existe un periodo de **sequía** corto durante los meses de verano, entre los meses de **junio y agosto**.



En general, las temperaturas son suaves, con una mínima absoluta de 3.3°C en el periodo considerado, y una máxima absoluta de 30.4°C. La presencia de riego artificial garantiza la disponibilidad de agua durante la época de sequía. Teniendo en cuenta las especies plantadas en las cubiertas (tipo *Sedum*), se puede asumir que la fenología de esta especie abarca un periodo de **crecimiento vegetativo** durante los meses cálidos (**abril hasta septiembre**), y un **parón de reposo durante los meses fríos**.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



Para la estimación de la **condición de humedad**, se ha partido de los datos meteorológicos proporcionados por la AEMET correspondientes a la estación de “Porto / Estación meteorológica de Pedras Rubras”, de septiembre de 2019 a julio de 2023. Para cada día, se han estimado las condiciones de humedad correspondientes a la suma de precipitación de los 5 días anteriores, atendiendo a la Tabla 1.

Con esta tabla y la consideración del periodo vegetativo se ha calculado la condición de humedad en todo el periodo estudiado. Como se puede observar, la condición de humedad más frecuente es la I, seguido de la III, si bien también se dan las otras dos condiciones durante el periodo estudiado.

Tabla 33. %frecuencia de cada condición de humedad del periodo estudiado

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
I	60%	54%	83%	47%	49%	73%	100%	84%	67%	68%	50%	53%
II	11%	5%	13%	28%	28%	19%	0%	11%	17%	13%	19%	20%
III	29%	41%	4%	25%	23%	8%	0%	5%	17%	19%	31%	28%

Tipos de superficies

Para este apartado se consideran sólo las superficies horizontales intervenidas. Los datos de superficies de actuación se han obtenido a partir del proyecto de ejecución de las obras del colegio de Oporto.

Tabla 34. Superficies de actuación según proyecto constructivo

ACTUACIÓN	SUPERFICIE	MATERIAL EXANTE	MATERIAL EXPOST
mBiGUL	400 m ²	Chapa	Sustrato: Sustrato Técnico Intensivo Cubierta vegetal: tipo <i>Sedum</i> .
mBiGSECAR	38 m ²	Chapa	Sustrato: Base de fibra de coco preplantada Cubierta vegetal: tipo <i>Sedum</i> .
mBiGBioSol	225 m ²	Chapa	Sustrato: sustrato técnico para cubiertas intensivas (Landlab) Cubierta vegetal: tipo <i>Sedum</i> .

En total, la superficie de actuación es de **663 m²**.



En todos los casos, la superficie de partida era chapa, un material totalmente impermeable. Según la tabla de clasificación de los grupos hidrológicos (**Tabla 2**), estos suelos se pueden clasificar en el **grupo D**, con una capacidad de infiltración lenta o muy lenta.

Tras las actuaciones, estos suelos tienen una capacidad mayor de infiltración de agua, pudiendo asumir que la velocidad de infiltración aumenta a un tipo de suelo B o C, si bien se requieren estudios empíricos para cada una de las superficies. Para este modelo se asumirá un cambio a **superficie B**.

Tabla 35. Superficies exante y expost

Actuación	Superficies (m ²)	Tipo geológico Ex - Ante	Tipo geológico Ex - Post
mBiGUL	400 m ²	D	B
mBiGSECAR	38 m ²	D	B
mBiGBioSol	225 m ²	D	B
TOTAL	663 m²		

En cuanto al tipo de vegetación instalada, partíamos de una situación de suelo artificial (chapa), y pasamos a una vegetación intensiva. En la situación real del colegio, estos suelos se asemejan a caminos en firme y prados permanentes respectivamente según la tabla general para la determinación del número de curva. Los valores para las distintas condiciones de humedad, se muestran a continuación en negrita.

Tabla 36. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación II (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Camino en firme	74	84	90	92
Prados permanentes	30	58	71	78

Tabla 37. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación I (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Camino en firme	54	69	79	83
Prados permanentes	15	37	51	60



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 114 de 236

Tabla 38. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación III (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Caminos en firme	86	91	94	95
Prados permanentes	50	76	85	89

Teniendo en cuenta todos los factores analizados, se han estimado las infiltraciones.

Determinación de la captación

La instalación y puesta en marcha de las SBN marca el inicio y el fin de la monitorización ex - ante y ex - post dentro del periodo estudiado, tal y como se muestra a continuación.

Tabla 39. Periodo de monitorización considerado

	INICIO	FIN
BASELINE (ex – ante)	2019-09-01	2023-02-26
SBN (ex – post)	2023-02-27	2023-07-31 (actual)

Calculados los valores de Captación (agua de lluvia interceptada por las superficies) y Escorrentía (agua de lluvia que escapa por superficie), se ha realizado una evaluación *exante* (previa a la instalación de las SBN) y *expost* (tras la instalación), estimado teóricamente, el % de agua de escorrentía en ambos casos.

El siguiente gráfico muestra la situación *exante*, en la que se estima que se han captado 3038.8 mm de agua de lluvia, y se han emitido por escorrentía un total de 1368.0 mm, lo que supone la pérdida de un 31.04% de agua por escorrentía.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

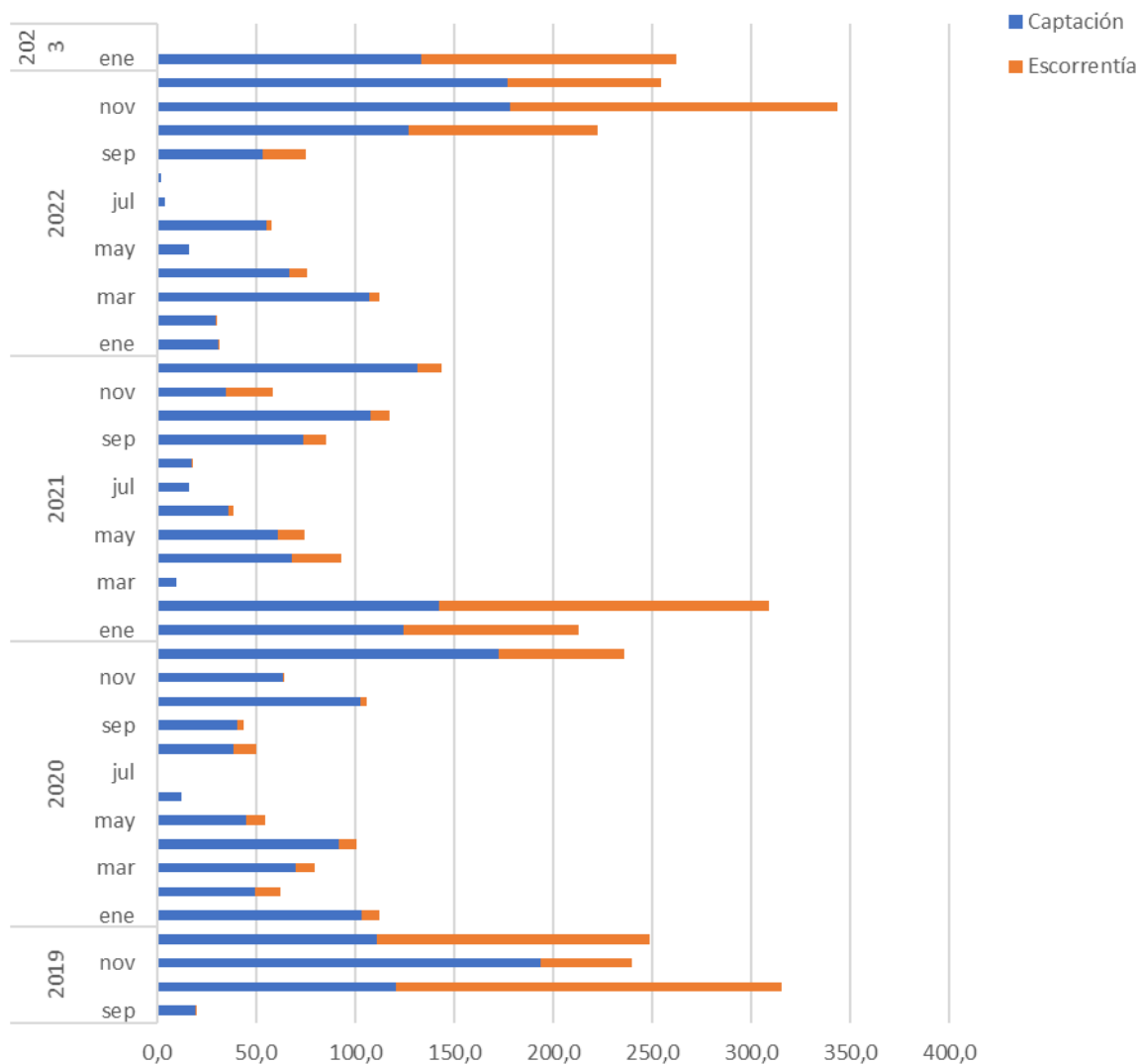


Figura 58. Evolución del Volumen de agua captado (mm) y escorrentía exante

El siguiente gráfico muestra la situación *expost*, en la que se estima que se han captado 221.2 mm de agua de lluvia, y la escorrentía emitida es 0 mm, lo que supone que no se ha perdido agua por escorrentía.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

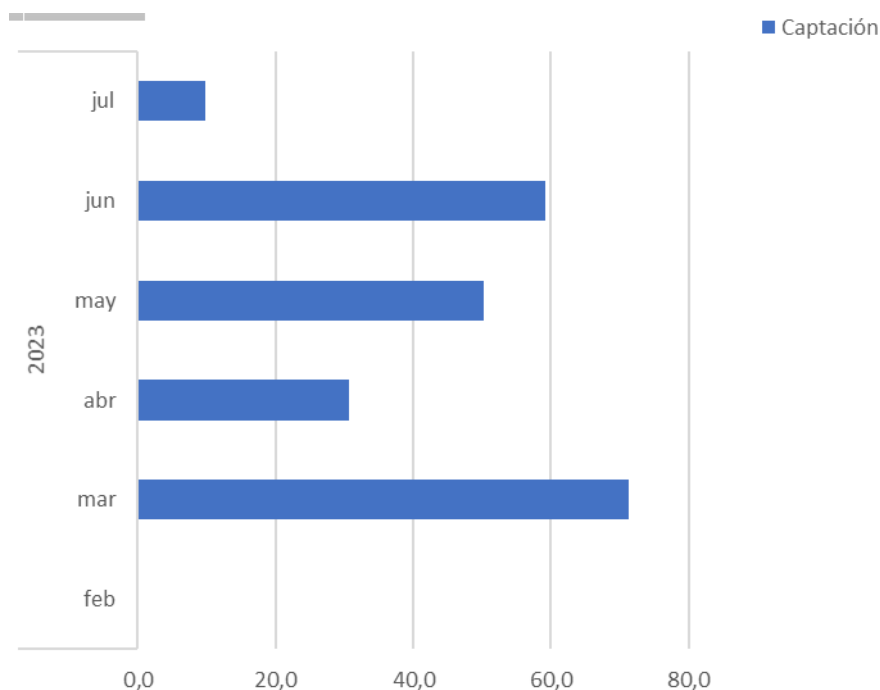


Figura 59. Evolución del Volumen de agua captado (mm) y escorrentía expost

Teniendo en cuenta que la recepción de las obras ha sido relativamente reciente, se ha hecho una comparación del periodo climático estudiado simulando el mismo periodo con/sin actuaciones.

Como puede verse en la siguiente gráfica la captación total sin SbN corresponde a 3242,9 mm con una escorrentía de 1382,1 mm, lo que supone una pérdida de agua por escorrentía del 30%.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 117 de 236

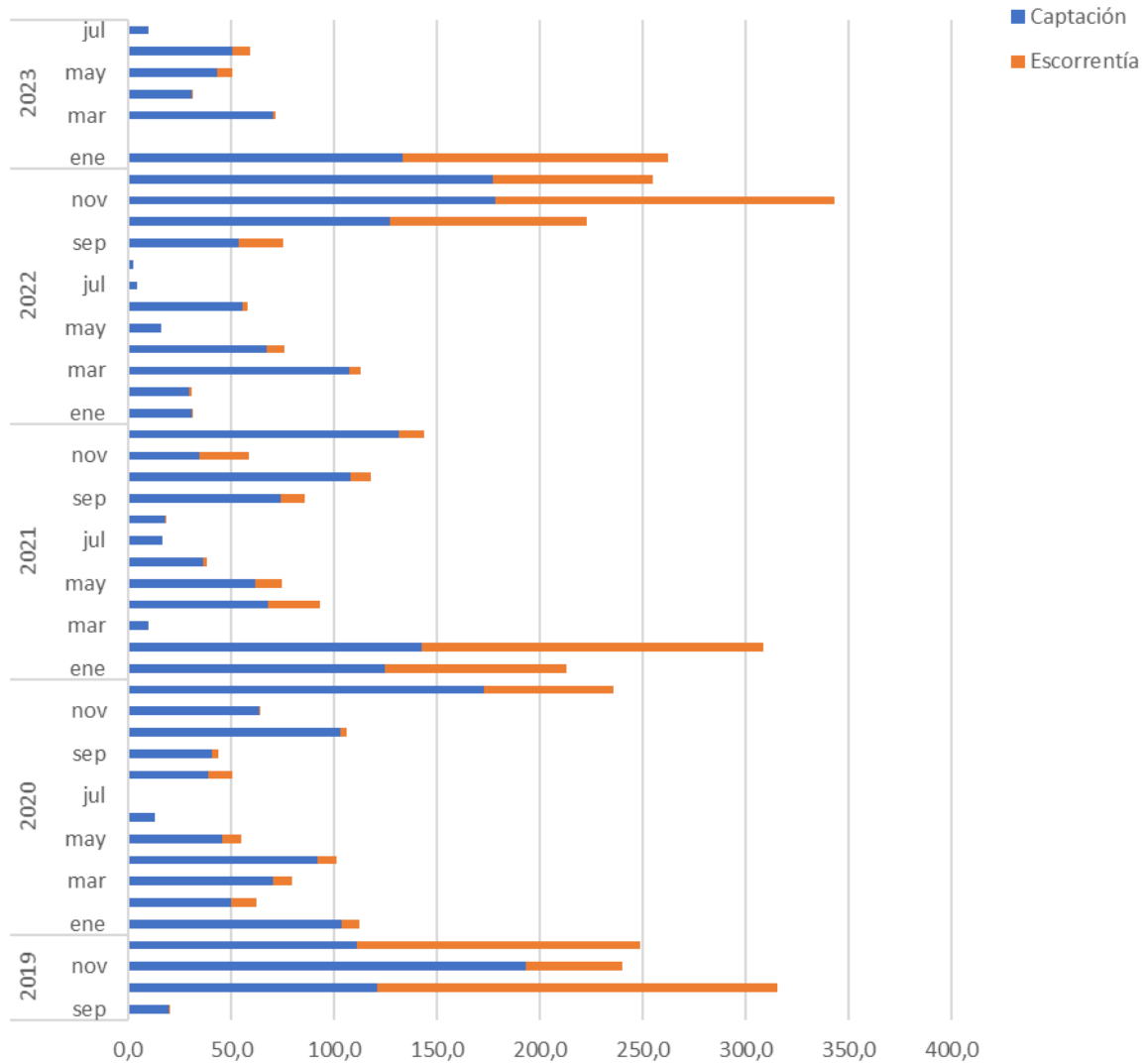


Figura 60. Simulación de escorrentía en el periodo de 01/09/2023 al 31/07/2023 ex ante

En contraste, la siguiente gráfica muestra la situación con SbN simulada para todo el periodo estudiado. En este caso, la captación corresponde a 4455.1 mm con una escorrentía de 172.9 mm, lo que supone una pérdida de agua por escorrentía del 3.74%.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

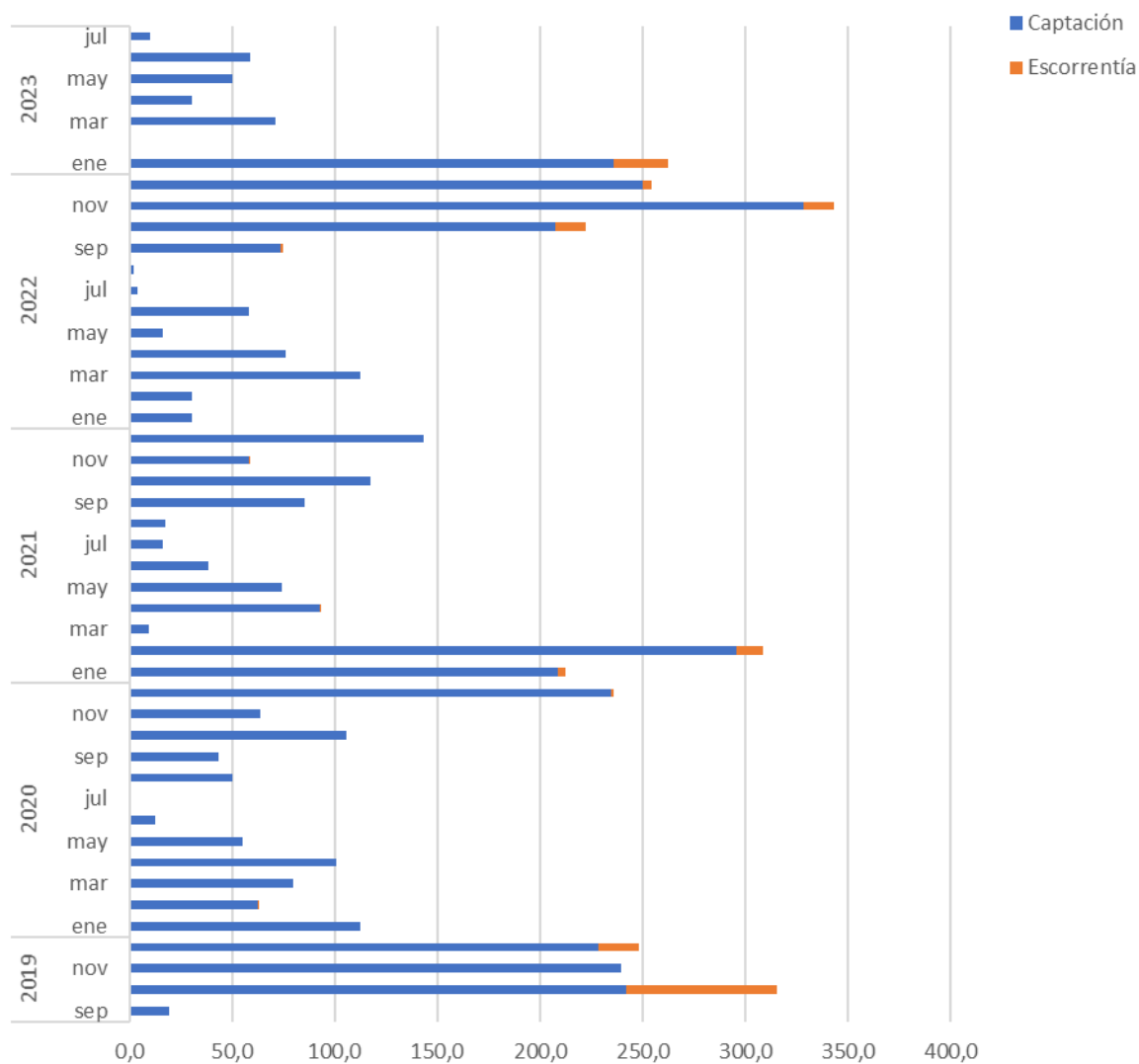


Figura 61. Simulación de escorrentía en el periodo de 01/09/2023 al 31/07/2023 expost

Teniendo en cuenta la distribución normal de precipitaciones para la estación meteorológica estudiada, en los meses de invierno se espera que se alcancen las mejores tasas de captación.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 119 de 236

Gestión de zonas verdes

I3.1 Aumento de la biodiversidad vegetal y animal.

En el caso de Oporto no podemos hablar todavía de ningún cambio, ya que solo se hicieron los muestreos para la línea base en 2021 y otro mientras se estaban terminando las obras de instalación de las SBN, en el que el aumento de especies se debe exclusivamente a las especies plantadas en dichas SBN. En cuanto a las trampas para animales, no se pudieron instalar porque, como decimos, este muestreo se hizo cuando las obras estaban apenas terminadas, con lo que la perturbación en la zona era máxima y los muestreos no son representativos de la diversidad existente. En el muestreo para elaborar la línea base se contabilizaron 69 especies, que aumentaron a 96 justo tras la instalación de las SBN gracias a las 27 especies plantadas.

La Figura 62 muestra que antes de instalar las SBN el número de especies era relativamente elevado (69), dado que la escuela de Falçao está rodeada de zonas ajardinadas. Sin embargo, la mayor diversidad animal se da entre insectos voladores, moscas, mosquitos e himenópteros, principalmente, pero hay pocos artrópodos detritívoros, como algunos colémbolos, pero solo un *Armadillidium*, que empezarían a ser más abundantes cuando mejorase la calidad del hábitat.

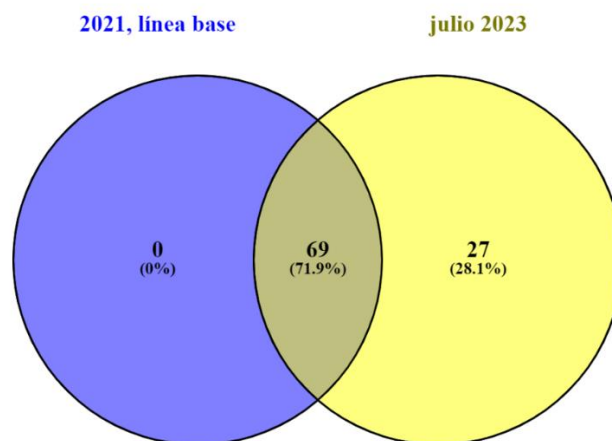


Figura 62. Diagrama que muestra las especies ganadas, perdidas y compartidas entre muestreos en Oporto (<https://bioinfogp.cnb.csic.es/tools/venny/>).

Hasta realizar más muestreos en la primavera de 2024 no se puede decir mucho más del incremento de biodiversidad de este colegio: la gráfica de acumulación de especies (Figura 63) muestra una línea de gran pendiente de la que no se pueden extraer conclusiones aún.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 120 de 236

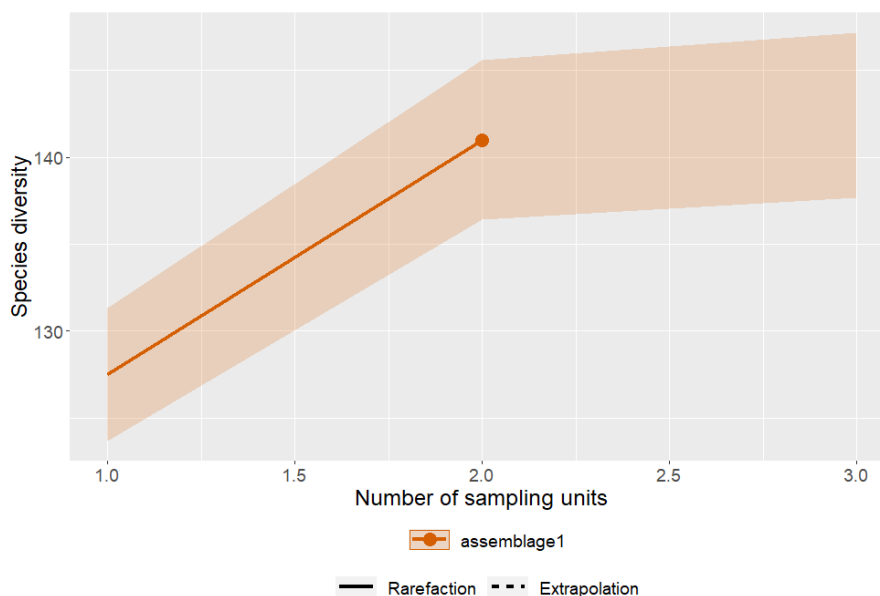


Figura 63. Curva de acumulación de especies de Oporto. Con dos muestreos solo puede indicar que se necesitan más.

13.2 Número de especies vegetales autóctonas

En el caso de Oporto, no se puede decir nada más hasta hacer los muestreos de primavera de 2024.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 121 de 236

Calidad del aire

I4.1 Concentración de dióxido de carbono en el interior del aula.

Al igual que para los registros de las temperaturas de interior del edificio, no se dispone de información de los niveles de dióxido de carbono del interior de las aulas. Son los mismos dispositivos los monitorizan las temperaturas, humedades relativas y las concentraciones de dióxido de carbono.

Sin embargo, para su análisis y recomendaciones se seguirá el mismo procedimiento comentado para el caso del colegio de Évora.

I4.2 Niveles de reducción de ruido procedente del exterior.

Los datos se recogen en las aulas que dan a fachada este y sur, tanto en planta baja como en planta primera, midiendo un total de cuatro aulas y la sala polivalente.

El foco de sonido se coloca a una distancia de 10 m de la fachada. El altavoz está en intensidad media y con los balances centrados y el volumen del móvil se sube al máximo. Para medir los decibelios de la fuente de sonido, el sonómetro se coloca a una distancia de 1 metro del altavoz. Se emite ruido blanco durante 30 segundos por medición. Por cada aula, se realizan dos mediciones en dos situaciones diferentes: con la ventana abierta y con la ventana cerrada. A su vez, cada medición proporciona dos resultados: los valores pico y medio (dB). El sonómetro se sitúa a un metro de la fachada este, a una altura de un metro.

En este caso, se considera que la principal fuente de ruido es el patio de infantil cuando se usa en los recreos o actividades al exterior y haya clases en el interior. En un patio de colegio se pueden llegar a alcanzar niveles de ruido de 90 dB. Otra fuente de ruido puede ser el tráfico de la calle colindante. Los niveles límite recomendados para tener un confort acústico en el interior de las aulas se establece en 35-40 dB.

La recogida de datos de la situación ex- ante, previo a la instalación de SbN, se realizó el 13 de febrero de 2023. El colegio estaba terminando las obras, la fachada verde aún no estaba instalada y las cubiertas verdes están a mitad de instalación. La recogida de datos de la situación ex- post, posterior a la instalación de SbN, se realizó el 13 de septiembre de 2023.

En la siguiente tabla se presentan los datos y resultados obtenidos durante las mediciones de ruido, los valores pico y medio para las cuatro aulas y sala polivalente con las ventanas abiertas y cerradas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Tabla 40. Valores pico y medio (dB) – 13/02/2023 y 13/09/2023

Fachada Sur						
	Medidas	Valor	Ventana sur abierta		Ventana sur cerrada	
			Ex -ante	Ex - post	Ex -ante	Ex - post
Aula 8 (PB)	1	Pico	78,8 dB	79,1 dB	Under value	72,4 dB
		Media	57,7 dB	63,4 dB	38,7 dB	41,1 dB
Aula 9 (P1)	1	Pico	72,4 dB	75,7 dB	Under value	Under value
		Media	57,6 dB	56,8 dB	34,3 dB	39,1 dB
Aula 7 (PB)	1	Pico	76,6 dB	74,2 dB	Under value	Under value
		Media	62 dB	56,1 dB	37,9 dB	36,2 dB
Aula 10 (P1)	1	Pico	71 dB	72,4 dB	Under value	Under value
		Media	54 dB	53,8 dB	38,6 dB	36,5 dB
Aula polivalente (PV)	1	Pico	-	75,7 dB	74,8 dB	74,8 dB
		Media	-	57,9 dB	45,9 dB	45,5 dB
Foco emisión	Exante		Pico: 97,2 dB; Medio: 83,8 dB			
	Expost		Pico: 98,1 dB; Medio: 84,2 dB			

Para evaluar el impacto de las SbN en la reducción de ruido, se ha calculado el porcentaje de reducción de dB en el interior de las aulas respecto al foco de emisión de ruido. En la grafica siguiente se puede observar la comparación entre la situación exante y expost. En algunos casos la reducción de ruido es mayor una vez implementadas las SbN, pero en otros casos se da al contrario, por lo que sin hacer mas mediciones, no se puede afirmar que mejore la reducción de ruido en todas las situaciones.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

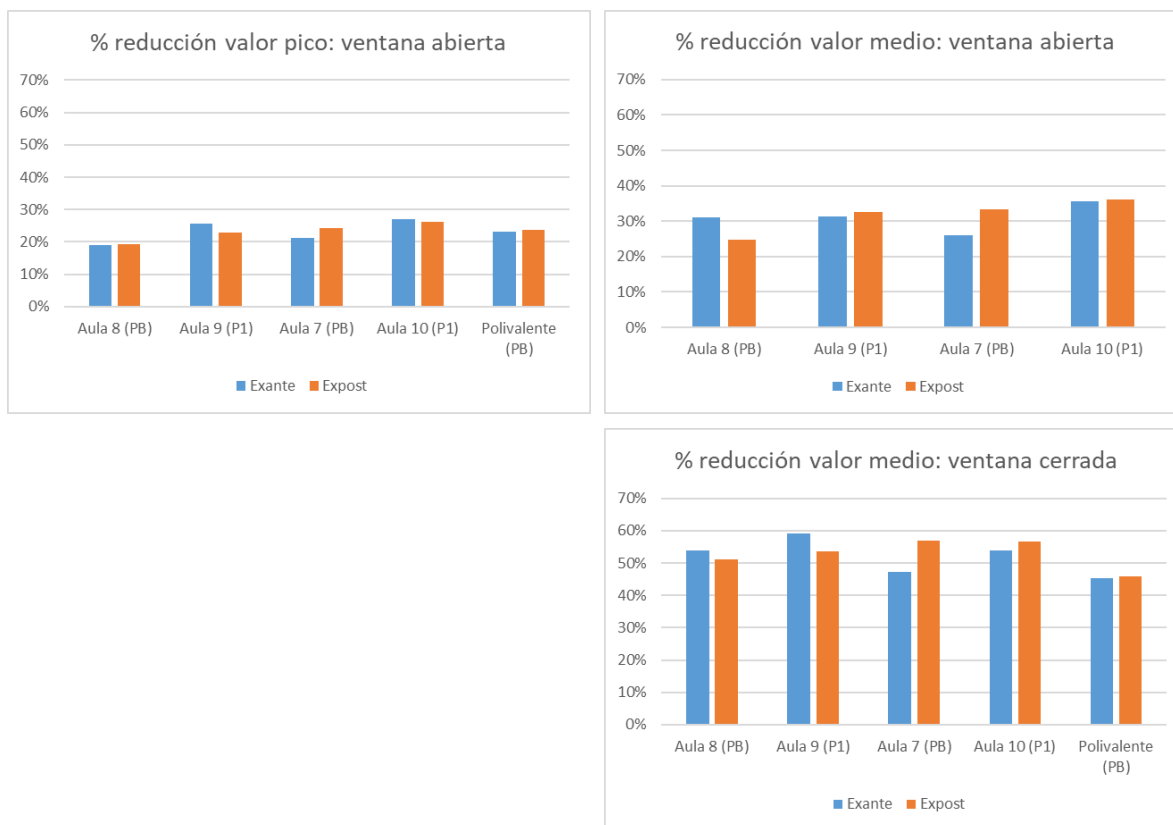


Figura 64. Porcentaje de reducción (dB) de los valores medios y picos de PB y P1 con la ventana abierta/cerrada

I4.3 Número de especies bioindicadoras

El cambio en el número de especies bioindicadoras no se podrá comenzar a medir hasta los muestreos de primavera de 2024, ya que el cambio desde la instalación de las SBNs es actualmente inapreciable.

I4.4 Formación en la observación de las especies bioindicadoras de contaminación.

Las profesoras tratan con los alumnos los temas indicados en el Plan de Formación de manera informal, ya que no es algo que esté en el currículum académico, pero que se puede trabajar en el día a día.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 124 de 236

Regeneración urbana

I5.1 Medidas de eficiencia energética

A continuación, se detallan las medidas que se han tomado referentes a mejorar la eficiencia energética del colegio.

- Mejora del aislamiento térmico de la envolvente mediante la instalación de cubiertas verdes (663 m²)
- Instalación de sistemas de sombreado de la fachada mediante sistema mBiGFAC.
- Sustitución de la carpintería
- Paneles solares (cubierta mBiGBioSol – 204 m²)

La instalación de cubiertas verdes implica una mejora en la resistencia térmica (m²K/W) de la cubierta que variará según el sistema de cubierta verde empleado. El cambio de ventanas y la instalación de sistemas de sombreado disminuyen la radiación absorbida por los huecos de la fachada, minimizando la ganancia de calor interior. La instalación de paneles solares reduce la dependencia energética de fuentes no renovables.

I5.2 Aumento de la superficie verde

Las actuaciones del proyecto han tenido un gran impacto en aumentar las superficies verdes del EB1 Mello Falcão. Se han considerado nuevas zonas verdes el sistema de fachada verde mBiGFAC y los sistemas de cubierta verde mBiGUL, mBiGSECAR y mBiGBioSol. Los cálculos se ha realizado con la superficie verde total que se espera obtener con el desarrollo completo de la vegetación.

En la tabla siguiente se muestran las superficies verdes implantadas y el total respecto a la situación de la línea base. Actualmente el colegio cuenta con 1038,94 m² de superficie verde, lo que significa un incremento del **153,56%** respecto a la situación previa.

Tabla 41. Superficies verdes implementadas - EB do Falcão

(m ²)	Fachada mBiGFAC	Cubierta verde	Superficie verde intervención	Superficie verde previa	Superficie verde final	Incremento %
Superficie	34,20	663,00	692,20	409,74	1106,94	170 %



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

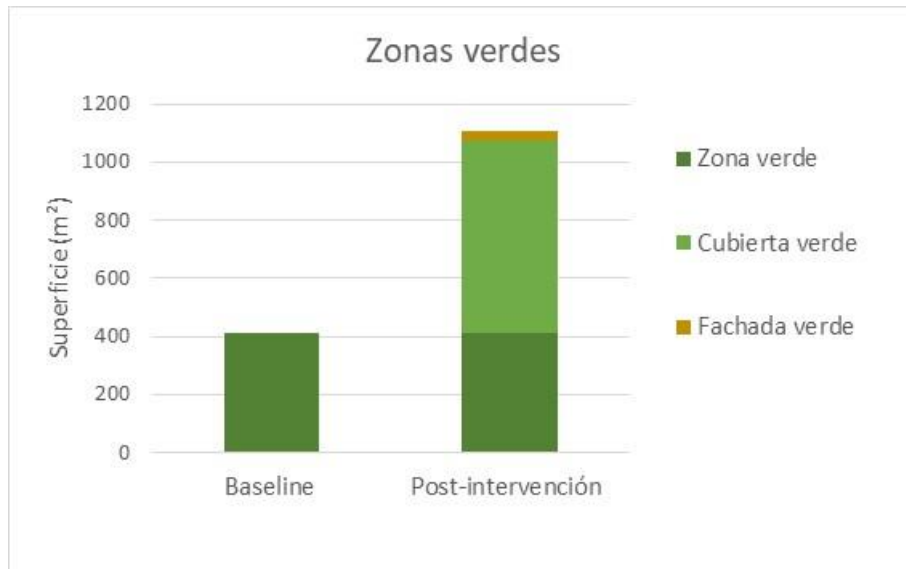


Figura 65. Incremento de las superficies verdes – EB do Falcão

En la Tabla 42 se compara el porcentaje de superficie verde respecto a la superficie total de la parcela, comparando la situación *ex ante* y *ex post*.

Tabla 42. Porcentaje de superficies verdes

	Sup. Zonas verdes	Superficie total parcela	% Zonas verdes
Ex - ante	409,74 m ²	3.582,47 m ²	11,4 %
Ex - post	1.106,94 m ²	3.582,47 m ²	31,0 %



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 126 de 236

Gobernanza y participación

I6.1 Percepción de los ciudadanos sobre la naturaleza urbana.

Sin datos, en el EB1 Mello Falcão no se han realizado las encuestas.

I6.2 Políticas de aprendizaje y planes estratégicos de adaptación al CC.

Sin datos de los eventos realizados. Se hará con frecuencia a partir de este momento, que ya están todos los contenidos recogidos y organizados.

I6.3 Procesos participativos abiertos.

Ausencia de datos

Cohesión social

I7.1 N° de acuerdos y desacuerdos.

No hay acuerdos formales pero el Ayuntamiento de Oporto está trabajando en una normativa municipal para apoyar la implementación de las SbN en los edificios privados (Índice Ambiental do Porto).

Salud pública y bienestar

I8.1 Reducción de número de ausencias y bajas de alumnos y profesores.

A continuación, se detallan las ausencias y bajas del alumnado, profesorado y personal no docente de la Escola EB1 Mello Falcão (Oporto), debido a enfermedades o malestar.

Se han recogido datos desde el curso escolar 2018/2019 hasta el primer trimestre de 2023. Para este periodo hay que tener en cuenta la pandemia de COVID-19 que se inició en febrero de 2020 y continuó hasta el curso 2021/2022, aumentando significativamente el número de ausencias. Durante el periodo de obras (septiembre 2021 – abril 2023) los alumnos fueron reubicados en otra escuela.

En el caso del **alumnado**, en primer lugar, se recoge el número de alumnos en este periodo de tiempo, diferenciando entre preescolar y primer ciclo (ver Figura 66).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

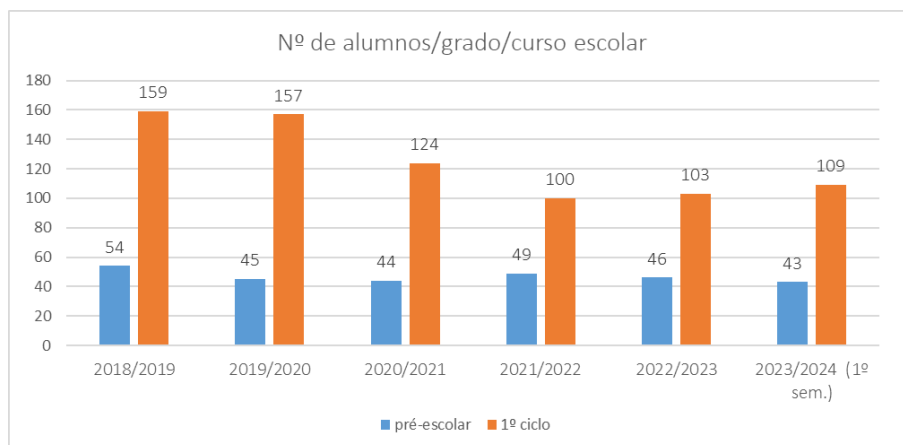


Figura 66. Número de alumnos por nivel de enseñanza/grado/cursos escolar

Del total de ausencias justificadas, se estima que alrededor del 80% se deben a enfermedad y están relacionadas con enfermedades respiratorias como resfriados, gripe, etc. (ver Figura 67).

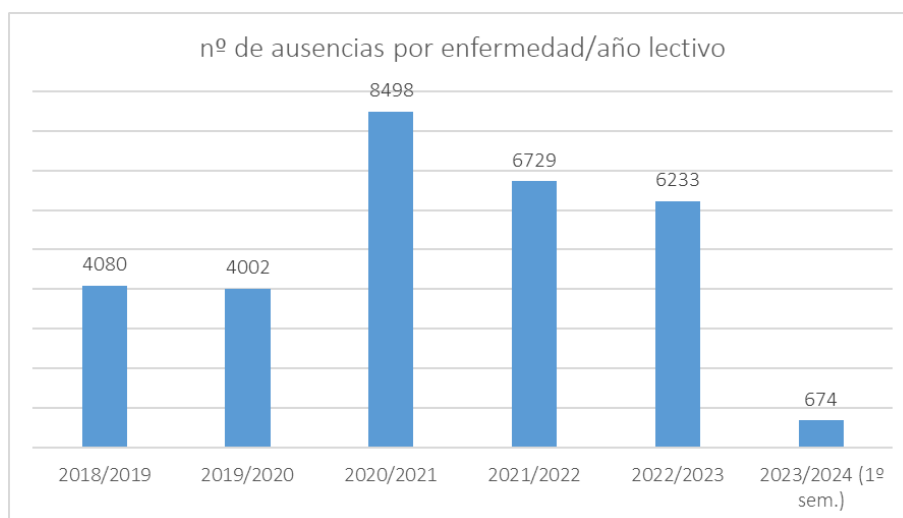


Figura 67. Número de ausencias por enfermedad y año lectivo

El número de ausencias por curso académico desde el inicio de la pandemia hasta 2023 es elevado. Aunque no disponemos de datos completos para 2023-2024, el primer semestre parece sugerir un descenso significativo, ya que este periodo de clases en otoño y parte del invierno corresponde a los meses más fríos. Por el momento no se puede evaluar el impacto y habrá que esperar a que termine el curso 2023/2024, para poder comparar un curso completo con las SbN implementadas con los datos de cursos pre-pandemia y pre-SbN.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

También se ha analizado el número de ausencias por enfermedad por nivel educativo para poder comparar entre curso escolar, ya que los alumnos de preescolar estaban en un edificio diferente al de los alumnos de primaria (ver Figura 68).

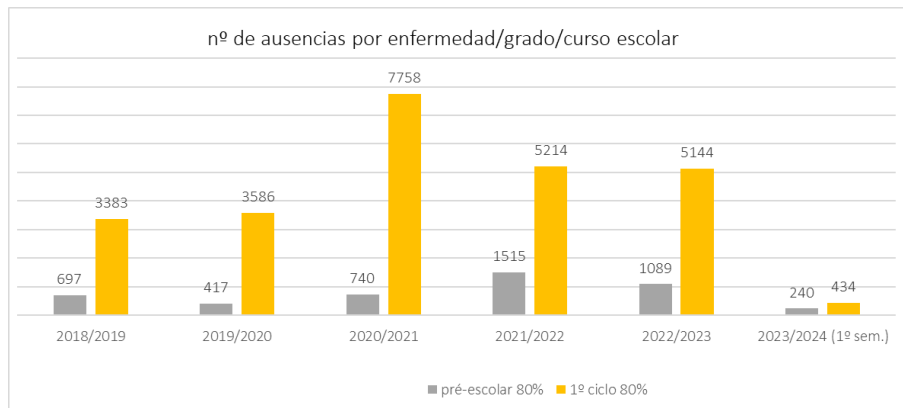


Figura 68. Número de ausencias por enfermedad y curso escolar

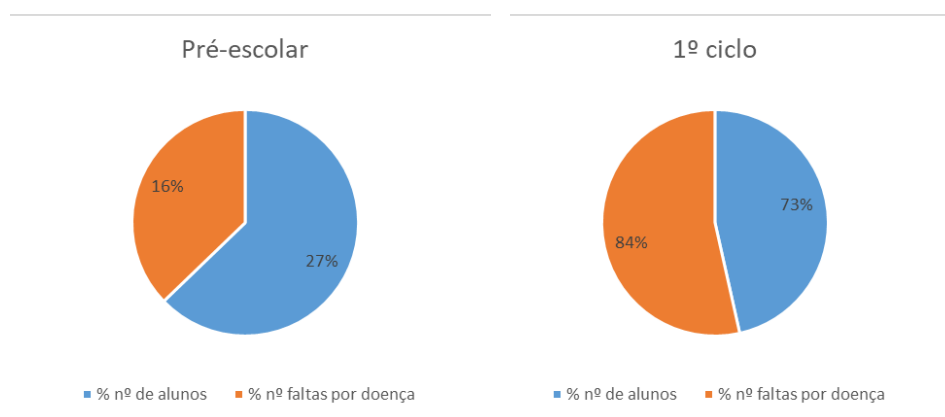


Figura 69. Número de ausencias por enfermedad según nivel de estudios

Porcentualmente, en función del número de alumnos de cada nivel, los alumnos de primaria tuvieron más ausencias que los de preescolar, aunque con diferencias relativamente pequeñas. Con los datos de 2023/2024 se conocerán mejor estos datos y la influencia de las cubiertas verdes y su tipología en las diferentes clases.

En el caso del **profesorado**, en primer lugar, se recoge el número de profesores en este periodo de tiempo, diferenciando por grupo de enseñanza (ver Figura 70).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

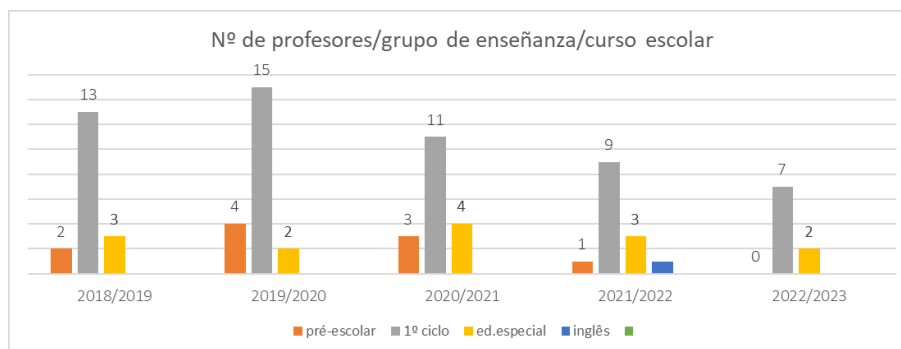


Figura 70. Número de profesores por grupo de enseñanza y curso escolar

Se recoge el número de ausencias por enfermedad y curso escolar (Figura 71), número de profesores con baja por enfermedad y curso escolar (Figura 72) y número de ausencias por enfermedad según grupo de enseñanza (Figura 73).

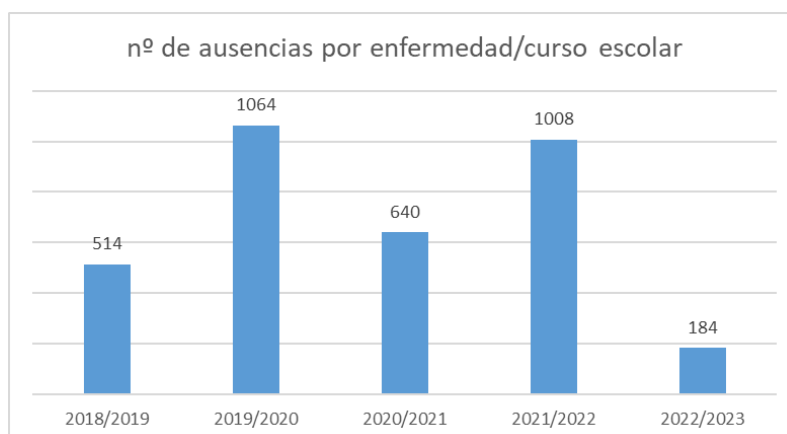


Figura 71. Número de ausencias por enfermedad y curso escolar



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

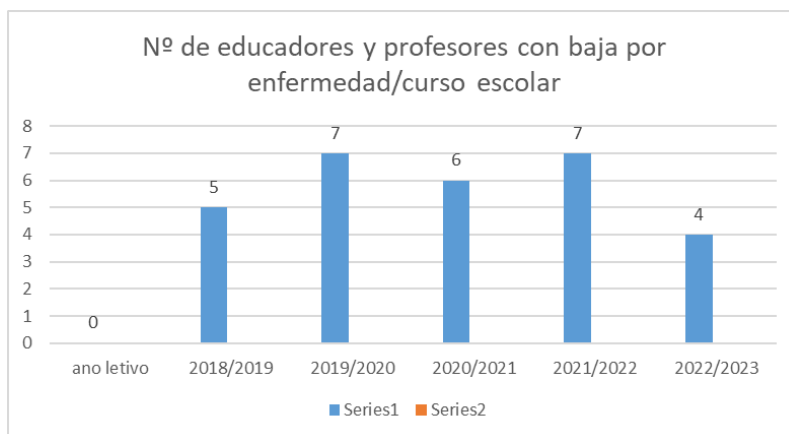


Figura 72. Número de profesores con baja por enfermedad y curso escolar

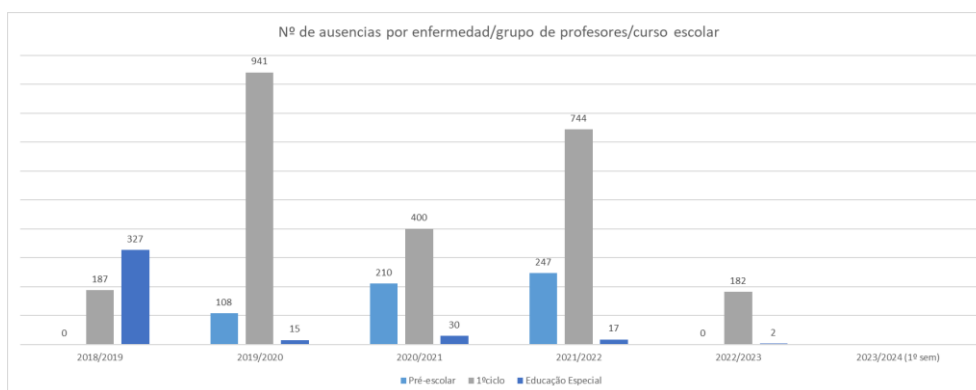


Figura 73. Número de ausencias por enfermedad según grupo de enseñanza

En cada curso escolar, excluidos el curso 2023/2024, el número de profesores de baja por enfermedad se sitúa en torno a un tercio del total de profesores. Un gran porcentaje de las bajas por enfermedad corresponde a un pequeño número de profesores, algunos de los cuales padecen enfermedades crónicas, incluidas enfermedades respiratorias. Los otros 2/3 tienen pocas ausencias o ninguna.

En cuanto al personal **no docente**, en primer lugar se presenta el número según el grupo y curso escolar (Figura 74).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

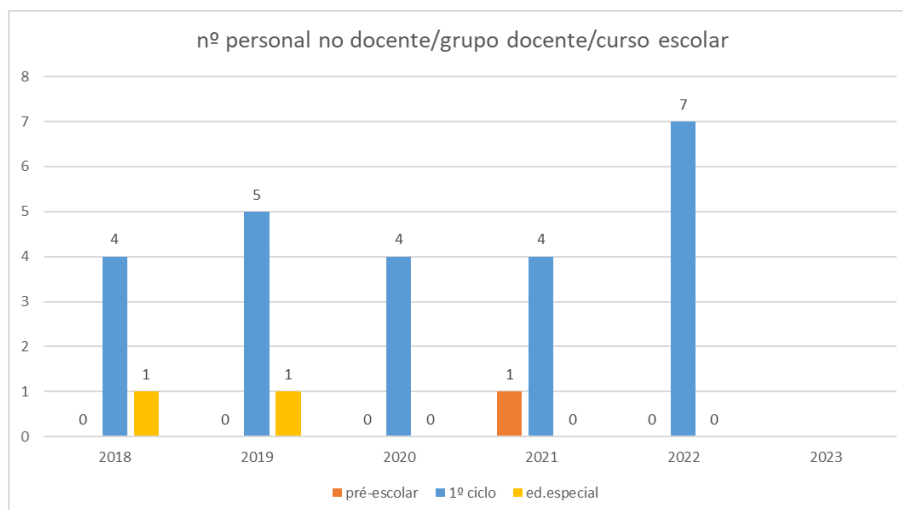


Figura 74. Número de personal no docente según grupo y curso escolar

Se recoge el número de ausencias por enfermedad según el curso escolar (Figura 75) y el número de bajas (Figura 76).

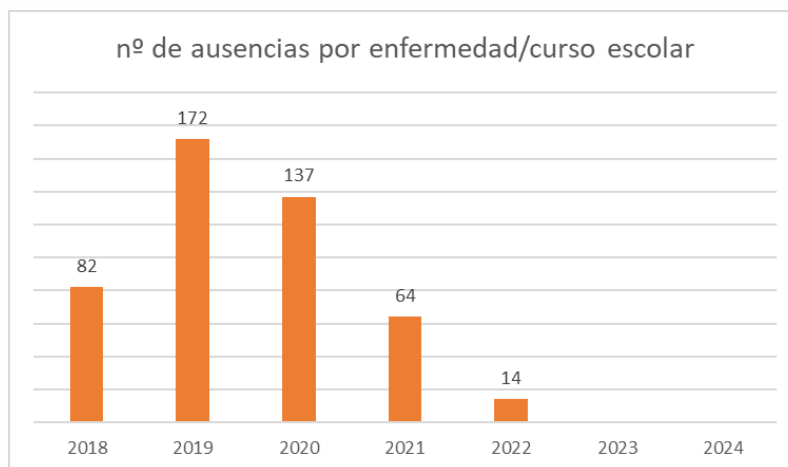


Figura 75. Número de ausencias por enfermedad y curso escolar



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

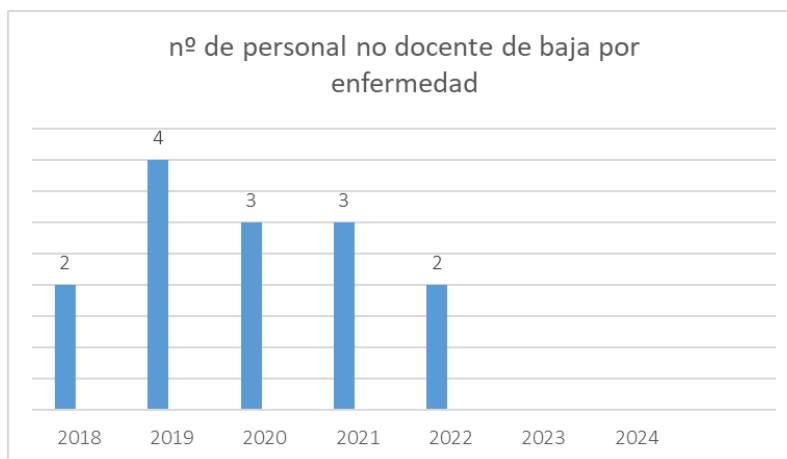


Figura 76. Número de bajas por enfermedad

En todos los cursos escolares, excluidos 2023/2024, un porcentaje significativo del personal no docente tiene pocas bajas por enfermedad o ninguna, y el número de ausencias ha ido disminuyendo. El número de personal no docente con más de 60 días de baja por enfermedad se limita a tres, cada uno en distintos cursos escolares. Puede decirse que existe un paralelismo con los datos relativos al personal docente.

Para poder evaluar el impacto de la implementación de las SbN en la reducción de las ausencias por enfermedad, será necesario esperar a que finalice el curso 2023/2024 y continuar comparando los resultados de los cursos posteriores.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Oportunidades económicas y empleo

I9.1 Número de puestos de trabajo creados.

Se ha realizado un cálculo de los empleos directos generados en esta intervención mediante su estimación a través del presupuesto de las intervenciones. Adicionalmente, para la ejecución directa del proyecto a través del Ayuntamiento de Oporto, se ha contratado a una persona para llevar la coordinación del mismo. Asimismo, se contrató la realización del proyecto de construcción para la implementación de las intervenciones en el colegio y para la dirección de la obra.

Generación de Empleo Directo

Ejecución obra	---	4 personas·mes	x	6 meses obra = 24 personas·mes
Gestión proyecto	---	1 persona·mes	x	48 meses proyecto = 48 personas·mes
Proyecto constructivo y dirección obra				
	---	1 persona·mes	x	3 meses = 3 personas·mes

Como estimación se ha establecido que la ejecución del proyecto ha generado la creación directa de **puestos de trabajo equivalentes a 75 personas·mes**.

Por otro lado, las acciones de diseminación han permitido dar a conocer a las empresas y emprendedores del sector, especialmente en las zonas de influencia del Proyecto, la factibilidad y el impacto positivo que generan las SbN. Esto combinado con los módulos de formación creados y llevados a cabo en los colegios, y la actividad alrededor de las intervenciones, han permitido mejorar la competitividad y la empleabilidad en las zonas. Sin embargo, este hecho no se ha podido valorar con los indicadores propuestos.

I9.2 Creación de nuevas capacidades en autónomos y empresas de la zona

A fecha de noviembre 2023, la formación del proyecto en SbN disponible en la plataforma CHAMILO, ha tenido un total de 1995 visitas en español, mientras que la versión en inglés ha obtenido un total de 436 visitas. Los vídeos de la versión en español se han visualizado un total de 332 veces, mientras que los de la versión en inglés se han visualizado 102 veces. Todavía no se ha publicado la formación en portugués, por lo que no hay resultados por el momento. Por lo tanto, para la formación en español e inglés, se han alcanzado los objetivos previstos inicialmente.

I9.3 Reducción del absentismo laboral

No hay datos sobre el número de ausencias y bajas del profesorado.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 134 de 236

6.3 Solana de los Barros, Badajoz

La implantación de prototipos de SbN en el CEIP Gabriela Mistral de Solana de los Barros en la provincia de Badajoz en España se centró en mejorar el confort térmico de los usuarios del colegio, aumentar la superficie verde de forma sostenible, reducir la huella de carbono, mejorar la gestión hídrica en los mismos, recuperar, fomentar la biodiversidad local en el entorno urbano y concienciar sobre el valor la naturaleza y los servicios ecosistémicos que se producen.

Mediante la instalación de fachadas verdes se persigue la reducción del impacto de la radiación solar sobre la envolvente del edificio y su entrada directa a través de los huecos, generando una circulación de aire por el interior de edificio en época estival con aire “enfriado” naturalmente. Además, la renovación del aire que se consiga con estas actuaciones debería permitir reducir los niveles de dióxido de carbono en el interior de las aulas. El aumento de espacios de sombra en el exterior espera mejorar las condiciones ambientales exteriores de temperatura y humedad. Se espera que estos impactos mejoren la salud y el bienestar de los alumnos y profesores. La instalación de suelos drenantes y cubiertas verdes con capacidad de captar agua de lluvia permite reducir el agua de escorrentía asumida por el alcantarillado público. Mediante procesos participativos de co-diseño y codesarrollo con la comunidad educativa se pretende mejorar los procesos de gobernanza y cohesión social.

El periodo de monitorización de la línea base comprendió desde mayo de 2019 hasta diciembre de 2021. El periodo posterior a la implementación de las SbN comprende desde enero 2022 hasta octubre 2023. Sin embargo, como se detalla en el *plan after-life* del Proyecto, la monitorización continuará una vez terminado este y se evaluarán los beneficios a medio y largo plazo. Las obras de ejecución de los prototipos comenzaron en mayo de 2021 y finalizaron en diciembre de 2021.

En primer lugar, se describen brevemente las actuaciones implementadas en el edificio (para más información sobre las soluciones implementadas, consultar el entregable C2.4 Manuales Técnicos para la implementación de prototipos de SBN en las diferentes estructuras de los edificios piloto). Posteriormente se realiza una revisión del estado de la monitorización de los indicadores y la evaluación de su impacto en el colegio.

ACTUACIONES – DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

Las actuaciones que se han llevado a cabo han afectado principalmente a las cubiertas y fachadas del edificio ‘anexo’, a los pavimentos, zonas vegetales y espacios exteriores.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 135 de 236

Cubiertas

Se han instalado tres tipos de cubiertas verdes (CUVE-SUS; CUVE-1 y CUVE-2), consiguiendo un total de 420 m² de cubierta verde y mejorando su accesibilidad.

Cubierta 1

En la cubierta 1 se han instalado tres tipos de cubierta verde. Por un lado, el sistema CUVE-1 con bandejas elevadas y cubierta extensiva; y el sistema CUVE-2 con bandejas elevadas con macetas y trepadoras repartidas al 50% en una superficie total de 58 m². Por otro lado, mediante un sistema CUVE-SUS hay una superficie de 85 m² de cubierta extensiva, con plantas vivaces y tipo *Sedum*. Se ha instalado una puerta de acceso a la cubierta desde el vestíbulo de la planta +1.



Tipo: CUVE-SUS;
CUVE-1 y 2.
Superficie: 143 m²
Acceso: Si

- **Monitorización:** Mediante sensores (CO₂, T y HR) en las aulas de primaria 2 y 4. Imágenes térmicas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 136 de 236

Cubierta 2

En la cubierta 2 se han instalado tres tipos de cubierta verde. Por un lado, el sistema CUVE-1 con bandejas elevadas y cubierta extensiva; y el sistema CUVE-2 con bandejas elevadas con macetas y trepadoras repartidas al 50% en una superficie total de 27 m². Por otro lado, mediante un sistema CUVE-SUS hay una superficie de 60 m² de cubierta extensiva, con plantas vivaces y tipo *Sedum*. La cubierta 2 ya era accesible desde la galería, previo a la actuación.



Tipo: CUVE-SUS;
CUVE-1 y 2
Superficie: 87 m²
Acceso: Si

- **Monitorización:** Imágenes térmicas.

Cubierta 3

En la cubierta 3 se ha instalado una cubierta extensiva CUVE-SUS, con plantas vivaces y de tipo *Sedum*, cubriendo una superficie total de 200 m². Se ha instalado una escalera para acceso de mantenimiento a la cubierta 3.



Tipo: CUVE-SUS
Superficie: 200 m²
Acceso: Si

- **Monitorización:** Imágenes térmicas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 137 de 236

Cubierta 4

No se ha realizado ninguna intervención en la cubierta 4. Sirve de referencia para imágenes térmicas.

- **Monitorización:** Imágenes térmicas.



Fachadas

El sistema FAVE-1 se ha instalada a diferentes niveles y en distintas fachadas mediante plantas trepadoras y macetas. A su vez, el sistema FAVE-2 se ha instalado en parte de la fachada este con toldos vegetados en los parasoles verticales y plantas trepadoras en la los parasoles horizontales. Se han instalado un total de 400,5 m² de fachada verde.

Fachada Este

El sistema FAVE-1 se ha instalado en los tres niveles de la fachada Este (nivel -1, 0, +1) cubriendo una superficie de 321,8 m².

El sistema FAVE-2 se ha instalado en el nivel +1 cubriendo una superficie de 23,2 m².



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

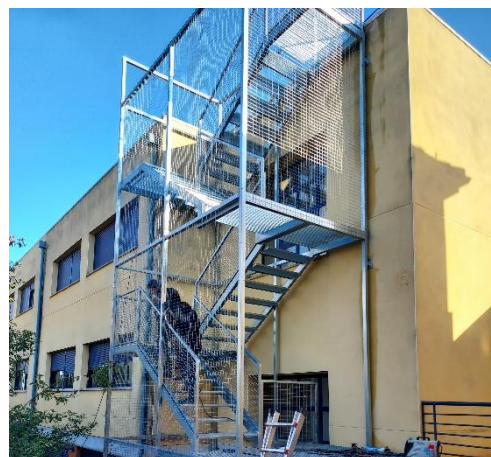
Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 138 de 236

- **Monitorización:** Se han instalado sendos sensores (CO₂, T y HR) en las aulas de primaria 2 y 4 y un sensor de T y HR en el exterior de la fachada. Reportaje fotográfico de imágenes térmicas.

Fachada oeste

Se ha instalado el sistema FAVE-1 junto a la nueva escalera de mantenimiento de cubierta, con una superficie de 55 m² de fachada verde. El resto de la fachada no se ha intervenido.



- **Monitorización:** Se ha instalado un sensor de T y HR en el exterior.

Fachada Sur

Se ha realizado una renovación en todas las ventanas de la fachada sur. No se ha implementado ninguna SbN.

Monitorización:

Se ha instalado un sensor (CO₂, T y HR) en el aula 5^a.



Fachada Norte

No se ha implementado ninguna SbN en la fachada norte. Mantiene las mismas características previas a las obras.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 139 de 236

Interior

En el nivel 0, en la galería de conexión del edificio viejo con el anexo, se ha instalado un muro verde interior de 18,55 m².



Zona exterior

En la zona exterior se han realizado tres tipos de intervención: pérgolas con plantas trepadoras y macetas (sistema PEVE 1 y 2), zonas vegetales exteriores con una superficie total de 707,3 m² y pavimento permeable (SUVE 1 y 2), con una superficie total de 456,7 m².

En el patio de la entrada principal se ha instalado el sistema PEVE-1 con una superficie de 54,8 m². En el patio de infantil se ha vegetado una zona exterior de 534 m² y se ha instalado el sistema PEVE-2 con una superficie de 118,5 m², aumentando las zonas de sombra disponibles.



En el patio correspondiente a la fachada norte se ha instalado el sistema SUVE-1, un pavimento poroso drenante, cubriendo una superficie de 351 m². Perimetralmente, se ha instalado el sistema SUVE-2, unas baldosas drenantes (105,7 m²).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



EVALUACIÓN INDICADORES

Adaptación y mitigación del cambio climático.

11.1 Temperatura interior del edificio.

En la tabla siguiente se muestra la situación de los sensores instalados en el CEIP Gabriela Mistral, el aula, la fachada en la que está el aula y el número de alumnos que hay en el aula durante el curso 2020/2021. Los sensores 502, 554, 557 y 997 se instalaron en mayo de 2019. Algunos periodos de datos se han perdido por falta de conexión. Los sensores se comunican empleando wifi con la plataforma. La wifi proporcionada por el colegio periódicamente sufrís problemas por la desconexión del verano o por problemas de seguridad ajenos a la dirección del colegio. El servicio de internet se proporciona desde los servicios centrales de la Junta de Extremadura. Los sensores 1803 y 2422 se instalaron en septiembre de 2019. Desde entonces todos los sensores han estado enviando la información registrada correctamente.

Tabla 43. Situación de los sensores y ocupación de las aulas en el CEIP Gabriela Mistral.

Sensor	502*	554	557	977	1803	2422
Planta	Planta 1 Edificio Viejo	Planta -1 Infantil	Planta Baja	Planta Baja	Planta -1 Infantil	Planta Baja
Fachada	Sur	Este	Este	Este	Oeste	Oeste
Alumnos	12	14	19	Normalmente vacía.	15	18
SBN	-	FAVE-1	FAVE-1 CUVE	FAVE-1 CUVE	-	-

* No considerado en este estudio tratarse de otro edificio y porque tiene mayor falta de información por conexión inestable.

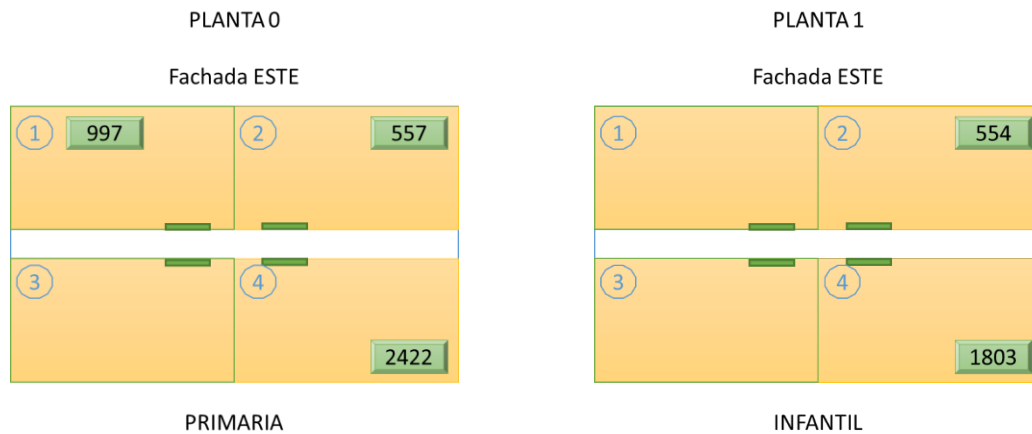
En la planta baja se han situado tres sensores, dos de ellos en aulas con ventanas hacia la fachada este y otro en otra aula con ventanas hacia la fachada oeste.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix



En la planta primera se han situado dos sensores, uno en un aula con ventanas hacia la fachada este y otro en otra aula con ventanas hacia la fachada oeste. Por otro lado, también se ha instalado un sensor en un aula del edificio antiguo en la fachada sur y otros dos sensores en los exteriores de las fachadas este y oeste.

A modo de ejemplo, se ha elaborado una gráfica con la representación de los registros en las diferentes aulas del colegio durante el año 2020. Como se puede apreciar la temperatura interior en las aulas sufre modificaciones en función de la época del año. Asimismo, se puede apreciar que los perfiles en las épocas de más frío sufren mayores variaciones al estar influenciadas por el uso de la calefacción.

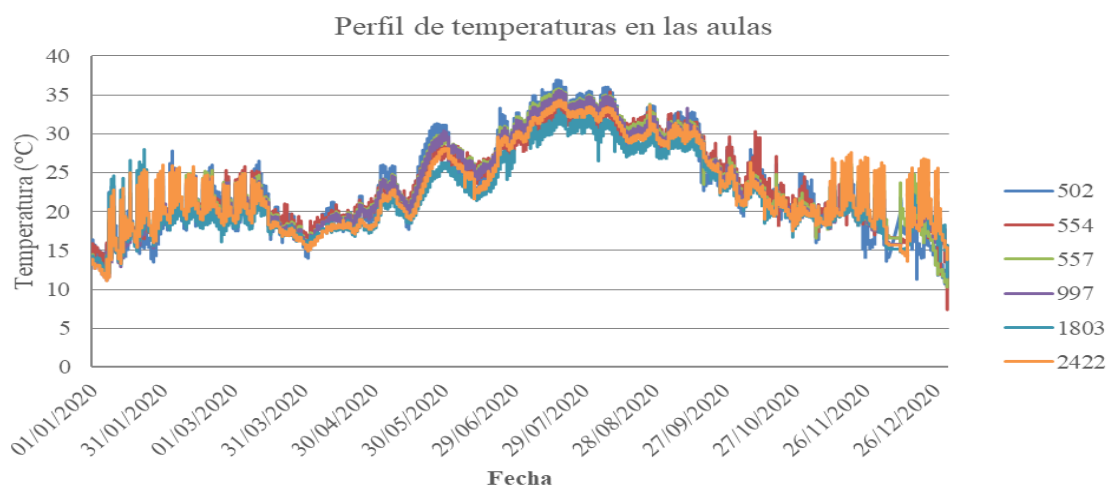


Figura 77. Perfil de temperaturas en las aulas del CEIP Gabriela Mistral 2020



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Además, se puede apreciar como los perfiles de temperaturas en las aulas son similares con variaciones en la magnitud en función de la fachada en la que se encuentren o de la ocupación que tengan.

Para poder realizar un estudio comparativo entre la temperatura anterior (buscando valorar el confort térmico) y posterior a las intervenciones de soluciones basadas en la naturaleza. Para ello, se han agregado los datos anteriores y posteriores a las intervenciones. Así, a continuación, se muestran los valores promedio para cada mes en las distintas aulas monitorizadas. En la Figura 78 los valores promedio y en la Figura 79 se muestran los valores máximos para la situación anterior a la realización de las intervenciones. Hay que mencionar que se ha limitado el estudio a los registros de lunes a viernes y entre las 8 y las 15 horas, periodo en el que se concentra la actividad lectiva. De esta manera, el estudio permitirá valorar mejor el confort térmico y el impacto que las SbN tienen en la comodidad de los alumnos.

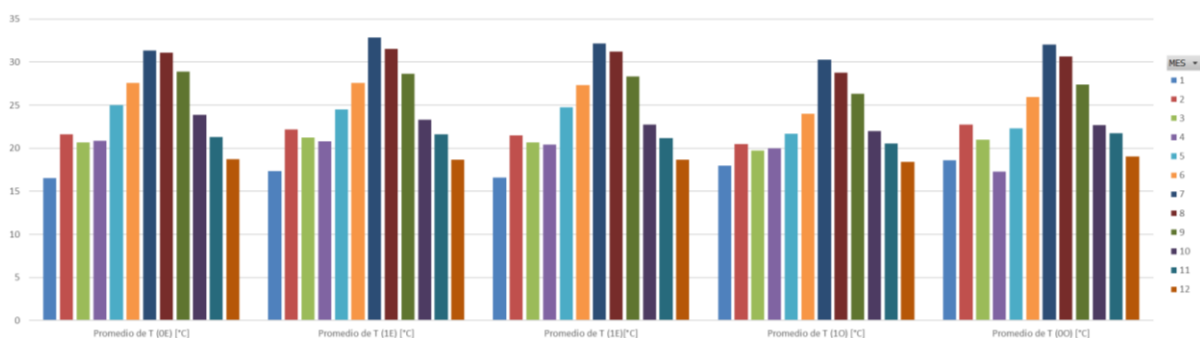


Figura 78. Temperaturas promedio mensuales para cada una de las aulas monitorizadas antes de las intervenciones.

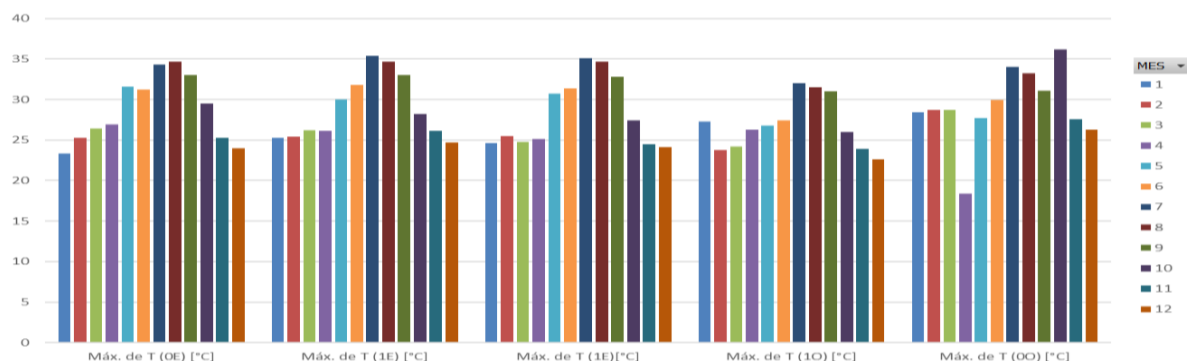


Figura 79. Temperaturas máximas mensuales para cada una de las aulas monitorizadas antes de las intervenciones.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 143 de 236

A la vista de los registros, no se identifican diferencias claras entre las distintas aulas, ni en los valores promedios ni en los valores máximos. Para continuar con el estudio se han agregado los valores por fachada y por planta. Así se han calculado los promedios de temperaturas de los registros por planta y por fachada, tanto para las temperaturas promedio como para las temperaturas máximas.

En la Figura 80 se muestran las evoluciones mensuales de las temperaturas medias agregadas por fachadas y plantas. Se puede apreciar como durante las meses fríos (desde noviembre a febrero) las diferencias no parecen significativas. Sin embargo, cuando las temperaturas exteriores aumentan, ya en los meses desde abril a octubre, sí que se pueden apreciar ciertas diferencias encontrándose que las aulas de la fachada este (recordemos que se ha estudiado solamente el periodo entre las 8 y las 15 horas y reciben la insolación de la mañana) tiene mayores temperaturas que las de la fachada oeste. En relación a la diferencia entre las dos plantas, se puede apreciar cómo, aunque las diferencias no parecen muy altas, en los meses más cálidos (desde mayo a septiembre) sí que se pueden ver ciertas diferencias encontrándose que la planta superior tiene mayores temperaturas. Este hecho se asocia a que el efecto de la insolación sobre la cubierta es mayor en las aulas superiores que están directamente debajo de ella.

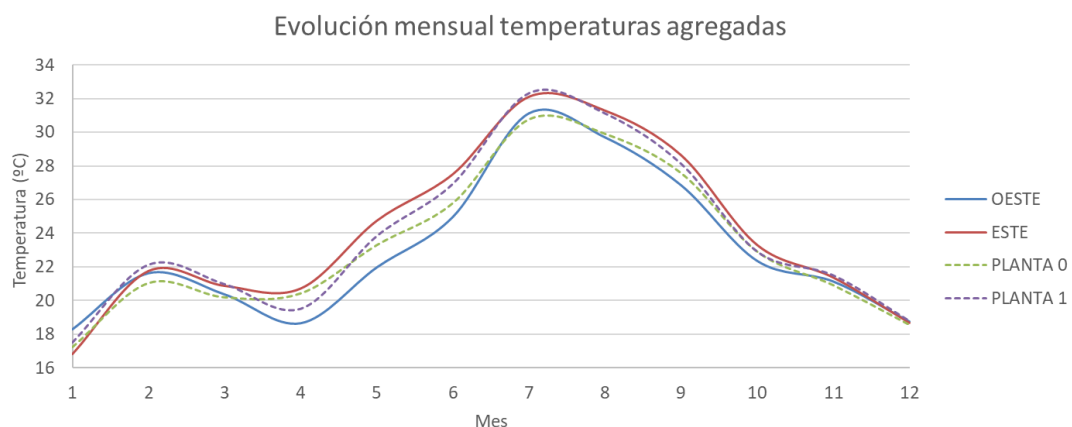


Figura 80. Evolución mensual de las temperaturas medias de aulas agregadas por fachada y planta antes de las intervenciones.

Por otro lado, en la Figura 81 se ha recogido la evolución de las temperaturas máximas agregadas por fachadas y plantas. En este caso, las diferencias en las fachadas son aún más claras, como parece lógico ya que en el horario estudiado la insolación mayoritariamente se produce en la fachada este. En relación a diferencia entre las plantas se pueden hacer



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

comentarios similares a los realizados para las temperaturas promedio. Sin embargo, se puede comentar que hay más variaciones ya que las temperaturas máximas pueden estar afectadas por conductas individuales de las personas encargadas de las aulas porque dejar un rato la ventana abierta puede tener un impacto importante en la temperatura máxima recogida diariamente.

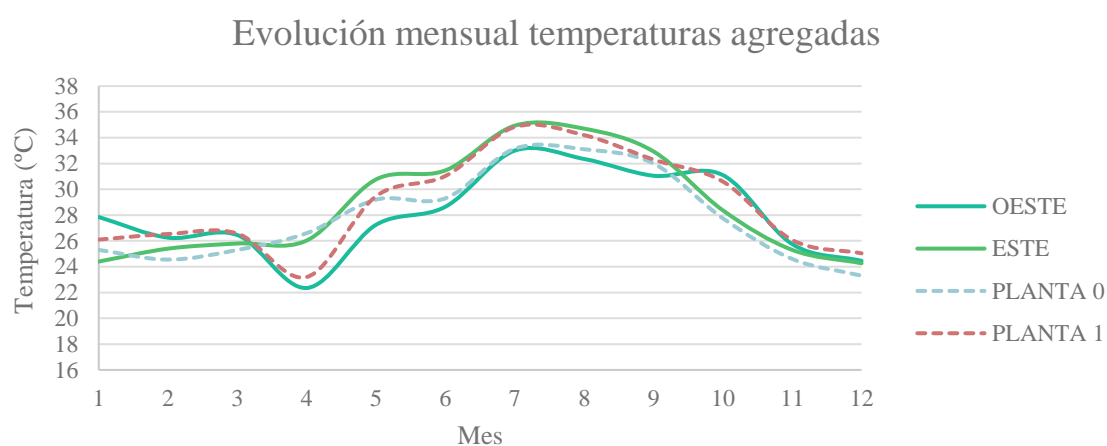


Figura 81. Evolución mensual de las temperaturas máximas agregadas por fachada y planta antes de las intervenciones.

A continuación, se ha realizado un estudio similar con los datos recogidos desde el final de las obras (diciembre de 2021). Al igual que para el caso anterior, los valores promedios y máximos mensuales de las temperaturas registradas para cada una de las aulas no muestran grandes diferencias (Figura 82 y Figura 83).

Por otro lado, la comparación absoluta de los registros no es una estrategia adecuada para evaluar el impacto de las intervenciones porque las temperaturas exteriores no han sido iguales en los años monitorizados antes y después. En las gráficas de los promedios mensuales no es fácil valorar diferencias significativas entre las distintas localizaciones.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

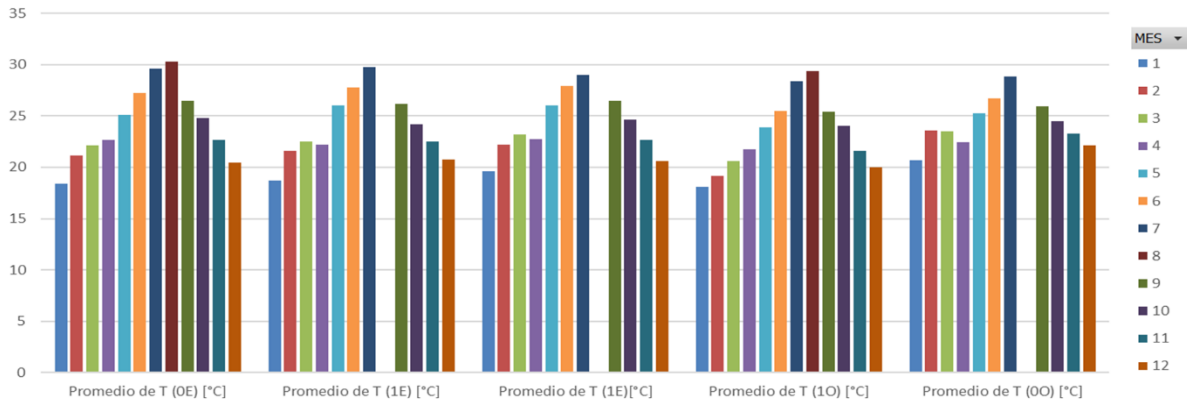


Figura 82. Temperaturas promedio mensual para cada una de las aulas monitorizadas después de las intervenciones.

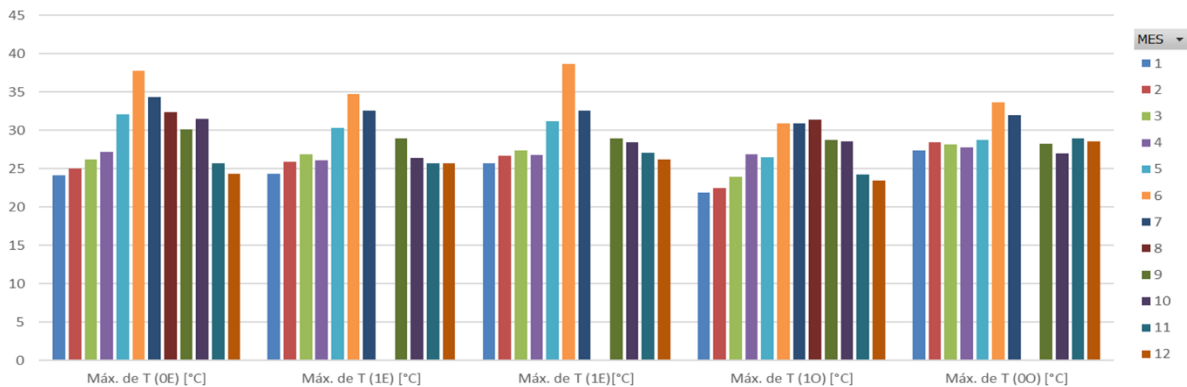


Figura 83. Temperaturas máximas mensuales para cada una de las aulas monitorizadas después de las intervenciones.

Así, se repite el análisis agregando los registros por fachada y por planta. En las Figura 84 y Figura 85 se muestran las gráficas de la evolución mensual de las temperaturas promedio y máximas agregadas por planta y fachada, respectivamente.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

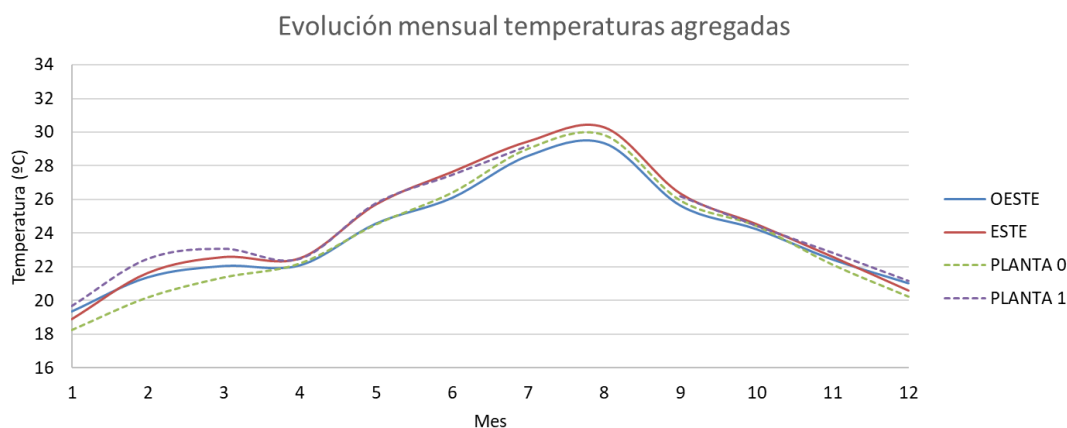


Figura 84. Evolución mensual de las temperaturas medias agregadas por fachada y planta después de las intervenciones.

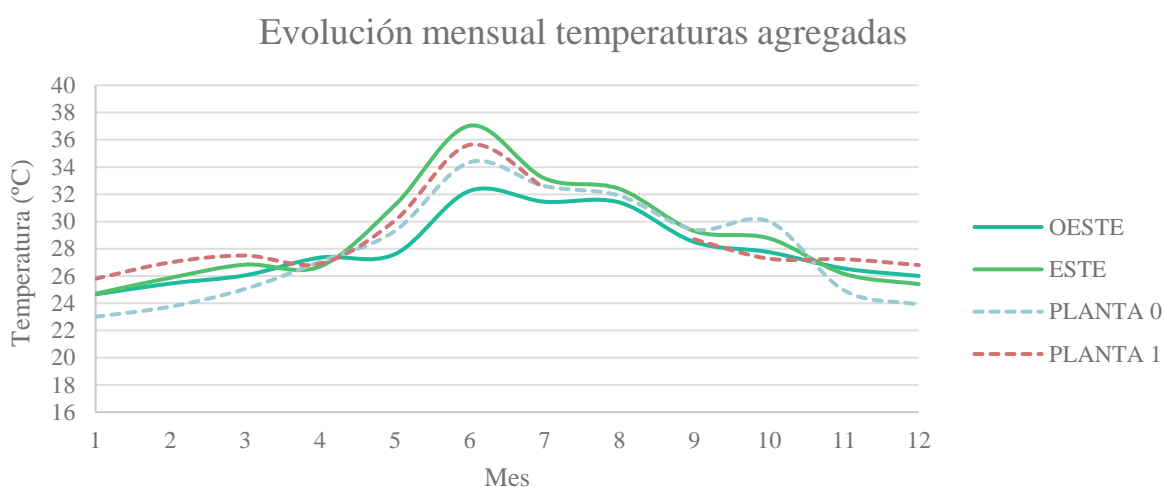


Figura 85. Evolución mensual de las temperaturas máximas agregadas por fachada y planta después de las intervenciones.

En este punto se quiere volver a hacer referencia a la evolución de las temperaturas agregadas por fachada y planta antes y después de las intervenciones. Evaluar de forma absoluta los valores registrados o tan si quiera los valores agregados por fachada o por planta no resulta adecuado sin la referencia de las temperaturas exteriores en cada periodo. Así en la Figura 86 se muestra la evolución de las temperaturas exteriores en la estación de referencia de la AEMET



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





más cercana al colegio de Solana de los Barros, la situada en Mérida. Como se puede apreciar no hay una importante variación en ambos periodos más allá de los meses de junio y julio.

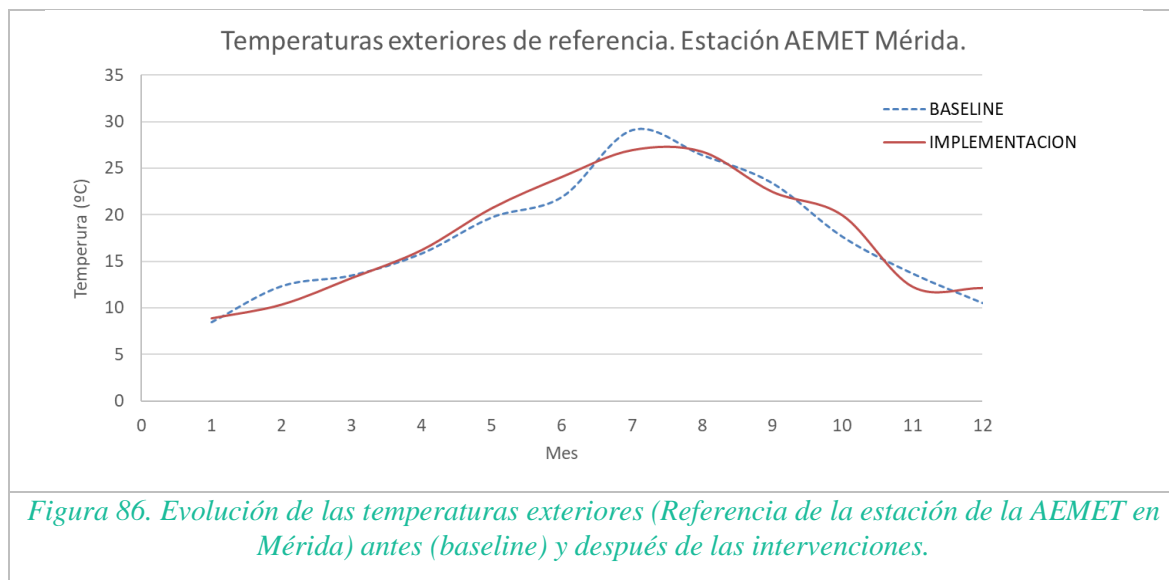


Figura 86. Evolución de las temperaturas exteriores (Referencia de la estación de la AEMET en Mérida) antes (baseline) y después de las intervenciones.

Para completar el estudio, en la Tabla 44 y en Tabla 45 se muestran los datos generados para hacer los estudios agregados por fachada y por planta antes y después de las intervenciones. Además, se ha incluido el cálculo de la variación entre las fachadas y entre las plantas para cada mes. En la última fila, además, se ha incluido la temperatura media para el mes correspondiente de la estación de referencia.

Tabla 44. Promedios mensuales agregados por fachada y por planta antes de las intervenciones.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
ESTE (°C)	16,8	21,8	20,9	20,7	24,7	27,5	32,1	31,3	28,6	23,3	21,4	18,7	24,1
OESTE (°C)	18,3	21,6	20,4	18,6	22,0	25,0	31,1	29,7	26,9	22,3	21,1	18,7	22,4
$\frac{(T_{oeste}-T_{este})}{T_{oeste}}$ (%)	7,9%	-0,6	-2,6	-11,2	-12,6	-10,1	-3,1	-5,3	-6,6	-4,2	-1,2	0,3	-7,4
PLANTA 0 (°C)	17,2	21,0	20,2	20,4	23,3	25,8	30,8	29,9	27,6	22,9	20,9	18,6	23,1
PLANTA 1 (°C)	17,5	22,1	21,0	19,5	23,8	26,9	32,3	31,1	28,1	22,9	21,5	18,8	23,6
$\frac{(T_{P1}-T_{P0})}{T_{P1}}$ (%)	1,5	4,9	3,7	-4,8	2,2	4,2	4,8	3,9	1,9	-0,1	2,7	1,1	2,0
Ref. Exterior (°C)	8,49	12,37	13,51	15,86	19,74	21,93	29,09	26,40	23,41	17,66	13,71	10,55	16,23



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 148 de 236

Tabla 45. Promedios mensuales agregados por fachada y por planta después de las intervenciones.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
ESTE (°C)	18,9	21,6	22,6	22,5	25,7	27,6	29,4	30,3	26,4	24,5	22,6	20,6	23,4
OESTE (°C)	19,4	21,4	22,1	22,1	24,6	26,1	28,6	29,4	25,7	24,3	22,4	21,0	23,6
$\frac{(T_{oeste}-T_{este})}{T_{oeste}}(\%)$	2,3	-1,2	-2,4	-1,9	-4,6	-5,9	-2,9	-3,1	-2,7	-1,2	-0,7	2,0	0,9
PLANTA 0 (°C)	18,2	20,2	21,4	22,2	24,5	26,4	29,0	29,8	25,9	24,4	22,1	20,2	23,8
PLANTA 1 (°C)	19,7	22,5	23,1	22,5	25,8	27,4	29,2	--	26,2	24,4	22,8	21,2	23,3
$\frac{(T_{P1}-T_{P0})}{T_{P1}}(\%)$	7,3	10,2	7,4	1,3	4,9	3,9	0,6	--	1,0	0,1	3,1	4,5	-2,2
Ref. Exterior (°C)	8,90	10,37	13,22	16,23	20,71	24,06	26,93	26,76	22,46	19,94	12,29	12,15	18,47

Lo primero que se adivina del análisis de los datos es que en las aulas de la fachada este la temperatura media en horario lectivo supera el valor máximo recomendado para interiores por el RITE, 27°C, tanto en junio como en septiembre. Esto ocurre antes de las intervenciones, pero, también para el mes de junio, después de las intervenciones.

Por otro lado, un primer análisis muestra que las diferencias entre las dos fachadas se reducen (teniendo en cuenta que la fachada este, la que se ha intervenido, es la que sufría mayores temperaturas), lo que podría indicar que el sistema FAVE tendría un impacto positivo. Se considera la fachada oeste de referencia porque en ella no se han realizado intervenciones. Aun así, hay que considerar que aún se necesitan 2 o 3 años más para que la vegetación trepadora alcance un desarrollo adecuado.

Por otro lado, analizando el mes de julio (para el de agosto después de la intervención no se dispone de datos suficientes por problemas con la red wifi con el colegio cerrado) para las cubiertas, se puede apreciar también una reducción en la diferencia entre ellas igualándose la temperatura en todo el colegio. Esto se podría asociar al efecto de la cubierta CUVE y su efecto de aislamiento térmico en los meses en los que el sol es más perpendicular y en los que el colegio se mantiene cerrado y por lo tanto los datos registrados tendrían una mejor influencia de los comportamientos de ventilación en las aulas.

El análisis de los meses más cálidos de actividad lectiva, junio y septiembre, permite apreciar que las diferencias entre las fachadas parecen reducirse. En junio las temperaturas exteriores fueron superiores (24°C en el periodo después de la intervención frente a 22°C de media diaria en el periodo anterior) y sin embargo en el interior del colegio las temperaturas medias



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 149 de 236

solamente aumentaron en la fachada este en 0,5 °C (26,9°C antes de las intervenciones y 27,4°C después) y el porcentaje de variación entre fachadas se redujo de un 10% a un 6%. En el mes de septiembre se encuentra algo similar. Las temperaturas exteriores fueron 23,4°C y 22,4°C respectivamente. La variación entre fachadas se redujo de un 6,6% a un 2,7% y las temperaturas fueron 28,6°C y 26,9°C.

Por otro lado, se ha realizado el mismo estudio con las temperaturas máximas (aunque no se dispone de ese valor de la estación de referencia). En las Tabla 46 y Tabla 47 se muestran los valores mensuales de las temperaturas máximas agregados por fachada y planta antes y después de las intervenciones, respectivamente.

Tabla 46. Promedios mensuales de las temperaturas máximas agregados por fachada y por planta antes de las intervenciones.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
ESTE	24,4	25,4	25,8	26,0	30,8	31,5	34,9	34,7	32,9	28,4	25,3	24,3	35,1
OESTE	27,9	26,3	26,5	22,4	27,3	28,7	33,0	32,4	31,1	31,1	25,8	24,5	34,1
$\frac{(T_{oeste}-T_{este})}{T_{oeste}}$ (%)	12,4	3,2	2,5	-16,5	-12,9	-9,8	-5,9	-7,3	-6,1	8,8	1,7	0,7	-2,8
PLANTA 0	25,3	24,6	25,3	26,6	29,2	29,3	33,2	33,1	32,0	27,8	24,6	23,3	33,4
PLANTA 1	26,1	26,5	26,6	23,2	29,5	31,0	34,8	34,2	32,3	30,6	26,1	25,0	35,6
$\frac{(T_{P1}-T_{P0})}{T_{P1}}$ (%)	3,1	7,5	4,8	-14,7	0,9	5,6	4,8	3,2	0,9	9,3	5,6	6,9	6,2

Tabla 47. Promedios mensuales de las temperaturas máximas agregados por fachada y por planta después de las intervenciones.

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
ESTE	24,7	25,9	26,8	26,7	31,2	37,0	33,2	32,4	29,3	28,8	26,2	25,4	37,0
OESTE	24,7	25,5	26,1	27,4	27,6	32,3	31,5	31,4	28,5	27,8	26,6	26,0	32,5
$\frac{(T_{oeste}-T_{este})}{T_{oeste}}$ (%)	-0,2	-1,6	-3,0	2,4	-13,0	-14,8	-5,5	-3,2	-2,8	-3,7	1,4	2,3	-13,9
PLANTA 0	23,0	23,8	25,1	27,1	29,3	34,4	32,6	31,9	29,4	30,0	25,0	23,9	34,6
PLANTA 1	25,8	27,0	27,5	26,9	30,1	35,6	32,4	--	28,7	27,3	27,2	26,8	35,6
$\frac{(T_{P1}-T_{P0})}{T_{P1}}$ (%)	10,9	12,0	8,9	-0,6	2,5	3,6	-0,6	--	-2,4	-10,0	8,4	10,8	2,9



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 150 de 236

En este caso se pueden realizar comentarios similares a los realizados anteriormente, pero se puede apreciar como las temperaturas máximas alcanzadas en el interior del colegio desde mayo hasta octubre parecen excesivas.

Por otro lado, analizando las variaciones por fachadas, para el mes de junio se encuentra un aumento considerable. Además, corresponde con temperaturas máximas después de las intervenciones que se antojan excesivas. Ello es asociado a que valores puntuales de temperaturas máximas pueden verse influenciadas por comportamientos de ventilación puntuales que disparen el registro diario. En el mes de septiembre ya no se encuentra este comportamiento. Se produjo una reducción en la diferencia desde el 6,1% hasta el 2,8% y una reducción en las temperaturas máximas (para la fachada este) de 32,9°C a 29,3°C cuando las temperaturas exteriores fueron similares (23,4°C y 22,4°C respectivamente).

En relación a la diferencia entre plantas, las diferencias se redujeron en todos los meses cálidos desde junio hasta octubre asociándose este hecho al impacto de las cubiertas vegetadas del sistema mBiG CUVE.

Así, se puede concluir que el análisis de la información registrada parece mostrar que después de las intervenciones, las temperaturas interiores son menores a las que se habría podido tener sin ellas. Sin embargo, se considera que es necesario ampliar el periodo de monitorización por parte de la Diputación de Badajoz después de la finalización del proyecto para evaluar el impacto cuando la especie vegetal trepadora de la Sbn mBiG FAVE se haya desarrollado completamente. En estos primeros años de monitorización aún el sombreado que produce en verano no es completo.

Igualmente, se recomienda concienciar al profesorado para realizar la apertura y el cierre de las ventanas de forma adecuada para evitar que, entre calor del exterior, especialmente en las épocas de más calor. En las épocas frías se podrían realizar los mismos comentarios buscando el ahorro energético y una mejor calidad del aire interior. Sin embargo, de cara al confort térmico estos comentarios tienen un menor impacto en los meses fríos.

Sin embargo, con los datos recogidos se ha ido realizando estudios interesantes de forma preliminar. Se ha establecido el periodo de apertura nocturna de las ventanas automáticas buscando el enfriamiento del interior del edificio durante la noche.

En la Figura 87 se puede ver la evolución de las temperaturas en dos aulas, una orientada al este (con mayor variación y mayores valores máximos durante el periodo lectivo) y otra al oeste. Además, se muestra la evolución de la temperatura exterior. Como se puede apreciar las



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

temperaturas alcanzadas ya en mayo de 2022 en periodo lectivo son excepcionalmente altas superando muchos días los 27°C y llegando hasta los 31°C en el interior de las aulas. También se puede apreciar como las mínimas en algunas semanas no bajan de los 25 °C, lo que supone comenzar la jornada escolar ya con temperaturas muy altas.

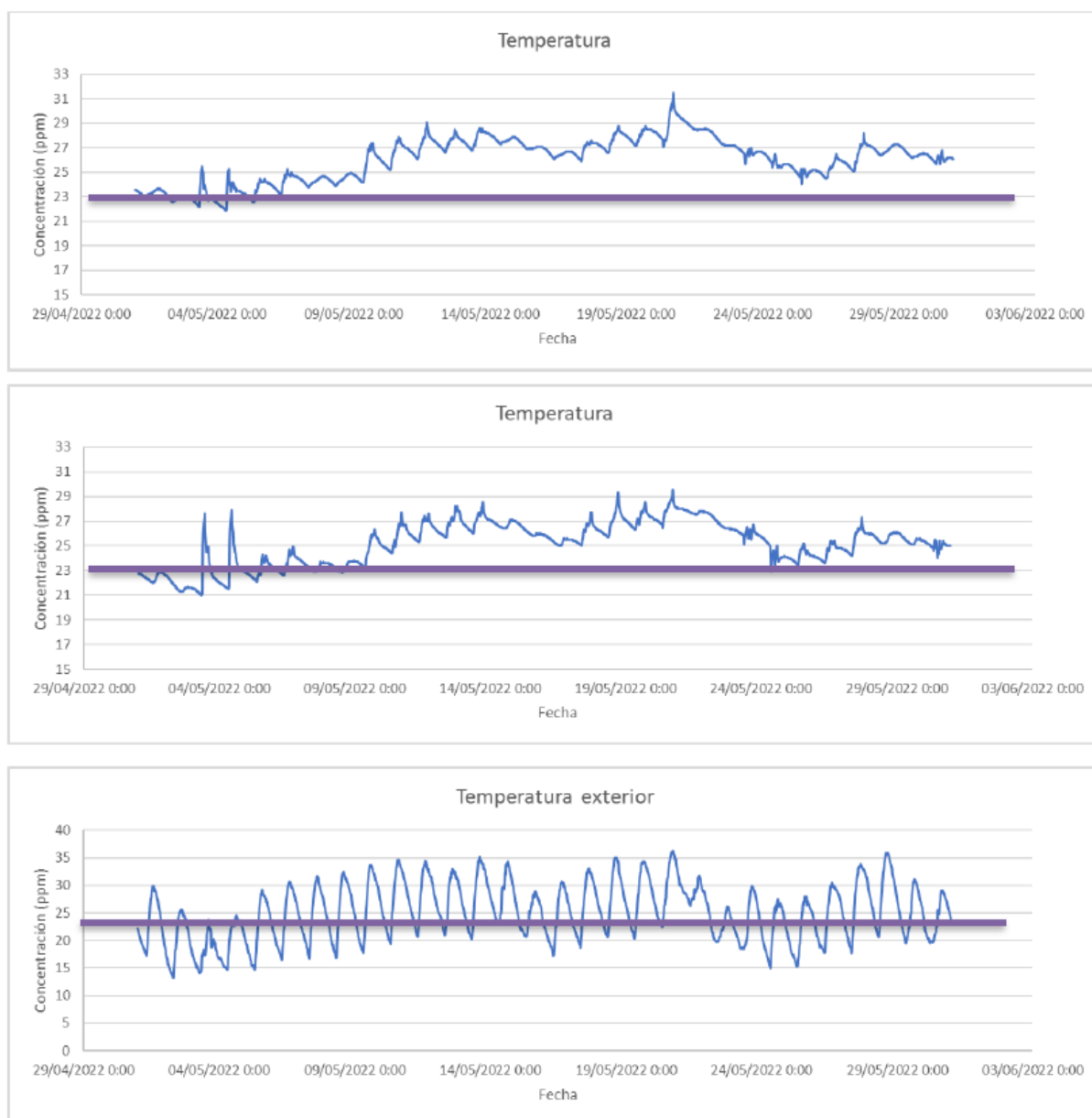


Figura 87. Perfil de temperaturas en un aula orientada al este (arriba), al oeste (centro) y en el exterior (este).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

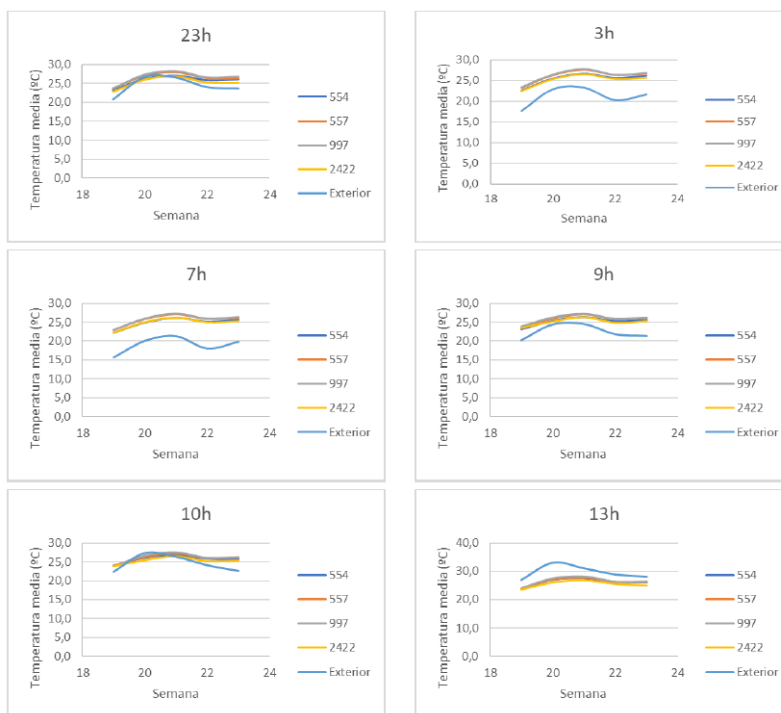
LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 152 de 236

Siguiendo con el análisis de la Figura 87, analizando las temperaturas exteriores se puede encontrar un periodo adecuado para la apertura de ventanas buscando el enfriamiento del interior del edificio. Esta programación, realizada con la información registrada en mayo, también puede ser válida para ser empleada en junio, septiembre u octubre, pero su efectividad dependerá fundamentalmente de la meteorología y sobre todo de la aparición de olas de calor asociadas con noches tropicales (temperatura mínima superior a 25°C). Si estas situaciones se hiciesen demasiado frecuentes habría que evaluar otras medidas para reducir las temperaturas.

En la figura siguiente se muestran las diferencias en las temperaturas entre el interior y el exterior del colegio. Se puede ver cómo la apertura de las ventanas en periodo nocturno puede hacer circular aire a menos temperatura desde el exterior al interior del edificio, refrescándolo parcialmente. Esta acción ya puede ser llevada a cabo. El periodo propuesto es entre las 3:00h y las 9:00h.



Perfil de las temperaturas medias en las distintas aulas a las horas indicadas.

Entre las 3 a.m. y las 9 a.m. la diferencia de temperaturas hace interesante abrir las ventanas para enfriar el interior del colegio.

Fuera de ese intervalo la temperatura exterior es igual o mayor que la interior. El intervalo se puede ajustar más según avanza el verano.

La aplicación de estas medidas no se ha podido valorar con la información disponible porque ha habido varios problemas con la programación de las ventanas y no se han podido ajustar monitorización realizada. Este tema se resolverá y se analizará su impacto durante la época de más calor del curso actual.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



11.2 Temperatura de envolvente de edificios

Mediante la toma de imágenes termográficas se evalúa de forma cualitativa el impacto en la reducción de temperaturas de la envolvente del edificio. En este caso, la toma de imágenes se ha realizado tras la implementación de las soluciones y se comparan las temperaturas de la envolvente afectada por las intervenciones respecto a aquellas superficies que mantienen las características previas a la implementación. La toma de imágenes se hizo el 21/06/2022 con una temperatura ambiental de 31°C.

La temperatura superficial de la fachada Este se ve afectada principalmente por el sistema FAVE, que proporciona sombreado. Las imágenes térmicas muestran que las superficies asociadas al sistema FAVE tienen menor temperatura superficial respecto a las superficies que mantienen las características originales (Figura 88). Esta diferencia es muy pequeña debido principalmente a que la vegetación aún no ha cubierto la estructura por completo, teniendo un menor impacto.

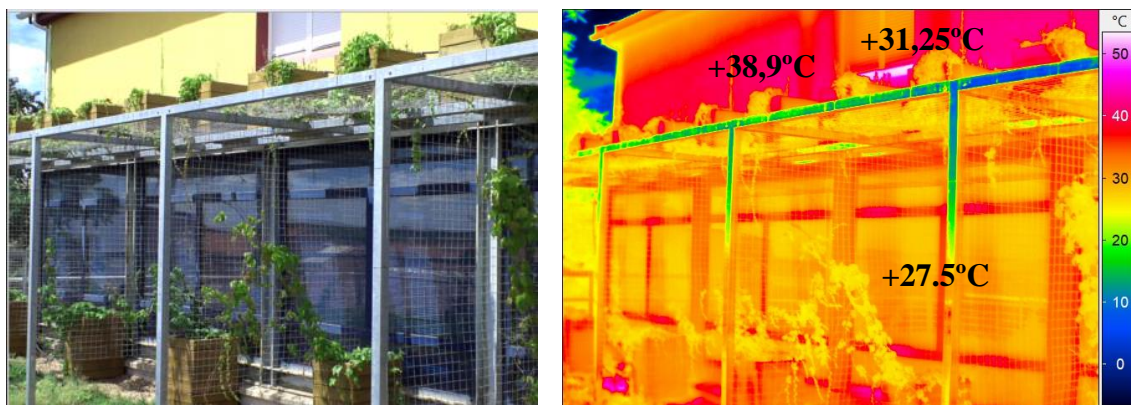


Figura 88. Temperaturas superficiales de la fachada Este, CEIP Gabriela Mistral

La temperatura superficial de las cubiertas se ve afectada por la instalación de los 3 tipos de cubierta verde (CUVE-SUS, CUVE-1 y CUVE-2). Las imágenes térmicas muestran que las superficies de las cubiertas verdes tienen menor temperatura superficial respecto a las cubiertas originales (Figura 89). La diferencia entre temperaturas es muy notable, habiendo diferencias entre los tipos de cubierta, según el tipo de vegetación y el grado de cobertura vegetal.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 154 de 236

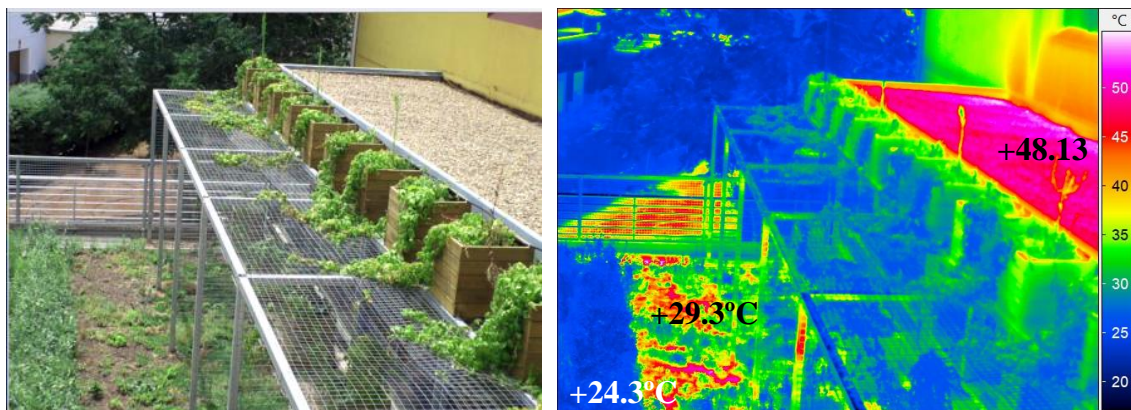


Figura 89. Temperaturas superficiales de cubierta, CEIP Gabriela Mistral

Se observa a través de las imágenes térmicas que las cubiertas verdes reducen en gran medida las temperaturas superficiales y en menor medida el sistema FAVE, a la espera de que la vegetación termine por cubrir el sistema.

Además, mediante sensores se analiza la influencia de la implementación de las Sbn en las temperaturas de las superficies de los muros y cubiertas, así como en su entorno cercano (Marijuan, R., et al. 2022).

Para determinar el comportamiento de las **cubiertas vegetales**, la instrumentación se ha colocado dentro de dos aulas rehabilitadas mediante este elemento (AP-1 y AP-2). En el interior de cada aula se ha situado un sensor de temperatura superficial en el lecho bajo de la cubierta, un sensor de temperatura ambiental en el interior de cada espacio y uno en el exterior sobre la cubierta verde. Las cubiertas vegetales monitorizadas presentan características distintas en cuanto a densidad de vegetación y altura de plantas: CUVE-SUSBDPA, baja densidad de poca altura y CUVE-SUSADGA, alta densidad de gran altura. Respecto al análisis de **fachada**, se han colocado los sensores de temperatura ambiental y superficial interiores y, en la cara externa del muro, el sensor por radio de temperatura ambiental exterior. Ambas fachadas están orientadas al Este y se encuentran protegidas con el sistema FAVE. Una de las aulas se encuentra protegida con el sistema FAVE-2, el cual dispone de una pantalla adicional dispuesta verticalmente, denominada toldo verde. En la otra aula está presente el FAVE-1, compuesto de una malla de acero donde trepa la vegetación.

La monitorización se ha llevado a cabo en el mes de junio del 2022, entre los días 22 al 26 (4 días). A pesar de realizar la monitorización en verano, la temperatura exterior se ha presentado atípicamente por debajo de lo esperado, además, en la zona se presentaron algunas lluvias durante la monitorización.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 155 de 236

La medición del impacto en las temperaturas de la envolvente se debe principalmente a la instalación de cubiertas y fachadas verdes y se ha evaluado según 3 parámetros: Temperatura interior; Temperatura exterior de cubiertas y fachadas; Temperatura superficial interior.

La **Temperatura interior** se ha medido en dos aulas contiguas, la AP-1 con el sensor Ti_1 y la AP-2 con el sensor Ti_4, resultando en una diferencia de temperaturas muy pequeña (Figura 90). El aire se presenta ligeramente más frío en la segunda habitación quizá debido a la mayor densidad de la capa vegetal que contiene la cubierta de esta aula, el sistema CUVE-SUSADGA. Sin embargo, ante la poca diferencia se requieren más pruebas al respecto.

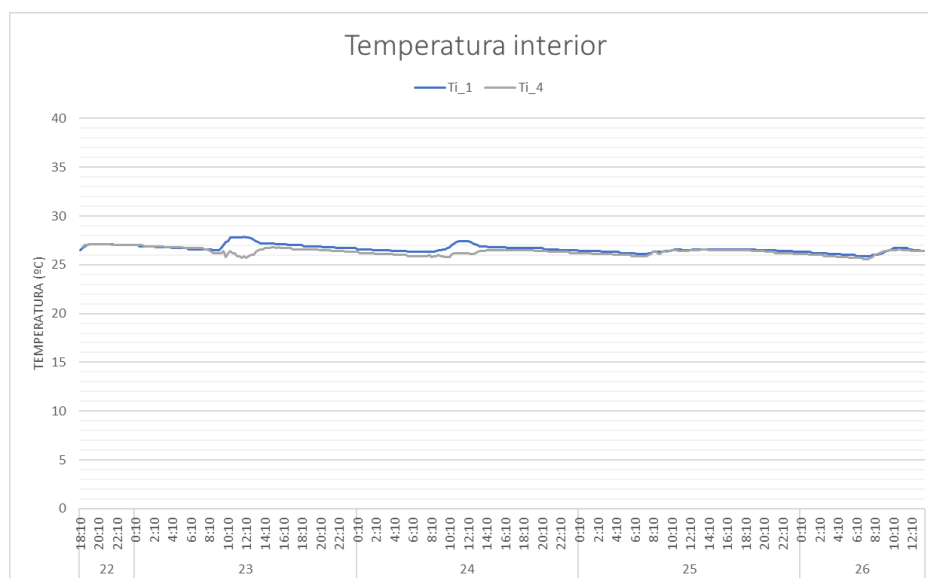


Figura 90. Temperaturas interiores en las aulas AP-1 y AP-2

La **Temperatura exterior de la cubierta** se ha medido en dos tipos de cubiertas diferentes contiguas, de baja densidad y poca altura (CUVE-SUSBDPA) y una cubierta de alta densidad y gran altura (CUVE-SUSADGA). Las temperaturas más altas las registra el sensor ubicado sobre la cubierta CUVE- SUSBDPA (Te-1), con un promedio de 21.72°C, mientras que el sensor ubicado sobre la CUVE-SUSADGA registra 19.54°C. Las máximas temperaturas alcanzadas por estos sensores son 33.90°C y 28.30°C respectivamente (Figura 91). Las temperaturas más altas de la CUVE- SUSBDPA pueden estar vinculadas a la mayor exposición solar de la cubierta vegetal con respecto a la CUVE-SUSADGA, la cual presenta mayor protección a los rayos solares por su composición vegetal. Finalmente, la máxima diferencia entre el Te_1 y el Te_4 es de 7.80°C.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



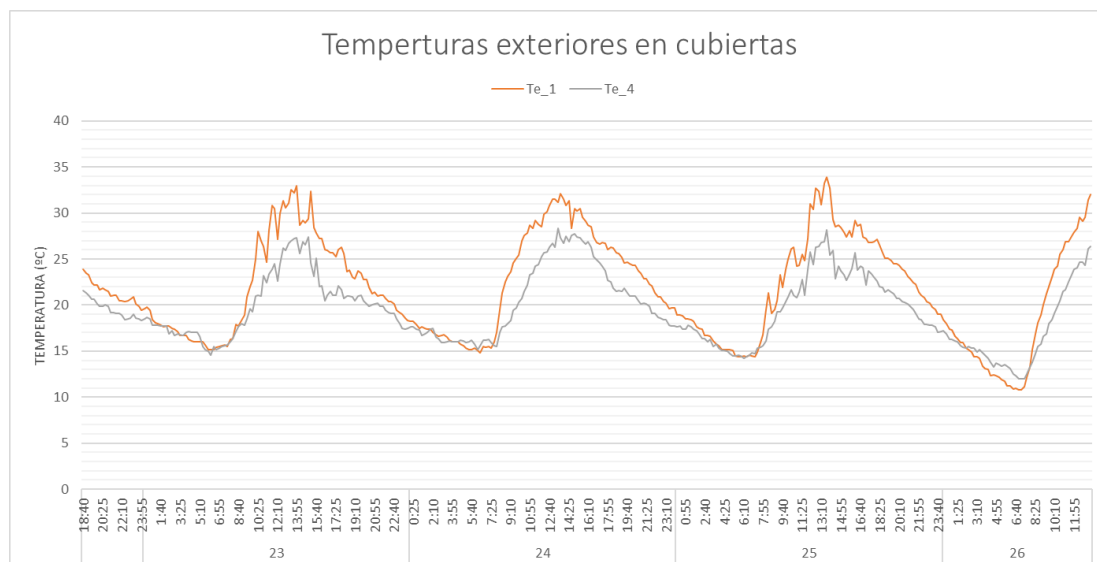


Figura 91. Registro de temperaturas exteriores sobre las distintas cubiertas vegetales.

La **Temperatura exterior de la fachada** se ha medido cerca de muros orientados al este, pertenecientes al aula AP-1 (sensor Te_2) y al aula de usos múltiples (sensor Te_3), ambos incluyen la estructura FAVE. La principal diferencia radica en que el muro del aula de usos múltiples está protegido con el sistema FAVE-2, que integra la pantalla para soporte vegetal que lo convierte en un protector solar completo; mientras que el sensor referente a Te_2 se ubica cerca del sistema FAVE-1, el cual únicamente posee una malla metálica donde la vegetación no ha podido aun cubrir por completo el panel, permitiendo la entrada de radiación solar.

El punto Te_2 registra una temperatura promedio de 24.05°C y el Te_3 de 21.05°C, los registros máximos de 35.90°C y 28.90°C, aunque la diferencia máxima registrada es de 10.80°C. El elemento que tiene mayor presencia vegetal es el que permanece más fresco durante la mañana y las primeras horas después de mediodía (Figura 92).

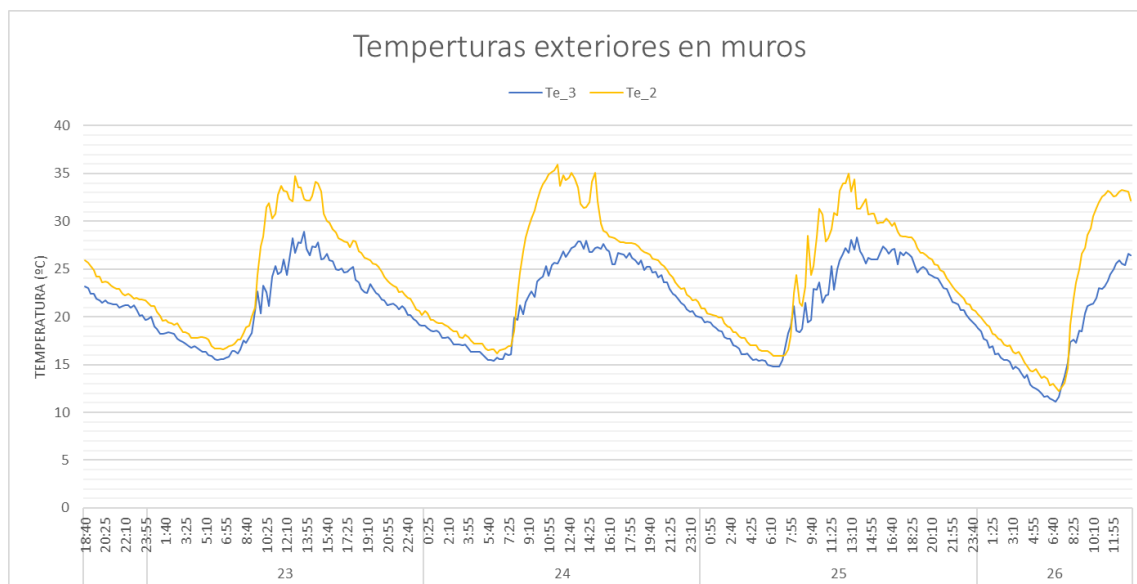


Figura 92. Registro de temperaturas ambientales en el exterior cercanas a muros

La **Temperatura superficial** de las aulas AP-1 y AP-2 presentan cifras muy similares entre sí, tal como sucedió con los registros de temperatura interior de las mismas aulas. En promedio, la cubierta de la AP-1 (Ts_1) registra 26.63°C de temperatura superficial mientras que el sensor de la cubierta de la AP-2 (Ts_4) registra 26.29°C, es decir, existen solamente 0.34°C de diferencia. Los registros máximos tampoco presentan diferencias considerables entre sí, alcanzando los 27.30°C en la cubierta de la AP-1 y 27.20°C la cubierta de la AP-2, siendo la segunda cubierta la que tiene una sección de mayor densidad y altura de vegetación. Aunque la diferencia es mínima, la losa con cubierta verde de alta densidad y altura vegetal presenta las cifras más bajas.

A pesar de que en la mayoría de los casos la diferencia entre los registros de temperatura no es muy considerable, se puede distinguir una constante entre los resultados. Los elementos constructivos con mayor presencia vegetal y ambientes cercanos a estos registran menores temperaturas que aquellos elementos con poca vegetación o que no se encuentran próximos a estas estructuras. Este comportamiento es mayormente visible en los registros de temperatura exterior cercanos a las cubiertas y a los muros de la fachada Este. Entre las cubiertas vegetales, la que contiene la vegetación más densa y con plantas de mayor altura es la que registra temperaturas exteriores notablemente más frescas, mientras que el muro cercano a la cubierta con vegetación y protegido con el sistema FAVE que añade la pantalla vegetal registra un ambiente exterior considerablemente más fresco que aquel protegido con el mismo sistema, pero sin esta pantalla.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 158 de 236

Hay que tener en cuenta, que el estudio se realizó en una semana de verano atípica con temperaturas más bajas que la media y escasa radiación por nubes. Sería de esperar encontrar mayores diferencias entre los distintos espacios medidos debido a la protección solar de la vegetación, en condiciones de mayor soleamiento.

11.3 Condiciones ambientales exteriores del edificio

Para este indicador, en el exterior del edificio se han situado dos sensores, uno en la fachada este (2413) y otro en la fachada oeste (2427). Estos sensores se instalaron en septiembre de 2019. Algunos valores no se han recogido actualmente porque la señal de la red *wifi* se pierde en ocasiones ya que en el exterior la cobertura es peor. A modo de ejemplo, en la Figura 93⁵, se muestra la evolución de los registros de ambos para el año 2020. Como se puede apreciar en la figura mencionada anteriormente, los perfiles de temperaturas en ambas fachadas siguen perfiles similares, pero se aprecia una mayor variación en la cara sur en los meses de verano y temperaturas máximas altas en la cara oeste en los meses de invierno.

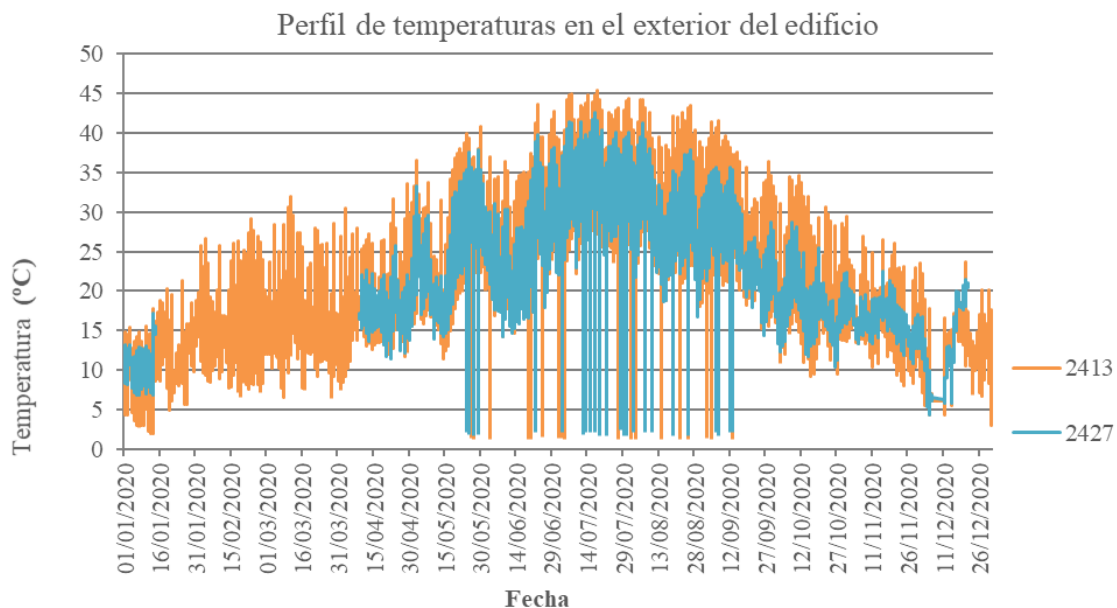


Figura 93. Perfil de temperaturas en el exterior del edificio. Sensor 2413 cara este y sensor 2427 cara oeste.

⁵ Los descensos de ambas gráficas en verano se deben a valores perdidos que la herramienta de gráficas los integra como un 0 en lugar de obviarlos.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 159 de 236

El impacto esperado en este indicador es una reducción significativa de las temperaturas exteriores medias y máximas en las épocas de verano. De esta forma, se mostraría como actúan las SbN protegiendo el edificio de la radiación solar en verano, reduciendo así la carga térmica que aporta la insolación.

En la Figura 94 y en la Figura 95 se muestran las temperaturas medias mensuales para cada una de las fachadas antes y después de las intervenciones, respectivamente. Para hacer este análisis se ha considerado todo el día, no solo el horario lectivo, y todos los días de la semana. Como se puede apreciar, las temperaturas se reducen después de las intervenciones, especialmente en la fachada este. A modo de referencia, en la Figura 96 se presentan las temperaturas medias antes y después de las intervenciones en la estación meteorológica de la AEMET⁶ en Mérida, usada como referencia.

Como se puede apreciar, antes y después de las intervenciones tanto en el colegio como en la referencia se ha producido un descenso en las temperaturas medias. Sin embargo, lo que sí que parece más relevante es que el descenso producido en las temperaturas de los meses más calurosos en la fachada este ha sido significativamente mayor que en la fachada oeste, en la que no se han realizado intervenciones. De hecho, antes de las intervenciones la temperaturas medias en la fachada este eran mayores que las de la fachada oeste (desde mayo a octubre) y después de las intervenciones son similares.

⁶ AEMET – Agencia estatal de meteorología de España. <https://www.aemet.es/>



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

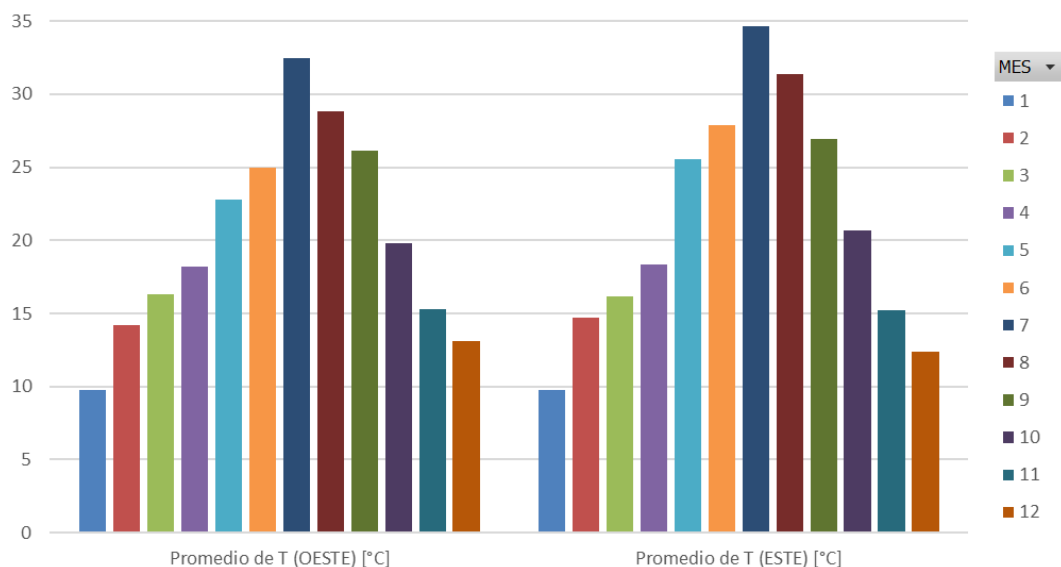


Figura 94. Promedio mensual para los sensores exteriores antes de las intervenciones.

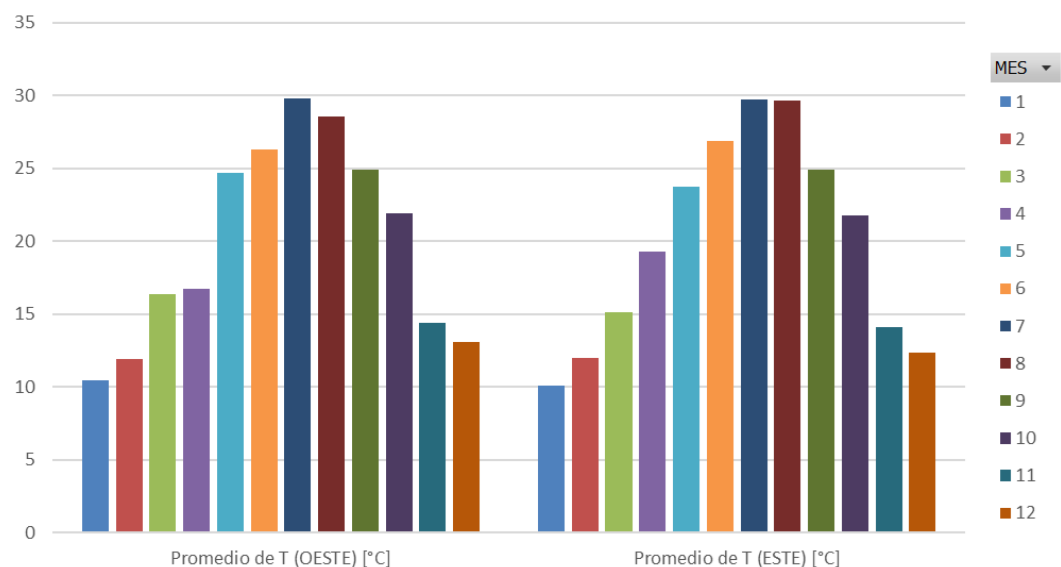


Figura 95. Promedio mensual para los sensores exteriores después de las intervenciones.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 161 de 236

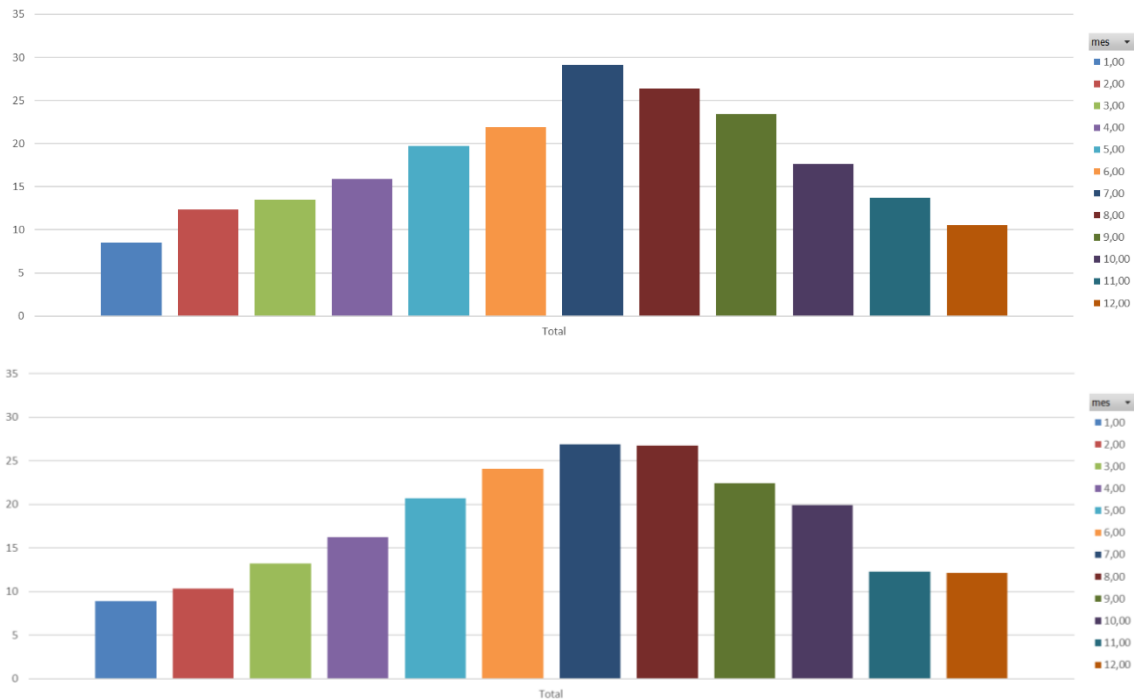


Figura 96. Evolución mensual de las temperaturas medias exteriores antes (arriba) y después (debajo) de las intervenciones en la estación de referencia de la AEMET en Mérida.

Por otro lado, un análisis similar realizado con las temperaturas máximas diarias alcanzadas en cada fachada muestra que cuando las temperaturas en la fachada oeste han aumentado después de las intervenciones en todos los meses cálidos excepto en agosto, en la fachada este (con la SbN mBiG FAVE implementada) se puede apreciar como estas temperaturas se reducen de forma significativa.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

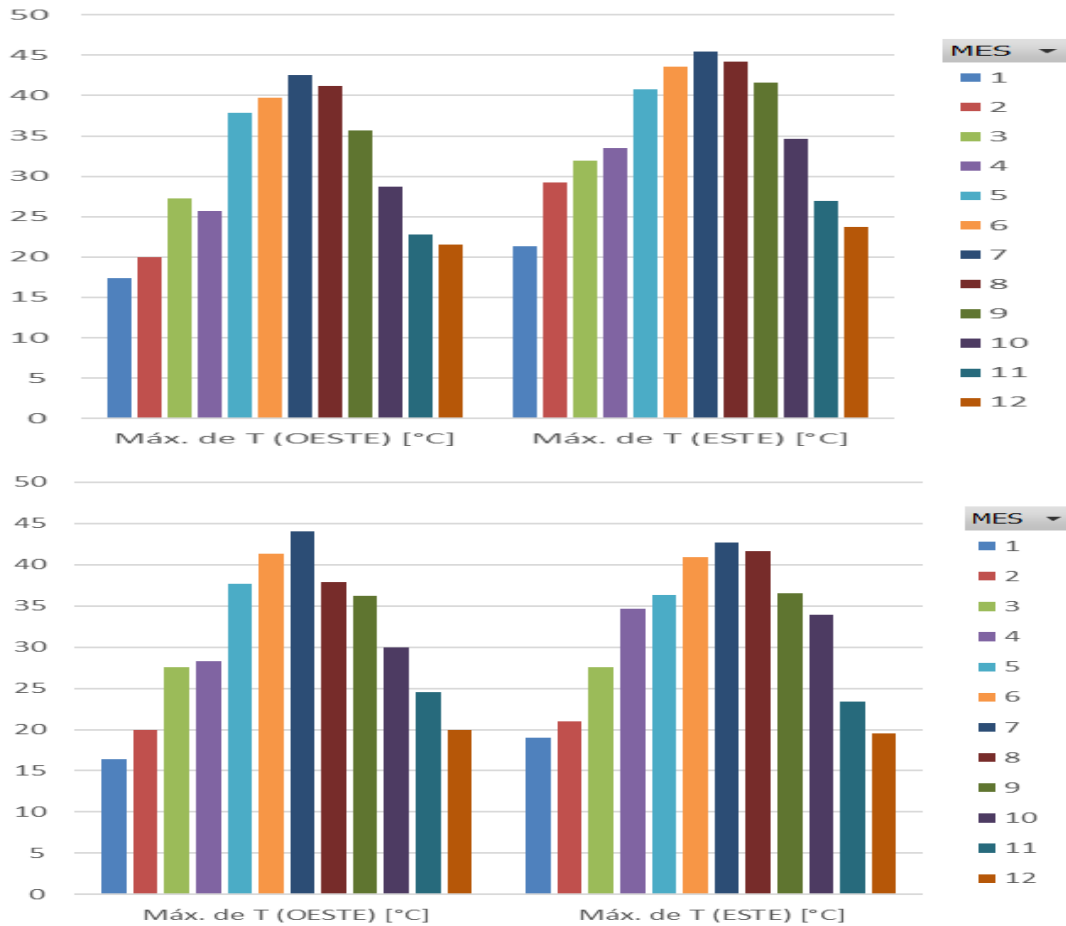


Figura 97. Promedio mensual de las temperaturas máximas diarias para los sensores exteriores, antes (arriba) y después (debajo) de las intervenciones.

Así, como conclusión a este indicador se puede decir que el sistema mBiG FAVE, que es la SbN implementada en la fachada este del colegio de Solana de los Barros (Badajoz), parece mostrar un impacto en la reducción de la insolación que recibe la fachada de los edificios a adaptar y una reducción de la temperatura de la misma. Así, se puede recomendar su implementación con el objetivo de reducir la insolación de los edificios, y, por lo tanto, como apoyo a la adaptación de los edificios al cambio climático y para mejorar el confort térmico en su interior.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 163 de 236

11.4 Modelización de los ahorros energéticos producidos

Este indicador muestra los resultados de la influencia de la aplicación de SbN sobre la demanda de refrigeración de espacios mediante simulaciones dinámicas de edificios (Gómez, G. et al., 2020).

Como herramienta de simulación energética se ha utilizado *Design Builder*, versión 4.7. Este programa ofrece la posibilidad de optimizar un diseño eficiente de los edificios, mediante simulaciones dinámicas de su comportamiento térmico. Está soportado por el motor de cálculo *EnergyPlus*. El modelo energético se ha calibrado con datos reales de monitorización. Se han analizado diferentes escenarios, dando lugar a una amplia gama de resultados en términos de mejoras en la demanda energética -suponiendo un sistema de refrigeración.

A continuación, se definen los diferentes escenarios que se han considerado:

- Escenario 0: Estado inicial (EI). El edificio se modela considerando cada planta como una zona independiente. Se considera una ocupación de 0,3p/m².
- Escenario 1: Sistema de fachada verde (FAVE) en la fachada Este.
- Escenario 2: Escenario 1 más Sistema de Arbolado (SA) en la fachada Oeste.
- Escenario 3: Escenario 2 más Cubierta Verde (CUVE).
- Escenario 4: Escenario 3 más ventilación natural (VN). Se ha modelizado una tasa de renovación de aire (TCA) de 5h⁻¹ durante la noche. El valor calculado según la normativa española RITE para garantizar una buena calidad del aire interior.

Análisis de la reducción de la demanda de refrigeración

La Figura 98 muestra los resultados de la simulación de la demanda de refrigeración. El escenario 0 incluye un sistema de refrigeración estándar ficticio para calcular la demanda de referencia (representada como el 100%). La Figura 98 ilustra la demanda de refrigeración estimada según la escala de eficiencia energética. Muestra una mejora de dos escalones entre los escenarios 0 y 4.

Como puede verse, el escenario 4 alcanza hasta un 40% de reducción.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

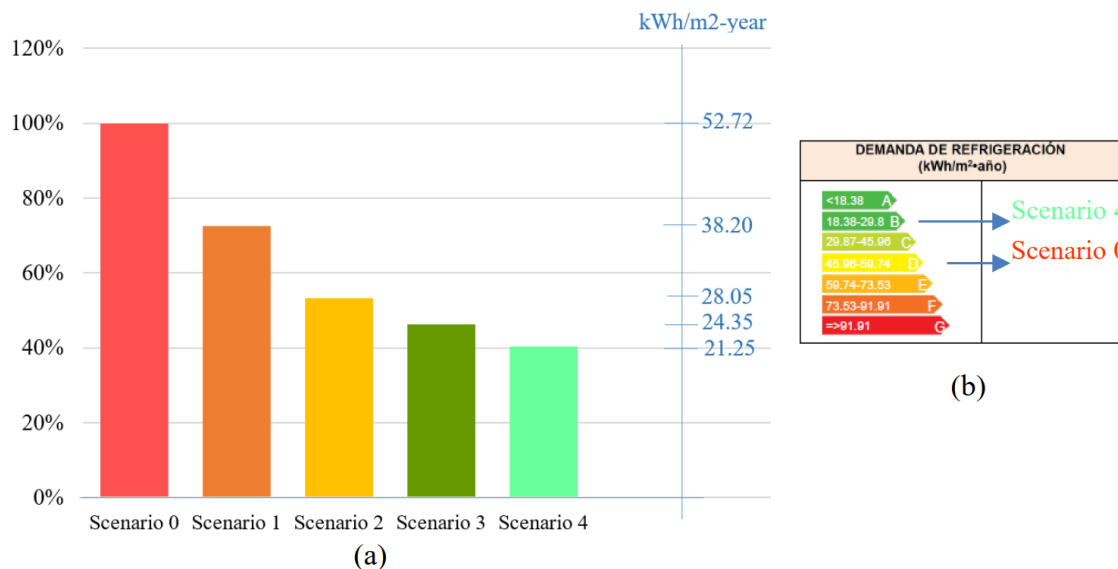


Figura 98. Tasa anual de reducción de la demanda de refrigeración tras la implantación del SBN; (b) Mejora en la escala de eficiencia energética, escenario 0 a 4. <https://www.idae.es>

Por lo tanto, la adición de diferentes SBN puede suponer una reducción de casi el 60% de la demanda de refrigeración cuando se aplican todos los escenarios.

11.5 Estimación del ahorro en calefacción

El CEIP Gabriela Mistral de Solana de los Barros en Badajoz tiene un sistema de calefacción mediante caldera de gasóleo. Para este indicador se empleará el volumen de este combustible como variable para hacer los cálculos. Además, empleando los datos de la estación de la AEMET⁷ de Mérida se han calculado las temperaturas medias para cada año en los meses más fríos, enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre.

Como se puede apreciar Tabla 48 los consumos son bastante variables en el transcurso de los años analizados. Un primer punto a tener en cuenta que son cantidades compradas en el citado mes, no el consumo real que se ha tenido ese mes. Por otro lado, hay que reseñar que tanto el año 2020 como el 2021 han estado altamente influenciados por el impacto de la pandemia de COVID 19. En el primero por el confinamiento y el segundo por los protocolos de ventanas abiertas. Así, y asumiendo las limitaciones de los cálculos realizados, y empleando como valor para comparar el ratio entre el consumo de combustible y la temperatura media de los meses fríos se puede apreciar cómo tanto en 2022 como en 2023 se ha producido un importante

⁷ Agencia Estatal de Meteorología. https://www.aemet.es/es/datos_abiertos/AEMET_OpenData



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

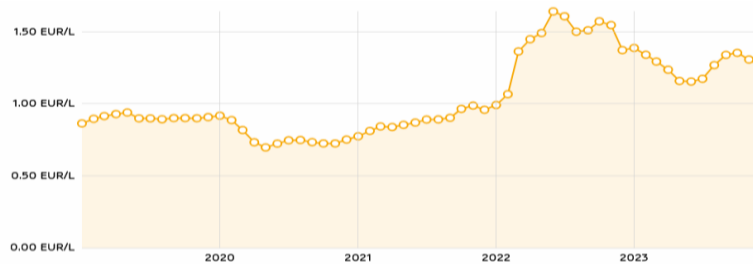
Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

descenso en comparación con el año 2019. Este descenso es del 30% en cuanto al combustible se refiere (considerando un valor medio para los consumos de 2022 y 2023).

Tabla 48. Consumo de gasoil, temperatura media en meses fríos y ratio para valorar el consumo de gasoil para calefacción.

Año	#1 Consumo gasoil (L)	#2 Temperatura media (°C)	Ratio #1/#2
2019	7500	11,44	656
2020	5200	11,99	434
2021	10333	10,89	949
2022	5465	11,91	459
2023	5064	11,06	458

Otro factor a considerar en esta valoración sería el coste del combustible en los últimos años. En esta gráfica se muestra la **evolución del coste del gasóleo de calefacción en Castilla y León** (de evolución similar al que se haya tenido en la región de Extremadura). Se puede ver como el precio ha aumentado considerablemente en los últimos años y el descenso en el consumo también puede haberse debido a políticas de ahorro por parte de la administración correspondiente. Sin embargo, nuestro diagnóstico sería que el mejor aislamiento de las cubiertas por la implantación de las SbN ha provocado una reducción del consumo de combustible para calefacción, aunque no es posible asignar un valor a esta reducción por no ser posible separar de las diferentes circunstancias comentadas.



Evolución de precio de Gasoil Calefacción



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 166 de 236

Gestión del agua

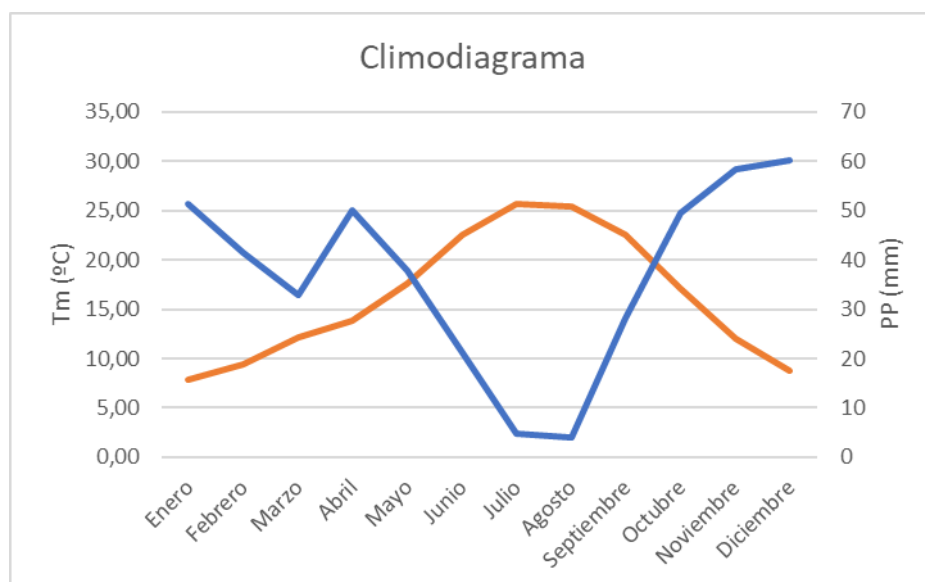
I2.1 Ahorro en el consumo de agua en el agua de riego de zonas verdes de los edificios piloto

Datos no disponibles.

I2.2 Ahorro en la gestión del agua de lluvia

Régimen de temperaturas y pluviometría

A continuación, se presenta el climodiagrama correspondiente a los datos de la estación de Badajoz-Doña Teresa. Como se puede observar, existe un periodo de **sequía** durante los meses de verano, que empieza de forma temprana a **finales de mayo y se extiende hasta septiembre**.



La presencia de riego artificial garantiza la disponibilidad de agua durante la época de sequía. Teniendo en cuenta las especies plantadas en las cubiertas (tipo *Sedum*), se puede asumir que la fenología de esta especie abarca un periodo de **crecimiento vegetativo** durante los meses cálidos (**abril hasta septiembre**), y un **parón de reposo durante los meses fríos**.

Para la estimación de la **condición de humedad**, se ha partido de los datos meteorológicos proporcionados por la AEMET correspondientes a la estación de Badajoz (identificador 4410X), de septiembre de 2019 a agosto de 2023. Para cada día, se han estimado las condiciones de humedad correspondientes a la suma de precipitación de los 5 días anteriores, atendiendo a la Tabla 1.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Con esta tabla y la consideración del periodo vegetativo se ha calculado la condición de humedad en todo el periodo estudiado. Como se puede observar, la condición de humedad más frecuente es la I, si bien también se dan las otras dos condiciones durante el periodo estudiado.

Tabla 49. % frecuencia de cada condición de humedad del periodo estudiado

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
I	28%	18%	22%	28%	8%	5%	1%	0%	9%	21%	41%	36%
II	0%	0%	5%	2%	1%	3%	0%	0%	1%	1%	4%	6%
III	0%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	0%	1%	3%	0%	7%

Tipos de superficies

Para este apartado se consideran sólo las superficies horizontales intervenidas. Los datos de superficies de actuación se han obtenido a partir del proyecto de ejecución de las obras del colegio de Solana de los Barros.

Tabla 50. Superficies de actuación según proyecto constructivo

RESUMEN SUPERFICIES (ver anexo 4.5):

NIVEL -1 COTA -2.87		NIVEL 0 COTA +0.00		NIVEL 1 COTA +3.17		NIVEL PC COTA +6.34		TOTALES	
FACHADAS VEGETALES	19,20	FACHADAS VEGETALES	193,45	FACHADAS VEGETALES	139,70	FACHADAS VEGETALES	48,15	FACHADAS VEGETALES	400,50
SUELOS DRENANTES VEGETALES	451,70							SUELOS DRENANTES VEGETALES	451,70
ZONAS VEGETALES EXTERIORES (*)	709,00							ZONAS VEGETALES EXTERIORES	709,00
CUBIERTAS		CUBIERTAS VEGETALES	87,00	CUBIERTAS VEGETALES	143,00	CUBIERTAS VEGETALES	200,00	CUBIERTAS VEGETALES	430,00
TOTAL	1.179,90	TOTAL	280,45	TOTAL	282,70	TOTAL	248,15		1.991,20

(*) 259,00 m2 mediante zonas vegetales (plantación de jazmín) y pérgolas en el presente Proyecto. El resto hasta 706,30 m2 en zonas exteriores, (450 m2), mediante plantaciones de especies vegetales que realizará el socio coordinador del proyecto LIFE (CSIC) según acción C.2.5. Se estiman 150 uds / 3 colegios del proyecto LIFE= 50 uds de arbolado a plantar en este edificio. Con una superficie estimada de 3x3 = 9 m2 por cada árbol, se obtendrán 50 uds x 9 m2/ud = 450 m2, mediante la actuación del CSIC. Todo ello según el siguiente apartado del PRESUPUESTO del proyecto LIFE:

De estas zonas de actuación, se consideran que tendrán un impacto significativo en la gestión del agua de lluvia las correspondientes a los **suelos drenantes vegetales (451.70 m²)** y las **cubiertas vegetales (430.00 m²)**.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



Antes de las actuaciones, la zona de los suelos drenantes estaba compuesta por una capa de arena superficial sobre suelo compactado, mientras que las cubiertas estaban compuestas por una capa de grava superficial sobre cubierta aislada.

Según la tabla de clasificación de los grupos hidrológicos (Tabla 2), estos suelos se pueden clasificar en el **grupo D**, con una capacidad de infiltración lenta o muy lenta. Si bien las superficies consideradas tienen una capa de arena y grava respectivamente, estas capas son finas y yacen sobre un lecho compactado o artificial que impide el paso de agua.

Tras las actuaciones, estos suelos tienen una capacidad mayor de infiltración de agua, pudiendo asumir que la velocidad de infiltración aumenta a un tipo de suelo B o C, si bien se requieren estudios empíricos para cada una de las superficies. Para este modelo se asumirá un cambio a **superficie B**.

Tabla 51. Superficies ex-ante y ex-post

Actuación	Superficies (m2)	Tipo geológico Ex - Ante	Tipo geológico Ex - Post
Suelos drenantes vegetales	451.70	D	B
Cubiertas	430.00	D	B
TOTAL	881.70		

En cuanto al tipo de vegetación instalada, partíamos de una situación de suelo desnudo, y pasamos a una vegetación intensiva. En la situación real del colegio, estos suelos se asemejan a caminos en firme y prados permanentes respectivamente según la tabla general para la determinación del número de curva. Los valores para las distintas condiciones de humedad, se muestran a continuación en negrita.

Tabla 52. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación II (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Caminos en firme	74	84	90	92
Prados permanentes	30	58	71	78



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Tabla 53. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación I (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Caminos en firme	54	69	79	83
Prados permanentes	15	37	51	60

Tabla 54. Tabla general para la determinación del número de curva para la situación III (adaptado de Martínez de Azagra y Hevia, 2007)

TIPO VEGETACIÓN	SUELO A	SUELO B	SUELO C	SUELO D
Caminos en firme	86	91	94	95
Prados permanentes	50	76	85	89

Teniendo en cuenta todos los factores analizados, se han estimado las infiltraciones

Determinación de la captación

La instalación y puesta en marcha de las SBN marca el inicio y el fin de la monitorización ex - ante y ex - post dentro del periodo estudiado, tal y como se muestra a continuación.

Tabla 55. Periodo de monitorización considerado

	INICIO	FIN
BASELINE (ex – ante)	2019-09-01	2021-10-31
SBN (ex – post)	2021-11-01	2023-07-31 (actual)

Calculados los valores de Captación (agua de lluvia interceptada por las superficies) y Escorrentía (agua de lluvia que escapa por superficie), se ha realizado una evaluación exante (previa a la instalación de las SBN) y ex post (tras la instalación), estimado teóricamente, el % de agua de escorrentía en ambos casos.

El siguiente gráfico muestra la situación exante, en la que se estima que se han captado 952,5 mm de agua de lluvia, y se han emitido por escorrentía un total de 143,5 mm, lo que supone la pérdida de un 13% de agua por escorrentía.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 170 de 236

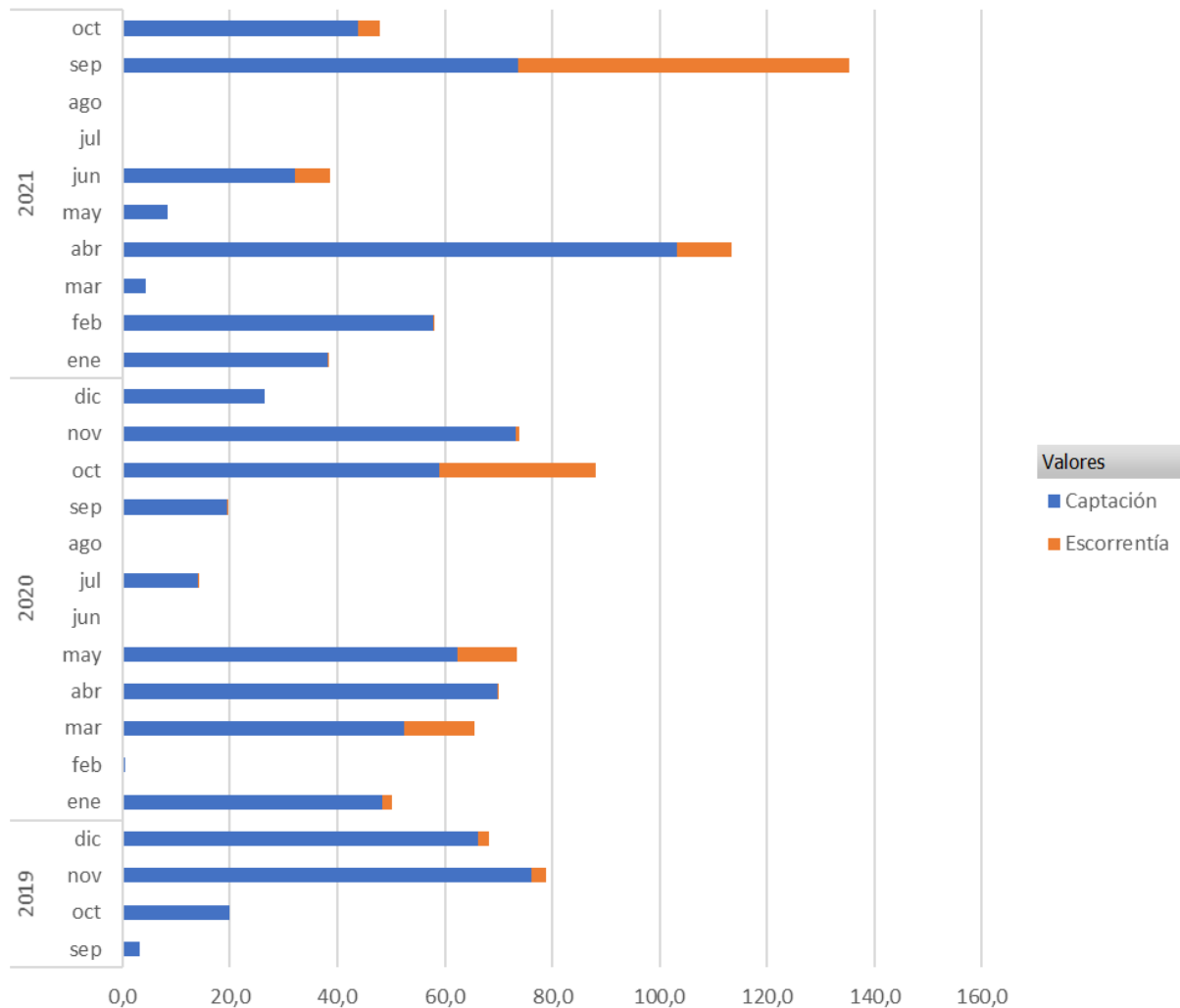


Figura 99. Evolución del Volumen de agua captado (mm) y escorrentía ExAnte

El siguiente gráfico muestra la situación *expost*, en la que se estima que se han captado 635.3 mm de agua de lluvia, y se han emitido por escorrentía un total de 17.3 mm, lo que supone la pérdida de un 3% de agua por escorrentía.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

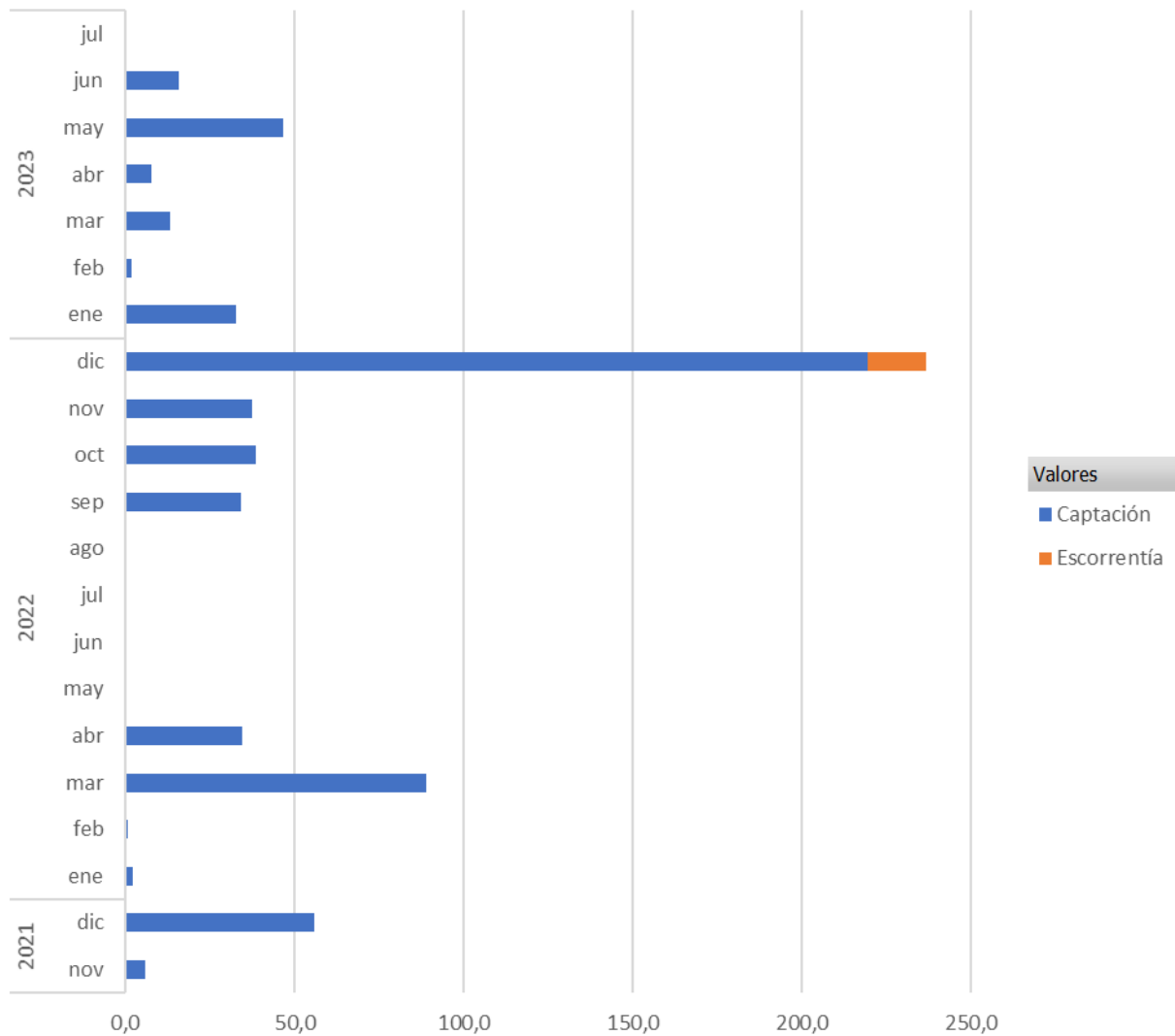


Figura 100. Evolución del Volumen de agua captado (mm) y escorrentía ExPost

Teniendo en cuenta la distribución normal de precipitaciones para la estación meteorológica estudiada, en los meses de primavera y otoño se espera que se alcancen las mejores tasas de captación.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 172 de 236

Gestión de zonas verdes

I3.1 Aumento de la biodiversidad vegetal y animal.

En el caso de Solana, se aprecia un importante aumento de la biodiversidad desde la instalación de las SbN, y eso pese a que solo se han podido realizar tres muestreos por el retraso en finalizar las obras debido al COVID.

En el muestreo para elaborar la línea base se contabilizaron 29 especies, que aumentaron a 70 justo tras la instalación de las SbN, y posteriormente se incrementaron en otras 36 especies. Este gráfico indica el número de especies únicas para cada muestreo, el número que es compartido con otro muestreo o el número de las que han desaparecido. En nuestro caso no se ha perdido ninguna por el momento, lo que parece indicar que las especies que colonizan las SBN instaladas se mantienen en el tiempo.

La Figura 101 figura muestra que antes de instalar las SbN el número de especies era muy bajo: 29 especies. Ocho meses después de la instalación de las SbN (octubre 2022) el número de especies había aumentado a 70, de las cuales 32 son especies plantadas en las cubiertas y en las fachadas verdes, lo que constituye un incremento neto de nueve especies. Pese a que este incremento puede parecer bajo, hay que tener en cuenta de que estas especies plantadas actúan como facilitadoras para el establecimiento de otras que no podrían colonizar los nuevos sustratos por sí mismas. Alguna de las especies plantadas acabará, casi con total seguridad, desapareciendo, ya que la instalación solo contempla el riego en los dos primeros años, para facilitar precisamente el éxito de la plantación, pero para entonces se habrán establecido ya muchas especies autóctonas desde el banco de germoplasma natural de la zona.

Efectivamente, después de 14 meses de la instalación de las SbN, el número de especies aumentó en 36 especies adicionales, hasta hacer un total de 91 especies en junio de 2023. Si bien hasta la fecha no se ha perdido ninguna de las especies plantadas en las SbN, sí que ha disminuido su densidad, mientras que aumentaba la de especies autóctonas que han colonizado las nuevas superficies.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

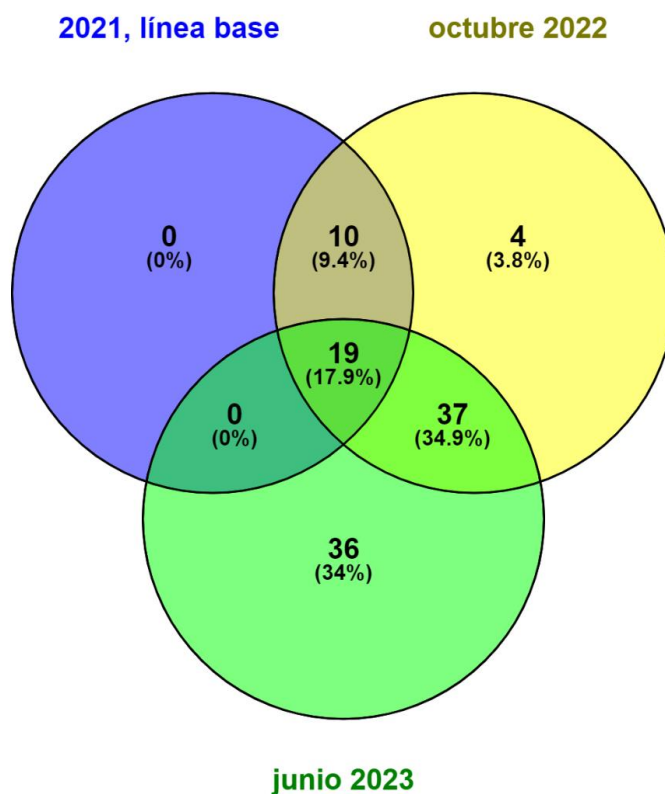


Figura 101. Diagrama que muestra las especies ganadas, perdidas y compartidas entre muestreos.

El análisis de los números de Hill para estimar el número de especies observadas (q_0), especies características (q_1 , Shannon) y especies dominantes (q_2 , inverso de Simpson), indica que el número total de especies estimadas para la zona es de 157 (Figura 102), con la previsión de alcanzar esa cifra tras ~7 muestreos, o ~3 años.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 174 de 236

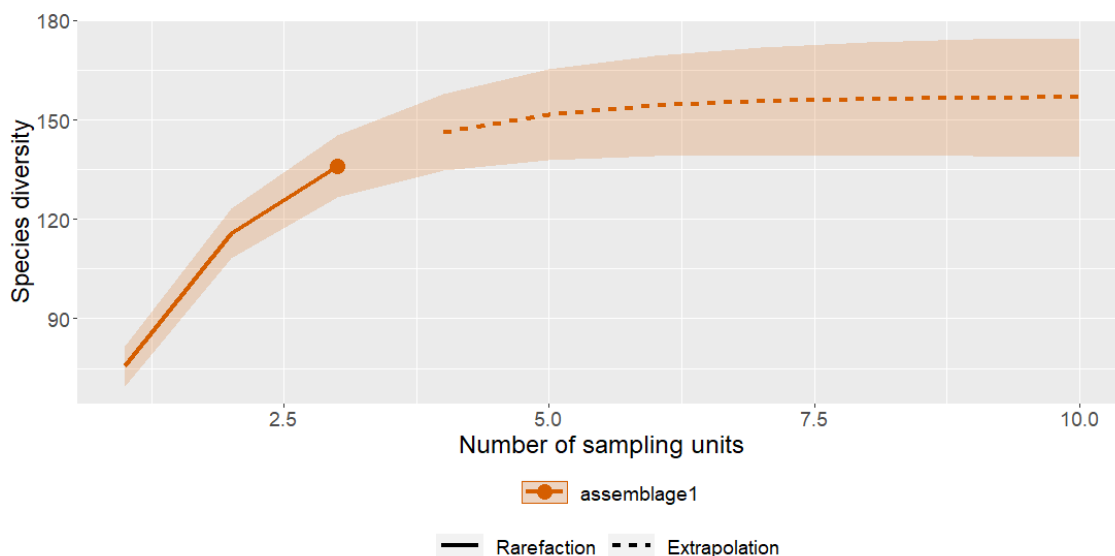


Figura 102. Curva de acumulación de especies que indica que ~7 muestreos serían suficientes para obtener una representación apropiada de la biodiversidad en Solana de los Barros.

Es particularmente importante el aumento de las poblaciones de varias especies de *Armadillidium*, especialmente *A. nasatum* Budde-Lund, 1833 (*bicho-bola*, Figura 103), porque son detritívoros capaces de metabolizar metales pesados y, por tanto, eliminarlos del sustrato.



Figura 103. *Armadillidium nasatum*. Foto Ilona Loser (Wikipedia, CC BY-SA 4.0).

13.2 Número de especies vegetales autóctonas

En la línea base realizada antes de comenzar los trabajos en Solana se encontraron 15 especies de plantas, todas ruderales y de escaso valor paisajístico. En la plantación de las Sbn se utilizaron 32 especies vegetales, en su mayoría no autóctonas, pero que aseguraban el establecimiento exitoso de la plantación, ya que solo se iba a realizar riego en los primeros años, de forma que se facilitara el establecimiento de las plantas en los estadios iniciales de



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 175 de 236

plantación. El objetivo era que estas especies, escogidas por su resistencia, actuaran como facilitadoras en la colonización por especies autóctonas con el paso del tiempo. En efecto, 14 meses después de la plantación las cubiertas habían sido **colonizadas por 16 especies autóctonas adicionales**, algunas de las cuales (e.g. *Medicago* sp, *Trifolium* sp. o *Veronica polita*) cubren ya bastante superficie, a la vez que las plantas utilizadas en la plantación reducen la suya.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 176 de 236

Calidad del aire

I4.1 Concentración de dióxido de carbono en el interior del aula.

El perfil de las concentraciones medias de CO₂ en las aulas, que da una idea de la calidad del aire del interior y del nivel de renovación que existe, se ha visto modificado de forma muy importante por efecto del cambio de hábitos después de la pandemia COVID19. Como se puede apreciar claramente en la Figura 104, las concentraciones después de la vuelta del confinamiento se han reducido de forma muy significativa por la aplicación de los protocolos anti-COVID en los colegios. Sin embargo, en los últimos meses parece que se observa una relajación en la aplicación de medidas recomendables de ventilación en la época invernal.

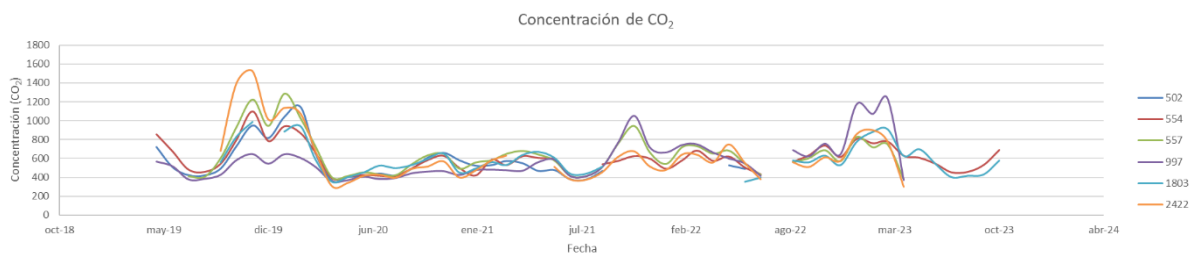


Figura 104. Evolución de las concentraciones mensuales medias de CO₂ en horario lectivo.

Para el análisis de los datos, en primer lugar, se analizaron los promedios mensuales de las concentraciones medias antes y después de la intervención. En primer lugar, comentar que los huecos que aparecen se deben a la falta de registros por problemas en la wifi, fundamentalmente durante los periodos de vacaciones. Además, algunos cálculos (valores medios mensuales de ciertos meses) pueden verse afectados por la ausencia de clases, lo que reduce los valores promedios.

Recordar en este punto, que la concentración de CO₂ en interiores aumenta fundamentalmente por la respiración humana. Hasta ciertos niveles (ver *Tabla 15*), este compuesto *per se*, no representa un riesgo importante para la salud, pero sí para el desarrollo de la actividad intelectual, y sobre todo porque puede estar asociada a la falta de ventilación y a una alta concentración de otros contaminantes que pueden producirse en interiores como compuestos orgánicos volátiles o material particulado. Además, la concentración de CO₂ es proporcional a la cantidad de aerosoles humanos provenientes de hablar, toser, estornudar, etc. y que en caso de que alguna persona tenga alguna enfermedad transmisible pueden representar riesgos para la salud.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



Como se puede apreciar en la Figura 105, las mayores concentraciones se concentran en los meses fríos en los que se ventila menos por las bajas temperaturas exteriores. Los valores promedios recomendados se establecen por debajo de 800ppm para ambientes donde los riesgos para la salud en caso de personas con enfermedades transmisibles (por el aire, por supuesto) en el interior.

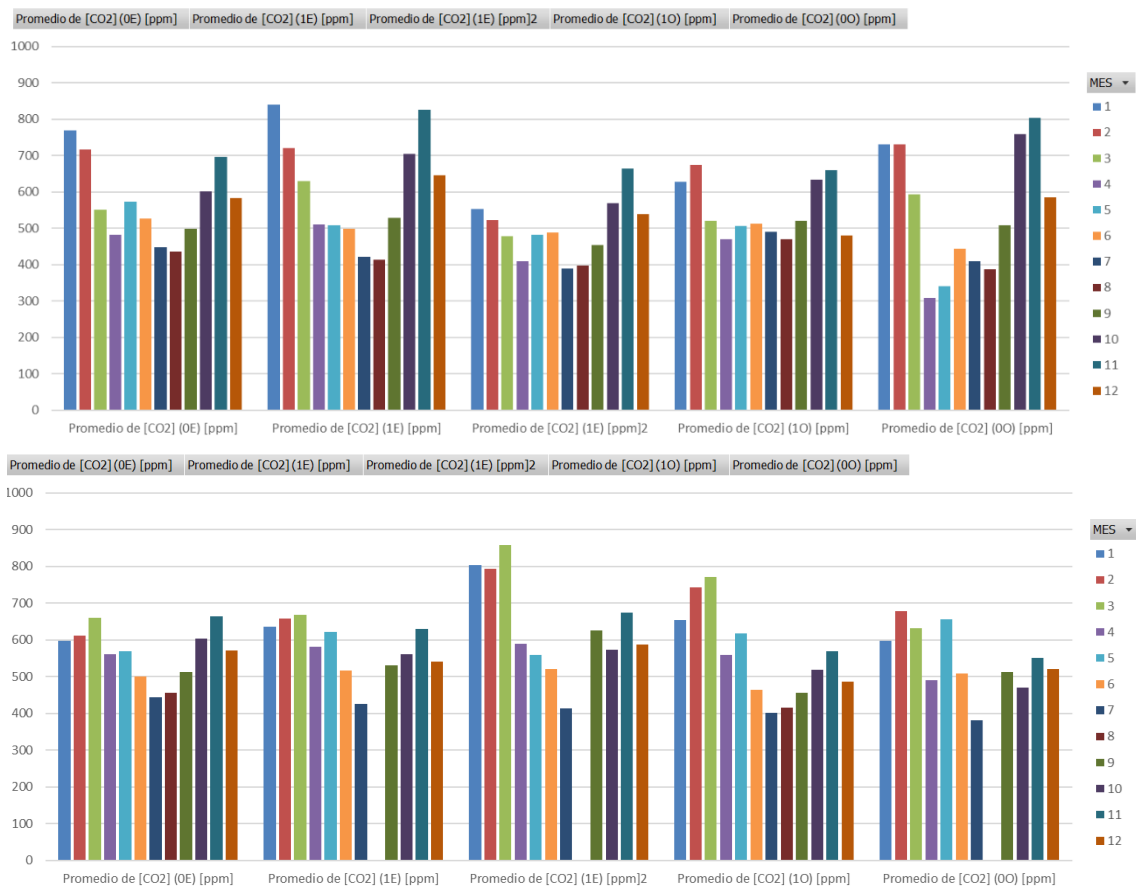


Figura 105. Concentración media mensual de CO₂ en las distintas aulas antes (arriba) y después de las intervenciones (debajo).

A la vista de la Figura 105 no se observa ningún comportamiento claro entre el periodo pre- y post- intervención. En algunas aulas, los niveles de CO₂ son menores después de la intervención y otros son mayores.

Por otro lado, analizando la concentración media mensual de las concentraciones máximas diarias de CO₂ en las distintas aulas antes y después de las intervenciones (ver Figura 106) se pueden hacer comentarios similares a los referidos en el párrafo anterior. Algo que sí parece



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

relevante comentar es que, en algunas aulas las concentraciones alcanzadas parecen demasiado altas y se debería trabajar en soluciones para evitar concentraciones por encima de 1000ppm en ningún momento.

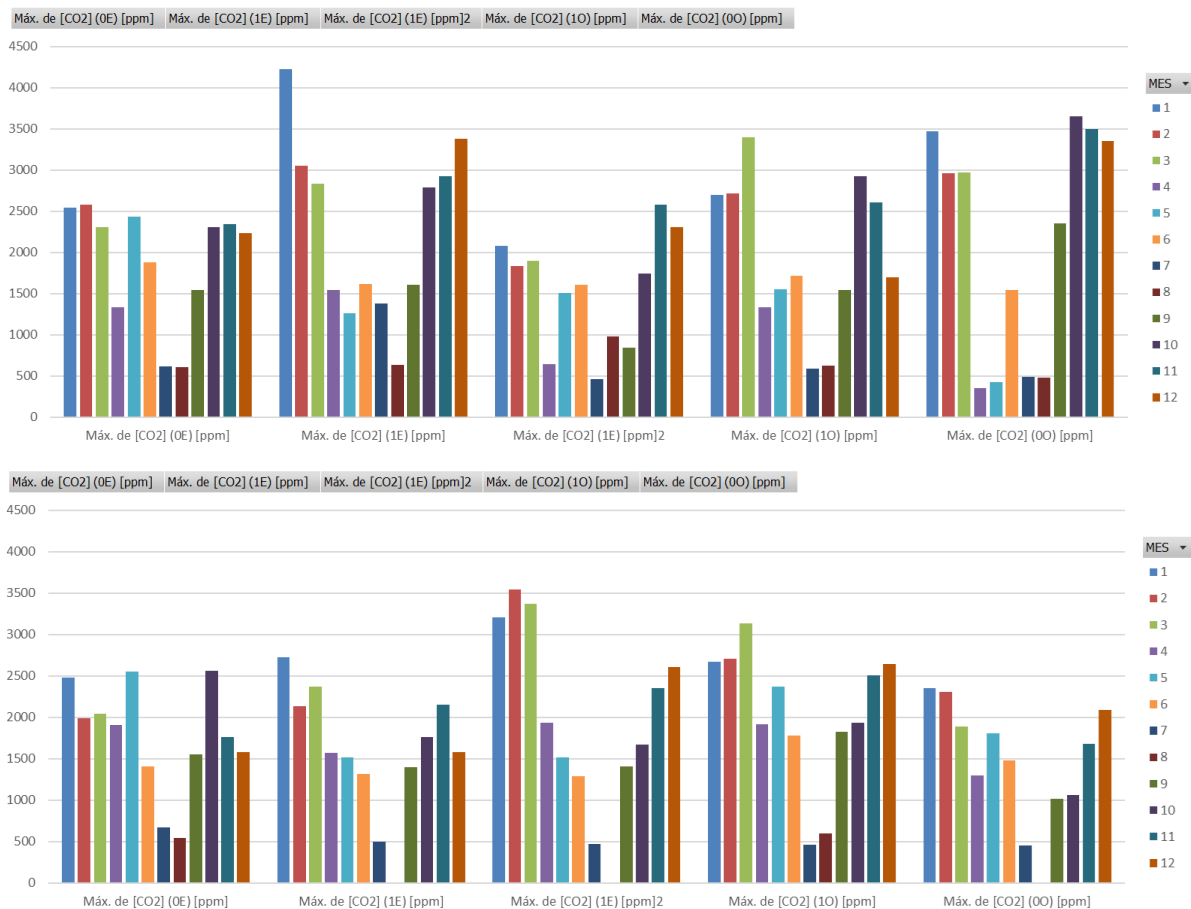


Figura 106. Concentración media mensual de las concentraciones máximas diarias de CO₂ en las distintas aulas antes (arriba) y después de las intervenciones (debajo).

Por otro lado, se han contabilizado el número de superaciones de una concentración que se ha considerado ya alta, 1500 ppm⁸, antes y después de las intervenciones. Asimismo, se cuantifica el porcentaje sobre el total de medidas para relativizar los cálculos y que no se vean afectados por el número total de medidas. Evaluando este último valor en la Tabla 56, se puede apreciar

⁸ Se ha elegido este valor por no ser demasiado estricto con el de referencia para ambientes ideales (1000ppm).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 179 de 236

cómo parece producirse una reducción en el porcentaje de la relación entre superaciones y el número total de medidas. Solamente hay una clase en que esto no se produce de forma clara (1Eb) y otra en la que se produce un ligero aumento (1O).

Tabla 56. Número de superaciones de la concentración de CO₂ por encima de 1500ppm y porcentaje sobre el total de los registros (un registro cada 15 minutos).

	Aula 0E	Aula 1E	Aula 1Eb	Aula 1O	Aula 0O
Antes de las intervenciones					
Registros totales (nº)	84434	84403	83985	84251	84490
Superaciones (nº)	391	607	25	273	976
	0,46%	0,72%	0,03%	0,32%	1,16%
Después de las intervenciones					
Registros totales (nº)	84434	84403	83985	84251	84490
Superaciones (nº)	174	205	623	357	118
	0,21%	0,24%	0,74%	0,42%	0,14%

Con los datos recogidos se han podido realizar ya estudios sobre el mejor horario de la apertura de ventanas en el horario invernal buscando optimizar los momentos de ventilación para renovación de aire con los de la máxima temperatura exterior. De esta forma se puede buscar mejorar la calidad del aire de la forma más eficiente posible desde el punto de vista energético. Hay que decir, que normalmente para la renovación del aire se requieren tiempos muy inferiores a los requeridos para reducir la carga térmica del edificio, como ocurre en verano por la noche. Para ello, en primer lugar, se analizaron los perfiles de concentración de CO₂ en cada aula. Existen diferencias importantes entre unas aulas y otras por el número de alumnos y por las costumbres de ventilación de las profesoras. En algunas aulas ya se superaban los valores recomendados desde las 9:30h (hora de entrada al colegio 9:00) y en otras tardaban algo más. Otro aspecto significativo era que, en algunas aulas, después de la jornada escolar, los valores no alcanzaban los basales del exterior. Ello quiere decir que no se ventilaba convenientemente después de finalizar las clases.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



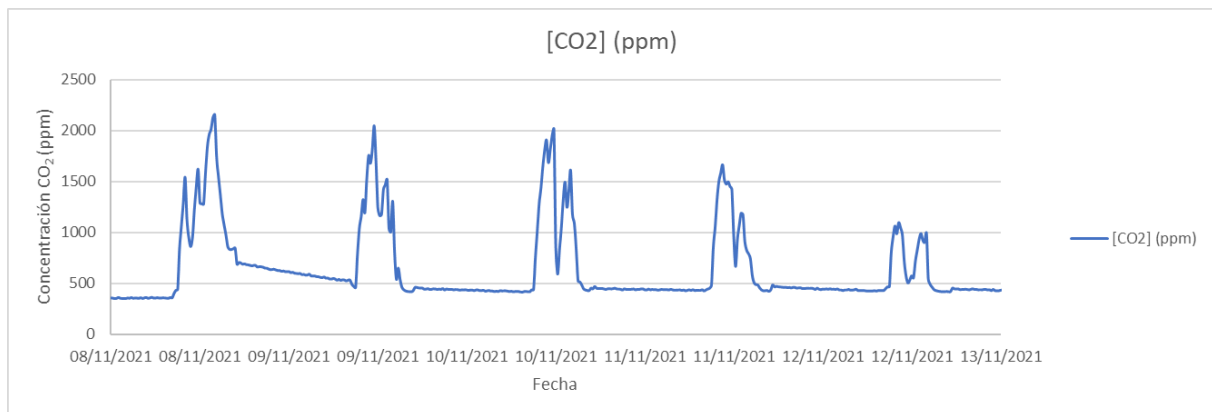


Figura 107. Perfil de concentración de CO₂ del aula con niveles más altos la semana con los promedios más altos.

En paralelo se estudiaron los perfiles de temperaturas en la aulas y en el exterior buscando maximizar el confort térmico y la eficiencia energética. Además, se intentó encontrar un horario que mejorara la calidad del aire en la mayoría de las clases una parte importante del tiempo. Finalmente, el horario seleccionado fue abriendo de 9:30 a 10:00h, de 12:30 a 13:00 y luego de 15:00 a 16:00h combinando este último horario con una instrucción al personal de limpieza para que abrieran las ventanas en la medida de lo posible.

Como resultado, se encontró que los valores promedio y los valores máximos para todas las clases comparando semanas clave en noviembre (antes de la programación de las ventanas) y en diciembre eran menores después de aplicar el nuevo protocolo. De todas formas, la evaluación continua y la valoración final se realizará empleando series temporales más largas. Además, para conseguir optimizar la calidad del aire manteniendo el confort térmico es necesario formar y concienciar al personal docente.

Tabla 57. Concentración de CO₂ promedio en horario lectivo para una semana antes de la modificación de la programación de las ventanas (46) y otra después (51) del año 2021.

	554		557		997		2422	
Semana	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo	Promedio	Máximo
46	522	895	963	1813	1081	2153	651	1146
51	718	1782	730	1744	824	2305	620	1202

La evaluación de los indicadores I4.2 se encuentra en proceso y se valorarán cuando la implantación de la vegetación sea más visible y pueda tener un impacto adecuado en ello.



I4.2 Niveles de reducción de ruido procedente del exterior.

Los datos se recogen en las aulas que dan a fachada este, tanto en la planta baja como en la primera, siendo un total de dos aulas. La recogida de datos se limita a las aulas de la fachada este debido a que corresponde con las actuaciones que mayor influencia pueden tener sobre la reducción del ruido procedente del exterior: el sistema FAVE y las cubiertas verdes.

El foco de sonido se coloca a una distancia de 10 m de la fachada este, orientado hacia la misma. El altavoz está en intensidad media y con los balances centrados y el volumen del móvil se sube al máximo. Para medir los decibelios de la fuente de sonido, el sonómetro se coloca a una distancia de 1 metro del altavoz. Se emite ruido blanco durante 30 segundos por medición. Por cada aula, se realizan dos mediciones en dos situaciones diferentes: con la ventana abierta y con la ventana cerrada. A su vez, cada medición proporciona dos resultados: los valores pico y medio (dB). El sonómetro se sitúa a un metro de la fachada este, a una altura de un metro.

En este caso, se considera que la principal fuente de ruido es el patio de infantil cuando se usa en los recreos o actividades al exterior y haya clases en el interior. En un patio de colegio se pueden llegar a alcanzar niveles de ruido de 90 dB. Otra fuente de ruido puede ser el tráfico de la calle colindante. Los niveles límite recomendados para tener un confort acústico en el interior de las aulas se establece en 35-40 dB.

La recogida de datos de la situación ex- ante, previo a la instalación de SbN, se realizó el 8 de junio de 2021. En la siguiente tabla se presentan los datos y resultados obtenidos durante las mediciones de ruido (8/06/2021), los valores pico y medio para las aulas 1 y 2 con las ventanas abiertas y cerradas.

Tabla 58. Valores pico y medio (dB) - 08/06/2021.

Fachada Este				
	Medidas	Valor	Ventana abierta	Ventana cerrada
Aula 1 (PB)	1	Pico	80,5 dB	78,1 dB
		Media	61,1 dB	45,4 dB
Aula 2 (P1)	1	Pico	72,4 dB	71 dB
		Media	52,4 dB	42,6 dB
Foco emisión	-	Pico	90,4 dB	
		Media	80,4 dB	



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Como se puede apreciar en la siguiente figura, la planta primera presenta una mejor situación acústica interior respecto a la planta baja, tanto para los valores medios como picos, ya que se encuentra más alejada del foco de emisión. Para valores pico casi no hay diferencia de 1-2 dB entre tener las ventanas abiertas o cerradas. Incluso en la mejor situación (planta primera con ventanas cerradas) se supera el límite de 40 dB recomendado.

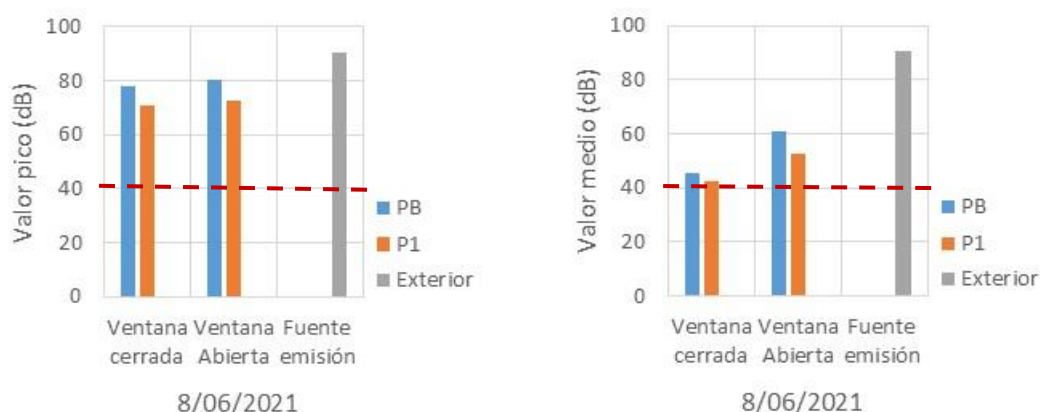


Figura 108. Valores medios y picos de PB y P1 con la ventana abierta/cerrada

El plan *After-LIFE* contemplará la continuación del proceso de monitorización para evaluar el impacto en la reducción de ruido en el CEIP Gabriela Mistral.

I4.3 Número de especies bioindicadoras

Hasta ahora no se han detectado cambios en el tamaño de los talos de los líquenes o de las almohadillas de briófitos por el poco tiempo transcurrido desde la instalación de las SBN. Sí que tenemos resultados sobre el número de bichos bola, de los que se observa un aumento del número de individuos capturados.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 183 de 236

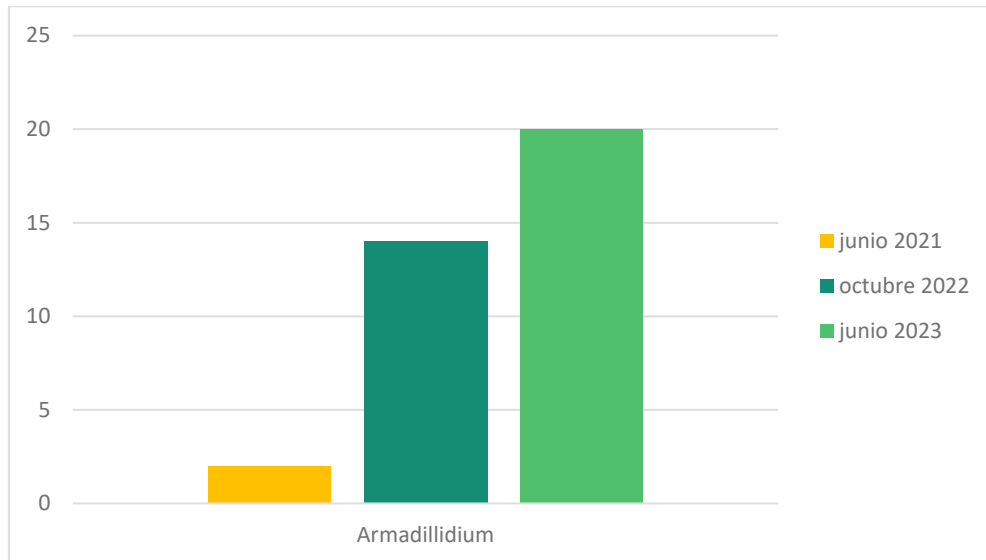


Figura 109. Evolución de la presencia de bichos bola

I4.4 Formación en la observación de las especies bioindicadoras de contaminación.

Las profesoras tratan con los alumnos los temas indicados en el Plan de Formación de manera informal, ya que no es algo que esté en el currículum académico, pero que se puede trabajar en el día a día.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 184 de 236

Regeneración urbana

I5.1 Medidas de eficiencia energética.

A continuación, se detallan las medidas que se han tomado referentes a mejorar la eficiencia energética del colegio.

- Mejora del aislamiento térmico de la envolvente mediante la instalación de cubiertas verdes (430 m²).
- Sustitución de 5 unidades de carpinterías exteriores existentes para generar ventilación automática, sustituyendo las hojas de ventana fija por una hoja basculante motorizada. Las nuevas ventanas tienen un factor solar 50 frente al factor 65 de las carpinterías existentes.
- Instalación de sistemas de sombreado de la fachada mediante FAVE. Planta -1 incluye sistemas de sombreado horizontales y la planta 0 y +1 incluyen sistemas de sombreado tanto horizontales como verticales.

La instalación de cubiertas verdes implica una mejora en la resistencia térmica (m²K/W) de la cubierta que variará según el sistema de cubierta verde empleado. El cambio de ventanas y la instalación de sistemas de sombreado disminuyen la radiación absorbida por los huecos de la fachada, minimizando la ganancia de calor interior.

En relación al impacto de las intervenciones en el consumo de energía, en primer lugar, hay que referir al indicador I1.5 consumo de energía para calefacción ya comentado y calculado.

En relación al consumo eléctrico por parte del edificio, no se han podido recopilar todas las facturas para recoger el consumo. A continuación, se muestra la tabla con los consumos de las facturas presentadas por el Ayuntamiento de Solana de los Barros. Como se puede apreciar, no se dispone de la información de todos los meses del periodo de aplicación del Proyecto.

Sin embargo, sí se puede apreciar cómo los consumos energéticos en invierno han decrecido a lo largo de los años. En época estival el comportamiento no está claro. En los meses más caluroso en los que el colegio está cerrado, julio y agosto, el consumo parece haber aumentado. Este hecho tendrá que ser revisado y comprobado por DIPBA en los años siguiente y evaluar si las instalaciones se dejan apagadas convenientemente y si la contribución del sistema de riego es importante. En este sentido se tendrán que revisar los ajustes de la estación de bombeo para reducir el consumo energético de las bombas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 185 de 236

Por otro lado, los meses calurosos con presencia de alumnos presentan una tendencia que no está clara. Cuando en mayo los consumos parecen estabilizarse, en septiembre y octubre parecen reducirse de forma importante. Este hecho puede ser debido al mejor efecto de sombreado y aislamiento térmico por parte de las SbN que llevan a la apertura de cortinas en la fachada este reduciendo el consumo energético en iluminación y a la reducción de temperatura (como se ha visto anteriormente) reduciendo el tiempo de uso de ventiladores y demás equipos de refrigeración portátiles empleados en el colegio. De todas formas, estas tendencias tendrían que ser evaluadas en los próximos años cuando las SbN se encuentren más desarrolladas y el efecto de los años de la pandemia se diluya más.

Tabla 59. Datos de consumo eléctrico del colegio de Solana de los Barros en Badajoz.

Consumo de energía eléctrica (KWh)						
Mes	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Enero	-	3508	3652	3123	2694	2029
Febrero	-	3912	3065	3456	2984	2873
Marzo	-	3582	-	-	3457	3143
Abril	-	2888	-	2791	2564	-
Mayo	-	3593	-	3531	2897	3133
Junio	-	2063	-	2655	2807	2997
Julio	-	1514	-	528	1301	2059
Agosto	-	752	-	1098	1189	-
Septiembre	1369	4197	-	2946	2665	-
Octubre	3633	4043	-	2995	2712	3143
Noviembre	4027	3464	-	3379	3379	-
Diciembre	3800	2126	3101	2599	2599	-

Haciendo una estimación del consumo anual antes de las intervenciones (2018-2021) y después de las mismas (2022-2023), se observa una reducción del consumo anual del colegio de un 11,2%.

I5.2 Aumento de la superficie verde

Las actuaciones del proyecto han tenido un gran impacto en aumentar las superficies verdes del CEIP Gabriel Mistral. Se han considerado nuevas zonas verdes los sistemas de fachada verde FAVE 1 y 2, los sistemas de cubierta verde CUVE-SUS, CUVE-1 y CUVE-2, pérgolas PEVE



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

1 y 2 y nuevas zonas verdes. Los cálculos se ha realizado con la superficie verde total que se espera obtener con el desarrollo completo de la vegetación.

En la tabla siguiente se muestran las superficies verdes implantadas y el total respecto a la situación de la línea base. Actualmente el colegio cuenta con 2577,77 m² de superficie verde, un **145,52%** más respecto a la situación previa.

Tabla 60. Superficies verdes implementadas

(m ²)	Fachada FAVE	Pérgola PEVE	Cubierta verde	Nueva zona verde	Superficie verde intervención	Superficie verde previa	Superficie verde final	Incremento %
Superficie	400,50	173,3	420	534	1991,2	1049,9	2577,7	145,52 %

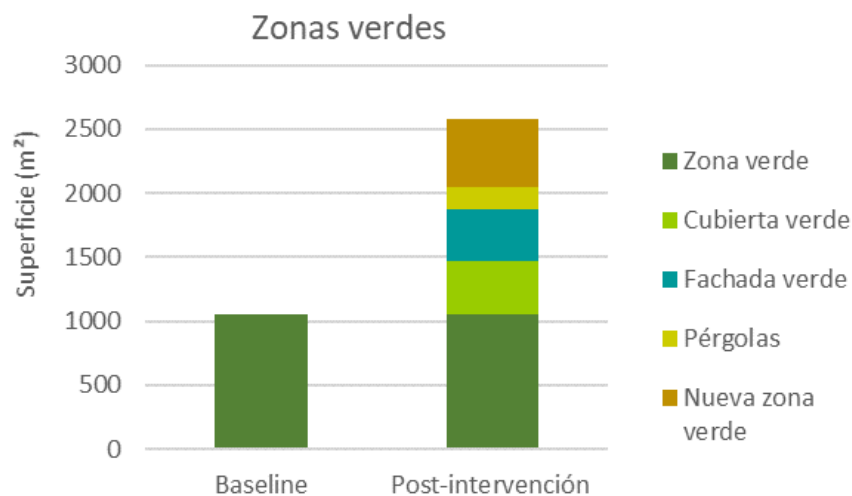


Figura 110. Incremento de las superficies verdes

En la Tabla 61 se compara el porcentaje de superficie verde respecto a la superficie total de la parcela, comparando la situación ex ante y ex post.

Tabla 61. Porcentaje de superficies verdes

	Sup. Zonas verdes	Superficie total parcela	% Zonas verdes
Ex - ante	1.049,90 m ²	5.669,20 m ²	24,06 %
Ex - post	2577,7 m ²	5.669,20 m ²	45,46 %



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 187 de 236



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Gobernanza y participación

I6.1 Percepción de los ciudadanos sobre la naturaleza urbana.

Las encuestas fueron realizadas en dos periodos, el primero de ellos previa a la instalación de las SbN, y el segundo de ellos hacia el final del proyecto, en octubre-noviembre de 2023. A continuación, se presentan los resultados y la comparativa entre los dos periodos considerados.

Adultos

1. Perfil de las personas encuestadas.

La edad mayoritaria de las personas encuestadas se encuentra en torno a los 40 años, con oscilaciones entre los rangos de 26-40 y 40-55 entre los dos periodos estudiados. Por otro lado, el 100% de los encuestados guardan relación con el centro en ambos escenarios.

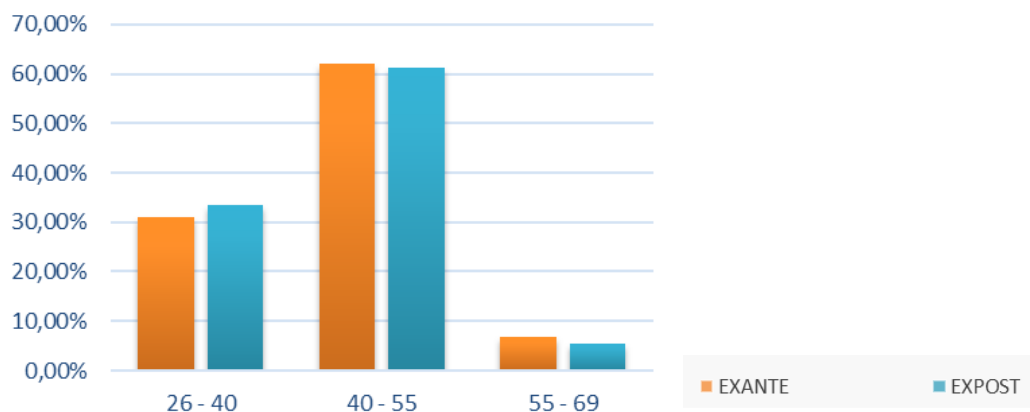


Figura 111. Solana: Rango de edad de las personas encuestadas (izquierda) y relación con el centro

Las personas que respondieron a la encuesta fueron mayoritariamente padres y madres, seguido de profesores. En la evaluación ex post también participó otro trabajador del centro.

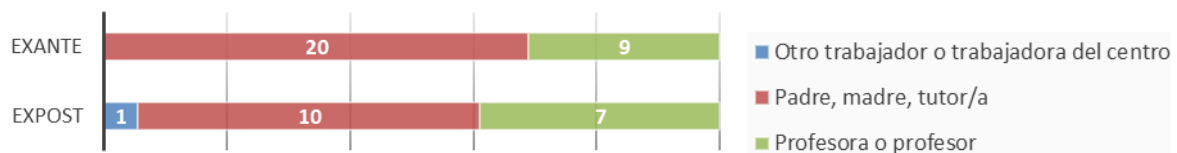


Figura 112. Solana: Perfiles de las personas encuestadas en cuanto a su relación con el centro.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Por otro lado, el lugar de residencia de las personas entrevistadas varía, siendo Solana el municipio más repetido en las respuestas. Sin embargo, un 55% reside en otros municipios en el *ex ante* y un 44% en el *ex post*.

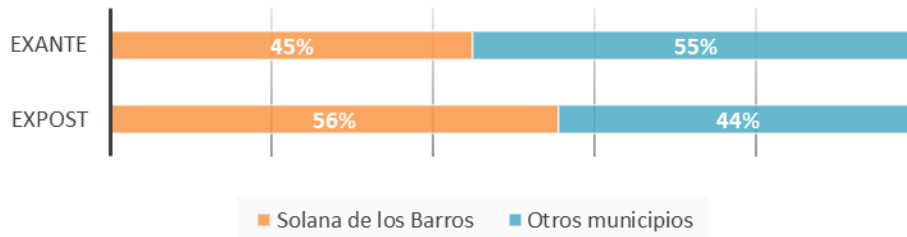
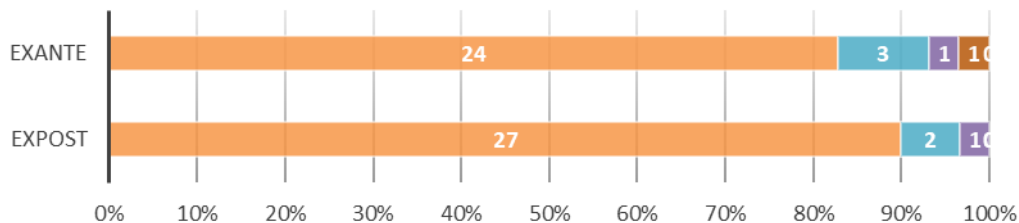
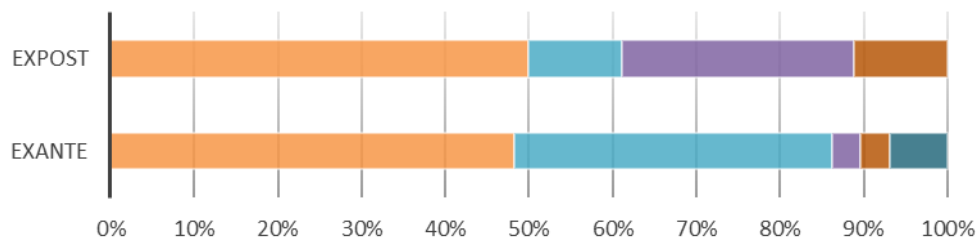


Figura 113. Solana: Lugar de residencia.

En cuanto a la ocupación, la mayoría de las personas entrevistadas tanto *ex- ante* como *ex post* son trabajadores/as, si bien también hay una cierta representación de personas desempleas y otras actividades. Alrededor de la mitad tienen estudios universitarios, y en la evaluación *ex ante* el segundo grupo más relevante es de Formación profesional, mientras que en la evaluación *ex post*, Primaria-secundaria.



Trabajador o trabajadora Desempleado o desempleada Estudiante Otro Jubilado o jubilada



Estudios universitarios Primaria-secundaria Formación profesional Bachillerato Otro

Figura 114. Solana: Área de actividad (arriba) y Nivel de estudios (abajo).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

2. Conocimiento del proyecto

Más del 90% de las personas encuestadas conocían previamente el proyecto, si bien el porcentaje de desconocimiento, aun bajo, aumenta en el *expost*. Por otro lado, la mayor fuente de información del proyecto es a través del colegio, especialmente en el caso del *expost*.

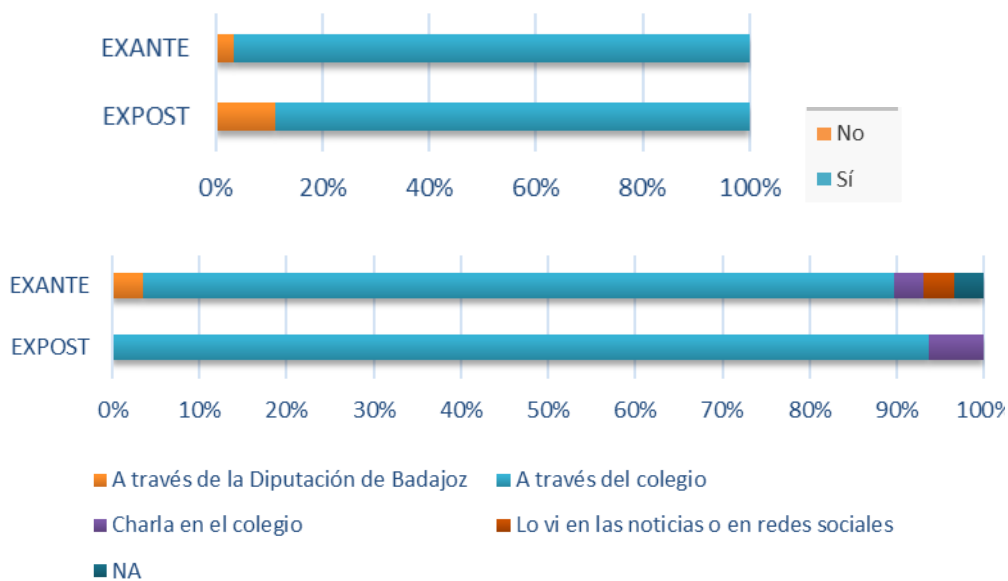


Figura 115. Solana: Evaluación del conocimiento (arriba) y vías de acceso al mismo (abajo).

Se pidió a las personas encuestadas que valoraran el proyecto en cuanto a su interés en conocerlo y cómo valora la utilidad de la iniciativa. En general, se observa un grado de interés alto en el proyecto y en la valoración de su utilidad, ya que más del 50% de las respuestas han obtenido una valoración de 5. Por otro lado, el grado de interés aumentó desde el inicio del proyecto al final, pasando de un valor medio de 4.28 a 4.44, al igual que la valoración de su utilidad que pasa de una valoración media de 4.28 a 4.61.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 191 de 236

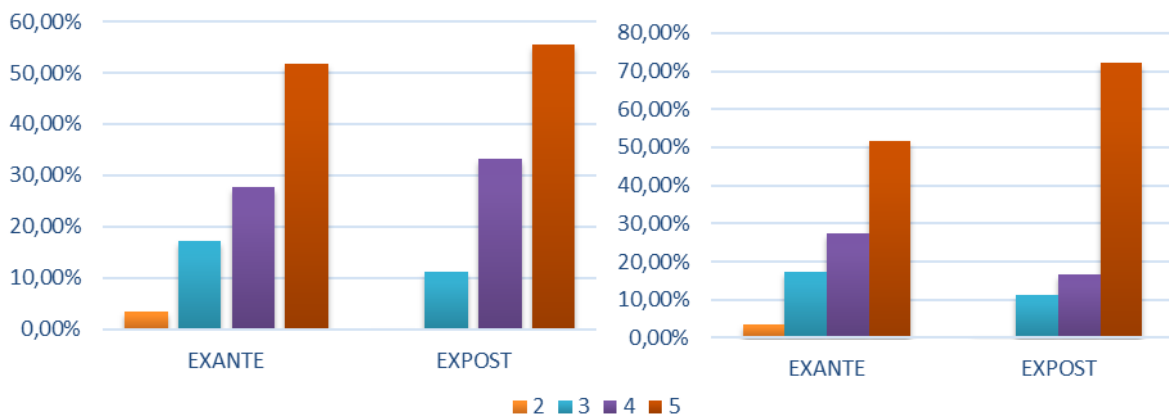


Figura 116. Solana: Grado de interés en el proyecto (izquierda) y valoración del grado de utilidad (derecha).

Además, la mayor parte de las personas encuestadas, apoyarían iniciativas similares en un 86% (etapa inicial del proyecto) valor que aumenta hasta un 100% (final del proyecto).

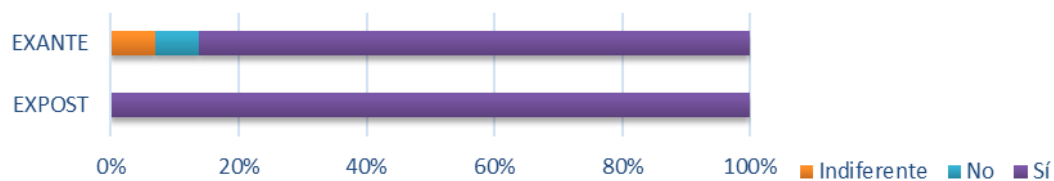


Figura 117. Solana: ¿Apoyaría iniciativas similares?

3. Conocimiento e interés en las SbN

Las personas encuestadas valoraron su grado de conocimiento de las SbN en una escala de 1 a 5, resultando que tenían un conocimiento medio. Sin embargo, el valor promedio baja ligeramente, de un 3.21 a un 3.17. Además, en general las personas encuestadas piensan que es un conjunto de productos o servicios, porcentaje que es mayor en el caso del *expost*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

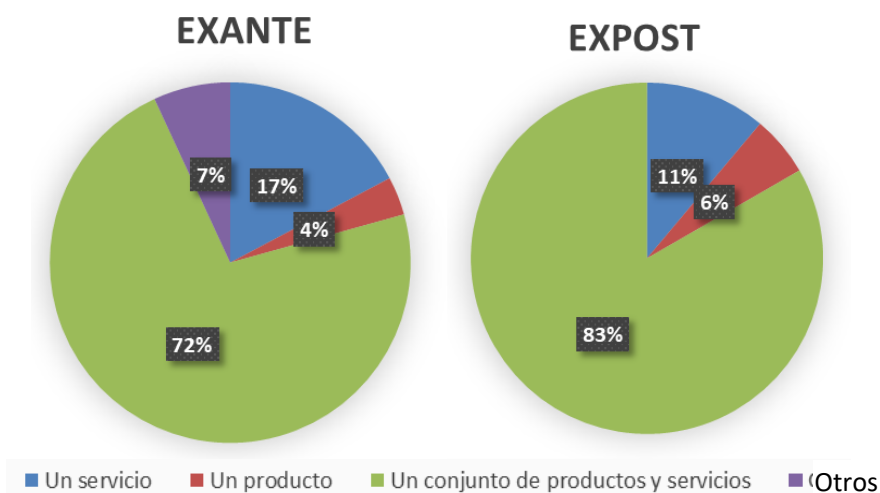
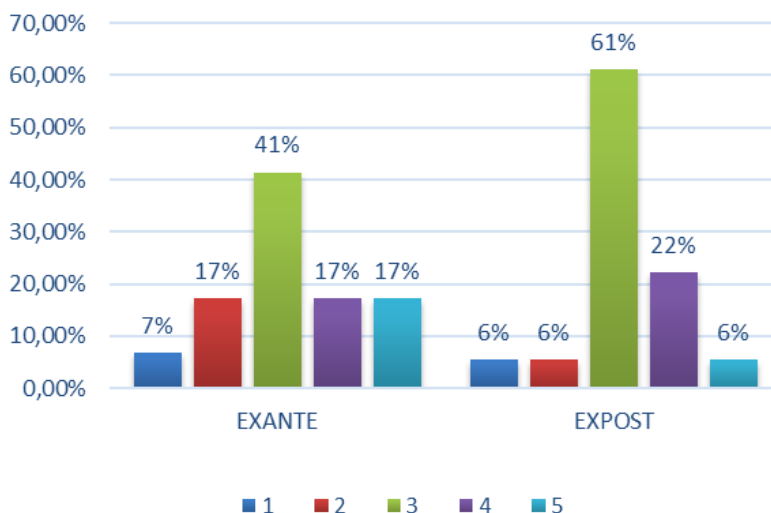


Figura 118. Solana: Grado de conocimiento de las SbN (arriba) y su clasificación según las personas encuestadas (abajo).

Ya en concreto, con respecto a las SbN planteadas en el colegio, se preguntó acerca del grado de conocimiento que tienen de cada una de ellas. La SbN que resultó más familiar para las personas encuestadas fueron las soluciones de arbolado, en la *exante*. La SbN más conocida tras la evaluación *expost* resultó ser las fachadas verdes. Es notable que el grado de conocimiento de las SbN disminuye de media, durante la evaluación *expost*, salvo en el caso de los jardines de lluvia.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

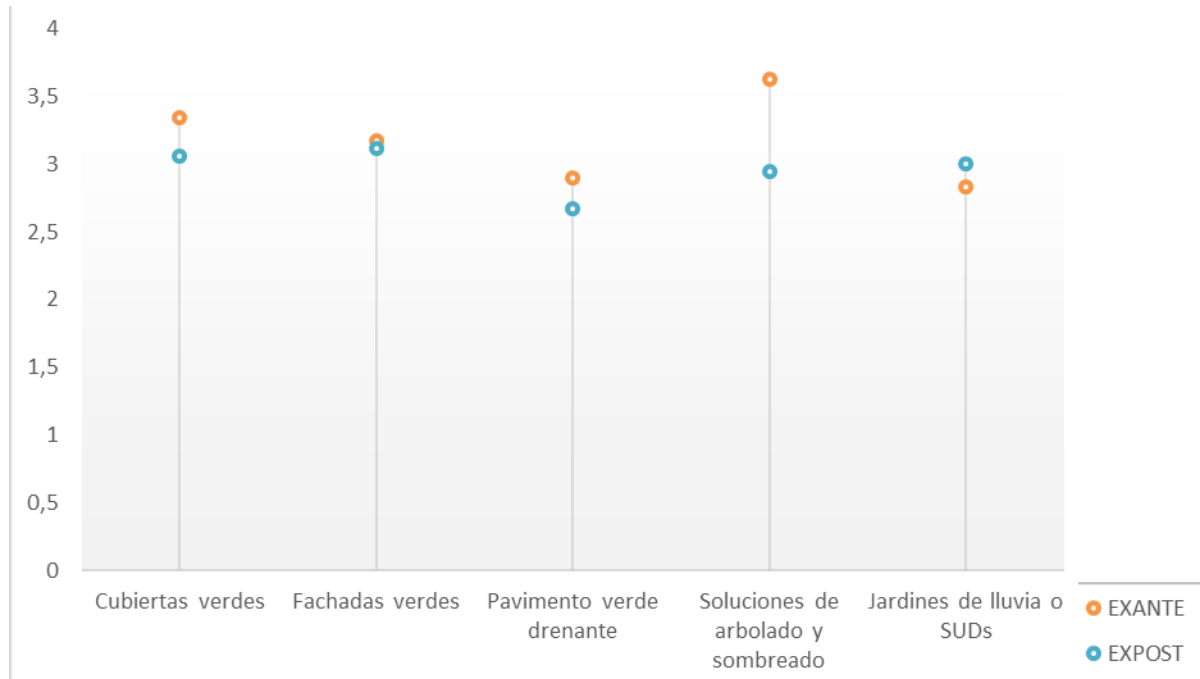


Figura 119. Solana: Valoración del grado de conocimiento de las SbN planteadas.

En cuanto al interés en las SbN, las soluciones de arbolado y cubiertas verdes son las que les resultaron más interesantes, si bien el grado de interés en todas las SbN disminuyó tras la ejecución del proyecto, salvo en el caso del pavimento verde drenante y los jardines de lluvia.

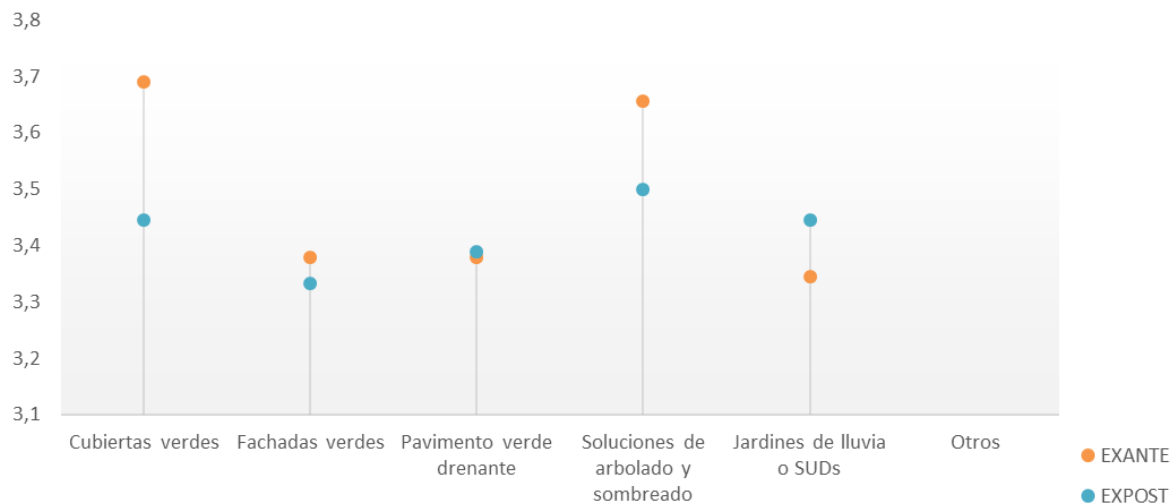


Figura 120. Solana: Valoración del grado de interés de las SbN planteadas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 194 de 236

También se preguntó acerca del grado de interés en participar en el diseño o implantación de las SbN. Las personas mostraron un mayor interés en aportar ideas y en el cuidado y mantenimiento, si bien la valoración disminuyó tras la instalación de las SbN.

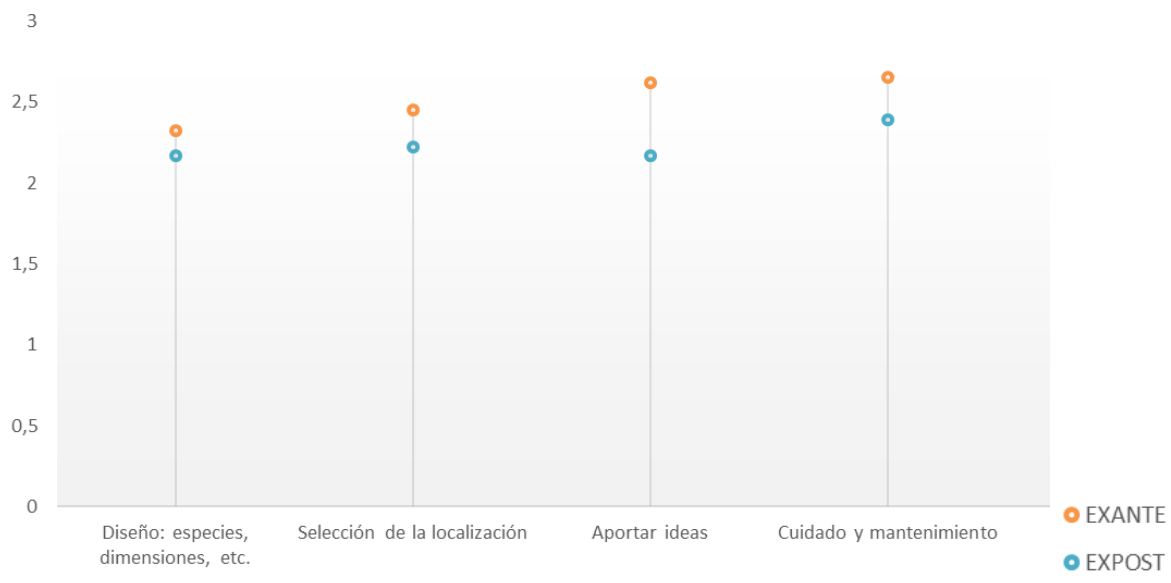


Figura 121. Solana: Interés en participar en el diseño o implantación de las SbN.

El rol que les gustaría tener a los encuestados es principalmente de voluntario/a, aunque varía entre el antes y el después. El porcentaje aumenta de menos del 50% a más del 60% tras el *expost*. En la fase de *exante* hay un buen número de personas encuestadas que se decantan por participar como trabajador/a en el montaje o mantenimiento, dar a conocer las SbN u otras opciones.

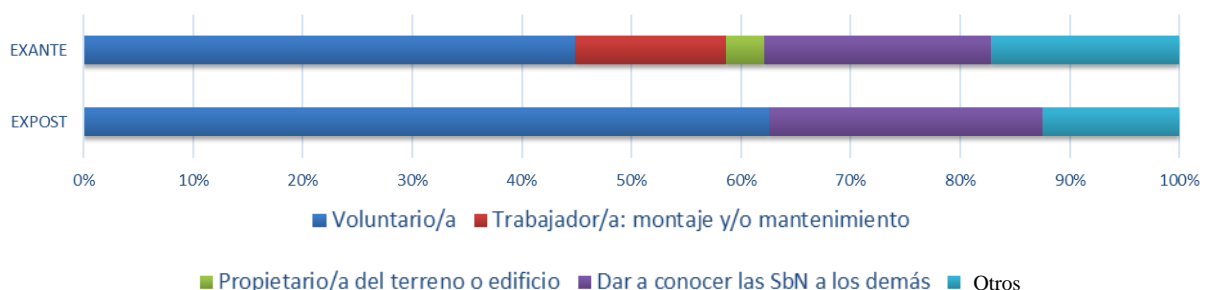


Figura 122. Solana: Interés en participar en el diseño o implantación de las SbN.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



Preguntados por el beneficio que esperan conseguir, la opinión más repetida en un primer momento es que las SbN proporcionan beneficio ecológico (aire limpio, sombra, confort térmico), mientras que en la evaluación *ex post* la opinión más recogida es que hacen un entorno más feliz y saludable. También aumenta la percepción de que las SbN transmiten valores ecológicos en la educación.

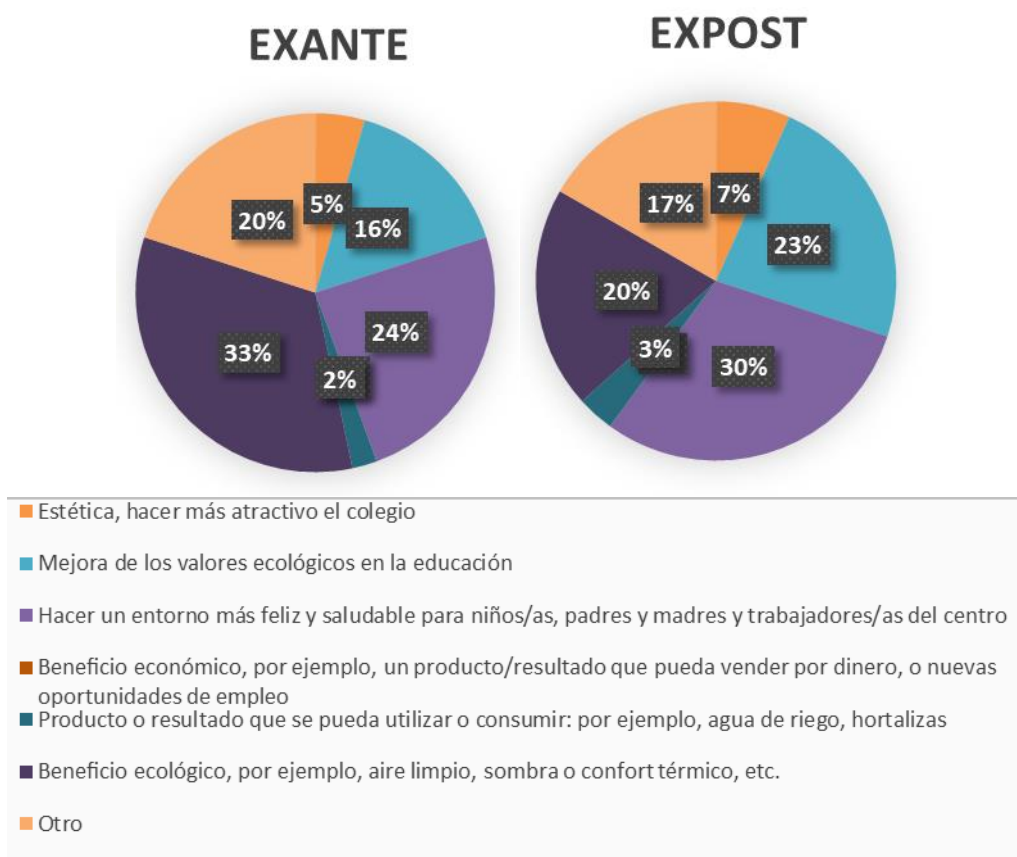


Figura 123. Solana: Beneficio esperado de la implantación de las SbN.

Preguntados acerca de quién debería llevar la iniciativa en las SbN, mayoritariamente las personas encuestadas opinaron que la administración pública y local, por este orden. Por detrás de los organismos públicos, en el escenario *ex ante* se encuentran las empresas, y en el *ex post* estas ceden su protagonismo a los ciudadanos y comunidades locales.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix



Figura 124. Solana: Entidades que deben iniciar las SbN.

En cuanto a la financiación de las SbN, un elevado porcentaje de las personas encuestadas opinan que la financiación debe ser pública, si bien en la encuesta *expost*, esta opinión no es la mayoritaria, sino que es la opción de presupuestos participativos.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 197 de 236

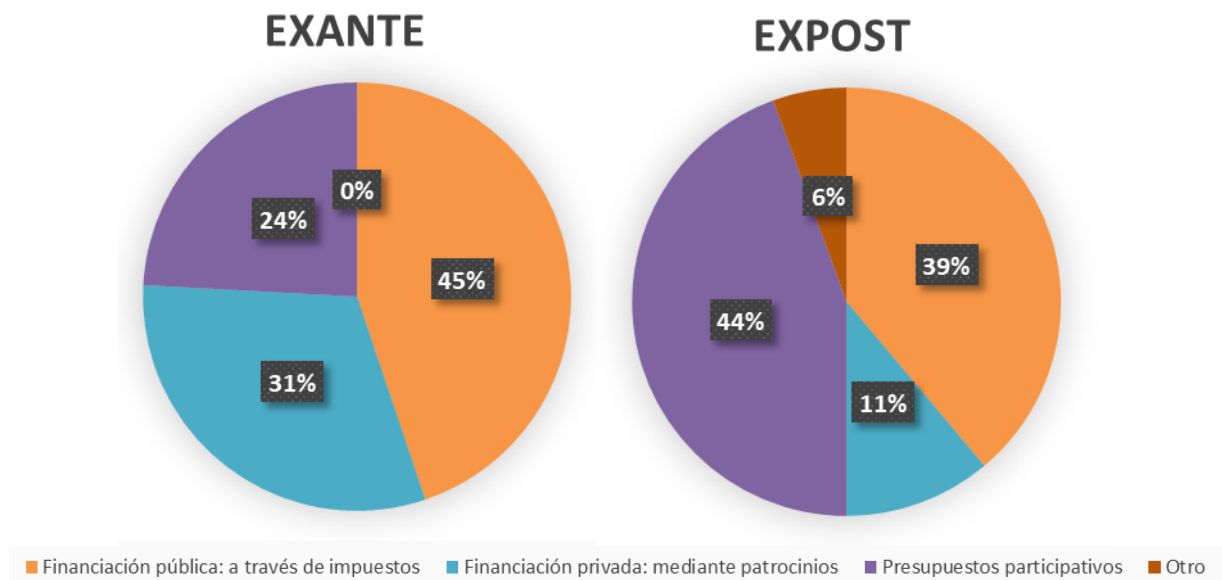


Figura 125. Solana: Cómo deberían financiarse las Sbn.

En cuanto a la opinión con respecto a qué perfiles creen las personas encuestadas que son necesarios para el diseño de las Sbn para colegios, Arquitectos/as e ingenieros/as son los más valorados para esta tarea, mientras que padres y madres y Asociaciones y ONG's se valoran menos. La valoración de casi todos los roles se mantiene prácticamente igual durante la evaluación *expost*, excepto para asociaciones y ONGs, de las cuales se aumenta su valoración.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 198 de 236

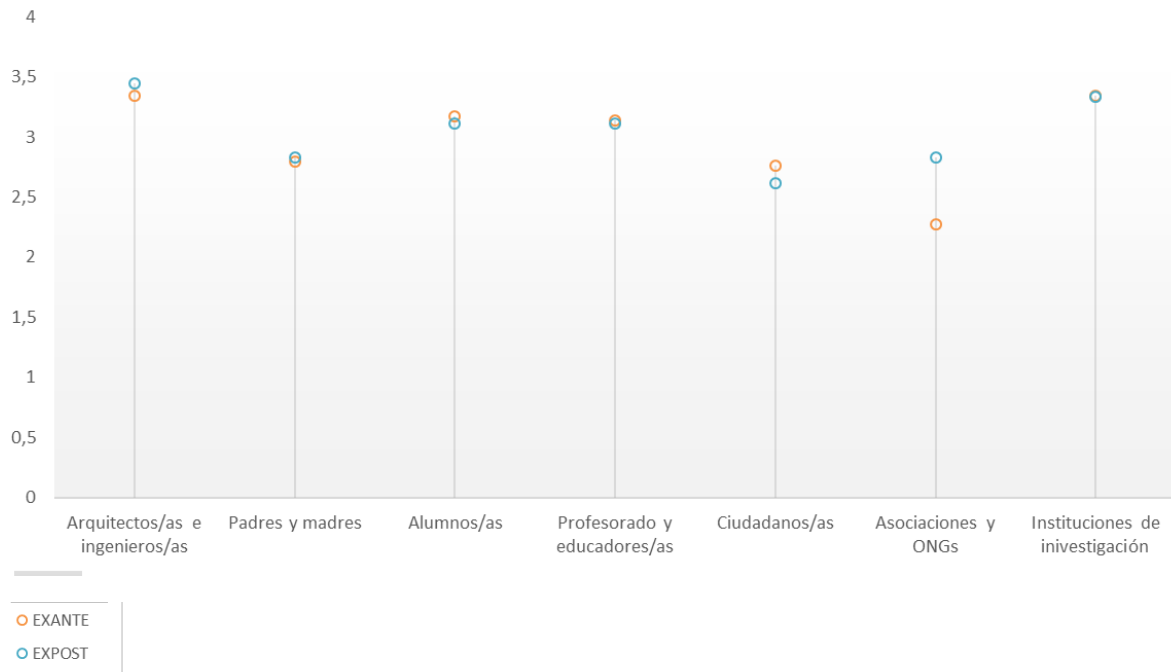


Figura 126. Solana: Perfiles que son necesarios en el diseño de las SbN.

Se facilitó a las personas encuestadas una lista de entidades y perfiles, y se les pidió que valoraran de 1 a 5 cómo creen que deberían estar implicados en la implantación de SbN. En este sentido, les otorgaron una mayor puntuación a los organismos públicos y un menor papel a asociaciones y ONG's en el *exante*, junto a ciudadanos en el *expost*. La valoración en general durante el *expost* aumento, a excepción del caso de Ciudadanos/as.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

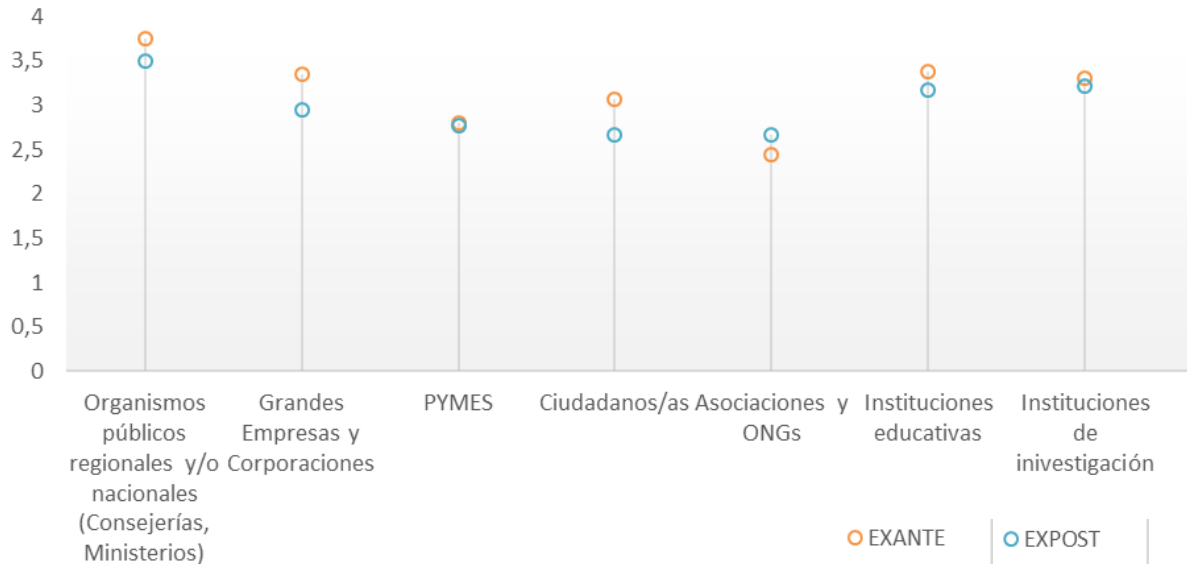


Figura 127. Solana: Cómo deberían implicarse distintos perfiles en la implantación de las Sbn.

Similar pregunta, pero enfocada a la financiación de las Sbn, con resultados similares, con un papel más relevante por parte de los organismos públicos, y una menor implicación por parte de Ciudadanos, asociaciones y ONGs o PYMES. Es significativo que el promedio de la valoración disminuye durante el *expost*.

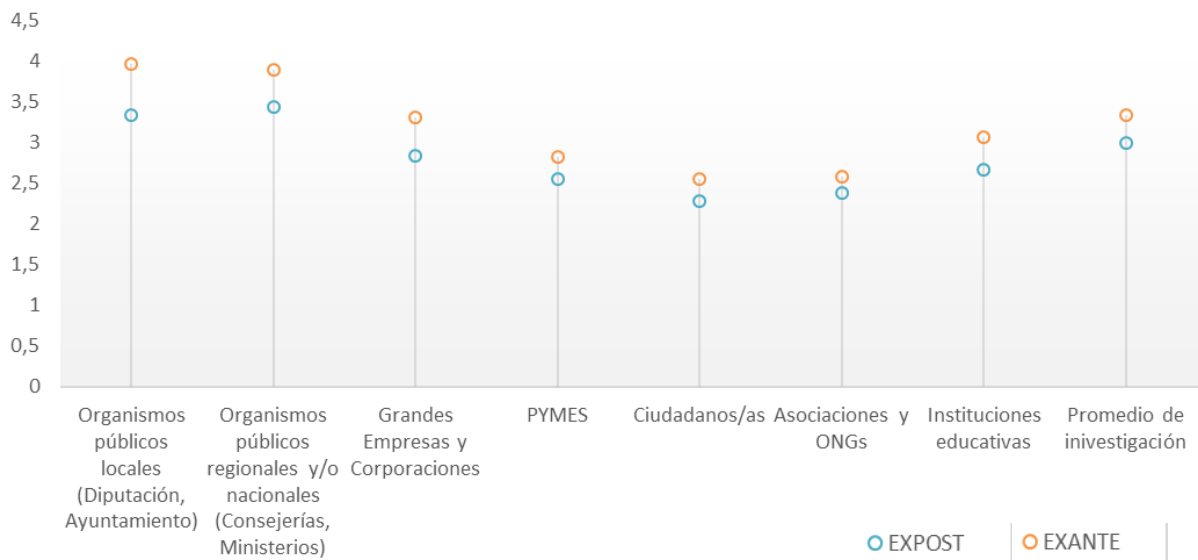


Figura 128. Solana: Cómo deberían implicarse distintos perfiles en la financiación de las Sbn.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



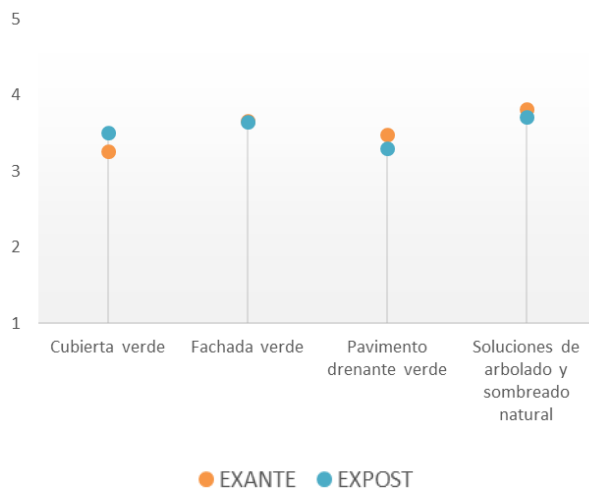
my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

4. Conocimiento de los servicios ecosistémicos

Finalmente, se pidió a los encuestados los servicios ecosistémicos que creen que proveen cada una de las SbN instaladas en el colegio. A continuación, se muestran los resultados por servicio ecosistémico.



Servicio ecosistémico: Mejora estética.

Los valores medios se mantienen entre 3 y 4 y su valoración disminuye en la segunda encuesta salvo para el caso de la cubierta verde.

Las soluciones de arbolado es la SbN con más percepción de este servicio, tanto en el *exante* como en el *expost*.

La cubierta verde es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y el pavimento verde en el *expost*.



Servicio ecosistémico: Mejora de la calidad del aire.

Los valores medios se mantienen próximos a 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta, a excepción de las soluciones de arbolado.

La fachada verde es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y la cubierta verde en el *expost*.

El pavimento verde drenante es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 201 de 236

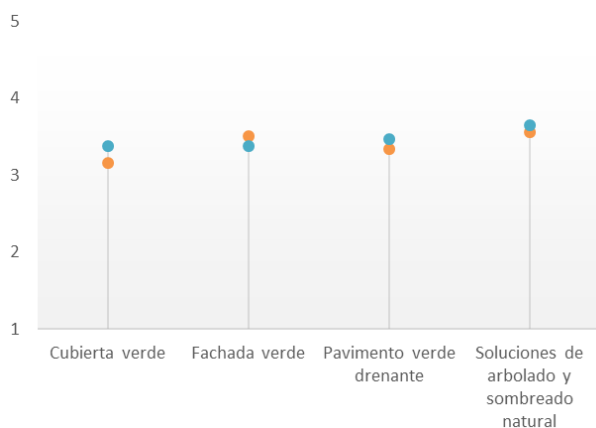


Servicio ecosistémico: Secuestro de carbono.

Los valores medios se mantienen entre 3 y 4 y su valoración disminuye en la segunda encuesta en el caso de la fachada verde y el arbolado y sombreado natural.

El arbolado y sombreado natural es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

La cubierta verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y el pavimento verde drenante en el *expost*



Servicio ecosistémico: Economía circular.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta a excepción de la fachada verde.

Las soluciones de arbolado y sombreado natural fachada verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

La cubierta verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*, junto con la fachada verde.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ

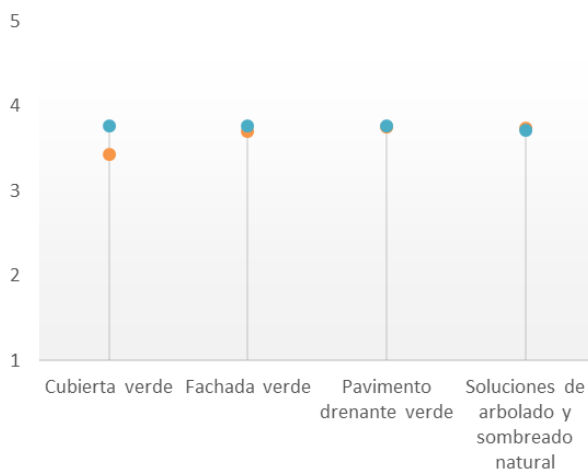




my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix



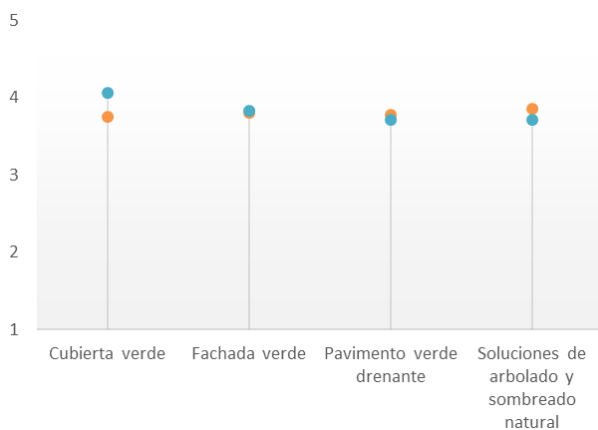
Servicio ecosistémico: Mejora de la calidad y la gestión del agua.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta, a excepción de las soluciones de arbolado y sombreado natural.

Las soluciones de arbolado y sombreado natural es la SbN con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, mientras que en el *ex post* todas las valoraciones medias están muy igualadas.

La cubierta verde es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *ex ante*, y as soluciones de arbolado y sombreado natural en el *ex post*.

Servicio ecosistémico: Educación y sensibilización ambiental.



Los valores medios se mantienen en torno a 3 y por encima de 4 en algún caso y su valoración aumenta en la segunda encuesta, a excepción del pavimento verde drenante y las soluciones de arbolado y sombreado natural.

Las soluciones de arbolado y sombreado natural es la SbN con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, y la cubierta verde en el *ex post*.

El pavimento verde drenante es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*, junto con las soluciones de arbolado.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

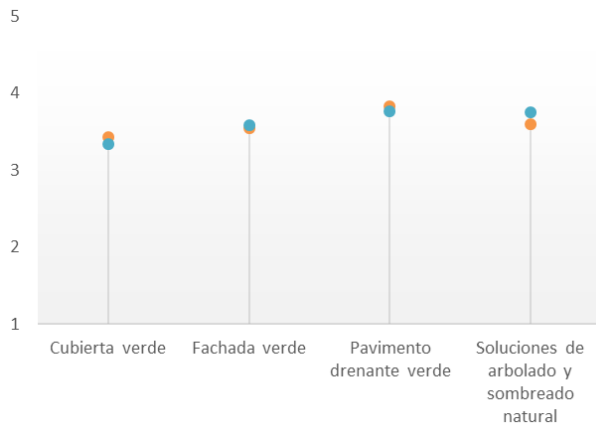


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 203 de 236

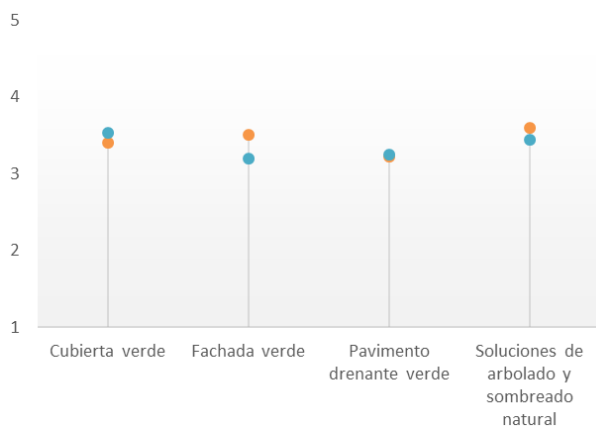


Servicio ecosistémico: Control de la erosión y el encharcamiento.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4.

El pavimento verde drenante es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

La cubierta verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

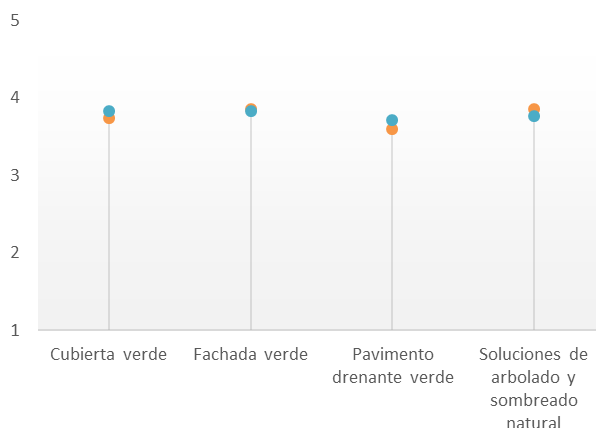


Servicio ecosistémico: Producción de alimentos sostenibles.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta, a excepción de la fachada verde.

Las soluciones de arbolado y sombreado natural es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y la cubierta verde en el *expost*.

El pavimento verde drenante es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y la fachada verde en el *expost*



Servicio ecosistémico: Mejora del paisaje y valores del entorno.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta a excepción de la fachada verde.

Las soluciones de arbolado y sombreado natural y fachada verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

El pavimento verde drenante es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

Servicio ecosistémico: Incremento del valor de la zona

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta a excepción de las soluciones de arbolado.

Las soluciones de arbolado es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, mientras que en el *expost* lo es la fachada verde.

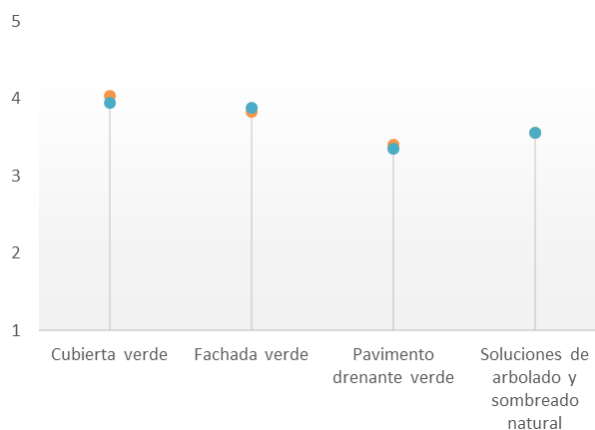
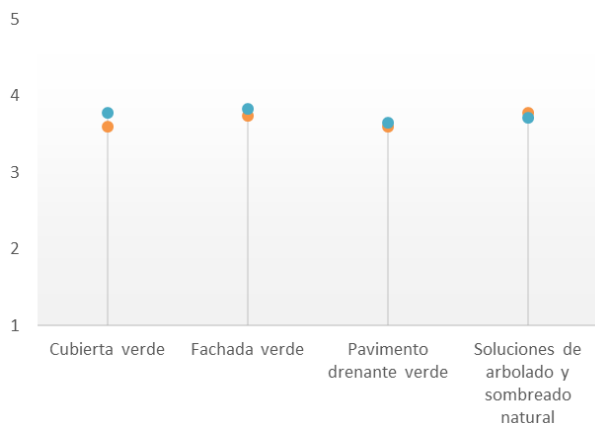
La SbN con menor percepción media de este servicio es el pavimento verde drenante, en ambos casos.

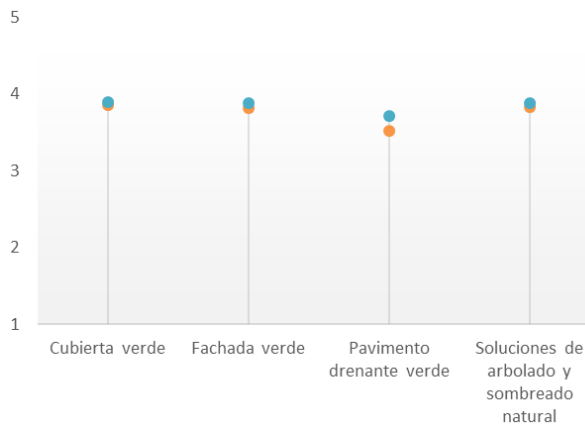
Servicio ecosistémico: Mejora del confort térmico en interiores

Los valores medios se mantienen alrededor de 4 y su valoración se mantiene en la segunda encuesta.

La cubierta verde es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

El pavimento verde drenante es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.



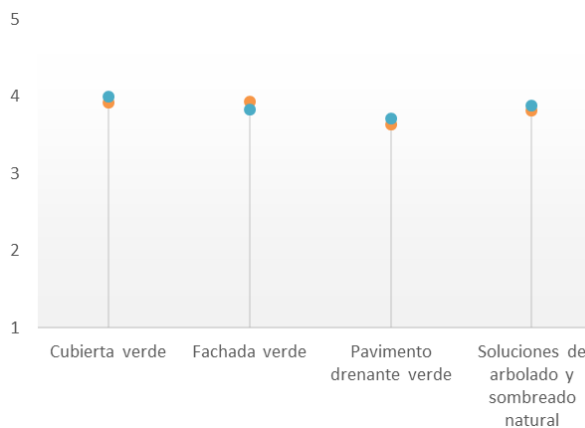


Servicio ecosistémico: Mejora del confort térmico en exteriores.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 pero próximos a dicho valor y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La cubierta verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*.

El pavimento verde drenante es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*.

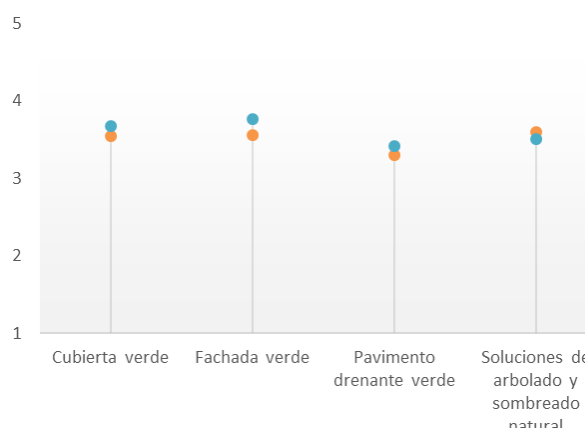


Servicio ecosistémico: Mejora de la biodiversidad y hábitats.

Los valores medios se mantienen en torno a 4 y su valoración se mantiene en valores similares en la segunda encuesta.

La fachada verde es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, y la cubierta verde en el *ex post*.

El pavimento verde drenante es la Sbn con menor percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*.



Servicio ecosistémico: Amortiguación de ruidos.

Los valores medios se mantienen entre 3 y 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

Las soluciones de arbolado y sombreado natural es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, mientras que en el *ex post* lo es la fachada verde.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

El sistema de sombreado es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*

Servicio ecosistémico: Mejora del uso del espacio público

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración se mantienen en niveles similares en la segunda encuesta salvo en el caso de la cubierta verde, cuya percepción de este servicio ecosistémico aumenta ligeramente.

Las Soluciones de arbolado y sombreado natural es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

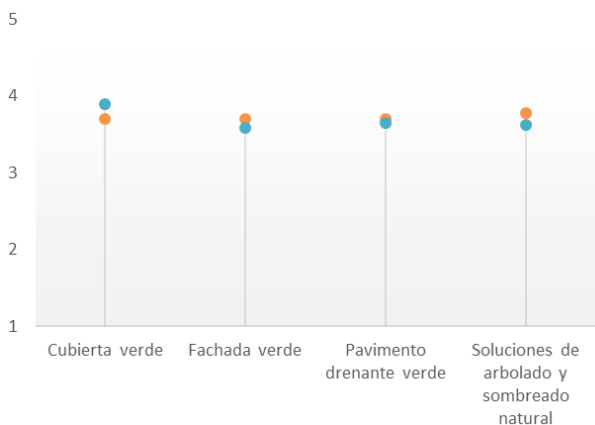
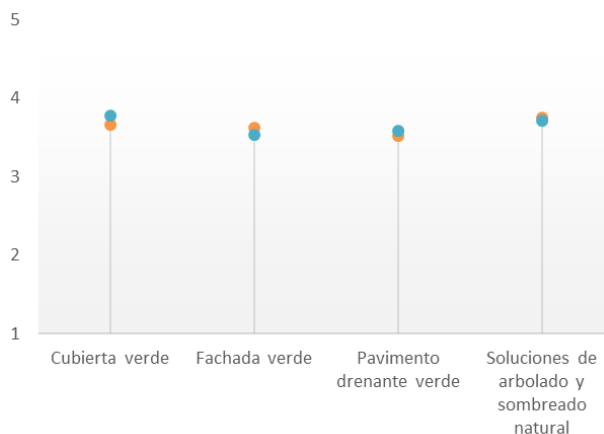
El pavimento verde drenante es la SbN con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y la fachada verde en el *expost*

Servicio ecosistémico: Mejor gestión de las aguas pluviales

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración disminuye en la segunda encuesta.

Las Soluciones de arbolado y sombreado natural es la SbN con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

En el *exante* el resto de SbN tienen la misma puntuación promedio, mientras que en el *expost* la fachada verde es la menos valorada.



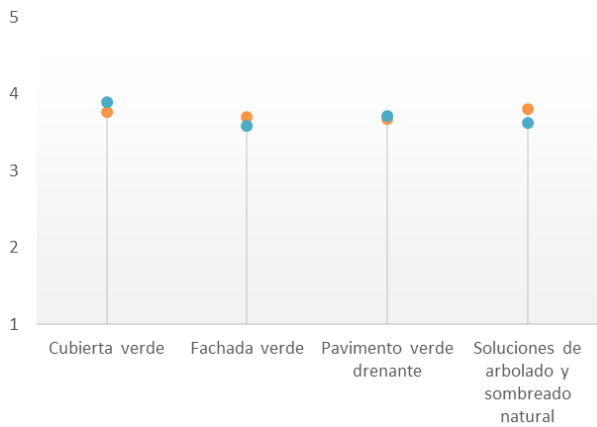


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 207 de 236

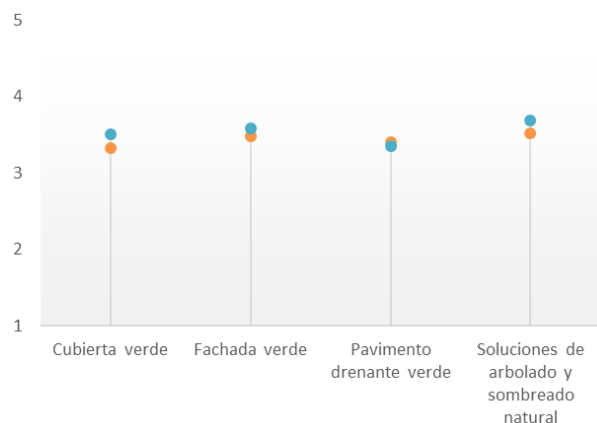


Servicio ecosistémico: Ahorro en materias primas y recursos.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración disminuye en la segunda encuesta en el caso de fachada verde y las soluciones de arbolado, mientras que en las otras dos Sbn aumenta.

Las Soluciones de arbolado y sombreado natural es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, y la cubierta verde en el *ex post*.

El pavimento verde drenante es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *ex ante*, y la fachada verde en el *ex post*.



Servicio ecosistémico: Mejora de la cohesión social e inclusión.

Los valores medios se mantienen por debajo de 4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

Las soluciones de arbolado y sombreado natural es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *ex ante*, y también en el *ex post*.

La cubierta verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *ex ante*, y el pavimento drenante en el *ex post*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



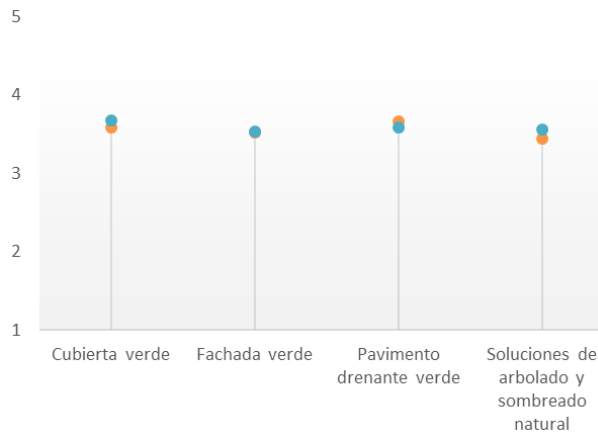


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 208 de 236

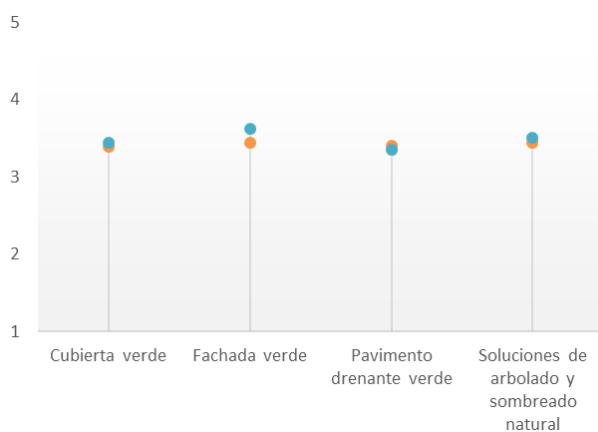


Servicio ecosistémico: Mejora de la composición del suelo.

Los valores medios se mantienen en torno a un 3.5 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

El pavimento verde drenante es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y la cubierta verde en el *expost*.

La fachada verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

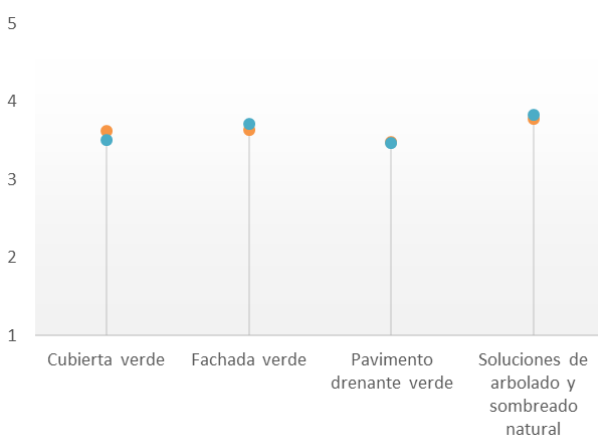


Servicio ecosistémico: Desarrollo económico.

Los valores medios se mantienen en torno al 3.5 y su valoración aumenta en la segunda encuesta.

La fachada verde y las soluciones de arbolado es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y la fachada verde en el *expost*.

La cubierta verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y el pavimento verde drenante en el *expost*.



Servicio ecosistémico: Bienestar físico, mejora de la salud física.

Los valores medios se mantienen alrededor de 3.5-4 y su valoración aumenta en la segunda encuesta, salvo en el caso de la cubierta verde y el pavimento.

Las soluciones de arbolado es la Sbn con más percepción de este servicio, en el *exante*, y también en el *expost*.

El pavimento verde es la Sbn con menos percepción de este servicio, en el *exante*, y la fachada verde en el *expost*

Figura 129. Solana: Percepción de los Servicios Ecosistémicos provistos por cada Sbn



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Niños

1. Perfil de las personas encuestadas.

La mayoría del alumnado encuestado se encuentra entre los 10-12 años de edad, siendo este grupo el mayoritario en el *expost*. En ambos escenarios todos los alumnos pertenecen al mismo colegio, excepto en el *Exante* que hay una respuesta de un alumno/a que declara no pertenecer al colegio.

Además, más del 95% de los encuestados residen en Solana. La mayoría del alumnado pertenece a los cursos 3º-4º de primaria

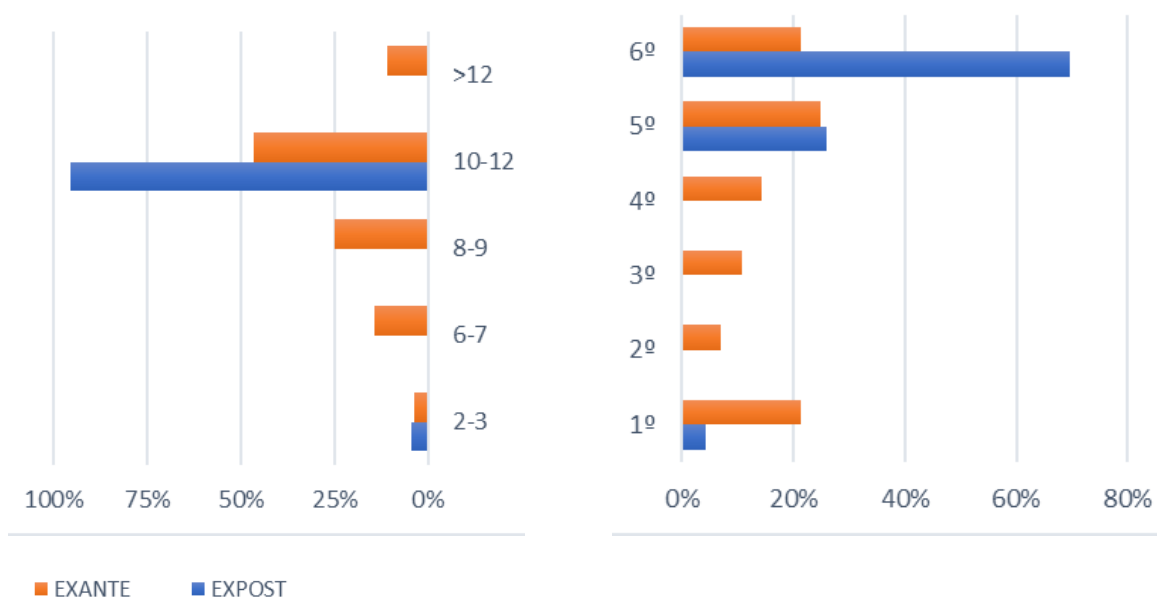


Figura 130. Solana: perfil del alumnado encuestado. Edades (izquierda), cursos (derecha).

2. Conocimiento del proyecto

La mayoría del alumnado encuestado conocía el proyecto previamente y se lo habían contado en el colegio. Además, a la mayoría de ellos les gusta el proyecto. En el *expost*, la proporción de alumnos que conocen el proyecto y les gusta es aún mayor.

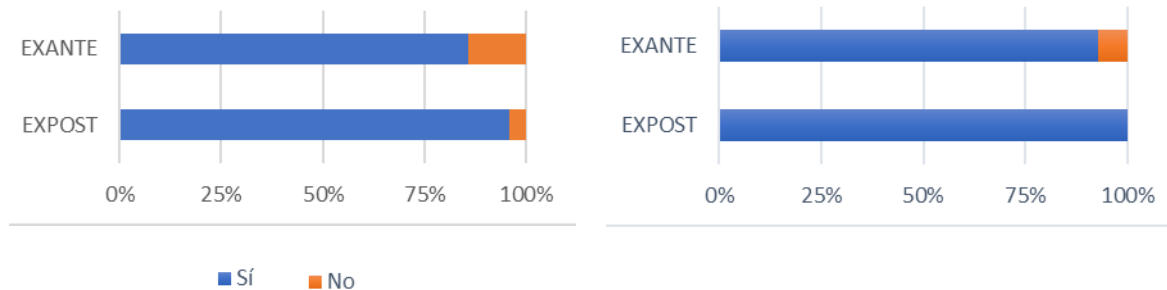


Figura 131. Solana: Conocimiento del proyecto por parte del alumnado (arriba) y respuestas acerca de si les gusta el proyecto (abajo).

Cuando se les pregunta acerca de qué creen que trata el proyecto, las respuestas son diversas. Se muestran en la siguiente tabla, haciendo referencia a la temáticas de las respuestas recibidas. Como puede verse, los alumnos conocen al inicio la temática del proyecto de manera general, y de manera más detallada en la segunda ronda de encuestas.

Tabla 62. Respuestas obtenidas acerca de qué temática cree el alumnado que tiene el proyecto

EXANTE	EXPOST
<i>Sostenibilidad Ambiental (7 respuestas)</i>	<i>Regulación de Temperatura (6 respuestas)</i>
<i>Confort Térmico (7 respuestas)</i>	<i>Cuidado del Medio Ambiente (2 respuestas)</i>
<i>Mejoras en el Colegio (3 respuestas)</i>	<i>Sostenibilidad de los Colegios (2 respuestas)</i>
<i>Otros (3 respuestas)</i>	<i>Condiciones de Confort (2 respuestas)</i>
	<i>Otros (1 respuesta)</i>

3. Percepción de las zonas interiores y exteriores del colegio

Preguntando al alumnado sobre las zonas verdes existentes en su colegio, la mayoría opina que hay zonas verdes en su colegio, opinión que aumenta al 100% en la segunda encuesta. En cuanto al interés por instalar zonas verdes, en el *exante* casi la mitad de los alumnos respondieron que les gustaría, porcentaje que disminuye considerablemente en el *expost*.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

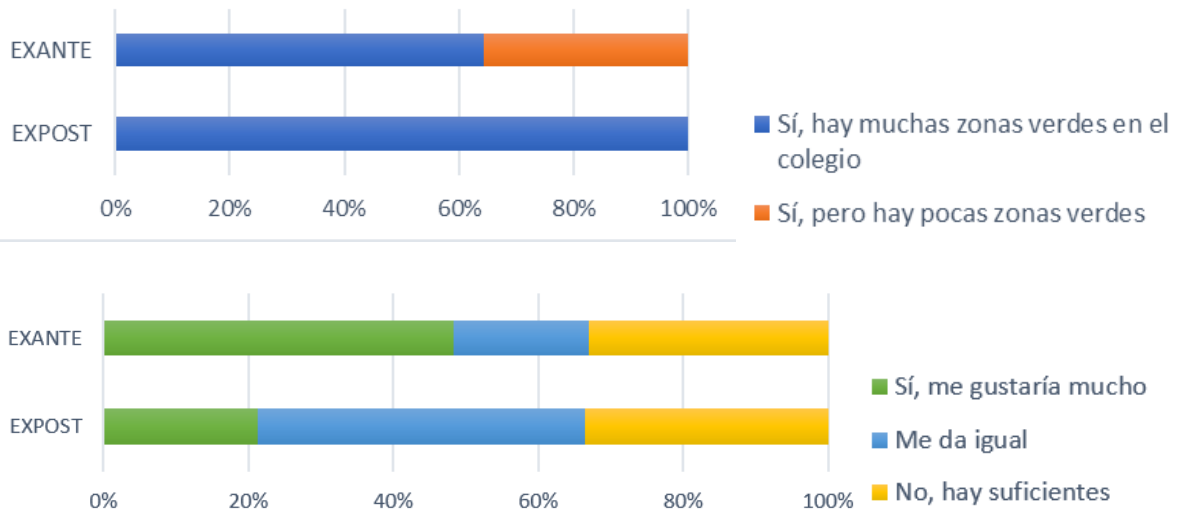


Figura 132. Solana: Percepción de la cantidad de zonas verdes en el colegio (arriba) y respuestas acerca de si les gustaría que hubiera más (abajo).

Se preguntó al alumnado acerca de cuál es la zona del patio que más les gusta, y en general son las zonas relacionadas con juegos (campo de fútbol, de juegos, etc.). En la segunda ronda de preguntas, las respuestas se centraron más en las zonas y actividades deportivas.

Tabla 63. Solana: Respuestas obtenidas acerca de qué les gusta más de su patio y lo que menos (Exante)

Lo que más les gusta	Lo que menos
Amplitud y Espacio: 46.43%	Áreas Específicas: 43.48%
Áreas Específicas: 17.86%	Mención de Actividades o Interacción Social: 13.04%
Pistas y Actividades Deportivas: 7.14%	Elogio a la Amplitud o Espacio: 17.39%
Zonas Verdes: 3.57%	Varios Elementos: 4.35%
Zonas de Sombra: 3.57%	
Otros: 3.57%	

Sobre a qué cambiarían de su patio o lo que no les gusta, la mayoría de las respuestas giran en torno al estado de algunas localizaciones del patio y cuestiones de mantenimiento (limpieza). También hay más demanda de sombreado, especialmente en el *expost*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Tabla 64. Solana: Respuestas obtenidas acerca de qué les gusta más de su patio y lo que menos (Expost)

Lo que más les gusta	Lo que menos
Deterioro y Mantenimiento: 56.52%	Elementos Específicos: 40%
Sombra y Espacio: 13.04%	Sombreado: 15%
Elementos Específicos: 8.70%	Opiniones Variadas: 40%
Opiniones Variadas: 30.43%	

En cuanto a la percepción del ruido, la percepción *expost* es de menor ruido en general que la *Exante*. Y en relación al confort térmico, el alumnado encuestado declara pasar a veces frío a veces calor, pero en el *expost* la proporción de alumnado que dice pasar calor desciende.

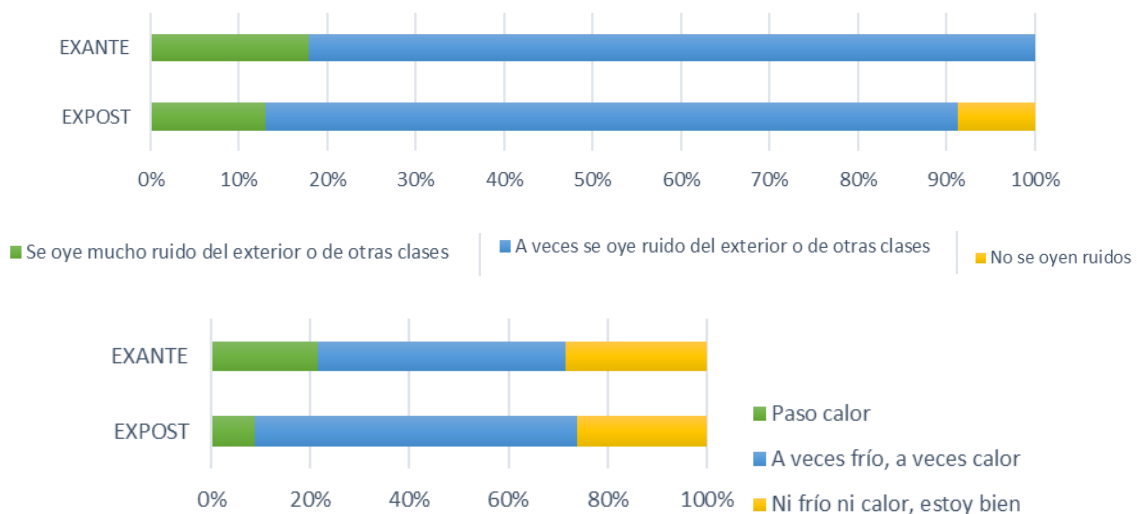


Figura 133. Solana: Percepción del ruido (arriba) y de la temperatura en el aula (abajo).

Se les pidió a los alumnos y alumnas mirar por la ventana y decir lo que veían. El resultado mayoritario ha sido “árboles y plantas o un jardín”, respuesta aún mayor en la evaluación *expost*.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

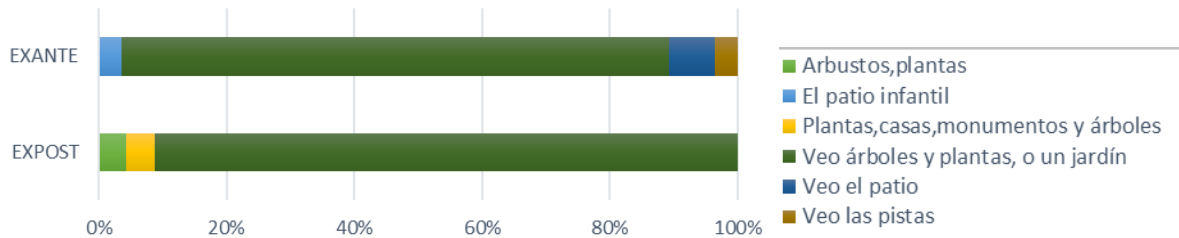


Figura 134. Solana: Respuestas obtenidas acerca de qué ven por la ventana

En cuanto a qué cambiarían o mejorarían, en la evaluación *exante* el alumnado declaró querer más árboles y plantas, césped y áreas verdes, casi en un 50%. En la evaluación *expost*, aumentó al 65%, mientras que un 42% declaró estar satisfecho con el estado actual.

Tabla 65. Solana: Respuestas obtenidas acerca de qué les gustaría ver

EXANTE	EXPOST
Arboles y Plantas: 34.78%	Árboles y Plantas: 65.38%
Mejoras en el Patio: 30.43%	Dejarlo como está: 42.31%
Césped y Áreas Verdes: 13.04%	
Opiniones Variadas: 26.09%	

4. Percepción de la naturaleza y de las actuaciones

Preguntado el alumnado por la importancia que la naturaleza tiene para ellos y ellas, respondieron afirmativamente en su mayoría, salvo un pequeño porcentaje que respondió que no sabe.

En cuanto a sus preferencias de dónde prefieren jugar, en las encuestas realizadas *exante*, el alumnado prefería jugar en el parque o en la calle en su mayoría, seguido de en el bosque-montaña o playa. Estas preferencias concretas disminuyen en la situación *expost*, si bien siguen siendo mayoritarias.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

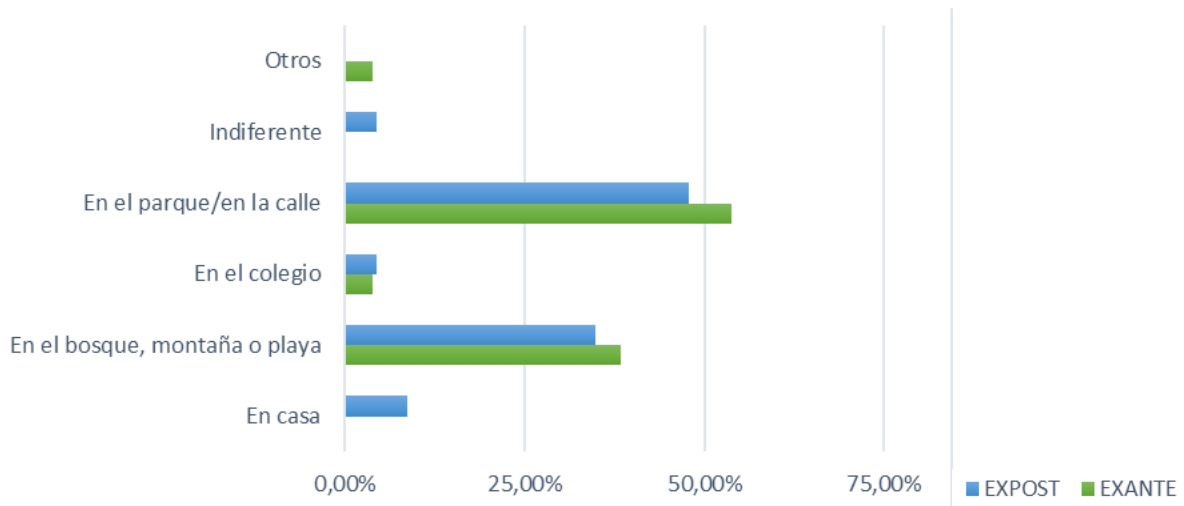


Figura 135. Solana: Preferencias para zona de juegos.

También se les ha preguntado cómo creen que pueden cuidar la naturaleza, recogiendo las respuestas como texto libre. Y de igual forma, se les ha preguntado qué creen que la naturaleza puede hacer por ellos/as. Esta pregunta está orientada a conocer la percepción de los servicios ecosistémicos de las SbN. A continuación, se muestra un análisis de las respuestas, que se han agrupado por temáticas.

Tabla 66. Solana: Percepción de servicios ecosistémicos (Exante)

Qué puedes hacer para cuidar la naturaleza	Qué puede hacer la naturaleza por ti
<p><i>Evitar Contaminación: 40%</i></p> <p><i>Reciclaje: 35%</i></p> <p><i>Evitar Residuos: 10%</i></p> <p><i>Cuidado de las Plantas / Medio Ambiente: 30%</i></p> <p><i>Otros: 10%</i></p>	<p><i>Beneficios para la Salud: 55%</i></p> <p><i>Calidad de Vida: 25%</i></p> <p><i>No Específico: 10%</i></p> <p><i>Otros: 20%</i></p>



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Tabla 67. Solana: Percepción de servicios ecosistémicos (Expost)

Qué puedes hacer para cuidar la naturaleza		Qué puede hacer la naturaleza por ti	
Evitar Contaminación: 40%	Evitar Residuos: 5%	Beneficios para la Salud: 55%	Calidad de Vida: 20%
Cuidado de las Plantas / Medio Ambiente: 20%	Otros: 15%	No Específico: 30%	

Finalmente, se presentan 3 imágenes con 4 de las SbN que se van a implementar en el colegio, sobre las cuales los alumnos y alumnas tienen que (1) comentar que creen que muestra la imagen, (2) qué beneficios creen que proveen y (3) indicar cuánto les gusta en una escala de 1 a 5. Los resultados para las 3 SbN *ex ante* y *ex post* se muestra a continuación.

Como puede verse, la valoración de lo que creen y los beneficios que aportan muestra un mayor grado de detalle en el *expost*. También la valoración en cuanto a lo que les gusta, es mayor en el *ex ante*

Tabla 68. Solana: Análisis de respuestas sobre las cubiertas verdes



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



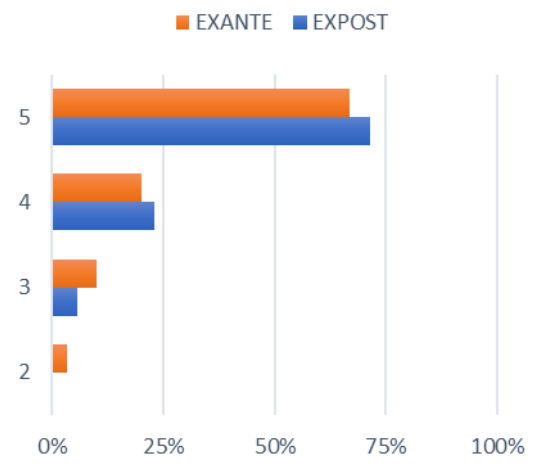
DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



(3)



EXANTE

(1) Qué creen que muestra la imagen:

Temperatura o Sombreado: 32%; Jardín o Vegetación: 44%; Partes de un Edificio: 16%, Otros: 8%.

(2) Qué beneficios creen que aporta:

Aislamiento térmico: 26.32% Beneficios medioambientales: 10.53% Sombra y frescura: 15.79% Salud y bienestar: 15.79% Otros: 31.58%.

EXPOST

(1) Qué creen que muestra la imagen:

Temperatura o Sombreado: 32%; Jardín o Vegetación: 44%; Partes de un Edificio: 12%; Otros: 12%.

(2) Qué beneficios creen que aporta:

Aislamiento térmico: 16.67%; Beneficios medioambientales 11.11% Sombra y frescura: 27.78% Salud y bienestar: 16.67% Otros: 27.78%.


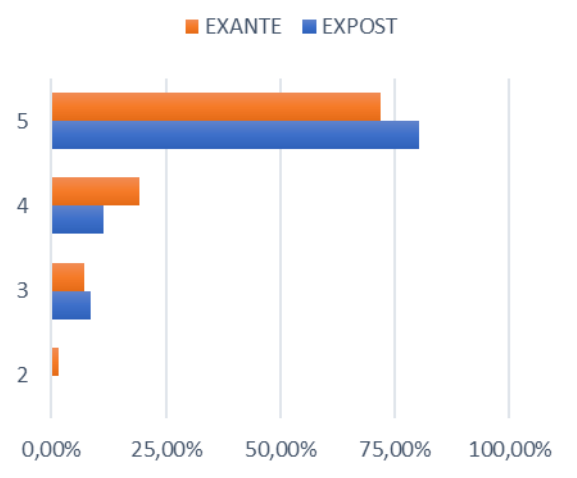


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Tabla 69. Solana: Análisis de respuestas sobre las fachadas verdes

Implantación de sistema FAVE en fachada Este																
																
<p>(3)</p>  <table border="1"> <caption>Data for Chart (3)</caption> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>EXANTE (%)</th> <th>EXPOST (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>~2</td> <td>~0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>~10</td> <td>~10</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>~20</td> <td>~15</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>~75</td> <td>~80</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	EXANTE (%)	EXPOST (%)	2	~2	~0	3	~10	~10	4	~20	~15	5	~75	~80	<p>EXANTE</p> <p><u>(1) Qué creen que muestra la imagen:</u></p> <p>Espacio exterior y recreo: 33.33%; Fachada y vegetación: 29.63%; Sombra y sombreado: 22.22%.</p> <p><u>(2) Qué beneficios creen que aporta:</u></p> <p>Adorno: 3.70% Dar sombra y frescura: 29.63% Beneficios para la salud: 7.41% Usos prácticos (jugar, proteger del calor): 18.52% Otros: 40.74%.</p> <p>EXPOST</p> <p><u>(1) Qué creen que muestra la imagen:</u></p> <p>Sombra y temperatura: 57.1%; Estética y bienestar: 33.3%; Respuestas no específicas: 9.5%.</p> <p><u>(2) Qué beneficios creen que aporta:</u></p>
Categoría	EXANTE (%)	EXPOST (%)														
2	~2	~0														
3	~10	~10														
4	~20	~15														
5	~75	~80														



my building is green
A LIFE PROJECT


LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

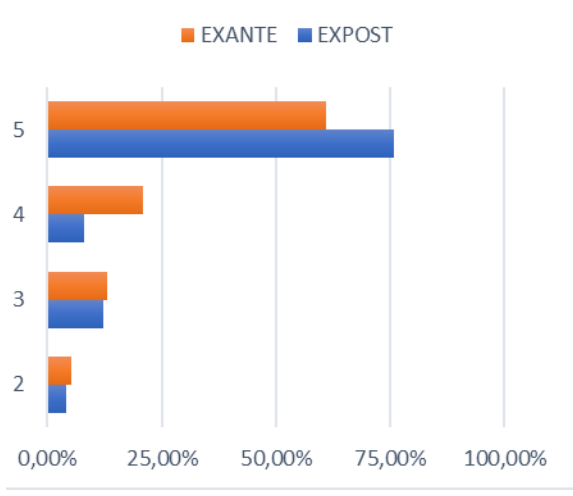
	Temperatura o Sombra (16%); Jardín o Vegetación (28%), Partes de un Edificio (8%) Otros (36%).
--	--

Tabla 70. Solana: Análisis de respuestas sobre las soluciones de pavimento permeable

Ejemplo de pavimento permeable



(3)



Categoría	EXANTE (%)	EXPOST (%)
2	~10	~5
3	~15	~10
4	~20	~10
5	~65	~75

EXANTE

(1) Qué creen que muestra la imagen:

Suelo y vegetación: 52.63% No especificado: 36.84%; Otros usos y características: 10.53%.

(2) Qué beneficios creen que aporta:

Otros: 48%, Decoración y estética: 20%, Función de dar sombra: 20%, Absorción de agua: 12%.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 219 de 236

EXPOST

(1) Qué creen que muestra la imagen:

Gradas y Pavimento Especial: 50%; Césped y Naturaleza: 21%; Otros Patios: 14%; No Especificado: 14%.

(2) Qué beneficios creen que aporta:

Desconocido o No lo sé: 41.67%, Ocio y Entretenimiento: 25%, Espacio y Decoración: 25%, Estética: 8.33%, Otros: 8.33%.

Tabla 71. Solana: Análisis de respuestas sobre las soluciones de pérgola vegetal

Pérgola vegetal en el patio de entrada



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.

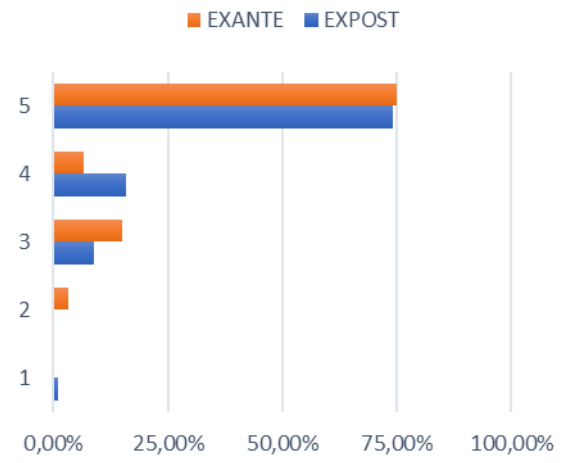


my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

(3)



EXANTE

(1) Qué creen que muestra la imagen:

Plantas para sombra: 35.7%; Áreas específicas: 28.6%; No especificado o no se sabe: 14.3%; Otro: 21.4%.

(2) Qué beneficios creen que aporta:

Sombra y temperatura: (75%); Estética y bienestar: (25%); no específicas: (16.67%).

EXPOST

(1) Qué creen que muestra la imagen:

Árboles y Plantas: 30%; Áreas Específicas: 60%; Naturaleza y No Especificado: 10%.

(2) Qué beneficios creen que aporta:

Sombra y temperatura: 25%, Estética y bienestar: 75%, no específicas: 25%.

I6.2 Políticas de aprendizaje y planes estratégicos de adaptación al CC.

A continuación, se detallan los eventos que la Diputación de Badajoz ha organizado en relación a las SbN como herramienta de adaptación al Cambio Climático.

Tabla 72. Eventos organizados por la Diputación de Badajoz

Nombre del evento (1)	Conferencia soluciones naturales para la adaptación de edificios al cambio climático
Fecha	13/11/2019
Lugar	Badajoz
Temática	Soluciones Naturales para la Adaptación de Edificios al Cambio Climático
Número de asistentes	115



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases and work matrix

Página 221 de 236

Perfiles de los asistentes	Administración pública (58%), estudiantes (24%), empresas (13%), profesional libre (5%)
Nombre del evento (2)	Seminario web aplicación de Soluciones basadas en la Naturaleza para la adaptación local de edificios educativos y sociales al cambio climático
Fecha	17/06/2022
Lugar	ONLINE
Temática	Soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación local de edificios educativos y sociales al cambio climático
Número de asistentes	7
Perfiles de los asistentes	Actores políticos, tomadores de decisiones, comunidades vecinales, educativas, AMPAS, Sector de la edificación, empresas de zonas verdes, para trasladarles todos los conocimientos adquiridos en el proyecto y poderlo replicar en otros edificios.
Nombre del evento (3)	Soluciones Basadas en la Naturaleza para la adaptación de edificios al cambio climático: Proyecto Life myBUILDINGisGREEN. Implantación en C.E.I.P. Gabriela Mistral (Solana de los Barros)
Fecha	10/11/2022
Lugar	ONLINE
Temática	Soluciones basadas en la naturaleza para la adaptación local de edificios educativos y sociales al cambio climático
Número de asistentes	19
Perfiles de los asistentes	Responsables políticos y técnicos de los Ayuntamientos de la comunidad autónoma de Extremadura con competencias en la materia, así como a todo aquel interesado en conocer las acciones que se han llevado a cabo en este proyecto europeo.

Además, la Diputación de Badajoz ha participado en los siguientes eventos.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 222 de 236

Tabla 73. Participación de la Diputación de Badajoz en eventos

Nombre del evento (1)	Implantación y Gestión de la Infraestructura Verde Municipal. Red de Gobiernos Locales +Biodiversidad y la Asociación Española de Empresas de Gestión de Infraestructura verde (ASEJA)
Fecha	13/11/2019
Lugar	Madrid
Temática	Infraestructuras Verdes Municipales
Número de asistentes	No se dispone del dato al ser organizado por otro entidad
Perfiles de los asistentes	Gobiernos locales
Nombre del evento (2)	CUMBRE DEL CLIMA Cop25. Naciones Unidas. ONU Cambio Climático
Fecha	03/12/2019
Lugar	Madrid
Temática	Lucha contra la crisis climática
Número de asistentes	No se dispone del dato al ser organizado por otro entidad
Perfiles de los asistentes	Participantes Cop25 y público general
Nombre del evento (3)	TALLER ONLINE SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA COMO HERRAMIENTA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO. Red Española de Ciudades por el Clima
Fecha	3/03/2021
Lugar	ONLINE. TALLERES ONLINE Red Española de Ciudades por el Clima
Temática	Talleres de Acción Climática
Número de asistentes	132
Perfiles de los asistentes	Responsables y técnicos de las administraciones públicas
Nombre del evento (4)	Jornada abierta de difusión del plan de capacitación adapta clima: oportunidades de empleo asociadas a la adaptación y mitigación del cambio climático. PROGRAMA EMPLEAVERDE DE LA FUNDACIÓN BIODIVERSIDAD. DIPUTACIÓN DE BADAJOZ.
Fecha	21/07/2022



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases and work matrix

Lugar	EL HOSPITAL CENTRO VIVO. BADAJOZ
Temática	Capacitación para el empleo asociado a la mitigación y adaptación al cambio climático
Número de asistentes	30
Perfiles de los asistentes	Desempleados y empresas y asociaciones que desarrollan su actividad en los sectores de las energías renovables, movilidad sostenible y las infraestructuras verdes
Nombre del evento (5)	Jornada 'Limitar la vulnerabilidad frente al riesgo climático. Proyecto europeo LIFE HEATLAND liderado por el Ayuntamiento de Murcia.
Fecha	22/11/2022
Lugar	Madrid
Temática	Limitar la vulnerabilidad frente al riesgo climático
Número de asistentes	No se dispone del dato al ser organizado por otro entidad
Perfiles de los asistentes	Gobiernos locales y empresas
Nombre del evento (6)	Jornada de Intercambio de Experiencias en la adaptación de Centros Educativos al Cambio Climático. Red Española de ciudades por el Clima. FEMP
Fecha	14/02/2023
Lugar	ONLINE
Temática	Jornada de Intercambio de Experiencias en la adaptación de Centros Educativos al Cambio Climático
Número de asistentes	82
Perfiles de los asistentes	Responsables y técnicos de las administraciones públicas
Nombre del evento (7)	IV Premio a las Buenas Prácticas Locales por la Biodiversidad en la categoría de Flora. FEMP. Red Biodiversidad
Fecha	07/02/2023
Lugar	Madrid
Temática	Premios Prácticas Locales por la Biodiversidad
Número de asistentes	No se dispone del dato al ser organizado por otro entidad
Perfiles de los asistentes	Gobiernos Locales



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 224 de 236

La Diputación de Badajoz ha organizado tres eventos a lo largo del proyecto con un total de 141 asistentes. También ha participado en siete eventos (no se dispone del número total de asistentes). Por lo tanto, se han alcanzado y superado los objetivos previstos inicialmente.

I6.3 Procesos participativos abiertos.

En el CEIP Gabriela Mistral se realizaron dos sesiones para co-diseñar con el alumnado las soluciones a implementar en el colegio: “JORNADA DE SENSIBILIZACIÓN y CO-DISEÑO DEL PROYECTO MBIG A TRAVÉS DE UN PROCESO PARTICIPATIVO EN EL CEIP GABRIELA MISTRAL DE SOLANA DE LOS BARROS (FASE I Y FASE II)”.

El objetivo era sensibilizar al alumnado y a la comunidad escolar para que participe en la toma de decisiones para adaptar el edificio del colegio al cambio climático a través de Sbn abriendo un proceso participativo sobre las posibles medidas y acciones a desarrollar.

LUGAR: CEIP Gabriela Mistral. Solana de los Barros (Badajoz)

FASE I: 11/03/2020-12/03/2020

FASE II: 3/12/2020

* Realizado en dos fases a causa del parón por la COVID-19

PARTICIPANTES: Alumnos de infantil y primaria, padres y profesores

Número de participantes: FASE I: 189; FASE II: 162



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 225 de 236

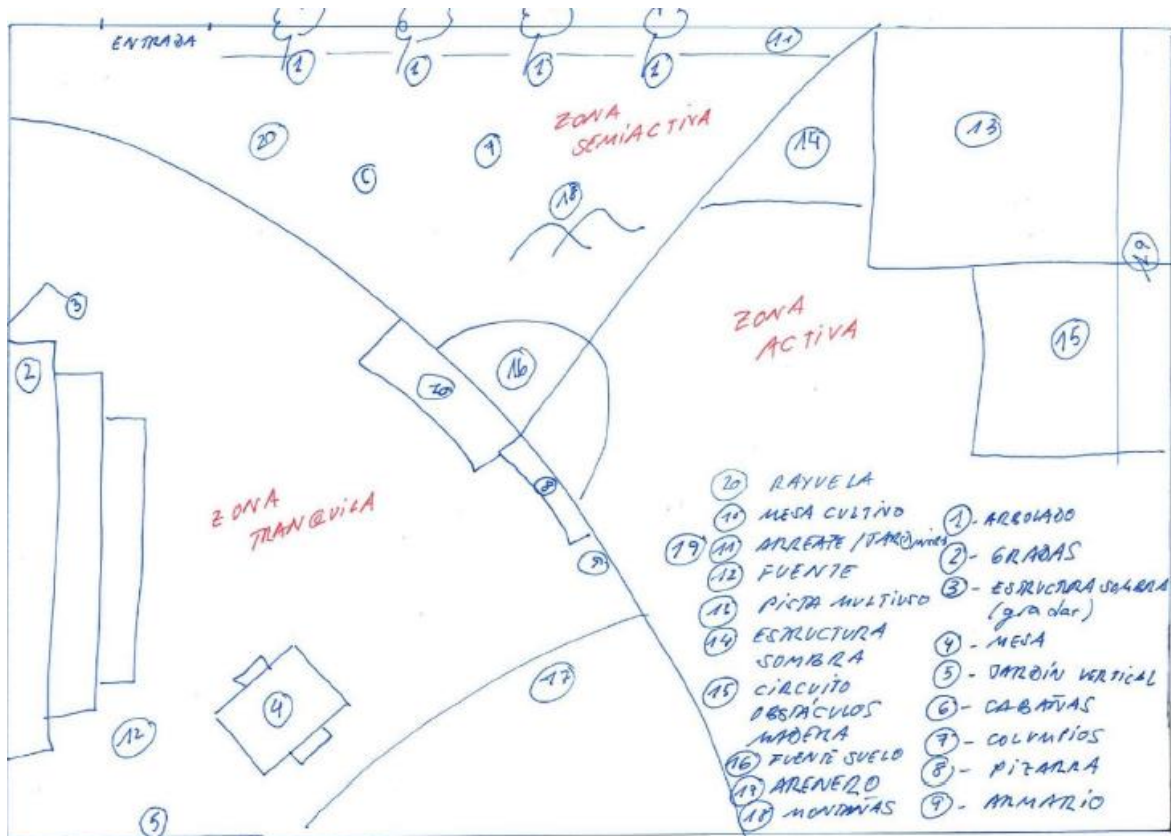


Figura 136. Zonificación del patio CEIP Gabriela Mistral – sesión de co-diseño

Por lo tanto, se han alcanzado y superado los objetivos previstos inicialmente.

Cohesión social

17.1 N° de acuerdos y desacuerdos.

A fecha 24/02/2023 se han alcanzado 7 declaraciones de interés de ayuntamientos de la provincia de Badajoz para el fomento de iniciativas de implantación de SBN:

1. Burguillos del Cerro
2. Guareña
3. Herrera del Duque
4. Olivenza
5. San Vicente de Alcántara
6. Valverde de Leganés
7. Villafranca de los Barros



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 226 de 236

Por lo tanto, se han alcanzado y superado los objetivos previstos inicialmente.

Salud pública y bienestar

I8.1 Reducción de número de ausencias y bajas de alumnos y profesores.

No hay datos sobre el número de ausencias y bajas de alumnos y profesores.

Oportunidades económicas y empleo

I9.1 Número de puestos de trabajo creados.

Se ha realizado un cálculo de los empleos directos generados en esta intervención mediante su estimación a través del presupuesto de las intervenciones. Adicionalmente, para la ejecución directa del proyecto a través de la Diputación de Badajoz, se ha contratado a una persona para llevar la coordinación del mismo. Asimismo, se contrató la realización del proyecto de construcción para la implementación de las intervenciones en el colegio y para la dirección de la obra.

Generación de Empleo Directo

Ejecución obra	---	3 personas·mes	x	6 meses obra = 18 personas·mes
Gestión proyecto	---	1 persona·mes	x	48 meses proyecto = 48 personas·mes
Proyecto constructivo y dirección obra				
	---	1 persona·mes	x	3 meses = 3 personas·mes

Como estimación se ha establecido que la ejecución del proyecto ha generado la creación directa de **puestos de trabajo equivalentes a 69 personas·mes**.

Por otro lado, las acciones de disseminación han permitido dar a conocer a las empresas y emprendedores del sector, especialmente en las zonas de influencia del Proyecto, la factibilidad y el impacto positivo que generan las SbN. Esto combinado con los módulos de formación creados y llevados a cabo en los colegios, y la actividad alrededor de las intervenciones, han permitido mejorar la competitividad y la empleabilidad en las zonas. Sin embargo, este hecho no se ha podido valorar con los indicadores propuestos.

I9.2 Creación de nuevas capacidades en autónomos y empresas de la zona

A fecha de noviembre 2023, la formación del proyecto en SbN disponible en la plataforma CHAMILO, ha tenido un total de 1995 visitas en español, mientras que la versión en inglés ha obtenido un total de 436 visitas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 227 de 236

Los vídeos de la versión en español se han visualizado un total de 332 veces, mientras que los de la versión en inglés se han visualizado 102 veces. Todavía no se ha publicado la formación en portugués, por lo que no hay resultados por el momento. Por lo tanto, para la formación en español e inglés, se han alcanzado los objetivos previstos inicialmente.

I9.3 Reducción del absentismo laboral

No hay datos sobre el número de ausencias y bajas del profesorado.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 228 de 236

7. CONCLUSIONES

Dentro del proyecto MyBuildingsGreen, la monitorización de las SbN implementadas y la evaluación de su impacto es fundamental para validar su efectividad, sostenibilidad y beneficios que generan. En este documento se recogen los principales resultados de monitorización en cada edificio piloto de 23 indicadores, según los principales retos sociales, ambientales y económicos. No se ha podido medir el impacto en todos los indicadores. En algunos casos se debe a la falta de datos, fallo de sensores o por el retraso de la implementación de los prototipos. Por lo que es importante, continuar monitorizando para evaluar el impacto real de las soluciones implementadas. En este sentido indicar que muchas de las conclusiones que se recogen a continuación se refieren exclusivamente a la evaluación de los indicadores en el colegio de Solana de los Barros en Badajoz. En este colegio las intervenciones se finalizaron con el tiempo suficiente para tener un periodo de evaluación posterior suficiente y no se han tenido problemas fatales con los sensores.

A continuación, se presentan las conclusiones generales de cada indicador.

En el reto sobre Adaptación y mitigación al cambio climático, dentro del indicador *II.1 Temperatura interior de edificio* se ha estudiado el impacto de las intervenciones en la temperatura interior de las aulas y así, de alguna manera, en el confort térmico de las personas en su interior. Hay que mencionar que este es uno, sino el que más, de los indicadores más importantes propuestos para valorar el impacto de las intervenciones.

Lo primero que se adivina del análisis de los datos es que antes de las intervenciones era muy frecuente que entre los meses de mayo y octubre se superara en horario lectivo una temperatura media superior a 27°C, máximo recomendado para interiores por el RITE en España. Este hecho se ha reducido de forma muy importante después de las intervenciones.

Por otro lado, se ha encontrado una reducción de las temperaturas interiores del colegio, especialmente en las clases más afectadas por la fachada este (intervención FAVE) y en las aulas bajo cubiertas intervenidas en relación a las referencias empleadas (temperaturas medias en la estación de referencia de Mérida en Badajoz y en algunas aulas más alejadas de las zonas intervenidas (fachada oeste). Aun así, hay que considerar que aún se necesitan 2 o 3 años más para que la vegetación trepadora alcance un desarrollo adecuado.

Dentro del indicador *II.2 Temperatura de envolvente de edificios*, se ha evaluado la reducción de la temperatura superficial de los edificios de Oporto y Solana de los Barros. Las imágenes térmicas muestran en ambos casos que las superficies de las SbN implementadas muestran



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 229 de 236

temperaturas superficiales menores que las superficies donde no se ha intervenido. Estas imágenes muestran de manera visual el impacto de las SbN en reducir las temperaturas superficiales, siendo muy útiles para comunicar y concienciar sobre el impacto de estas soluciones.

Dentro del indicador *II.3 Condiciones ambientales exteriores del edificio* se ha evaluado la reducción de la temperatura exterior de los edificios mediante sensores de temperatura instalados en las fachadas principales de los edificios. Como conclusión a este indicador se puede decir que el sistema mBiG FAVE, que es la SbN implementada en la fachada este del colegio de Solana de los Barros (Badajoz), parece mostrar un impacto en la reducción de la insolación que recibe la fachada de los edificios a adaptar y una reducción de la temperatura de la misma. Así, se puede recomendar su implementación con el objetivo de reducir la insolación de los edificios, y, por lo tanto, como apoyo a la adaptación de los edificios al cambio climático y para mejorar el confort térmico en su interior.

Dentro del indicador *II.4 Modelización de los ahorros energéticos producidos* se ha calculado el ahorro energético de la demanda de refrigeración. En los tres colegios, cuando se aplican las diferentes SbN, se consigue el objetivo propuesto de reducir un 50% la demanda anual de refrigeración. Por tanto, según el modelo la implementación del conjunto de SbN en cada colegio reduce la demanda de sistemas de refrigeración. Sin embargo, sería recomendable complementar este cálculo con mediciones reales para determinar el rendimiento real.

Dentro del indicador *II.5 Estimación del ahorro en calefacción* se ha calculado el consumo anual de combustible y se ha realizado un ratio considerando la temperatura media de los meses fríos. Para este indicador se ha trabajado en los colegios con sus consumos de combustibles para calefacción. Evaluando los resultados del colegio de Badajoz se puede apreciar como en los dos últimos años, correspondientes a la implantación de las soluciones, se puede apreciar un descenso en el consumo de combustible que puede ser atribuido parcialmente a un mejor aislamiento de las cubiertas por la implementación de las SbN pero también a otros factores. Así, y asumiendo las limitaciones de los cálculos realizados, y empleando como valor para comparar el ratio entre el consumo de combustible y la temperatura media de los meses fríos se puede apreciar cómo tanto en 2022 como en 2023 se ha producido un importante descenso en comparación con el año 2019. Este descenso es del 30% en cuanto al combustible se refiere (considerando un valor medio para los consumos de 2022 y 2023).

En el reto sobre gestión del agua, se han analizado los valores de consumo para el indicador *I2.1 ahorro de agua* para los colegios de Évora y Oporto. Los cálculos realizados muestran un incremento en el consumo en ambos casos, pero no se puede determinar las cifras *ex ante* y



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 230 de 236

expost en los dos colegios en los que se ha podido evaluar este indicador. La ejecución de las obras supone un incremento en los consumos de agua, mientras que el confinamiento durante el COVID supuso una reducción en los consumos. Por tanto, la comparación está sometida al contexto de ambas situaciones y no se puede establecer que las SbN en fase de funcionamiento supongan un ahorro o incremento en el consumo de agua. En conclusión, la monitorización de este indicador se debería observar durante un periodo de tiempo más prolongado, tanto en el *ex ante* como en el *expost*, no pudiéndose establecer que el objetivo fijado de ahorro del 50% se haya cumplido.

Y dentro de este mismo reto, el indicador *I2.2, ahorro en la gestión del agua de lluvia*, se ha calculado de forma teórica en base a los datos climáticos y características de las SbN instaladas. Durante la fase de funcionamiento de las SbN, estas han supuesto un ahorro del 19, 31 y 10% en Évora, Oporto y Solana respectivamente. El promedio de ahorro es del 20%, y el objetivo del 30% marcado originalmente se ha cumplido en el caso de Oporto. Sería recomendable que desde las escuelas se hiciera un seguimiento del ahorro en la gestión del agua de lluvia a lo largo del tiempo, comparando los resultados reales de ahorro con el estimado mediante esta metodología.

En el reto de Gestión de zonas verdes, dentro del indicador *I3.1 Aumento de la biodiversidad vegetal y animal*, se ha medido el cambio en la riqueza de especies y su abundancia tras implementar las SbN. Por el momento, solo se han podido extraer conclusiones firmes para el caso de Solana de los Barros. En el caso de Solana, se aprecia un importante aumento de la biodiversidad desde la instalación de las SbN que además se mantiene en el tiempo. Por lo tanto, se cumple el objetivo de incrementar la biodiversidad urbana mediante la incorporación de ecosistemas artificiales naturalizados a escala de micro sitio.

El indicador *I3.2 Número de especies vegetales autóctonas* valora el impacto de las SbN implementadas en el número y promoción de las especies vegetales autóctonas, complementando el indicador anterior. Por el momento, solo se han podido extraer conclusiones firmes para el caso de Solana de los Barros. En este caso, a partir de la plantación original las cubiertas se han ido colonizando por especies autóctonas que llegan como semillas u otros propágulos. Se ha llegado a 16 especies autóctonas adicionales.

En el reto de Calidad del aire, dentro del indicador *I4.1 Concentración de dióxido de carbono en el interior del aula* se ha estudiado su evolución antes y después de las intervenciones como un indicador de la calidad del aire que respiran niños y niñas junto al resto de personas del colegio. De los estudios realizados no se ha podido extraer una conclusión clara sobre el impacto de las intervenciones en este indicador. El impacto de la pandemia de COVID y la



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 231 de 236

modificación de las conductas en lo relativo a la ventilación de las aulas y los ratios de alumnos por aula ha desvirtuado la información registrada antes y después de las intervenciones en este sentido.

Sin embargo, si se puede comentar que antes y después de las intervenciones, pero fuera del periodo COVID, se encuentran aulas en las los valores máximos de concentración alcanzados y el número de veces que esto se produce son demasiado altos. Durante el periodo de vuelta a las aulas después del confinamiento, se distribuyeron protocolos que mejoraron sensiblemente los datos de calidad de aire, pero con la relajación de las medidas y el paso del tiempo se han alcanzado los niveles pre-pandemia.

Por otro lado, los niveles de concentración de CO₂ se han empleado para programar las ventanas de apertura automática minimizando las pérdidas energéticas. No se han recopilado datos suficiente para ver el impacto de los periodos seleccionados, pero se hará durante el periodo *post-life* con la información que se recoja.

Dentro del indicador *I4.2 Niveles de reducción de ruido procedente del exterior*, se comparan los niveles de ruido interiores antes y después de las intervenciones. Por el momento, solo se tienen datos del colegio EB1 Mello Falcão, Oporto. En base a los resultados obtenidos, no se puede afirmar que la implantación de los prototipos de SbN haya mejorado la reducción de ruido en el interior de las aulas. Es recomendable continuar monitorizando los colegios de Évora y Solana de los Barros para comparar la situación *ex ante* y *ex post* y poder determinar si las SbN implementadas influyen en la reducción del ruido en interiores.

Dentro del indicador *I4.3 Número de especies bioindicadoras* se determinan y analizan especies indicadoras para evaluar la contaminación ambiental de la zona. Por el momento, solo se tienen resultados sobre el número de bichos bola en el CEIP Gabriela Mistral, de los que se observa un aumento del número de individuos capturados. Para el resto de especies y colegios, habrá que esperar a los resultados de primavera 2024.

Dentro del indicador *I4.4 Formación en la observación de las especies bioindicadoras de contaminación*, se ha realizado un Plan de Formación de Monitoreo de Especies Bioindicadoras de Contaminación para monitorizar el cambio en la presencia y ocupación de especies bioindicadoras de contaminación en sus escuelas y los alrededores. Por el momento, no se tienen resultados de la implementación del plan, ya que se esta realizando de manera informal.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ





my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 232 de 236

En el reto de Regeneración urbana, dentro del indicador *15.1 Medidas de eficiencia energética*, se mide la reducción del consumo energético de calefacción y electricidad en los edificios piloto. Se observa una tendencia general hacia una reducción del consumo global.

Dentro del indicador *15.2 Aumento de la superficie verde*, se mide el incremento de las zonas verde. Los tres edificios han cumplido el objetivo de aumentar un mínimo de 30% la superficies verdes, alcanzando a su vez un 25% de superficie verde. Como la situación de partida de cada colegio era muy diferente, los incrementos también han sido muy dispares entre sí. En el caso de Oporto, el edificio partía de una superficie verde inicial muy baja, por lo que el incremento ha sido muy alto. En el caso de Solana, partía de una superficie verde inicial intermedia, obtenido un incremento alto y el mayor porcentaje de superficie verde. En el caso de Évora, partía de una superficie verde inicial más favorable, por lo que el incremento ha sido menor que en el resto de casos.

En cuanto al reto sobre Gobernanza y participación urbana, se ha constatado a través de las encuestas realizadas en el marco del indicador *16.1 Percepción de los ciudadanos sobre la naturaleza urbana*, el interés en general de la comunidad educativa por el proyecto. Así mismo, el grado de conocimiento sobre los servicios ecosistémicos provistos por las SbN ha aumentado al final del proyecto. Los alumnos, padres y profesores, han tenido la oportunidad de conocer el proyecto, los objetivos y el funcionamiento y beneficios de las SbN. En este sentido, sería recomendable seguir trabajando en la comunidad en la difusión de los principios del proyecto, y que se hiciera una gestión y mantenimiento participativo de las SbN instaladas.

Dentro del indicador *16.2 Políticas de aprendizaje y planes estratégicos de adaptación al CC*, se han conseguido y superado los objetivos propuestos inicialmente para los dos colegios donde se tienen datos. Tanto en Évora como en Solana de los Barros se ha realizado un evento más de los propuestos inicialmente y se ha superado el número de participantes. Por lo tanto, se considera que se ha conseguido transferir las actividades y resultados desarrollados en el proyecto, apoyando el desarrollo de planes estratégicos de adaptación al Cambio Climático.

Dentro del indicador *16.3 Procesos participativos abiertos*, también se han conseguido se han conseguido y superado los objetivos propuestos inicialmente para los dos colegios donde se tienen datos. Especialmente llamativo, es el caso del colegio CEIP Solana de los Barros con un total de 351 asistentes a las jornadas de co-diseño. Por lo tanto, se considera que la participación de la comunidad educativa ha colaborado en el diseño de las soluciones, favoreciendo una mayor aceptación, impacto y sostenibilidad de las SbN implementadas.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 233 de 236

En el reto de Cohesión social, dentro del indicador *17.1 N° de acuerdos y desacuerdos*, se han conseguido los objetivos propuestos inicialmente, para los dos colegios donde se tienen datos. Los acuerdos conseguidos con los municipios de la zona, apoyan la aceptación de las soluciones, la comunicación y difusión de los conocimientos generados durante el proyecto y favorece la replicación de las soluciones.

En el reto de Salud pública y bienestar, dentro del indicador *18.1 Reducción de número de ausencias y bajas de alumnos y profesores*, solo se han conseguido datos en el colegio EB1 Mello Falcão (Oporto). En este caso, se ha podido establecer la línea base y habrá que esperar a que finalice el curso 2023/2024 y continuar comparando los resultados de los cursos posteriores para evaluar el impacto de las SbN en la reducción de las ausencias por enfermedad. De forma general, no se ha podido evaluar el impacto de las soluciones implementadas en la salud y bienestar de los usuarios. Para futuras ocasiones, será necesario evaluar nuevas formas de medir este indicador, debido a la dificultad de conseguir los datos para el método planteado.

En el reto de Oportunidades económicas y empleo, dentro del indicador *19.1 Número de puestos de trabajo creados*, se ha evaluado contabilizando las personas que han participado directamente en la implementación de las obras. Este indicador se ha situado entre las 60 y las 69 personas·mes. Por otro lado, se ha determinado que la ejecución del proyecto ha supuesto la contratación de al menos una persona por entidad participante para la ejecución del mismo. Además, hay que indicar que todas ellas continuarán en las entidades receptoras al finalizar el proyecto.

Dentro del indicador *19.2 Creación de nuevas capacidades en autónomos y empresas de la zona*, se ha conseguido el objetivo de realizar una formación sobre SbN con un adecuado número de visualizaciones. De esta forma, se han compartido conocimientos generales sobre las SbN y el proyecto, aumentando la conciencia sobre sus beneficios y oportunidades económicas.

Dentro del indicador *19.3 Reducción del absentismo laboral*, al igual que en el indicador 18.1 no se han conseguido datos en ninguno de los tres colegios, por lo que no se ha podido evaluar el impacto de las soluciones implementadas en el absentismo laboral. Para futuras ocasiones, será necesario evaluar nuevas formas de medir este indicador, debido a la dificultad del método planteado.

En resumen, el proyecto MyBuildingisGreen ha proporcionado valiosas observaciones sobre la implementación de soluciones basadas en la naturaleza (SbN) en entornos escolares. La monitorización detallada de 23 indicadores en los edificios piloto ha permitido evaluar el



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 234 de 236

impacto en términos de sostenibilidad, eficiencia energética, calidad del aire, gestión del agua, biodiversidad y bienestar general. Aunque algunos indicadores presentaron desafíos en la medición debido a la falta de datos o retrasos en la implementación, los resultados en colegios como Solana de los Barros en Badajoz son alentadores. Se destacan logros como la reducción significativa de las temperaturas interiores, la eficacia en la reducción de la demanda de refrigeración, el incremento de biodiversidad, y el compromiso activo de la comunidad educativa. No obstante, se señalan áreas que necesitan un seguimiento continuo, como la gestión del agua y la evaluación a largo plazo de la calidad del aire. En conjunto, estos hallazgos respaldan la efectividad del proyecto y ofrecen perspectivas valiosas para la implementación futura de soluciones basadas en la naturaleza en entornos educativos.



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088

Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix

Página 235 de 236

8. REFERENCIAS

- Dripps, W. R., & Bradbury, K. R. (2007). A simple daily soil–water balance model for estimating the spatial and temporal distribution of groundwater recharge in temperate humid areas. *Hydrogeology Journal*, 15, 433-444.
- Gómez, G.; Frutos, B.; Alonso, C.; Martín-Consuegra, F.; Oteiza, I.; Castellote, M.; Muñoz, J.; Torre, S.; Feroso, J.; Torres, T.; Antón, M.; Batista, T.; Morais, N. (2020). Prediction of thermal comfort and energy behaviour through natural based solutions implementation. Case Study in Badajoz (Spain). *Eco-Architecture VIII*
- Gómez, G.; Frutos, B.; Alonso, C.; Martín-Consuegra, F.; Oteiza, I.; De Frutos, F.; Castellote, M.; Muñoz, J.; Torre, S.; Feroso, J.; Torres, T.; Antón, M.A.; Batista, T.; Morais, N.; 2021. Selection of nature-based solutions to improve comfort in schools during heat waves. *International Journal of Energy Production and Management*, Vol. 6, No. 2 (2021) 157–16
- Jiménez-Valverde A, Hortal J. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*. 8:151-161.
- Marijuan R., Feroso, J., San José E., González, M., Ferrero, E., Sánchez, R., Gómez, G., Calvo, J., Martínez, A., Batista, T., Ávila, R., Antón, M.A., Muñoz, J., Vega, M. 2022. Soluciones basadas en la Naturaleza para la adaptación de edificios al Cambio Climático Proyecto LIFE myBUILDINGisGREEN. CONAMA 2022. ISBN: 978-84-09-46920-8
- Marta, I. et al. (2011). CALIDAD del AIRE INTERIOR en edificios de uso público. Dirección General de Ordenación e Inspección. Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid
- Martínez de Azagra, A., & Navarro Hevia, J. (2007). Hidrología forestal: El ciclo hidrológico. *Manuales y Textos Universitarios, Ciencias*.
- Nimis PL, Scheidegger C, Wolseley PA, editors. 2002. Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens. doi: 10.1007/978-94-010-0423-7. Dordrecht: Springer Science+Business Media. (NATO Science Series: IV; 7).



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.



my building is green
A LIFE PROJECT

*LIFE my building is Green
LIFE17 ENV/ES/000088*

*Deliverable: Elaboration of SBN databases
and work matrix*

Página 236 de 236

- Salvo A.E., Rubio A., Páez de la Cadena F., Escámez A., García J.C., Ballester J.F., Sánchez J.M., Valdés M.R. Naturaleza urbanizada. Estudios sobre el verde en la ciudad. Secretario de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga. 1993.
- Pohlert T. 2023a. Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection. [updated 26 Mar 2023; accessed 6-Jul-2023]. <https://cran.r-project.org/web/packages/trend/vignettes/trend.pdf>.
- Pohlert T. 2023b. trend: Non-Parametric Trend Tests and Change-Point Detection, R package version 1.1.5. [updated 26-Mar-2023; accessed 6-Jul-2023]. <https://cran.r-project.org/web/packages/trend/index.html>.
- Perez G., Perini K. Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability. Butterworth Heinemann. 2018



REAL JARDÍN
BOTÁNICO



Instituto de Ciencias de la Construcción
EDUARDO TORROJA



DIPUTACIÓN
DE BADAJOZ



Porto.