



European Regional Development Fund

Validación de la Plataforma Hospitalaria SUDOE.

Manual del Sistema de gestión energética inteligente en edificios hospitalarios.

Este documento consiste en un manual que desarrolla la explicación de todos los módulos de los que consta la plataforma con sus diferentes apartados. El manual se acompañará de un manual de ejercicios prácticos paso a paso donde se explicarán con detalle todos los procedimientos necesarios para la simulación de nuestro edificio creación de escenarios de renovación y creación del pasaporte de renovación.



Resumen

Título del proyecto		Gestión energética inteligente en edificios hospitalarios
Acrónimo del proyecto		Hospital SUDOE 4.0
Código del proyecto		SOE3/P3/E0946
Duración de proyecto	Inicio	1/10/2019
	Final	31/3/2022
Beneficiario principal		INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CASTILLA Y LEÓN
Beneficiarios del Proyecto	España	Fundación para la Formación e Investigación de los Profesionales de la Salud de Extremadura (FundeSalud)
		Dirección General de Accesibilidad y Centros
	Francia	NOBATEK
		Chambre de Commerce et de Industrie Bayonne Pays Baske
	Portugal	Agencia para a Energía (ADENE)
		Instituto Superior Técnico (IST)
Reseña del proyecto		
<p>Este informe de validación de la plataforma Hospital Sudoe 4.0 se enmarca dentro del proyecto HOSPITAL SUDOE 4.0 financiado por la Iniciativa SUDOE.</p> <p>A través de esta plataforma se dota a los usuarios del conocimiento del estado actual de consumo del hospital y a su vez se les proporciona la ayuda necesaria para que adquieran mejor control sobre la gestión del hospital.</p> <p>La obtención de la información necesaria para el informe se ha llevado a cabo a través de la colaboración de los socios del proyecto, coordinados por el ITCL.</p> <p>La plataforma ha sido implementada por ITCL, contando con la estrecha colaboración de NOBATEK y del IST en la parte específica de la calidad del aire. Por su parte, DGA-JUNTAEX y ADENE ha establecido los parámetros de medida y control que la plataforma gestiona, así como los sistemas de captura de datos en tiempo real en cada uno de los distintos elementos de control del edificio hospitalario sobre los que se ha trabajado. Finalmente, FUNDESALUD ha aportado información sobre la usabilidad y amigabilidad de la plataforma</p> <p>Además de la colaboración de los socios del proyecto se ha contado con la colaboración de los responsables de los tres hospitales piloto asociados al proyecto.</p>		

Resumen ejecutivo

El objetivo principal de la plataforma Hospital Sudoe 4.0 es proporcionar a los usuarios conocimiento sobre los elevados consumos e ineficiencias existentes en el hospital y a su vez ofrecerles ayuda para reducirlos mediante la elaboración de estrategias de renovación específicamente diseñadas para el hospital a través de los datos introducidos en la plataforma; siendo el objetivo final de la herramienta, conseguir la máxima eficiencia energética del edificio y reducir en gran medida la emisión directa e indirecta de contaminantes convirtiendo el edificio en un nZEB (Edificio de Zero Emisiones).

La plataforma Hospital SUDOE 4.0, consta de dos partes diferenciadas, un "Sistema de Gestión Energética para Edificios Hospitalarios" y un "Pasaporte para la Renovación de Edificios Hospitalarios".

- El sistema de gestión energética es una herramienta digitalizada de control del consumo en tiempo real y la gestión automatizada de las instalaciones de suministro de electricidad y agua.
- El pasaporte de renovación, es un procedimiento para definir las estrategias de adaptación y renovación de cada edificio con el fin de maximizar su eficiencia energética y su uso.

El presente informe constituye un manual que desarrolla la explicación detallada de los módulos de la plataforma Hospital Sudoe 4.0:

- Acceso y primeros pasos: En este módulo se realiza la descripción del acceso e inicio en la plataforma Hospital Sudoe 4.0
- Simulación del edificio real: En este módulo se realiza la descripción de la introducción de los datos del hospital, la configuración de los usos, materiales y sistemas, la creación de su gemelo digital y obtención de los resultados a través de la plataforma
- Escenarios de renovación: En este módulo se realiza la descripción de la creación de una copia del gemelo digital para crear a través de la aplicación de mejoras propuestas por la plataforma, diferentes escenarios de renovación del hospital.
- Pasaporte de renovación: En este módulo se realiza la descripción de cómo conseguir la máxima eficiencia energética a partir del diseño de estrategias de adaptación y renovación del hospital.

Así mismo este informe se acompañará de otro documento "MANUAL DE EJERCICIOS PRÁCTICOS" donde se realiza una explicación detallada todos los procedimientos necesarios para la simulación de nuestro edificio, creación de escenarios de renovación y creación del pasaporte de renovación a través de una serie de ejercicios prácticos.

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	7
2	ACCESO Y PRIMEROS PASOS	8
2.1	CUENTAS Y ACREDITACIONES	8
2.2	PANTALLA DE INICIO PRINCIPAL	8
3	SIMULACIÓN DEL EDIFICIO REAL	10
3.1	ENTRADA DE DATOS.....	11
3.1.1	Introducción de datos en general	11
3.1.2	Introducción de datos - Importar EPW.....	12
3.1.3	Entrada de datos – Importar Geometría	13
3.1.4	Entrada de datos - Materiales	14
3.1.5	Entrada de datos - Sistemas	15
	3.1.5.1 <i>Ganancias internas y equipamiento</i>	16
	3.1.5.2 <i>Control de zonas</i>	16
	3.1.5.3 <i>Instalaciones</i>	17
3.1.6	Entrada de datos -Usos	17
3.2	CONFIGURACIÓN.....	19
3.2.1	Configuración - Usos	19
3.2.2	Configuración - Materiales	20
	3.2.2.1 <i>Materiales</i>	21
	3.2.2.2 <i>Ventanas</i>	21
	3.2.2.3 <i>Aire</i>	22
3.2.3	Configuración-Sistemas.....	22
	3.2.3.1 <i>Ganancias internas</i>	23
	3.2.3.2 <i>Equipamiento</i>	24
	3.2.3.3 <i>Instalaciones</i>	25
3.3	SIMULACIÓN DEL GEMELO DIGITAL.....	26
3.4	RESULTADOS	27
3.4.1	Resultados - Resultados generales de la pantalla	27
3.4.2	Resultados - Resultados de la pantalla del pilar principal	28
3.4.3	Resultados-Energía.....	30
3.4.4	Resultados - Agua	32
3.4.5	Resultados-Calidad del aire interior (IAQ).....	33
3.4.6	Resultados-Envolvente.....	35
3.4.7	Resultados-Autoconsumo	36
3.5	MEJORAS	38
3.6	ALERTAS.....	41
3.7	DOCUMENTACIÓN.....	42
4	ESCENARIOS DE RENOVACIÓN	43
5	PASAPORTE DE RENOVACIÓN	45

Índice de Figuras

Figura 1: Introducción de credenciales	8
Figura 2: Menú principal de la plataforma.....	8
Figura 3: Simulación del edificio real	10
Figura 4: Módulo de entrada de datos.....	11
Figura 5: Secciones de entrada de datos.....	11
Figura 6: Pantalla general con los datos característicos del edificio	12
Figura 7: Pantalla de entrada del archivo EPW con el clima	12
Figura 8: Pantalla de entrada del fichero IDF con la geometría del edificio	13
Figura 9: Pantalla de configuración de los elementos del edificio	15
Figura 10: Pantalla de sistemas del módulo de entrada de datos.....	15
Figura 11: Pantalla de asignación de cargas internas a las zonas	16
Figura 12: Pantalla para asignar Punto de referencias a las zonas	17
Figura 13: Pantalla de selección de instalaciones	17
Figura 14: Asignación de perfiles de uso a las cargas internas	18
Figura 15: Módulo de configuración	19
Figura 16: Menú de configuración	19
Figura 17: Ejemplo de perfiles de uso	19
Figura 18: Pantalla de introducción del perfil de uso.....	20
Figura 19: Pestañas de materiales	21
Figura 20: Pantalla de entrada de material	21
Figura 21: Pantalla de entrada de datos de la ventana	22
Figura 22: Pantalla de entrada de datos para las cámaras de aire	22
Figura 23: Pantalla de sistemas del módulo de configuración	23
Figura 24: Combinación de ganancias internas y perfil de uso	24
Figura 25: Pantalla de configuración de las cargas internas del edificio	24
Figura 26: Pantalla de creación de equipamientos de generación.....	25
Figura 27: Representación del bucle de una instalación	25
Figura 28: Botón de simulación del edificio	26
Figura 29: Distribución de los principales resultados de la plataforma.....	27
Figura 30: Módulo de resultados	27
Figura 31: Pantalla de resultados generales	28
Figura 32: Plantilla de la pantalla principal de cada grupo de resultados	28
Figura 33: Sección principal de la pantalla de resultados generales de cada bloque	29
Figura 34: Sección secundaria de la pantalla de resultados generales de cada bloque	30
Figura 35: Pantalla de resultados de energía	30
Figura 36: Pantalla de resultados generales del agua	32
Figura 37: Pantalla de resultados generales de la calidad del aire.....	33
Figura 38: Pantalla de resultados generales del módulo Envoltente:.....	35
Figura 39: Pantalla de resultados generales del módulo de energías renovables.....	36
Figura 40: Módulo de mejoras.....	38
Figura 41: Pantalla de selección de indicadores de mejora	38
Figura 42: Unidades de contenido en el módulo de mejora	39
Figura 43: Enfoques en el módulo de mejora	39
Figura 44: Grupo y categoría de las mejoras seleccionadas	39
Figura 45: Ejemplo de información de la hoja de medidas	40
Figura 46: Módulo de alertas	41
Figura 47: Pantalla de alertas con los mensajes correspondientes	41
Figura 48: Módulo de documentación	42
Figura 49: Escenarios de renovación en la sección principal de la plataforma.....	43
Figura 50: Lista de escenarios de renovación.....	43
Figura 51: Menú principal del escenario de renovación	44
Figura 52: Escenarios de renovación en la sección principal de la plataforma.....	45
Figura 53: Las opciones de configuración del pasaporte de renovación	45
Figura 54: Portada y tabla de contenidos del pasaporte de renovación	46
Figura 55: Datos de caracterización del edificio.....	46
Figura 56: Demanda de calefacción frente a consumo de refrigeración	47
Figura 57: Demanda de refrigeración frente a consumo de refrigeración	47
Figura 58: Consumo anual de agua.....	47
Figura 59: Resumen del estado del edificio	48
Figura 60: Objetivos del pasaporte de renovación y medidas adoptadas.....	48
Figura 61: Aplicación de medidas de mejora	48
Figura 62: Calendario de actuación.....	49
Figura 63: Descripción de una hoja de medidas seleccionada	49

Índice de Tablas

Tabla 1: Lista de variables monitorizadas del bloque de energía	30
Tabla 2: Lista de variables de la ficha general	31
Tabla 3: Lista de variables de la pestaña Calefacción	31
Tabla 4: Lista de variables de la pestaña Refrigeración	31
Tabla 5: Lista de variables de la ficha de ACS	31
Tabla 6: Lista de variables de la pestaña Ventilación	31
Tabla 7: Lista de variables de la pestaña Iluminación	31
Tabla 8: Lista de variables monitorizadas del módulo Agua	32
Tabla 9: Lista de variables de la pestaña General	32
Tabla 10: Lista de variables de la pestaña General	33
Tabla 11: Lista de variables de la ficha de agua fría	33
Tabla 12: Lista de variables monitorizadas del módulo de Calidad del Aire	33
Tabla 13: Lista de variables de la ficha PM 2,5	34
Tabla 14: Lista de variables de la ficha PM 10	34
Tabla 15: Lista de variables de la pestaña CO2	34
Tabla 16: Lista de variables de la ficha TVOC	34
Tabla 17: Lista de variables de la pestaña Temperatura	34
Tabla 18: Lista de variables monitorizadas del módulo Envolverte	35
Tabla 19: Lista de variables de la ficha de transmitancia	35
Tabla 20: Lista de variables de la pestaña de Control de Brechas	36
Tabla 21: Lista de variables de la pestaña Condensaciones	36
Tabla 22: Lista de variables de la pestaña Control Adaptativo	36
Tabla 23: Lista de variables monitorizadas del módulo de renovables	36
Tabla 24: Lista de variables en la pestaña General	37
Tabla 25: Lista de variables de la ficha Fotovoltaica	37
Tabla 26: Lista de variables de la ficha Calor solar	37
Tabla 27: Lista de variables de la ficha de la turbina de aire	37

1 Introducción

La plataforma Hospital Sudoe 4.0 se divide en dos partes principales, un "Sistema de Gestión Energética para Edificios Hospitalarios" que consiste en una herramienta digitalizada para el control del consumo en tiempo real y la gestión automatizada de las instalaciones de suministro de electricidad y agua, y un "Pasaporte para la Renovación de Edificios Hospitalarios" el cual es un procedimiento para definir las estrategias de adaptación y renovación de cada edificio con el fin de maximizar su eficiencia energética y su uso.

El objetivo principal de la plataforma y sus herramientas es hacer que los usuarios sean conscientes de los elevados consumos e ineficiencias existentes en un hospital y ayudarles a reducirlos mediante la construcción de estrategias de renovación específicamente diseñadas para el hospital a través de los datos introducidos en la plataforma.

El objetivo final de la herramienta es conseguir la máxima eficiencia energética del edificio y reducir en gran medida la emisión directa e indirecta de contaminantes convirtiendo el edificio en un nZEB (Edificio de Zero Emisiones).

En este manual se explicarán todos los módulos de la plataforma con sus diferentes apartados y se acompañará de un ejercicio práctico paso a paso donde se explicarán con detalle todos los procedimientos necesarios para la simulación de nuestro edificio.

2 Acceso y primeros pasos

Son los primeros pasos que debe dar el usuario para acceder a la plataforma y a sus funcionalidades, constan de 2 pasos, "Cuentas y Acreditaciones" y la "Pantalla principal de inicio".

2.1 Cuentas y acreditaciones

En primer lugar, el usuario debe acceder a la plataforma a través del enlace generado para la entidad a la que pertenece, siendo un enlace de uso exclusivo para dicha entidad. Este enlace tendrá el formato habitual de una página web con el protocolo https

Una vez dentro, la primera pantalla que se muestra es la página de bienvenida, donde se puede encontrar una breve descripción del proyecto y de los módulos de la plataforma Hospital Sudoe, también es el lugar donde el usuario puede encontrar y rellenar las celdas de credenciales.




Figura 1: Introducción de credenciales

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio N°1 "Acceso y credenciales" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0."

2.2 Pantalla de inicio principal

Una vez dentro de la plataforma encontrará los tres menús principales de la herramienta: Simulación de Edificios, Escenarios de Renovación y el Pasaporte de Renovación.

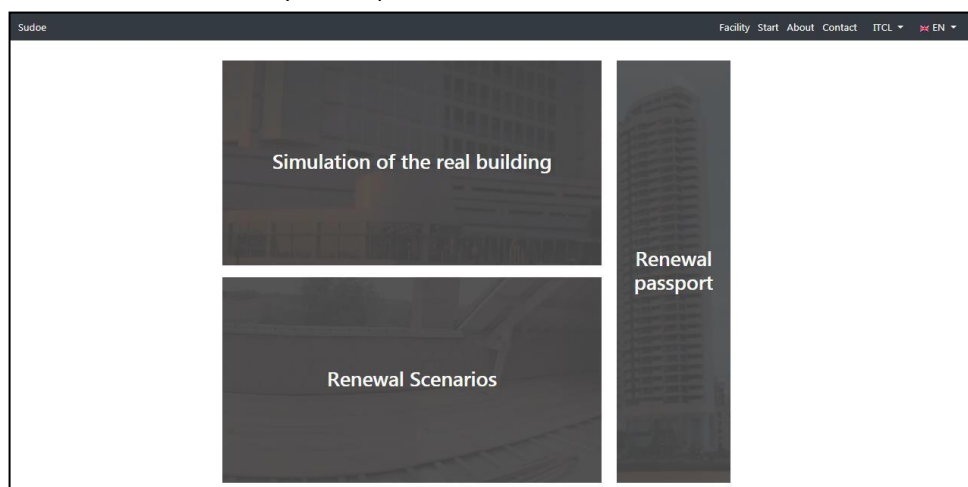


Figura 2: Menú principal de la plataforma

- **Simulación del edificio real:** Esta sección de la plataforma permitirá al usuario crear el gemelo digital del edificio mediante una interfaz de entrada de datos que facilita el proceso de creación. A partir de los resultados de esta simulación y de los datos captados por la monitorización, la plataforma ofrece una pantalla de supervisión, un módulo de alarmas y propone una serie de mejoras para aumentar la eficiencia energética, el consumo de agua y la calidad del aire del edificio.
- **Escenarios de renovación:** Un escenario de renovación es una copia del gemelo digital creado en el apartado anterior, el objetivo de este apartado es crear uno o varios escenarios sobre los que se aplicarán las mejoras propuestas por la plataforma. La interfaz de los escenarios es la misma que la de la simulación real, salvo que en lugar de partir de un escenario vacío, se basa en la información ya introducida previamente.
- **Pasaporte de renovación:** La función de esta sección es la creación del "Pasaporte de Renovación de Edificios Hospitalarios", este documento consiste en una fusión entre los resultados de la simulación del edificio real y una simulación de renovación, de esta manera se genera un manual de procedimientos para diseñar estrategias de adecuación estructural de estos edificios con el fin de lograr la máxima eficiencia energética.

3 Simulación del edificio real

Aquí, los usuarios podrán crear un gemelo digital del edificio a través de una serie de herramientas repartidas en los 6 módulos que se muestran en la interfaz principal de esta sección.

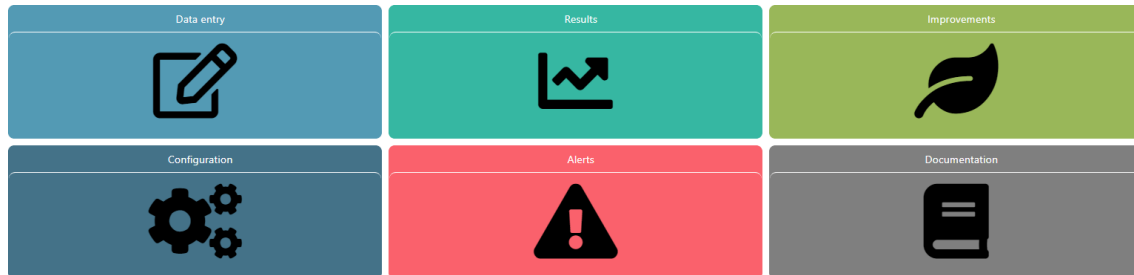


Figura 3: Simulación del edificio real

Estos módulos son:

- **Entrada de datos:** Módulo de entrada de información, es en este módulo donde se crea el gemelo digital del edificio, mediante la importación de una geometría, un archivo climático y la **asignación** de una serie de elementos, como luces, número de personas por zona, calderas, etc.
- **Configuración:** Este es el segundo módulo de introducción de información, en este módulo se **crearán y modificarán** todos los elementos que se asignen al edificio en el módulo de entrada de datos.
- **Resultados:** Módulo de supervisión de datos, en este módulo se agrupan los resultados de la simulación y los datos en tiempo real capturados por la monitorización. Toda esta información se divide en 5 campos, Energía, Agua, Calidad del Aire, Envoltente y Renovables.
- **Alarmas:** Con los datos de la monitorización y los límites establecidos en base a los resultados de la simulación, se generan una serie de alarmas para advertir de comportamientos ineficientes o inadecuados en el edificio.
- **Mejoras:** En esta sección se proponen una serie de mejoras basadas en las necesidades de mejora del edificio. Las mejoras seleccionadas aquí se utilizarán para crear el escenario de renovación y el pasaporte de renovación.
- **Documentos:** Módulo donde se agrupa junta toda la información útil sobre la plataforma y la cultura de la eficiencia energética del edificio, calidad del aire y consumo de agua.

Si es la primera vez que entra en la plataforma sólo se habilitarán los módulos de "Entrada de datos", "Configuración" y "Documentación", el resto de los módulos estarán desactivados y sus botones aparecerán en un tono más grisáceo. Para activar estos módulos el usuario debe simular por primera vez el gemelo digital utilizando la plataforma como se explica paso a paso en el "Manual de ejercicios prácticos - HOSPITAL SUDOE 4.0".

3.1 Entrada de datos

Módulo compuesto por un conjunto de cuestionarios para ayudar al usuario en la creación del gemelo digital del hospital.

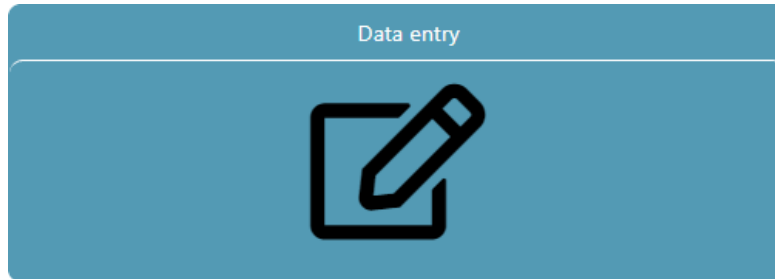


Figura 4: Módulo de entrada de datos

En este módulo el usuario sólo importará la geometría y meteorizará y asignará a esa geometría todos los materiales, equipamientos, ganancias internas, perfiles de uso etc... pero no creará esos objetos en este módulo, sino que los creará en el módulo de "Configuración" de la forma que se explica a continuación.

Esto se hace así para agilizar la creación del gemelo digital y la creación de los escenarios de renovación, según esto, el módulo de "Entrada de datos" es un "módulo de asignación" y el módulo de "Configuración" es una especie de base de datos donde el usuario puede crear tantos objetos como quiera y asignarlos tantas veces como desee al edificio a través del módulo de "Entrada de datos".

Este módulo está dividido en 6 secciones que permiten crear el gemelo digital del edificio:

- General
- EPW Import
- Importación de geometría
- Materiales
- Usos
- Sistemas

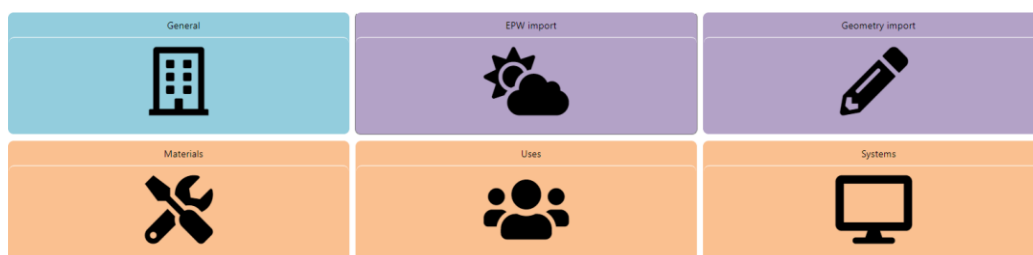


Figura 5: Secciones de entrada de datos

3.1.1 Introducción de datos en general

A través de este apartado se puede caracterizar el edificio y distinguirlo del resto, consiste en un cuestionario donde se rellena información sobre la ubicación del edificio, superficie total, consumo de energía, consumo de agua y métodos de autoconsumo, entre otros.

Asimismo, estos datos serán útiles para la generación del pasaporte de renovación a través de la plataforma y para disponer de información genérica sobre los tipos de hospitales cuyo gemelo digital se ha realizado a través de la plataforma.

General

The screenshot shows a web form for building characteristics. It is divided into several sections:

- Building:** Fields for Name (Prueba nombre), Country (Portugal), Province (Lisbon), Location (Lisbon1), Altitude (2.00 m), Average annual occupancy (9500.00 Persona/año), and Total area (235.00 m²).
- Supplies:**
 - Electricity:** Annual consumption (12900.00 kWh/año) and Annual cost (1900.00 €/año).
 - Fuel:** A list of fuel types with checkboxes:
 - Annual consumption (Natural gas): 22300.00 kWh/año, Annual cost (Natural gas): 3350.00 €/año
 - Annual consumption (Diesel): [empty], Annual cost (Diesel): [empty] €/año
 - Annual consumption (Propane): [empty], Annual cost (Propane): [empty] €/año
 - Annual consumption (Fuel oil 1): [empty], Annual cost (Fuel oil 1): [empty] €/año
 - Annual consumption (Fuel oil 2): [empty], Annual cost (Fuel oil 2): [empty] €/año
 - Water:** Annual consumption (945.00 m³/año) and Annual cost (1800.00 €/año).
- Self-generation:** Method (Solar Fotovoltaico) and Annual generation (10000.00 kWh/año).

Figura 6: Pantalla general con los datos característicos del edificio

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio Nº2 "Caracterización del edificio" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0."

3.1.2 Introducción de datos - Importar EPW

El fichero EPW contendrá los datos meteorológicos de la obra que serán utilizados para el cálculo de los diferentes valores climáticos a través de la plataforma. En este archivo habrá registros horarios de temperatura, presiones, humedad del aire, velocidad del viento, entre otros y si lo considera, estos datos pueden ser modificados con otros valores pero siempre con la frecuencia de registro del archivo EPW original.

Hay muchas formas de obtener este archivo, una de ellas es desde la web oficial del motor de cálculo "EnergyPlus" a la que se puede acceder desde la siguiente dirección:

<https://energyplus.net/weather>

La plataforma dispone de una celda para importar el archivo EPW descargado.

The screenshot shows the "EPW import" section of the platform. It contains a message box with the following text: "You have already imported the file ESP_Burgos.080750_SWEC.epw with date 28/07/2021 13:19:21. If you attach a new EPW file it will replace the old one." Below the message is a file selection interface with a label "EPW file:", a text input field containing "Seleccionar archivo" and "Ningún archivo seleccionado", and an "Attach file" button.

Figura 7: Pantalla de entrada del archivo EPW con el clima

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio Nº4 "EPW - Importación de archivos meteorológicos" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0."

3.1.3 Entrada de datos – Importar Geometría

Este módulo funcionará de la misma manera que "EPW Import", en esta sección importaremos un archivo IDF que contendrá toda la geometría de nuestro edificio, incluyendo elementos como puertas, ventanas y otros. Este archivo IDF será generado por el software gratuito "Genera3d".

La plataforma recogerá automáticamente la información necesaria de la IDF y distribuirá los objetos a través de las diferentes secciones del módulo "Entrada de datos". De forma similar a la La importación del tiempo, el archivo IDF puede ser importado a través de una celda disponible en la sección "Importar geometría".

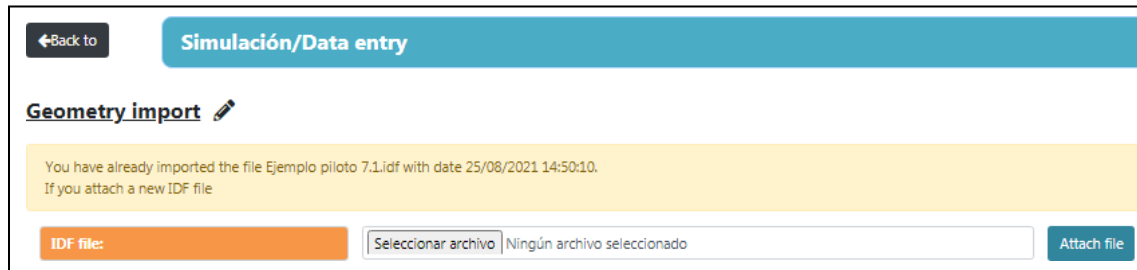


Figura 8: Pantalla de entrada del fichero IDF con la geometría del edificio

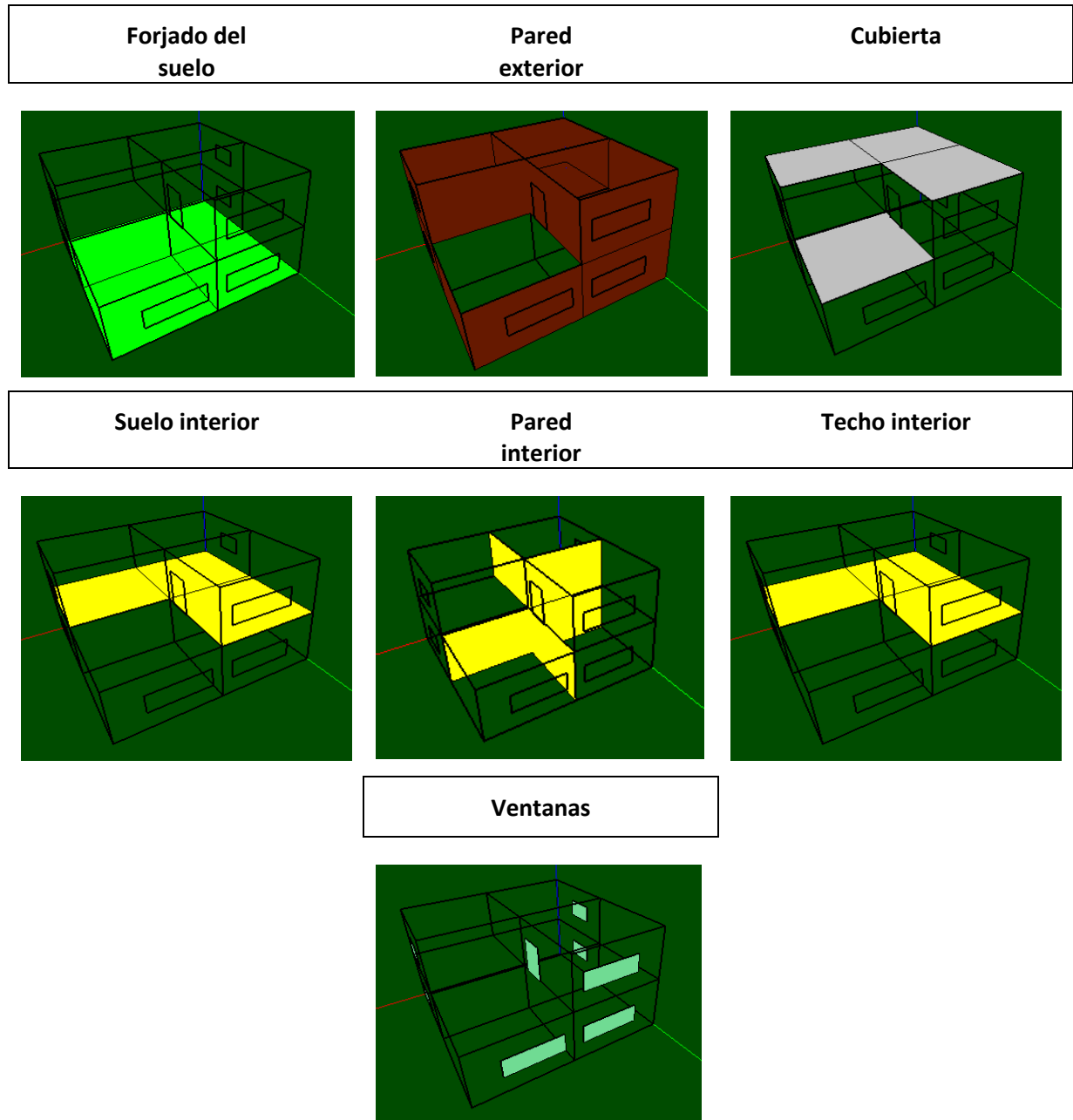
La geometría puede dividirse en zonas, y las zonas a su vez pueden agruparse en tipos de zonas. Por ejemplo, un hospital puede tener 10 salas de espera, estas zonas seguramente tendrán condiciones similares (punto de referencias, nivel de ocupación, iluminación, etc...) para facilitar la entrada de datos, estas 10 zonas se agruparán en un tipo de zona llamado "Sala de espera", donde podremos asignar elementos a estas 10 zonas, aunque si se desea, cada una puede ser modificada individualmente.

La asignación de elementos en las siguientes secciones tendrá en cuenta este concepto, por lo que es importante estar familiarizado con él.

Estos conceptos pueden aplicarse en el ejercicio práctico paso a paso de la sección 1.3 " IDF -Importación de archivos de geometría ".

3.1.4 Entrada de datos - Materiales

La geometría del edificio se define importando el IDF a la plataforma a través de Genera3D, la cual crea 7 tipos de elementos constructivos por defecto, un elemento constructivo consiste en una parte de la envolvente del edificio que permite la división térmica entre los diferentes espacios del edificio y el exterior, estos elementos están compuestos por diferentes capas hechas de diferentes materiales, en las siguientes imágenes se muestran los diferentes tipos de elementos constructivos distinguidos en la plataforma.



Para definir cada tipo de elemento constructivo, el usuario debe asignar por orden los materiales que componen las capas que los forman, empezando por la capa exterior, hasta un máximo de 10 capas (incluyendo la capa exterior), excepto en el caso de las ventanas que sólo se debe definir 1 capa.

Las capas se seleccionarán a través de un selector que recuperará los materiales creados en la sección "Materiales" del módulo "Configuración". Cada capa puede modificarse o borrarse de la selección original.

Materials ✖

Constructive Elements

Constructive Elements	Outer Layer	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5	Layer 6	Layer 7	Layer 8	Layer 9	Layer 10	
Forjado en terreno	Tierra vegetal	Hormigon masa	Mortero de cemento 1								✎
Paredes Exteriores	IpieMetrico catalan	Mortero de cemento 3	ESP poliestireno 2	Tabicon 1	Enlucido 2						✎
Cubierta Exterior	PBGres	Mortero de cemento 1	Betun f lamina	Mortero de cemento 2	ESP poliestireno 1	Fu entrevigado	Enlucido 1				✎
Suelo Interior	Enlucido de yeso 1000 d 1300 1.5cm	FU entrevigado ceramico Canto	Plaqueta o baldosa								✎
Paredes Interiores	Enlucido 2	Tabicon 2	ESP poliestireno 3	Tabicon 2	Enlucido 2						✎
Cubierta Interior	Plaqueta o baldosa	FU entrevigado ceramico Canto	Enlucido de yeso 1000 d 1300 1.5cm								✎
Ventanas	VIDRIOCERMA										✎

Figura 9: Pantalla de configuración de los elementos del edificio

Los elementos del edificio definirán la envolvente de nuestro edificio que se utilizará en el cálculo de la demanda térmica así como en los cálculos de transferencia de calor entre zonas.

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio Nº10 "Asignación de materiales a elementos constructivos" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.1.5 Entrada de datos - Sistemas

En la sección de sistemas del módulo de entrada de datos, se asignarán al edificio todos aquellos elementos que generen de un modo u otro un intercambio de energía dentro de las diferentes áreas del mismo.

Este módulo de sistemas se dividirá en tres secciones, "**Ganancias internas y equipamientos**", "**Control de zonas**" e "**Instalaciones**", estas secciones se explicarán a continuación.

Systems 🖨

Internal loads and equipment
Zone control
Facilities

Zones	Internal loads	Equipment
Hall +	1 subelementos	1 subelementos
Reception +	1 subelementos	1 subelementos
Waiting_room +	3 subelementos	3 subelementos
Triage +	2 subelementos	2 subelementos
Bath_room +	1 subelementos	1 subelementos
Surgery +	4 subelementos	4 subelementos

Save

Figura 10: Pantalla de sistemas del módulo de entrada de datos

3.1.5.1 Ganancias internas y equipamiento

Es importante distinguir estos dos conceptos:

- **Ganancias internas:** Elementos que producen en una zona específica una ganancia de calor **indirecta**, algunos de ellos pueden ser por ejemplo las personas, la iluminación, los equipamientos eléctricos (como un PC, un microondas o una televisión), entre otros.
- **Equipamientos:** Elementos que producen en una zona específica un intercambio de calor directo como un fancoil o un radiador, estos elementos pueden estar vinculados a una instalación.

En esta sección, el usuario asignará estos objetos a cada zona identificada en la geometría importada y agrupada en los "Tipos de zonas" mencionados anteriormente.

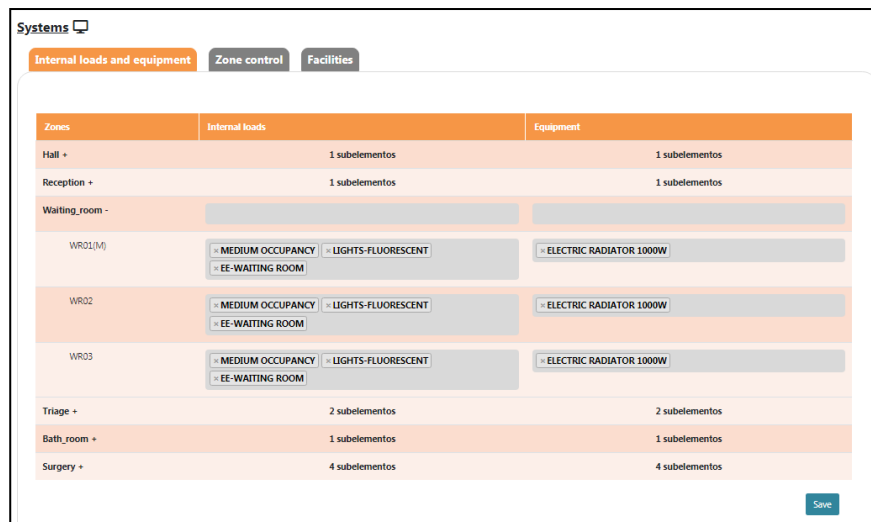


Figura 11: Pantalla de asignación de cargas internas a las zonas

Las ganancias internas y los equipamientos se crean en el módulo "Configuración" y se asignan en esta sección al edificio.

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio N°11 "Asignación de ganancias internas y equipamientos a zonas" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.1.5.2 Control de zonas

Una zona a controlar es aquella en la que se ha asignado un equipamiento, de esta forma en estas zonas se asignará un punto de referencia de calefacción y refrigeración para que el equipamiento pueda modificar su funcionamiento para satisfacer la temperatura definida.

De nuevo, en este apartado se aplicará el concepto de "Tipo de zona", y los puntos de referencia asignados son creados en el módulo "Configuración".

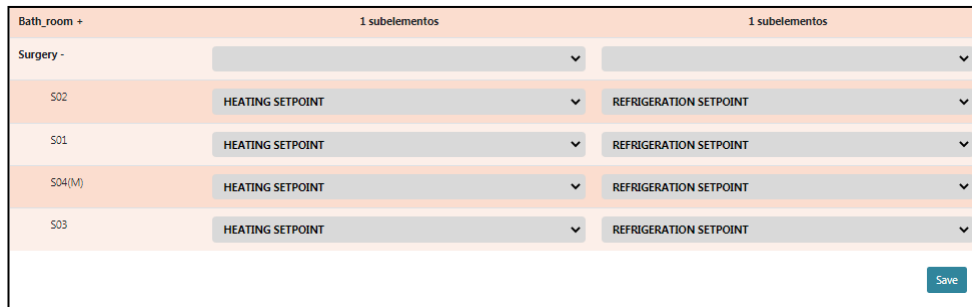


Figura 12: Pantalla para asignar puntos de referencia a las zonas

Estos conceptos se pueden aplicar a través del ejercicio Nº13 "Asignación de puntos de referencias a zonas" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.1.5.3 Instalaciones

Una instalación consiste en un conjunto de elementos vinculados entre sí para satisfacer una demanda concreta, ya sea de agua, calor o refrigeración en todo el edificio. En este apartado aparecen algunos tipos de instalaciones y el usuario sólo debe seleccionar la que posee el edificio.

Las instalaciones pueden modificarse en la sección Instalaciones del módulo "Configuración".

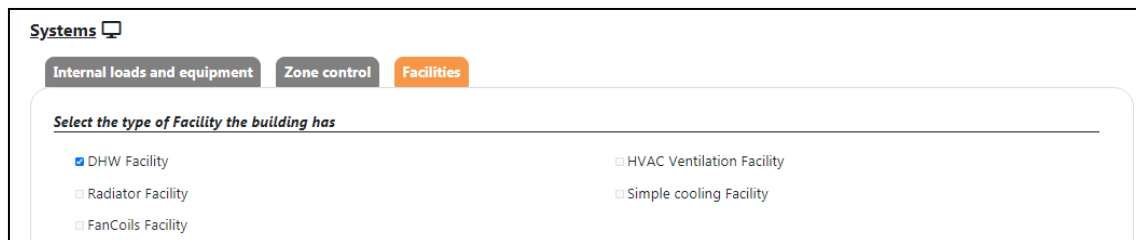


Figura 13: Pantalla de selección de instalaciones

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio Nº14 "Selección de instalaciones del edificio" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.1.6 Entrada de datos -Usos

Una vez asignadas las ganancias internas a una zona se debe indicar en qué periodo de tiempo actuarán y con qué incidencia. Para ello, el usuario debe asignar un perfil de uso a cada ganancia interna asignada a una zona.

Las ganancias internas se agruparán a través de sus tipos:

- Ocupación
- Iluminación
- Equipamiento eléctrico
- Equipamientos de gas
- Equipamiento de ACS
- Equipamiento de vapor
- Otros equipamientos

En este apartado se aplicará el mismo concepto de "Tipo de zona", pero en este caso con los tipos de ganancia interna y cada ganancia interna creada. Los perfiles de uso a asignar deben ser creados previamente en el módulo de "Configuración".

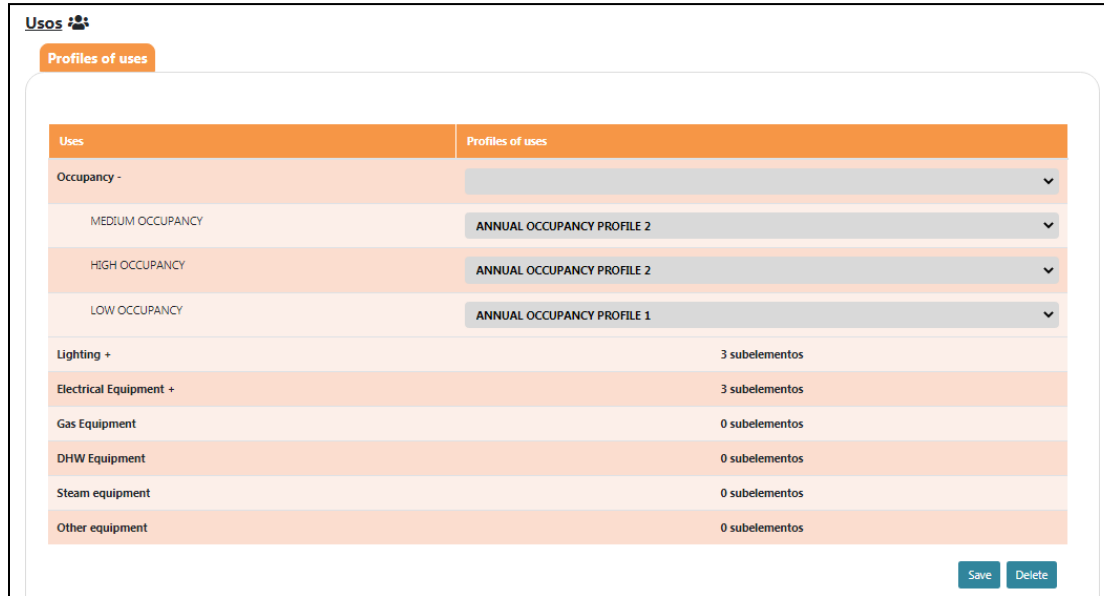


Figura 14: Asignación de perfiles de uso a las cargas internas

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio Nº11 "Asignación de perfiles de uso a las ganancias internas" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.2 Configuración

En este módulo se crearán y modificarán todos los elementos que se asignen al edificio en el módulo de entrada de datos, de esta manera, este módulo actuará como una base de datos de elementos en la plataforma.

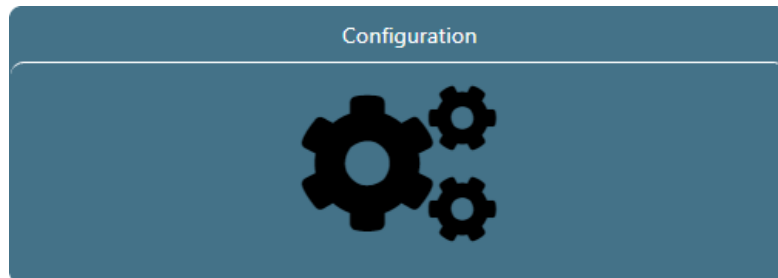


Figura 15: Módulo de configuración

Este módulo se divide en 3 secciones

- Usos
- Materiales
- Sistemas



Figura 16: Menú de configuración

Estos conceptos se introducirán y explicarán con más detalle a continuación.

3.2.1 Configuración - Usos

En este apartado un usuario puede crear diferentes perfiles, mediante estos perfiles el usuario puede indicar la actividad de un determinado elemento en un periodo de tiempo y con una incidencia concreta. De esta forma en un perfil de uso un valor de 1 implica una actividad del 100% del elemento y 0 que ese elemento no está activo.

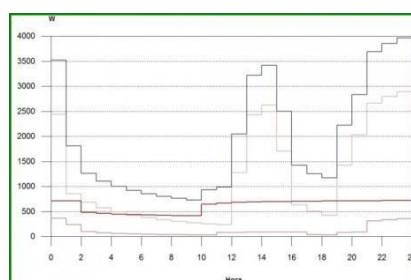


Figura 17: Ejemplo de perfiles de uso

Hay dos tipos de perfiles:

- **Perfil de uso:** el valor que define el perfil diario debe ser fraccionario con valores límite entre 0 y 1. Estos perfiles definirán un modo de uso específico a lo largo del tiempo, por ejemplo, los horarios de calefacción del edificio, o la ocupación del hospital.
- **Punto de referencia:** el valor que define el perfil diario debe ser una temperatura con valores límite entre 0 y 100. Estos perfiles definirán los puntos de ajuste de calefacción y refrigeración de zonas específicas.

Y al mismo tiempo un perfil se define por 3 tipos de "Perfiles"

- **Perfil diario:** Estos perfiles se definirán como tipos de días, por ejemplo, días laborables o festivos, pero se pueden añadir tantos como el usuario quiera por lo que, en este sentido, podemos definir, por ejemplo, un perfil para día de la semana por poner otro ejemplo.
- **Perfil semanal:** Formado por perfiles diarios, aquí el usuario debe crear unos tipos de semana por la composición de diferentes escenarios de perfiles diarios.
- **Perfil anual:** En este caso, se forma un perfil anual para los perfiles semanales distribuidos en un calendario anual completo.

Los "Perfiles de uso" y los "Puntos de ajuste" están definidos por su perfil anual y ese elemento será el que se asigne en el módulo "Entrada de datos".

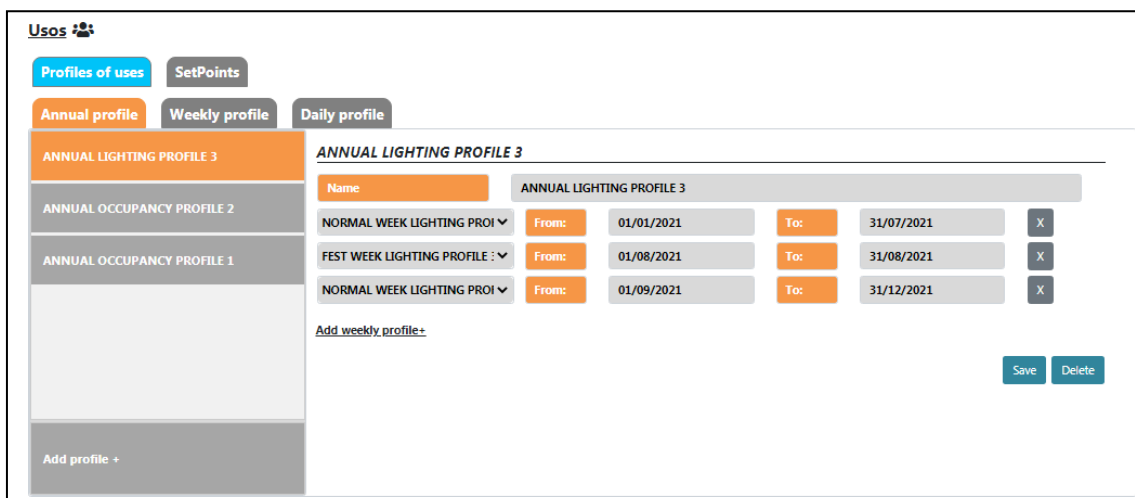


Figura 18: Pantalla de introducción del perfil de uso

Estos conceptos se pueden aplicar a través del ejercicio Nº5 "Perfiles de uso y definición de puntos de referencia" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.2.2 Configuración - Materiales

En la sección de configuración de materiales se pueden modificar los materiales que aparecen por defecto y crear otros nuevos. Se definen tres tipos de materiales en función de los parámetros que los definen.

- **Materiales:** Material que se utilizará para crear las diferentes capas de los elementos opacos del edificio, como paredes, suelos o techos.

- **Ventanas:** corresponde a todo el material de la ventana y, por tanto, sólo estará compuesto por el material definido aquí.
- **Aire:** Espacio de aire entre materiales.

A cada tipo se le asignará una ficha en la que se rellenará la información pertinente.

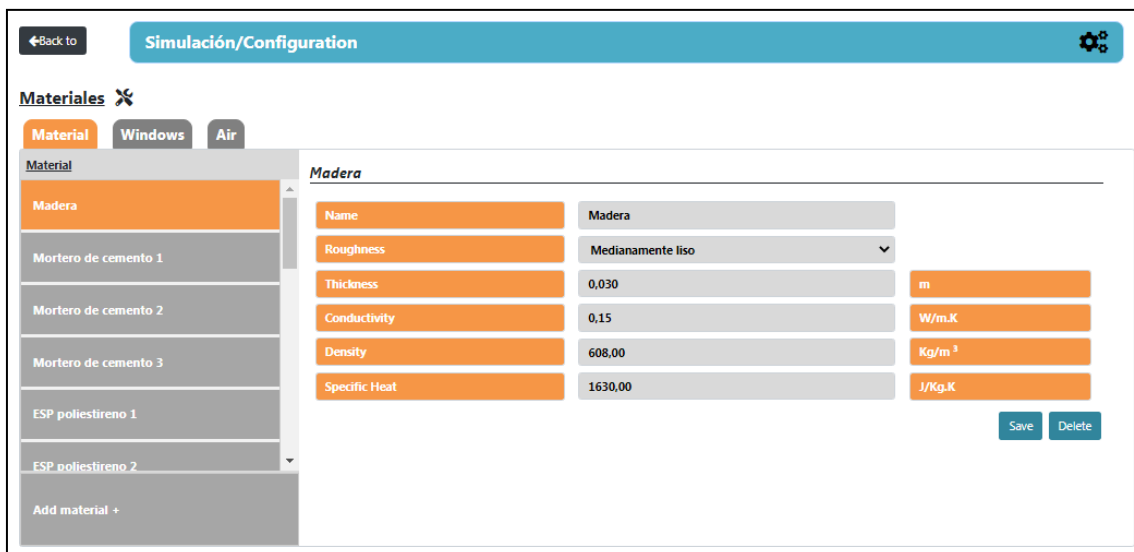


Figura 19: Pestañas de materiales

3.2.2.1 Materiales

Los materiales se definen mediante los siguientes parámetros.

- **Nombre:** Identificación del material.
- **Rugosidad:** Un material puede tener diferentes niveles de Rugosidad definidos en la plataforma a través de estas opciones: Muy áspero, Áspero, Medio áspero, Medio suave, Suave, muy suave
- **Espesor:** Distancia entre las superficies externas del material, representada en "metros".
- **Conductividad:** Capacidad de conducción térmica del material representada en "W/m.K".
- **Densidad:** Densidad del material, representada en "kg/m³".
- **Calor específico:** Cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura del material en 1 unidad representada en "J/kg.K".



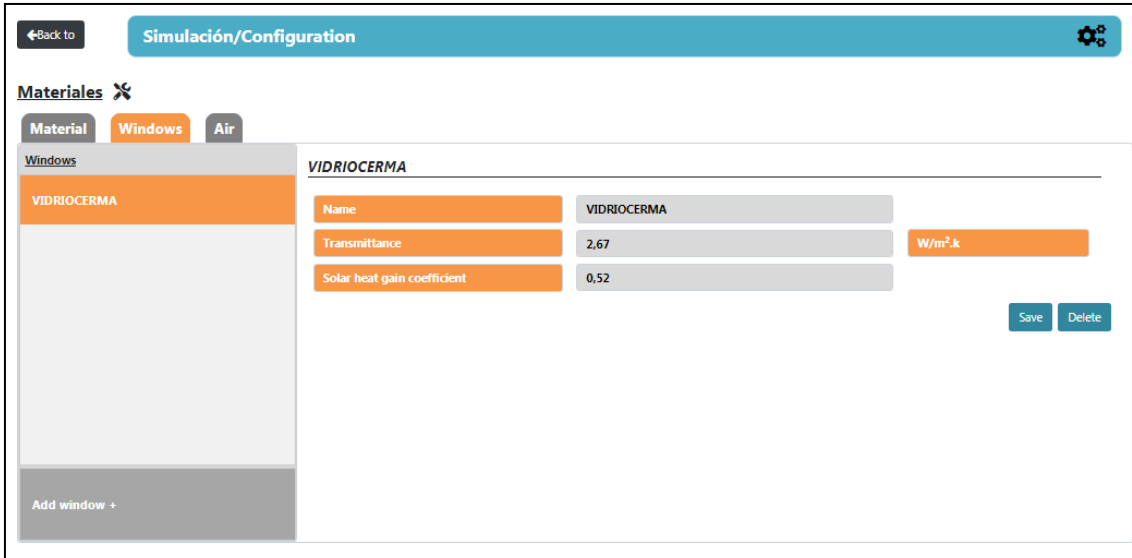
Material	Value	Unit
Name	Madera	
Roughness	Medianamente liso	
Thickness	0,030	m
Conductivity	0,15	W/m.K
Density	608,00	Kg/m ³
Specific Heat	1630,00	J/Kg.K


Figura 20: Pantalla de entrada de material

3.2.2.2 Ventanas

Las variables se rellenarán de forma similar a la del apartado anterior, en este caso son:

- **Nombre:** Identificación de la ventana
- **Transmitancia:** Depende de la conductividad y del espesor del material, indica la capacidad de transmisión térmica del material, representada en "W/m².K".
- **Coefficiente de ganancia de calor solar:** Fracción de la radiación solar admitida a través de la ventana, una dimensión.



←Back to **Simulación/Configuración** 

Materiales ✕

Material **Windows** Air

Windows

VIDRIOCERMA

VIDRIOCERMA

Name VIDRIOCERMA

Transmittance 2.67 W/m².k

Solar heat gain coefficient 0.52

Save Delete

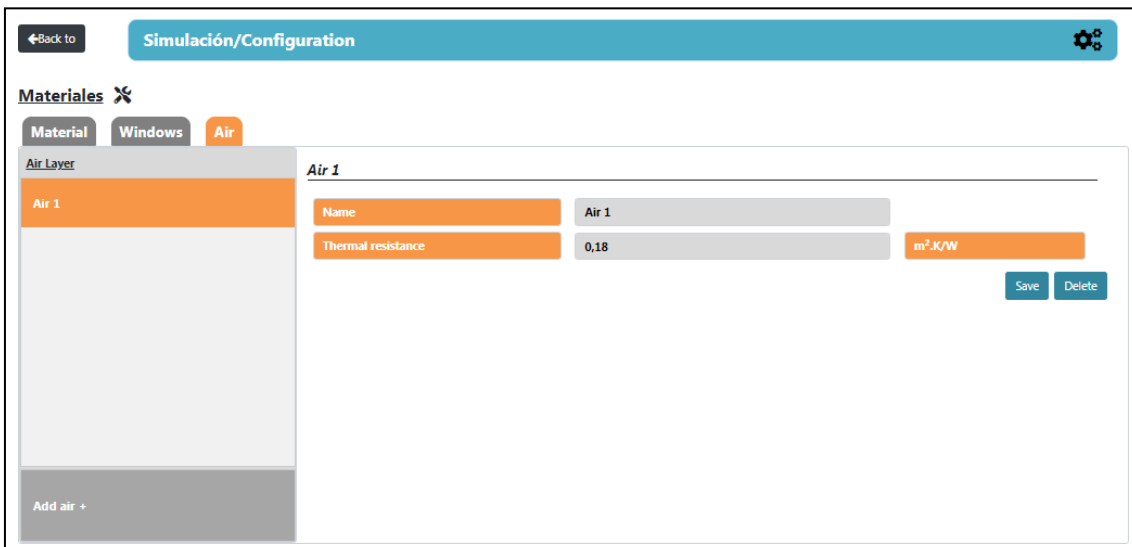
Add window +


Figura 21: Pantalla de entrada de datos de la ventana

3.2.2.3 Aire

Las variables se rellenarán de forma similar a la del apartado anterior, en este caso son:

- **Nombre:** Identificación del entrehierro
- **Resistencia térmica:** propiedad térmica y medida de la diferencia de temperatura por la que un objeto o material resiste un flujo de calor, representada en "m² .K/W".



←Back to **Simulación/Configuración** 

Materiales ✕

Material Windows **Air**

Air Layer

Air 1

Air 1

Name Air 1

Thermal resistance 0.18 m².K/W

Save Delete

Add air +

Figura 22: Pantalla de entrada de datos para las cámaras de aire

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio N°6 "Definición de materiales" de la "Práctica manual de ejercicios - Hospital Sudoe 4.0".

3.2.3 Configuración-Sistemas

En la sección "Sistemas" un usuario puede crear todos aquellos elementos que afectan directa o indirectamente al intercambio de calor en el edificio, para satisfacer la necesidad de sus ocupantes. Estos elementos se dividen en 3 grupos:

- Ganancias internas.
- Equipamiento.
- Instalaciones.

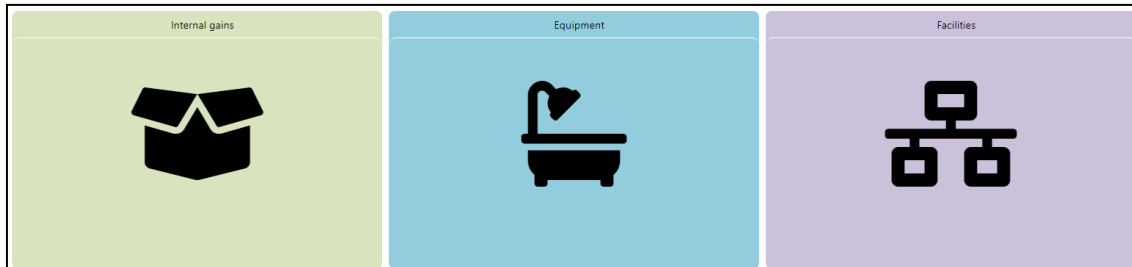


Figura 23: Pantalla de sistemas del módulo de configuración

Estos grupos se explicarán con más detalle a continuación.

3.2.3.1 Ganancias internas

Como se ha explicado anteriormente, las ganancias internas son aquellos elementos que producen en una zona específica un

ganancia de calor **indirecta**. En la plataforma se han identificado 7 tipos de ganancias internas:

- **Ocupación:** Relacionado con la cantidad de personas que coinciden en un espacio y la cantidad de calor y las emisiones de CO₂.
- **Iluminación:** Tipo de luminarias en una zona específica, definida por su nivel de iluminación y la distribución de energía entre la fracción de Convección, Radiante, Sensible y Visible.
- **Equipamientos eléctricos:** Equipamientos eléctricos cuya emisión de calor no es su función principal, por ejemplo, un PC o un televisor, definidos por su potencia y las diferentes fracciones en que se distribuye la energía consumida.
- **Equipamientos de gas:** Equipamientos de gas cuya emisión de calor no es su función principal o el objetivo de la transferencia de calor no es la zona en la que se encuentra definida por su potencia las diferentes fracciones en las que se distribuye la energía consumida y las emisiones de CO₂, por ejemplo, un proceso de esterilización o una estufa de gas.
- **Equipamiento ACS:** Equipamientos de Agua Caliente Sanitaria cuya emisión de calor no es su función principal o el objetivo de la transferencia de calor no es la zona en la que se encuentra definida por su potencia y las diferentes fracciones en las que se distribuye la energía consumida, por ejemplo, un sistema de ACS independiente para una demanda concreta todo él situado en la misma zona.
- **Equipamientos de vapor:** Equipamientos de vapor cuya emisión de calor no es su función principal o el objetivo de la transferencia de calor no es la zona en la que se encuentra definida por su potencia y las diferentes fracciones en las que se distribuye la energía consumida.
- **Otros equipamientos:** Equipamientos genéricos cuya emisión de calor no es su función principal o el objetivo de la transferencia de calor no es la zona en la que se encuentran definidos por su potencia, el suministro de energía, las diferentes fracciones en las que se distribuye la energía consumida y las emisiones de CO₂ (si las hay).

La cantidad de personas o el dato de potencia introducido en los cuestionarios de ganancias internas indica

el nivel máximo de incidencia de esa ganancia interna en una zona concreta, si se combina con un perfil de uso, ese valor se tendrá en cuenta al 100% cuando el perfil de uso se defina en 1.

Por ejemplo, un usuario define una ganancia interna de ocupación con 20 Personas, y asigna a esa ganancia interna un perfil de uso. Las primeras 10 horas de un día aleatorio de ese perfil de uso se representan en las dos primeras columnas de la tabla que se muestra a continuación. En la tercera columna se muestra cómo afecta ese perfil de uso a los cálculos de ocupación de cada hora representada de ese día.

Hora	Utilizar el perfil	Nº de personas
1	0	0
2	0.1	2
3	0.2	4
4	0.5	10
5	0.8	16
6	0.9	18
7	1	20

Figura 24: Combinación de ganancias internas y perfil de uso

Las cargas internas se distribuyen en el módulo de configuración a través de diferentes pestañas, como se muestra en la siguiente imagen.

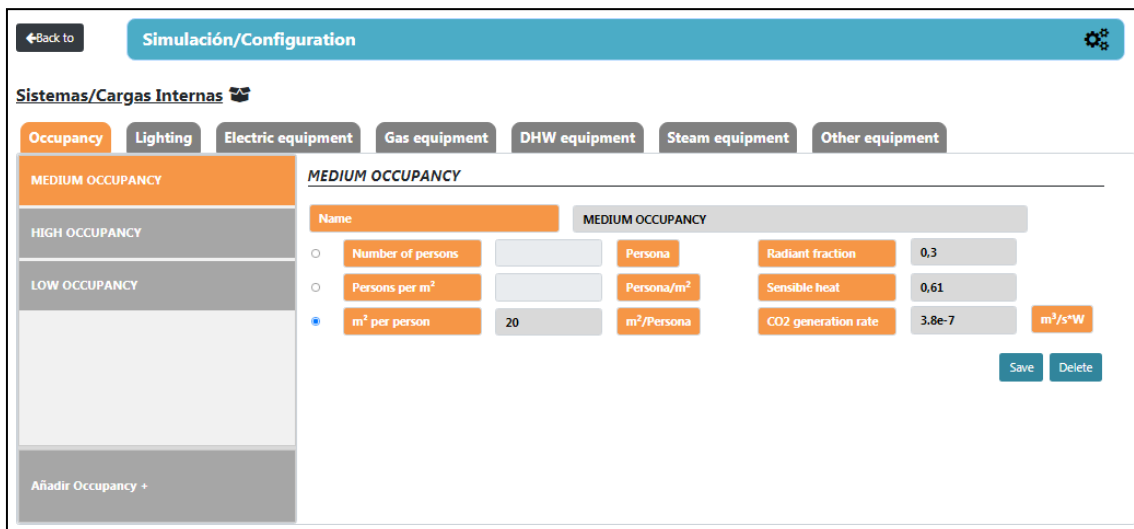


Figura 25: Pantalla de configuración de las cargas internas del edificio

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio Nº7 "Definición de ganancias internas" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.2.3.2 Equipamiento

Los Equipamientos son aquellos elementos que producen en una zona concreta un intercambio de calor **directo** y pueden ser, por ejemplo un fancoil o un radiador, además estos elementos pueden ser independientes o estar vinculados a una instalación.

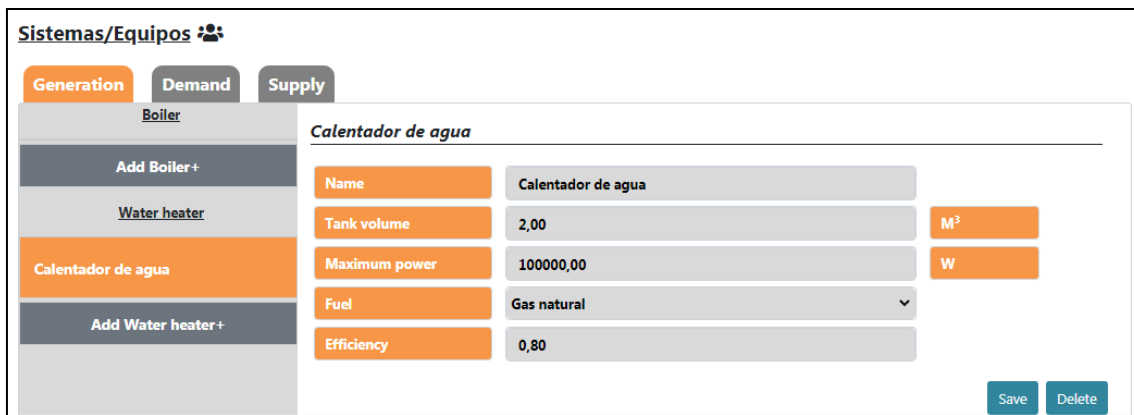
Un equipamiento independiente podría ser un radiador eléctrico, un elemento que puede generar por sí mismo la energía que compartirá con la zona donde se coloque.

Pero, la mayoría de los elementos definidos en esta sección no pueden funcionar por sí mismos a menos que formen parte de una instalación que forme un bucle con otros equipamientos.

Los equipamientos se dividen en tres bloques:

- **Generación:** Equipamientos cuya funcionalidad principal es generar calor o enfriar.
- **Demanda:** Equipamientos que demandan energía de un equipamiento de generación o de un suministro para generar energía en una zona concreta.
- **Abastecimiento:** Equipamientos que permiten el transporte de la energía a través de una conducción o tubería, como bombas o ventiladores.

Esta sección se compone de cuestionarios en los que se preguntan los parámetros de rendimiento de diferentes equipamientos.



The screenshot shows a web interface for creating equipment. It has three tabs: 'Generation' (selected), 'Demand', and 'Supply'. Under the 'Generation' tab, there are sections for 'Boiler' and 'Water heater'. The 'Water heater' section is active, showing a form for 'Calentador de agua'. The form fields are:

Name	Calentador de agua	
Tank volume	2,00	M ³
Maximum power	100000,00	W
Fuel	Gas natural	
Efficiency	0,80	

At the bottom right of the form are 'Save' and 'Delete' buttons.

Figura 26: Pantalla de creación de equipamientos de generación

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio N°8 "Definición de equipamientos" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.2.3.3 Instalaciones

Como se ha explicado anteriormente, una instalación es un conjunto de elementos que se pueden dividir en 3 tipos, generación, suministro y demanda, unidos por un circuito que forma un bucle. En este apartado un usuario puede modificar las instalaciones seleccionables en la plataforma asignando a cada elemento del bucle un equipamiento que encaje en él.

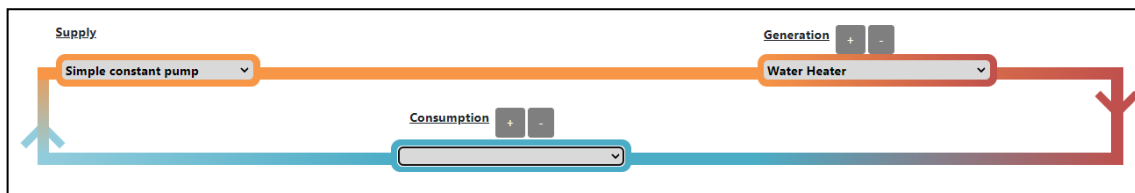


Figura 27: Representación del bucle de una instalación

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio N°9 "Definición de instalaciones" de la "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.3 Simulación del gemelo digital

Una vez que el usuario ha configurado e introducido todos los datos y parámetros necesarios del edificio, debe simularlo a través de la opción "Simulación" situada en la parte superior derecha de la pantalla del módulo de entrada de datos.

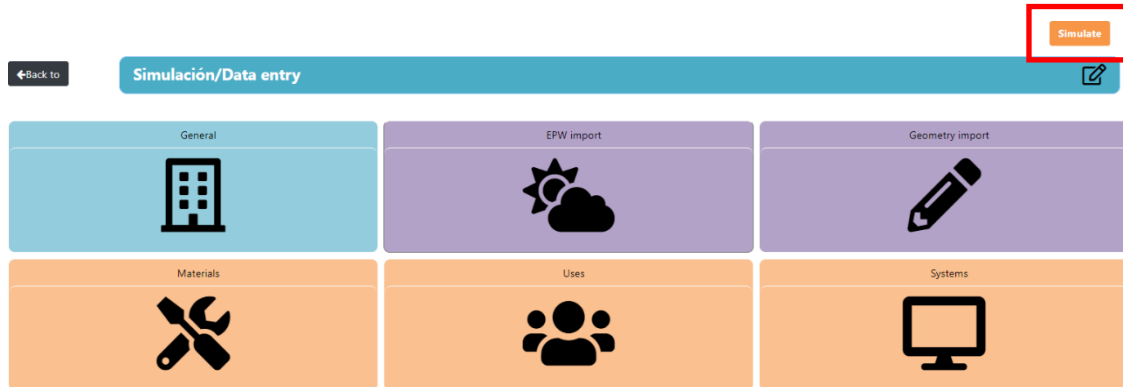


Figura 28: Botón de simulación del edificio

La simulación se realiza a través de EnergyPlus, un potente motor de simulación de edificios que puede recuperar, con los datos introducidos en la plataforma, mucha información sobre el consumo de energía y agua, la calidad del aire interior, las características de la envolvente y la autoproducción de energía del edificio.

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio N°15 "Simulación del edificio gemelo digital" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.4 Resultados

La plataforma Hospital Sudoe recibe información de dos fuentes, los resultados de la simulación y la captura en tiempo real de la monitorización del edificio. Estos datos pueden agruparse en 5 pilares:



Figura 29: Distribución de los principales resultados de la plataforma

Dentro de cada campo podemos encontrar la "Pantalla de resultados del pilar principal" donde se muestran una gran variedad de valores y KPIs relacionados, y en general la plataforma muestra los principales KPIs de cada uno en una "Pantalla de resultados generales".



Figura 30: Módulo de resultados

Estas dos secciones del módulo de resultados se explican con más detalle a continuación.

3.4.1 Resultados - Resultados generales de la pantalla

La pantalla de resultados generales estará dividida en 2 secciones, la primera es una comparación de los principales KPI para cada pilar entre el "Edificio de referencia" (Simulación) y el "Edificio real" (Monitorización). Y el otro representa su pilar con un KPI principal y otro KPI importante, esos pilares funcionan como botón para acceder a cada "Resultados de la pantalla del pilar principal".

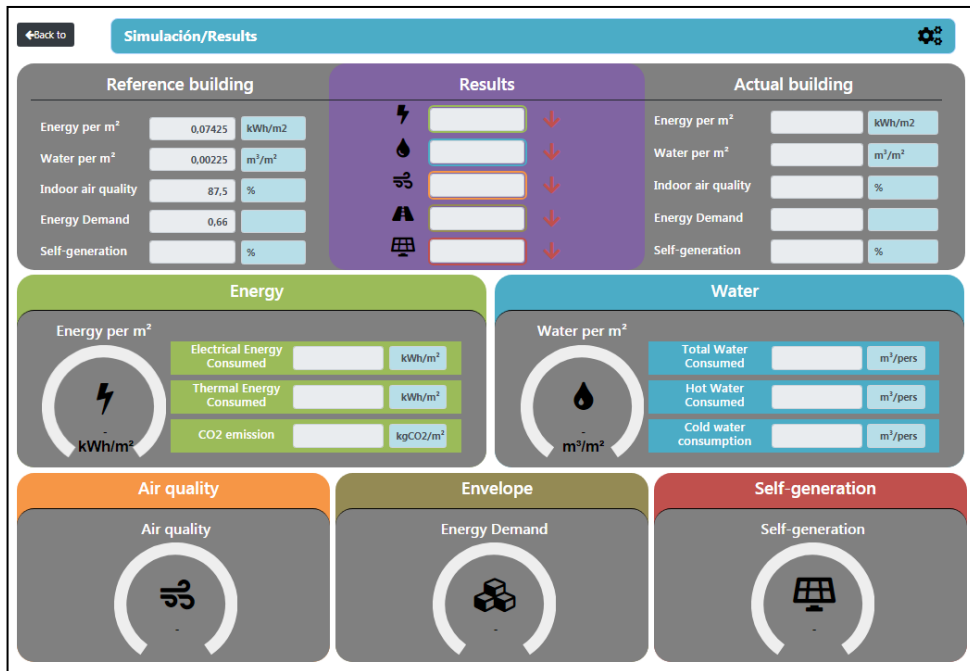


Figura 31: Pantalla de resultados generales

3.4.2 Resultados - Resultados de la pantalla del pilar principal

A continuación, se presenta una plantilla de las pantallas de resultados de los pilares. El objetivo de esta plantilla es explicar de forma generalizada la funcionalidad de las pantallas de resultados. Sin embargo, cada pilar tiene sus propias peculiaridades, que se detallarán a continuación.



Figura 32: Plantilla de la pantalla principal de cada grupo de resultados

Esta es la forma general de las pantallas de resultados de cada pilar, que se divide en dos secciones, la principal y la secundaria.

Sección principal: Aquí aparecerá el KPI principal y el KPI global secundario del pilar, esta información se divide en los 3 bloques remarcados en la imagen inferior.

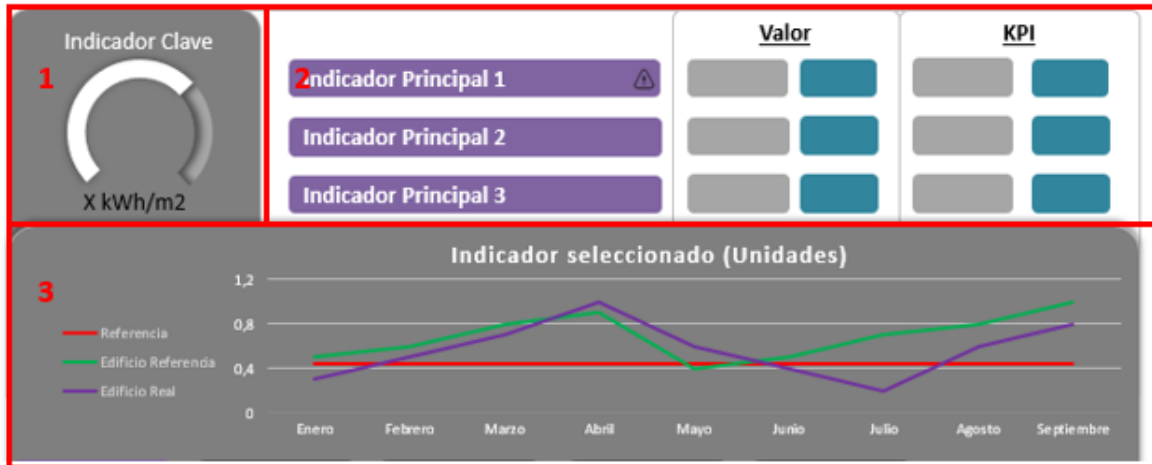


Figura 33: Sección principal de la pantalla de resultados generales de cada bloque

Estos 3 bloques, representan:

- **KPI principal (1):** El indicador clave del Pilar se representará como en la pestaña de resultados generales, con un gráfico de arco, con el nombre del indicador, valor, unidades e Icono.
- **KPIs globales secundarios (2):** Estos KPIs afectan a todo el edificio y se representan en la sección comentada. Normalmente, tanto el valor principal del KPI (parte del numerador) como el propio KPI se muestran y se identifican con el nombre, el valor y las unidades. Esta función puede variar, algunos pilares sólo mostrarán los KPIs o sólo los valores.
- **Gráfico de indicadores (3):** El "KPI principal" y el "KPI global secundario" funcionan como un botón, pulsando en el botón se mostrará un gráfico evolutivo de datos de un año en la sección marcada. En este gráfico aparecerán 3 variables, la variable real, la variable simulada y la variable de referencia del KPI o valor seleccionado.

Sección secundaria: Esta sección representa un KPI más específico, en primer lugar los valores se distribuirán a través de pestañas que representan un concepto específico del pilar, por ejemplo, calefacción o refrigeración para la energía o diferentes contaminantes para la IAQ.

Dentro de cada pestaña, la representación del KPI depende del concepto que se pretenda mostrar, por lo que para cada una de ellas los KPIs pueden estar divididos por zonas, superficies o representar un KPI global.



Figura 34: Sección secundaria de la pantalla de resultados generales de cada bloque

3.4.3 Resultados-Energía

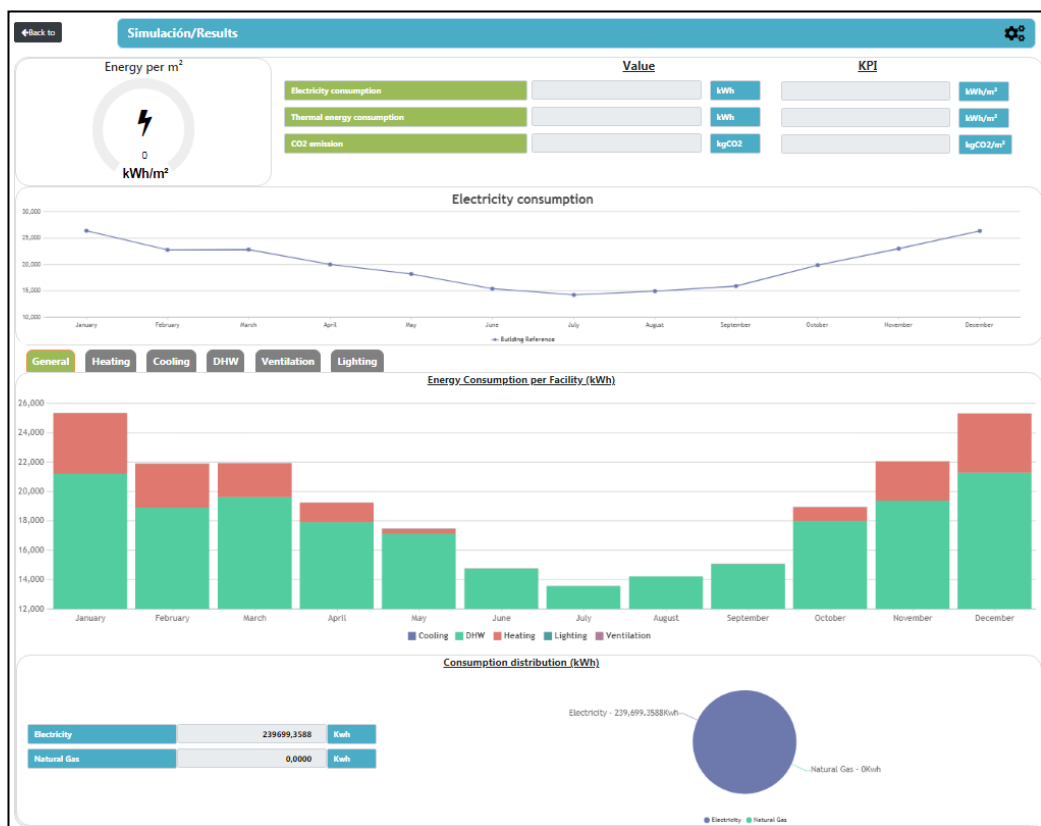


Figura 35: Pantalla de resultados de energía

Los principales KPI son los siguientes.

Tabla 1: Lista de variables monitorizadas del bloque de energía

Indicador	Unidades
Consumo de electricidad	kWh
Consumo de energía térmica	kWh
Emisiones de CO2	KgCO2
Consumo de electricidad por superficie	kWh/m2
Consumo de energía térmica por superficie	kWh/m2
Emisiones de CO2 por superficie	KgCO2/m2
Energía por superficie	kWh/m2

A continuación, el pilar de la energía se divide en 6 pestañas:

- General
- Calefacción
- Refrigeración
- ACS
- Ventilación
- Iluminación

En cada tabla se puede encontrar el siguiente KPI para el pilar energético:

Tabla 2: Lista de variables de la ficha general

General	Unidades
Consumo de energía por instalación	kWh
Distribución del consumo	kWh

Tabla 3: Lista de variables de la pestaña Calefacción

Calefacción	Unidades
Energía consumida para la calefacción de espacios	kWh/m2
Distribución de la energía consumida para la calefacción	kWh

Tabla 4: Lista de variables de la pestaña Refrigeración

Refrigeración	Unidades
Consumo de energía para la refrigeración superficial	kWh/m2
Distribución del consumo de electricidad para refrigeración	kWh

Tabla 5: Lista de variables de la ficha de ACS

ACS	Unidades
Consumo de gas natural para ACS por superficie	kWh/m2
Consumo de electricidad para ACS por superficie	kWh/m2

Tabla 6: Lista de variables de la pestaña Ventilación

Ventilación	Unidades
Consumo de energía para la ventilación de superficie	kWh/m2
Distribución del consumo de energía para la ventilación	kWh

Tabla 7: Lista de variables de la pestaña Iluminación

Iluminación	Unidades
Consumo de energía para la iluminación interior por superficie	kWh/m2
Distribución del consumo de electricidad para la ventilación por área de superficie	kWh

3.4.4 Resultados - Agua

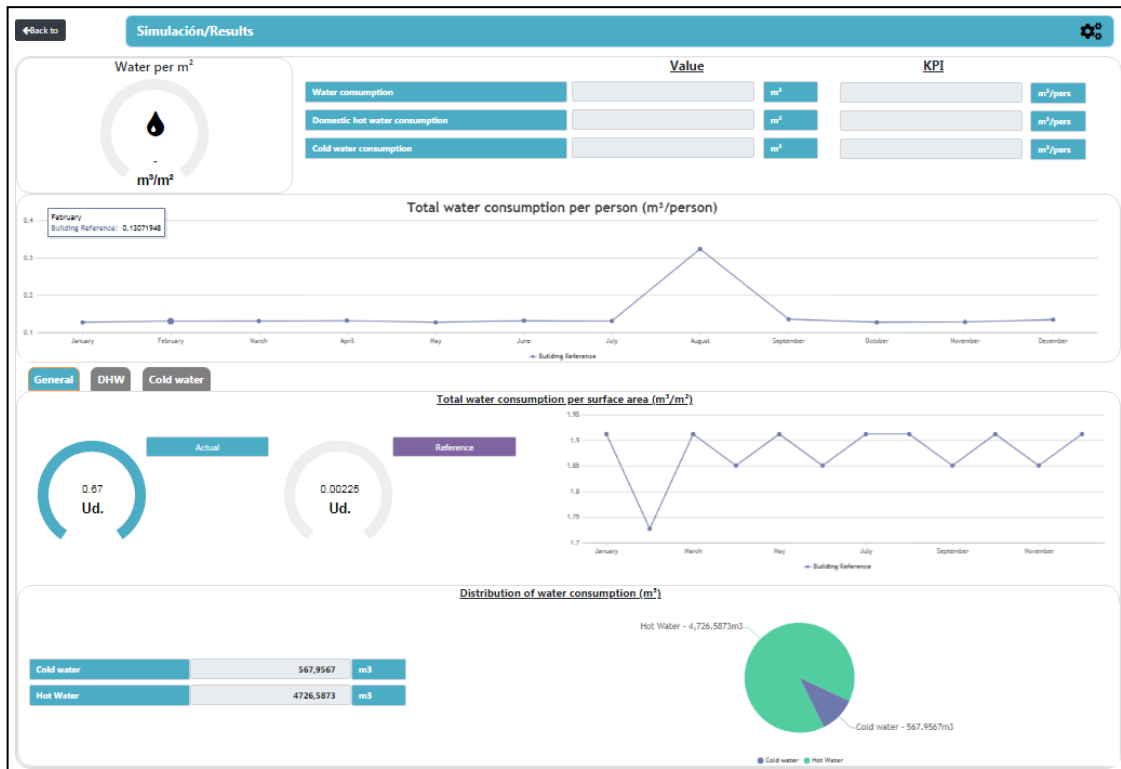


Figura 36: Pantalla de resultados generales del agua

Los indicadores que se controlan son los siguientes:

Tabla 8: Lista de variables monitorizadas del módulo Agua

Indicador	Unidades
Consumo total de agua	m3
Consumo de agua caliente sanitaria	m3
Consumo de agua fría	m3
Consumo total de agua por persona	m3/persona
Consumo de agua caliente sanitaria por persona	m3/persona
Consumo de agua fría por persona	m3/persona
Agua por superficie	m3/m2

A continuación, el pilar del agua se divide en 3 pestañas:

- General
- ACS
- Agua fría

Dentro de cada ficha encontrará los siguientes indicadores del edificio de referencia:

Tabla 9: Lista de variables de la pestaña General

General	Unidades
Consumo de agua por superficie	m3
Distribución del consumo de agua	m3

Tabla 10: Lista de variables de la pestaña ACS

ACS	Unidades
Consumo de agua caliente por superficie	m3/m2
Distribución del consumo de agua caliente	m3

Tabla 11: Lista de variables de la ficha de agua fría

Agua fría	Unidades
Consumo de agua por superficie	m3/m2
Distribución del consumo de agua	m3

3.4.5 Resultados-Calidad del aire interior (IAQ)



Figura 37: Pantalla de resultados generales de la calidad del aire

Los indicadores que se controlan son los siguientes:

Tabla 12: Lista de variables monitorizadas del módulo de Calidad del Aire

Indicador	Unidades
Concentración de CO2	ppm
Concentración de PM 2,5	m3
Concentración de PM 10	m3
Concentración de COVT	m3/persona
Calidad del confort	m3/persona
Calidad de la ventilación	m3/persona
Calidad del aire	%

A continuación, el pilar IAQ se divide en 5 pestañas:

- PM2_5
- PM10
- CO2
- TVOC
- Temperatura

Dentro de cada ficha encontrará los siguientes indicadores del edificio de referencia:

Tabla 13: Lista de variables de la ficha PM 2,5

PM 2,5	Unidades
Concentración de partículas en interiores	Ug/m3
Partículas interiores con DA <2,5 KPI	-

Tabla 14: Lista de variables de la ficha PM 10

PM 10	Unidades
Concentración de partículas en interiores DA <10 KPI	Ug/m3
Partículas interiores con DA <10 KPI	-

Tabla 15: Lista de variables de la pestaña CO2

CO2	Unidades
Concentración de dióxido de carbono en interiores	ppm
KPI de dióxido de carbono en interiores	-
KPI de ventilación	-

Tabla 16: Lista de variables de la ficha TVOC

TVOC	Unidades
Concentración de partículas en interiores de TVOC	Ug/m3
Partículas en interiores TVOC KPI	-

Tabla 17: Lista de variables de la pestaña Temperatura

Temperatura	Unidades
KPI de confort	-
Temperatura del aire interior	°C

3.4.6 Resultados-Envolvente



Figura 38: Pantalla de resultados generales del módulo Envlovente:

Los indicadores que se controlan son los siguientes:

Tabla 18: Lista de variables monitorizadas del módulo Envlovente

Indicador	Unidades
Condensaciones	-
Confort adaptable	-
Ventilación natural	-
Control del sol	-
Temperatura exterior	°C
Humedad relativa exterior	%
Demanda de energía	kWh/m2

A continuación, el pilar de la envolvente se divide en 4 pestañas:

- Transmitancias
- Control de huecos
- Condensaciones
- Control adaptativo

Dentro de cada ficha encontrará los siguientes indicadores del edificio de referencia:

Tabla 19: Lista de variables de la ficha de transmitancia

Transmitancias	Unidades
Valores de transmitancia de la envolvente	Ug/m3

Tabla 20: Lista de variables de la pestaña de Control de Brechas

Control de huecos	Unidades
Control de huecos: apertura de ventanas y oclusión de huecos	%
Oclusión de la brecha	%

Tabla 21: Lista de variables de la pestaña Condensaciones

Condensaciones	Unidades
Condensación: envoltura exterior y aire interior	°C %
Temperatura y humedad relativa interior	°C %

Tabla 22: Lista de variables de la pestaña Control Adaptativo

Control Adaptativo	Unidades
Temperatura de funcionamiento	°C
Humedad relativa	%

3.4.7 Resultados-Autoconsumo

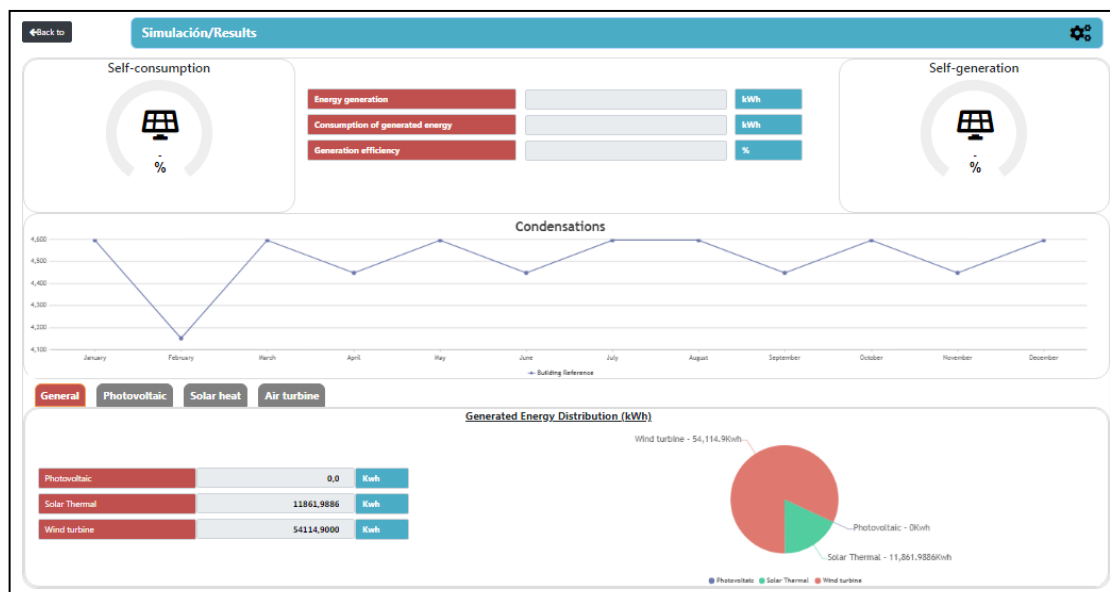


Figura 39: Pantalla de resultados generales del módulo de energías renovables

Los indicadores que se controlan son los siguientes:

Tabla 23: Lista de variables monitorizadas del módulo de renovables

Indicador	Unidades
Generación de energía	kWh
Confort adaptable	kWh
Ventilación natural	%
Autoconsumo	%
Autogeneración	%

A continuación, el pilar de autoconsumo depende de las instalaciones renovables que tenga el edificio:

- General (Siempre)
- Fotovoltaico
- Energía solar térmica
- Turbina de aire
- Biogás

Dentro de cada ficha encontrará los siguientes indicadores del edificio de referencia:

Tabla 24: Lista de variables en la pestaña General

General	Unidades
Distribución de la energía generada	kWh

Tabla 25: Lista de variables de la ficha Fotovoltaica

Fotovoltaico	Unidades
Energía generada por la fotovoltaica por superficie	kWh/m ²
Energía fotovoltaica generada	kWh

Tabla 26: Lista de variables de la ficha Calor solar

Calor solar	Unidades
Energía generada por la energía solar térmica por superficie	kWh/m ²
Energía solar térmica generada	kWh

Tabla 27: Lista de variables de la ficha de la turbina de aire

Turbina de aire	Unidades
Energía eólica generada por KW instalado	kWh/kW

3.5 Mejoras

El módulo de mejoras es el primer paso de la creación del pasaporte de renovación del edificio, este módulo contiene una lista de mejoras del edificio definida por una detallada hoja de medidas con el objetivo principal de proponer al usuario una serie de actuaciones que puede implementar en el edificio para reducir los consumos de energía y agua y mejorar la calidad del aire interior.

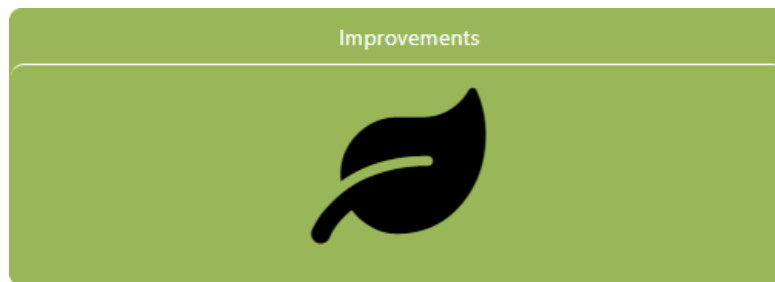


Figura 40: Módulo de mejoras

Este módulo está dividido en 3 secciones secuenciales:

- KPI para mejorar
- Selección de hojas de medida
- Lista final de mejoras.

KPI a mejorar: Una selección de KPIs que el usuario quiere ver mejorados en el edificio, estos KPIs son los que se muestran en el módulo de resultados por lo que esta decisión se puede hacer comparando y analizando el KPI monitorizado y el simulado. Los KPI se muestran y organizan por pilares (Energía, Agua, IAQ, Envolvente y Autoconsumo) como se muestra en la imagen inferior.

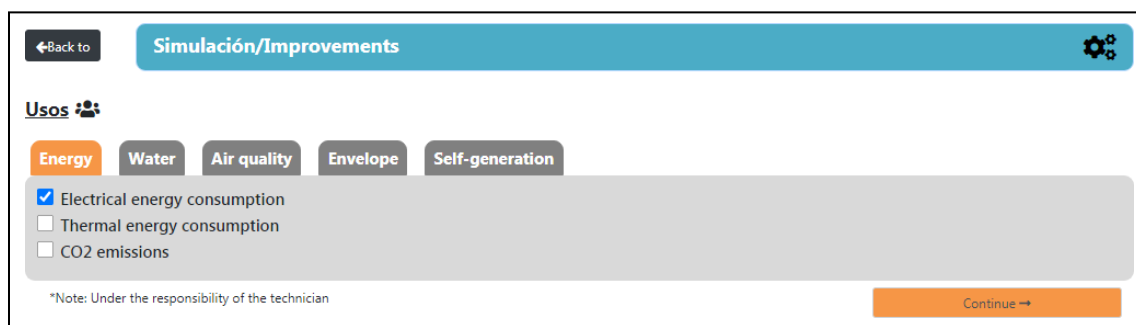


Figura 41: Pantalla de selección de indicadores de mejora

Selección de hojas de medidas: En base a la selección realizada por el usuario, la plataforma propondrá una serie de mejoras agrupadas por la siguiente estructura:

- Unidad de contenido
 - Enfoque.
 - Grupos de medida.
 - Categoría de la medida.

El primer nivel en la estructura es la unidad de contenido, hay tres Eficiencia energética, Consumo de agua y Calidad del aire interior, en la plataforma se muestran en pestañas.



Figura 42: Unidades de contenido en el módulo de mejora

Dentro de cada unidad de contenido el segundo nivel es el "Enfoque" se puede encontrar

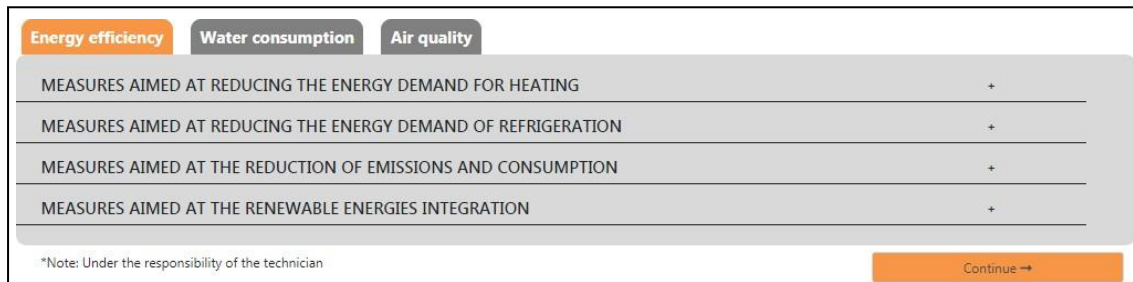


Figura 43: Enfoques en el módulo de mejora

Dentro de cada enfoque hay una lista de mejoras representadas a través de una tabla filtrable compuesta por las otras dos agravaciones, Grupos y Categorías y la Descripción de cada mejora seguida del enlace ("Ver más") a cada hoja de medidas.

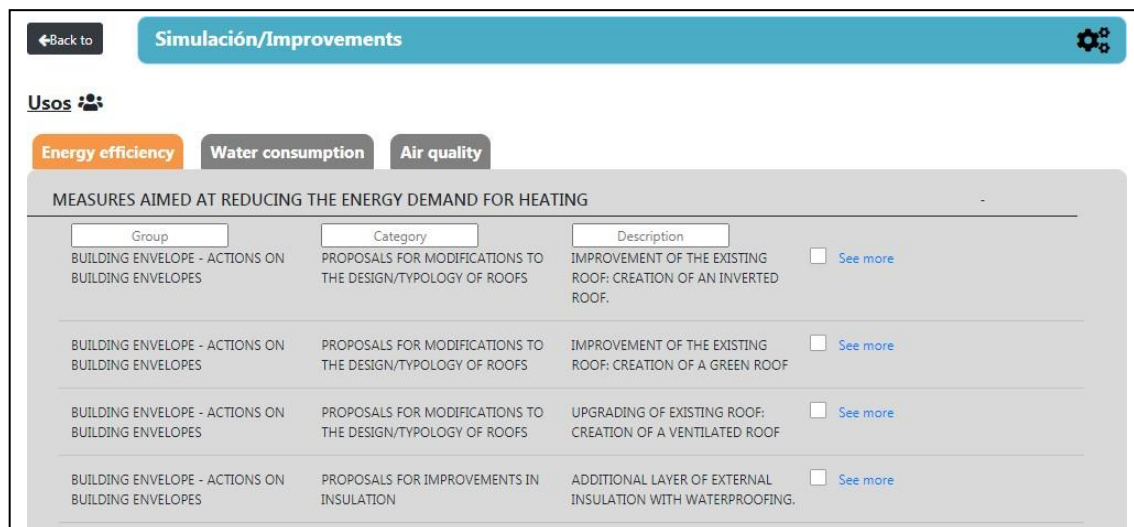


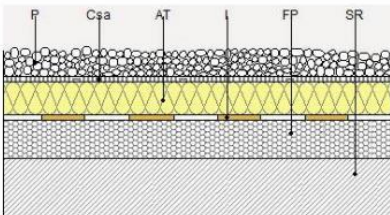
Figura 44: Grupo y categoría de las mejoras seleccionadas

La hoja de medidas contendrá una breve descripción de la mejora, así como una explicación técnica más detallada para implementar la mejora en el edificio real y conocer las bases para recrear a través de la plataforma. También contendrá un impacto energético aproximado y el presupuesto de la mejora. Todo irá acompañado de imágenes que ayuden a entender la mejora.

LEVEL OF EFFICIENCY (HIGH, MEDIUM or LOW)
 Repercussion or expected impact of the measure in term of improving the performance of the building's energy efficiency.
HIGH: EXAMPLE: Installation of solar panels on the roof
LOW: EXAMPLE: Planting a tree next to the building
MEDIUM: Rest of the interventions

LEVEL: HIGHT
DESCRIPTION: THERE IS A HIGH LEVEL OF IMPROVEMENT DUE TO INCREASED ROOF INSULATION, IMPROVING BOTH HEATING AND COOLING DEMAND OVER A LARGE AREA OF THE ENVELOPE.
% EXPECTED SAVINGS WITH THE MEASURE APPLICATION (approximate value): 15-20%.

IMAGES AND GRAPHIC DIAGRAMS
 Drawings or representative images of the measure.




P: Protection.
Csa: Separating layer under protection.
AT: Thermal insulation.
I: Waterproofing.
FP: slope-providing layer
SR: Resistant support.

Image taken form the Website: Generador de Precios de Cype.

Figura 45: Ejemplo de información de la hoja de medidas

Lista de mejoras finales: Es la última selección realizada por el usuario y representa las mejoras a aplicar en el edificio para conseguir con éxito el pasaporte de renovación.

Usos 

Approach	Group	Category	Description
MEASURES AIMED AT REDUCING THE ENERGY DEMAND FOR HEATING	ENVELOPE- ACTIONS ON VERTICAL ENVELOPES	PROPOSALS FOR INSULATION IMPROVEMENTS ON THE OUTSIDE	INSULATION PROJECTION FROM THE OUTSIDE OF THE BUILDING
MEASURES AIMED AT THE REDUCTION OF EMISSIONS AND CONSUMPTION	FACILITIES-ACTIONS ON FACILITIES AND SYSTEMS	PROPOSALS FOR THE IMPROVEMENT OF THE PERFORMANCE OF THE FACILITIES	REPLACE OLD FLUORESCENT T-8 OR EVEN T-5 FIXTURES BY LED
MEASURES AIMED AT THE REDUCTION OF EMISSIONS AND CONSUMPTION	FACILITIES-ACTIONS ON FACILITIES AND SYSTEMS	PROPOSALS FOR THE IMPROVEMENT OF THE PERFORMANCE OF THE FACILITIES	REPLACE INCANDESCENT LIGHTS BY LED

*Note: Under the responsibility of the technician

Continue →

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio Nº16 "Elección de mejoras en la construcción" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

3.6 Alertas

El módulo de alertas avisará a los usuarios cuando un valor monitorizado o KPI se haya desviado más allá de los límites predefinidos. En este módulo, solo se mostrarán las alertas activadas y se indicarán con un número en cada pilar.

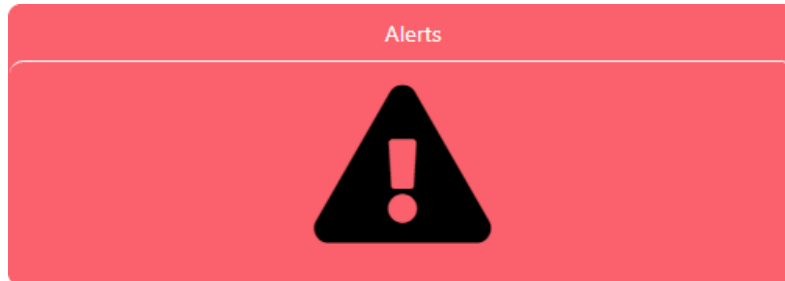


Figura 46: Módulo de alertas

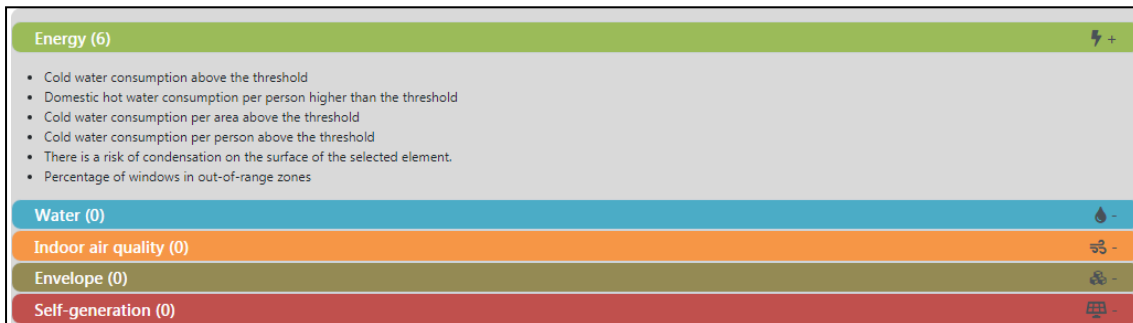


Figura 47: Pantalla de alertas con los mensajes correspondientes

3.7 Documentación

Este módulo contiene documentos sobre el proyecto, la plataforma y el estado del arte que agrupan información sobre la gestión de edificios en materia de energía, agua y calidad del aire interior.

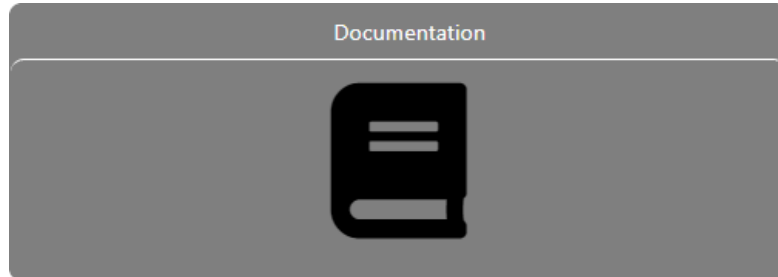


Figura 48: Módulo de documentación

Además, en esta sección podemos encontrar manuales para el uso de la plataforma y manuales para el correcto uso de los softwares utilizados para realizar la geometría. Por otro lado, podemos encontrar manuales y fichas de uso de los motores utilizados para la generación de resultados por la plataforma.

4 ESCENARIOS DE RENOVACIÓN

Un escenario de renovación es básicamente una copia de la simulación del edificio real o el gemelo digital del edificio en su estado real donde el usuario puede modificar el gemelo digital sin temor a modificar el trabajo realizado en el modelo original. El objetivo principal de esta funcionalidad es modificar el modelo original con las mejoras propuestas y seleccionadas en el módulo de mejoras.

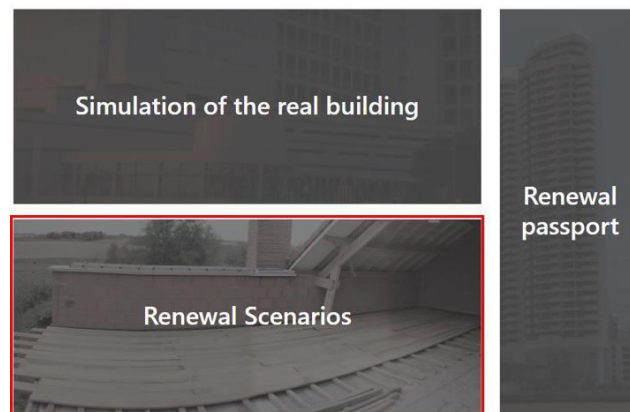


Figura 49: Escenarios de renovación en la sección principal de la plataforma

Un usuario puede crear tantos escenarios de renovación como quiera y hacer pruebas con ellos si lo considera, el procedimiento para crear un nuevo escenario es sencillo y cuando se hace, la plataforma creará una copia del estado actual del edificio en la sección "Simulación del edificio real". Esto implica que un usuario puede tener muchos escenarios pero los primeros pueden estar basados en una versión antigua del gemelo digital del edificio.
















Scenarios	Created	Modified	Comments	
LED + Insulation	27/07/2021 9:12:13			  
TEST	27/07/2021 12:13:39		This is a test	  
led+ insulation test	29/07/2021 14:01:37	29/07/2021 14:01:49	vdbdfghgergr	  
copia	30/07/2021 12:31:45			  
prueba	06/09/2021 11:28:12			  

Figura 50: Lista de escenarios de renovación

Dentro de un escenario, la funcionalidad es la misma que la "Simulación del edificio real", excepto el módulo de mejoras que sólo mostrará una lista con las mejoras seleccionadas en el modelo original donde el usuario puede hacer una selección final si lo considera.



Figura 51: Menú principal del escenario de renovación

Estos conceptos pueden aplicarse a través del ejercicio N°17 "Creación de escenarios de renovación" del "Manual de ejercicios prácticos - Hospital Sudoe 4.0".

5 PASAPORTE DE RENOVACIÓN

El "Pasaporte de renovación de edificios hospitalarios" es un procedimiento para definir estrategias de adaptación y renovación de cada edificio con el fin de maximizar su eficiencia energética y su uso. Estas propuestas de intervención, al estar centradas en el "gemelo digital" del edificio, servirán para realizar estudios de viabilidad técnica y económica de dichas actuaciones y tener una idea del retorno y rentabilidad de las inversiones.

Con este punto de partida, se establecerá una estrategia para actualizar el edificio en todos los aspectos analizados, con el objetivo final de convertirlo en un edificio de eficiencia energética e hídrica casi nula.

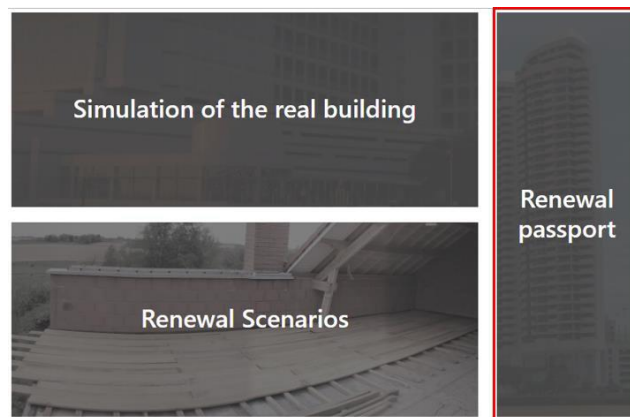


Figura 52: Escenarios de renovación en la sección principal de la plataforma

La plataforma ha sido diseñada con este propósito a través del módulo de mejoras en la "Simulación del edificio real" proponiendo una lista de mejoras de consumo de energía y agua y de IAQ. Entonces en los "Escenarios de renovación" aquellas mejoras que eran simuladas sobre el modelo original, ahora en el "Pasaporte de renovación" se comparan los resultados del modelo original y los resultados del modelo mejorado para estudiar la viabilidad técnica y económica de la aplicación de esas mejoras.

Además, se incluye un apartado para añadir los comentarios técnicos pertinentes sobre la implantación de las mejoras, así como un calendario de actuaciones para indicar el orden de cada una si se desea y el coste estimado si se conoce.

Description	Start date	End date	Estimated cost	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	X
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	X
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	X

[Add Update+](#)

Insert operator comments

Figura 53: Las opciones de configuración del pasaporte de renovación

El pasaporte de renovación es un documento que consta de 6 páginas y una serie de anexos que contienen las hojas de medidas de la selección final de mejoras. Las dos primeras páginas son la portada y el índice del documento.

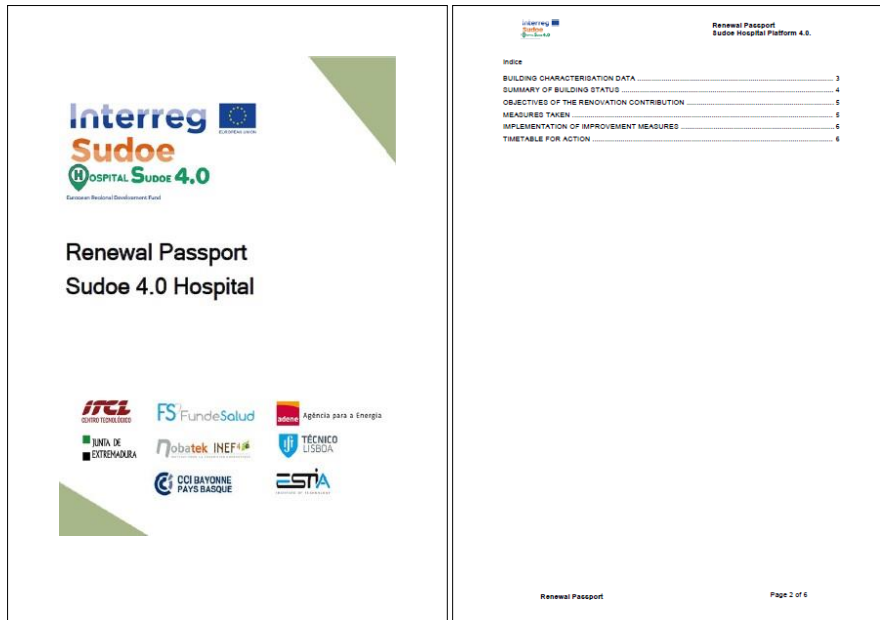


Figura 54: Portada y tabla de contenidos del pasaporte de renovación

En las siguientes páginas se remiten a más datos técnicos sobre el edificio real y las simulaciones.

Datos generales: Esta página incluye información general sobre el modelo original del edificio, se puede dividir en 4 partes.

- **Datos de caracterización del edificio:** en este apartado del pasaporte de renovación se introduce información sobre la superficie del edificio, los consumos anuales, la energía autogenerada y el CO2 emitido


BUILDING CHARACTERISATION DATA		
Name of the building	Annual energy consumption	345387,4865 kWh
	Total floor area	235,0900 m²
Prueba nombre	Annual electricity consumption	28287,8585 kWh
	Annual thermal energy consumption	317099,6280 kWh
	Annual water consumption	5294,5440 m³
	Annual self-generated energy	kWh
	CO2 emitted annually	80953,5200 KgCO2

Figura 55: Datos de caracterización del edificio

- **Consumo de energía para satisfacer la demanda de calefacción:** comparación mensual entre la demanda de calefacción y la generación real de calefacción en el edificio

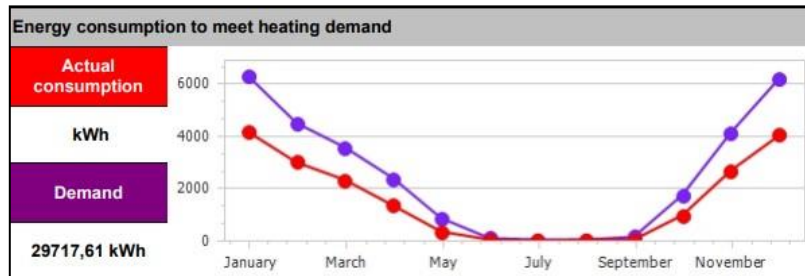


Figura 56: Demanda de calefacción frente a consumo de refrigeración

- **Consumo de energía para satisfacer la demanda de refrigeración:** comparación mensual entre la demanda de refrigeración y la generación real de refrigeración en el edificio

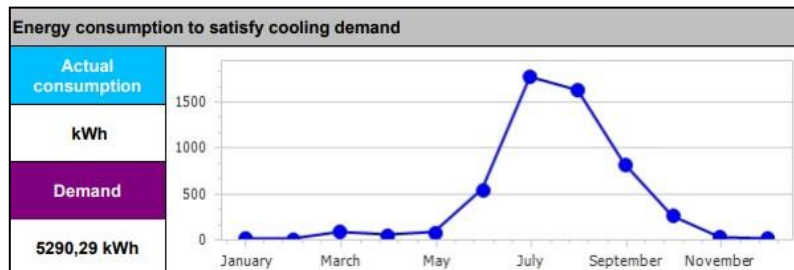


Figura 57: Demanda de refrigeración frente a consumo de refrigeración

- **Consumo de agua:** consumo mensual de agua en metros cúbicos.

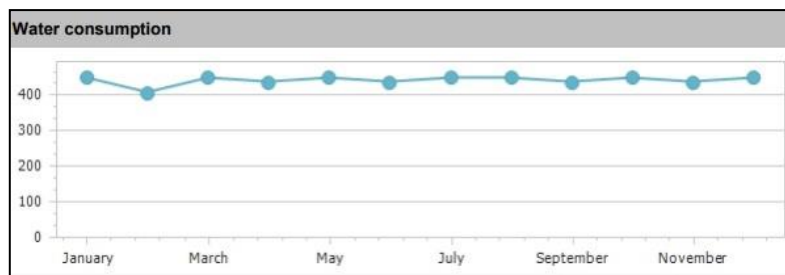


Figura 58: Consumo anual de agua

Resumen del estado del edificio: Al igual que los datos generales, esta página muestra, en valores anuales, los KPI más importantes leídos en el seguimiento del edificio, y los distribuye a través de los 5 pilares del proyecto.



SUMMARY OF BUILDING STATUS		
ENERGY		
	Annual electricity consumption per floor area	120,33 kWh/m ²
	Annual thermal consumption per floor area	1348,84 kWh/m ²
	Annual CO2 emissions per surface area	344,35 kgCO ₂ /m ²
WATER		
	Water consumption per person	0,1379 m ³ /pers
	Domestic Hot Water Consumption per person	0,1231 m ³ /pers
	Cold water consumption per person	0,0148 m ³ /pers

Figura 59: Resumen del estado del edificio

Objetivos del pasaporte de renovación y medidas adoptadas Esta página muestra los objetivos del pasaporte de renovación y las medidas que el usuario ha seleccionado finalmente en el escenario de renovación.

OBJECTIVES OF THE RENOVATION CONTRIBUTION	
The Passport for the renovation of hospital buildings is a manual of procedures for designing strategies for the structural adaptation of these buildings in order to achieve maximum energy efficiency in the quest for the nZEB (Near Zero Energy Efficiency Building). The programme of interventions proposed in the passport is based on the original architectural design of its facilities, the comparison with the projected consumptions with respect to the current consumptions and the potential incorporation of technical and technological innovations.	
MEASURES TAKEN	
X	REPLACE INCANDESCENT LIGHTS BY LED

Figura 60: Objetivos del pasaporte de renovación y medidas adoptadas

Aplicación de las medidas de mejora y calendario de actuación En esta sección del pasaporte de renovación, los principales KPI del edificio de referencia se compararán con los del escenario de renovación y también se mostrará un porcentaje de mejora para cada sección después de introducir las medidas adecuadas.

IMPLEMENTATION OF IMPROVEMENT MEASURES					
SIMULATION RESULTS					
	Energy	Water	Air quality	Envelope	Renewables
Scenario	1426,72 kWh/m ²	22,5213 m ³ /m ²	0,18 %	50,7497 kWh/m ²	0,0 %
Reference	989,62 kWh/m ²	22,5213 m ³ /m ²	0,18 %	51,8160 kWh/m ²	0,0015 %
% Improvement	44,17 %	0,0 %	0,0 %	-2,06 %	-100,0 %

Figura 61: Aplicación de medidas de mejora

En la misma página se muestra la tabla de tiempos de actuación que indica detalladamente la ejecución de cada una de las medidas de renovación especificadas en el pasaporte junto con el coste estimado de su ejecución, en función de la información introducida por el usuario

TIMETABLE FOR ACTION			
Timetable Description			
Description	Start date	End date	Estimated cost
led +insulation	08/10/2021	31/12/2021	27,0000 €

Figura 62: Calendario de actuación

La parte final del pasaporte contendrá una serie de anexos con descripciones detalladas de las mejoras introducidas, así como explicaciones y presupuestos.

DESCRIPTION OF THE MEASURE
<p>It will be included a text which technically describes the measure and its main components. Example: External thermal insulation system type SATE composed of ...</p> <p>IMPROVEMENT OF EXISTING ROOF: CREATING INVERTED ROOF.</p> <p>Sub structure (support): existing base/structure and ceramic brick. Insulation: extruded polystyrene (XPS). External surface (lagging): gravel.</p>
CHARACTERIZATION OF ITS MAIN TECHNICAL PARAMETERS
<p>It will be included the main technical parameters that characterize the solution and allow that it could be included in the simulations of the H.SUDOE platform. Example: dimensions, insulation values, conductivity ... etc.</p> <p>Complete demolition of a flat non-trafficable roof, with a protection layer composed by 10 cm of gravel; with a pneumatic hammer, without affecting the stability of the adjacent construction elements, and manual loading on a truck or container. The price includes the demolition of all the layers which form the roof, including the slope-providing layer and the demolition of the drains.</p> <p>Flat crossable roof, non-ventilated, with fixed screed, inverted type, slope between 1% to 5%, for private pedestrian traffic, formed by: slope-providing layer: expanded clay, dry poured and consolidated on the surface with cement grout, with an average thickness of 10 cm, finished with a 4 cm thick layer of industrial cement mortar regularization (M-5); separating layer under waterproofing: nonwoven geotextile composed of needle-punched polyester fibers, (300 g/m²); unbonded single-layer waterproofing: flexible PVC-F waterproofing sheet, (fv), 1.2 mm thick, with fiberglass veil reinforcement, and weatherproof, fixed at overlaps and edges by thermoplastic welding; separating layer under insulation: non-woven geotextile composed of needle-punched polyester fibers, (300 g/m²); thermal insulation: rigid extruded polystyrene panel, smooth surface and half-timbered side machining, 40 mm thick, compressive strength >= 300 kPa; separating layer under protection: nonwoven geotextile composed of needle-punched polyester fibers, (200 g/m²); protection layer: stoneware ceramic with a rustic finish, 20x20 cm, laid in thin bed with normal-setting cementitious adhesive, C1 gray, on regularization layer of industrial cement mortar, M-5, grouted with cementitious joint mortar type CG 2, white color, for joints between 2 to 15 mm.</p> <p>NOTE: existing waterproof sheet, condensations, drainage and constructive details.</p>

Figura 63: Descripción de una hoja de medidas seleccionada