European Commission

JRC TECHNICAL REPORTS

Indicador 3.1 de Level(s): Consumo de agua en la fase de uso

Manual del usuario: Información introductoria, instrucciones y orientaciones

(versión 1.1)

Shane Donatello, Mauro Cordella,
Nicholas Dodd (JRC, Unidad B.5)

Enero de 2021

Comisión Europea
Centro Común de Investigación
Dirección B: Crecimiento e Innovación
Unidad 5: Economía Circular y Liderazgo Industrial

Información de contacto
Shane Donatello
Dirección: Edificio Expo. C/ Inca Garcilaso, 3. E-41092 Sevilla (España)
Correo electrónico: jrc-b5-levels@ec.europa.eu

https://ec.europa.eu/jrc
https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau/product-groups/412/home

Aviso legal
Esta publicación es un informe «Science for Policy» del Centro Común de Investigación, el servicio científico interno de la Comisión Europea. Su objetivo consiste en prestar apoyo científico basado en pruebas para el proceso europeo de elaboración de políticas. Los resultados científicos que figuran en esta publicación no reflejan un posicionamiento político de la Comisión Europea. Ni la Comisión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre son responsables del uso que pudiera hacerse de esta publicación.

Cómo citar: Donatello, S.; Dodd, N. y Cordella, M.: Indicador 3.1 de Level(s): *Consumo de agua en la fase de uso. Manual del usuario: Información introductoria, instrucciones y orientaciones* (versión 1.1).

Título
Indicador 3.1 de Level(s): *Consumo de agua en la fase de uso. Manual del usuario: Información introductoria, instrucciones y orientaciones* (versión 1.1).

Resumen

Level(s), diseñado como marco común de la UE de indicadores básicos para evaluar la sostenibilidad de edificios residenciales y de oficinas, puede aplicarse desde las primeras fases del diseño conceptual hasta el fin de la vida útil previsto para el edificio. Además de estudiar el comportamiento medioambiental, que es su principal objetivo, también permite evaluar otros aspectos importantes relacionados con el comportamiento mediante indicadores y herramientas relativos a la salud y el bienestar, el coste del ciclo de vida y los posibles futuros riesgos para el comportamiento.

El objetivo de Level(s) es ofrecer una terminología común para hablar sobre la sostenibilidad de los edificios. Esta terminología común debería permitir la adopción de medidas a nivel de edificio que puedan contribuir claramente a la consecución de objetivos más generales de la política medioambiental europea. Está estructurado de la siguiente manera:

1. Macroobjetivos: un conjunto global de seis macroobjetivos para el marco Level(s) que contribuyen a la consecución de los objetivos de las políticas de la UE y de los Estados miembros en ámbitos como la energía, el uso de materiales, la gestión de residuos, el agua y la calidad del aire en interiores.
2. Indicadores básicos: un conjunto de dieciséis indicadores comunes, además de una metodología de análisis del ciclo de vida (ACV) simplificada, que pueden usarse para medir el comportamiento de los edificios y su contribución a cada macroobjetivo.

Además, el marco Level(s) tiene como finalidad promover un enfoque que abarque todo el ciclo de vida. Guía a los usuarios desde un enfoque inicial centrado en aspectos individuales del comportamiento de los edificios hacia una perspectiva más holística, con el objetivo de ampliar el uso de los métodos de análisis del ciclo de vida (ACV) y de análisis del coste del ciclo de vida (ACCV) en Europa.

Índice

Índice 1
La estructura del documento Level(s) 2
Cómo funciona este manual del usuario sobre los indicadores 3
Términos y definiciones técnicos utilizados 4
Información introductoria 5
Instrucciones sobre cómo utilizar los indicadores en cada nivel 7
Instrucciones para el nivel 1 7
Instrucciones para el nivel 2 10
Instrucciones para el nivel 3 13
Orientaciones e información adicional para utilizar el indicador 15
Para utilizar el nivel 1 15
L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 1: Reducir la demanda de agua de los sanitarios 15
L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 2: La importancia relativa de la escasez de agua regional 16
L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 3: Considerar la recogida de aguas pluviales y la reutilización de aguas grises 18
L1.4. Lista de comprobación del concepto 4: Zonas con vegetación eficientes en el consumo de agua 24
L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 5: Posibles planes de medición 26
Para utilizar el nivel 2 28
L2.2. Paso 3: Rellenar las casillas de las columnas G e I: 28
L2.2. Paso 4: (opcional) Estimar los requisitos mínimos para el agua de riego 29
L2.2. Paso 5: Entradas de la recogida de aguas pluviales y la reutilización de aguas grises 31
L2.2. Paso 7: Comparación de los resultados de diferentes opciones 32

La estructura del documento Level(s)

Manual del usuario n.º 1
Presentación del marco común

Orientación e información para posibles usuarios de Level(s)

1. **Cómo se puede utilizar Level(s)**
2. **La terminología común de la sostenibilidad**
3. **Cómo funciona Level(s)**

Notas de la explicación: **Reflexiones sobre sostenibilidad**

- Ciclo de vida completo y pensamiento circular
- Reducción de las deficiencias de comportamiento
- Cómo conseguir una reforma sostenible
- Cómo puede influir la sostenibilidad en el valor

Manual del usuario n.º 2
Puesta en marcha de un proyecto

Planifique el uso de Level(s) en su proyecto y complete la descripción del edificio.

1. **Defina el plan del proyecto**
2. **Complete la descripción del edificio**

Manual del usuario n.º 3
Manuales del usuario sobre los indicadores

Instrucciones detalladas y orientaciones sobre cómo usar cada indicador

1.1. **Eficiencia energética en la fase de uso**
1.2. **Potencial de calentamiento global del ciclo de vida**

2.1 **Estado de mediciones, materiales y vidas útiles**
2.2. **Residuos y materiales de construcción y demolición**
2.3. **Diseño con fines de adaptabilidad y reforma**
2.4. **Diseño con fines de deconstrucción, reutilización y reciclado**

3.1. **Consumo de agua en la fase de uso**

4.1. **Calidad del aire en interiores**
4.2. **Tiempo fuera del intervalo de bienestar térmico**
4.3. **Iluminación y bienestar visual**
4.4. **Acústica y protección contra el ruido**

5.1. **Protección de la salud y el bienestar térmico de los ocupantes**
5.2. **Mayor riesgo de fenómenos meteorológicos extremos**
5.3. **Desagüe sostenible**

6.1. **Coste del ciclo de vida**
6.2. **Creación de valor y exposición al riesgo**

Gráfico 1. La estructura del documento Level(s)

Cómo funciona este manual del usuario sobre los indicadores

Level(s) es un marco de indicadores básicos de sostenibilidad que puede aplicarse a proyectos de construcción para informar sobre su comportamiento y para mejorarlo. La documentación que lo acompaña se ha concebido para que sea accesible para todos los agentes que pueden participar en este proceso.

Si este es su primer acercamiento a la evaluación de la sostenibilidad de los edificios, le recomendamos que lea la **primera parte del manual del usuario de Level(s)**. Esto lo ayudará a familiarizarse con los conceptos básicos en que se basa Level(s) y a descubrir cómo puede aplicarse a un proyecto de construcción.

Si aún no ha preparado su proyecto de construcción para utilizar Level(s), incluidos el plan de proyecto y la descripción del edificio, entonces le recomendamos que lea la **segunda parte del manual del usuario de Level(s)**.

Este manual del usuario sobre los indicadores forma parte de la tercera parte del manual del usuario de Level(s), en la que encontrará las instrucciones sobre cómo utilizar los indicadores. Está diseñado para ayudarlo a aplicar el indicador que haya elegido a un proyecto de construcción. Lo ayudará a hacerlo de la siguiente manera:

- **Información introductoria:** En esta sección se ofrece una síntesis del indicador, que incluye:
  - ✓ por qué podría ser aconsejable utilizarlo para medir el comportamiento,
  - ✓ qué mide,
  - ✓ en qué fases de un proyecto puede utilizarse,
  - ✓ la unidad de medida y
  - ✓ el método de cálculo y normas de referencia pertinentes.
- **Instrucciones sobre cómo utilizar los indicadores en cada nivel**: En esta sección se indican:
  - ✓ instrucciones paso a paso para cada nivel,
  - ✓ qué se necesita para realizar una evaluación,
  - ✓ una lista de comprobación de los conceptos de diseño (en el nivel 1) y
  - ✓ los formatos de notificación.

  Las instrucciones a menudo hacen referencia a las orientaciones y a la sección de información adicional, la cual se encuentra después de las instrucciones.
- **Orientaciones e información adicional para utilizar el indicador**: En esta sección se proporciona más información general y orientaciones para ayudarlo a seguir pasos específicos de las instrucciones, incluidos los conceptos de diseño introducidos en el nivel 1 y los pasos prácticos para calcular o medir el comportamiento en los niveles 2 y 3. Contienen referencias cruzadas a pasos específicos de las instrucciones de los niveles 1, 2 o 3.

Este manual del usuario sobre los indicadores está estructurado de tal manera que, una vez que se familiarice con el uso del indicador y sepa cómo trabajar con él, ya no deberá remitirse a las orientaciones y la información general, sino solo trabajar directamente con las instrucciones del nivel de su elección.

Términos y definiciones técnicos utilizados

Término	Definición
Fachada verde	Una estructura vertical en la que se apoya, directa o indirectamente, el crecimiento de plantas trepadoras o colgantes hacia arriba o hacia bajo de la estructura. El medio de cultivo para las plantas trepadoras es en el suelo y para las plantas colgantes, en jardineras.
Tejado verde	Un paisaje con vegetación instalado en la superficie de un tejado en formato suelto o modular. Además, los tejados verdes pueden clasificarse en extensivos, semiintensivos o intensivos en función de la profundidad del sustrato instalado y la vegetación sembrada.
Pared verde	Una estructura vertical que normalmente está equipada con paneles modulares sembrados previamente que contienen medios de cultivo destinados a la pared.
Aguas grises	Aguas residuales domésticas, salvo las aguas residuales procedentes de los retretes y los urinarios. Este término suele aplicarse a las aguas residuales provenientes de fregaderos, lavabos, duchas, bañeras, lavadoras y lavavajillas. Puede utilizarse una subdivisión en «aguas grises ligeras» para las aguas residuales domésticas de duchas, bañeras y lavabos, debido a sus cargas orgánicas inherentemente más bajas.
Irrigación	La práctica de suministrar agua a una superficie de tierra a través de tuberías, aspersores o canales para que crezca la vegetación.
Agua potable	Agua que, en su estado original o después del tratamiento, es saludable y limpia y, por consiguiente, apta para el consumo humano, por ejemplo, para beber, cocinar, preparar alimentos y otros fines domésticos. El término puede considerarse como sinónimo de «agua bebible».
Recogida de aguas pluviales	La recolección y el almacenamiento de aguas pluviales para satisfacer total o parcialmente la demanda de agua actual y futura. Las aguas pluviales suelen recogerse de los tejados, pero también pueden recolectarse de otras superficies de suelo impermeable o permeable en función del riesgo de contaminación y el uso final previsto.

Información introductoria

¿Por qué utilizar este indicador para medir el comportamiento?

Alrededor del 21 % de toda el agua abstraída en la UE se utiliza para el suministro público, la mayor parte del cual se usa en edificios. Por término medio, cada ciudadano de la UE utiliza 160 litros de agua al día. La tendencia hacia poblaciones urbanas más grandes está ejerciendo una presión más intensa sobre el suministro de agua en las zonas urbanas. Asimismo, el consumo de agua es un coste operativo para los propietarios y los usuarios de edificios.

Un menor consumo de agua reducirá los impactos medioambientales incorporados del suministro de agua en el lugar en que se solicita (por ejemplo, los derivados de la abstracción, el tratamiento y el bombeo de agua a través de la red de distribución). En el caso del agua caliente, una mayor eficiencia también genera ahorros de energía significativos para los consumidores. Un uso más eficiente del agua reducirá la presión sobre los recursos de agua dulce, especialmente en las cuencas hidrográficas que experimentan una escasez de agua continua o estacional. En las zonas en que la desalinización es necesaria para el suministro de agua (especialmente en el sur de Europa), los beneficios en materia medioambiental y de costes del uso eficiente del agua son considerablemente mayores porque se necesita mucha más energía para tratar esas aguas.

Por consiguiente, los objetivos de este indicador son:

- permitir que los usuarios comprendan las principales fuentes de consumo de agua asociadas con su edificio,
- ser consciente de la importancia relativa de la escasez de agua en la región en la que está ubicado el edificio,
- ser capaz de estimar los posibles ahorros de agua en el diseño de los edificios debidos a la recogida de aguas pluviales y la reutilización de aguas grises,
- ser capaz de estimar los posibles ahorros de agua en el acondicionamiento de los edificios debidos a la elección de accesorios/dispositivos sanitarios eficientes en el consumo de agua, y
- evaluar y optimizar el posible impacto de la irrigación de las zonas con vegetación.

¿Qué mide?

Se mide el consumo total de agua de un ocupante promedio de un edificio, y ofrece la posibilidad de dividir este valor en agua potable y no potable.

¿En qué fase de un proyecto?

Nivel	Actividades relacionadas con el empleo del indicador 3.1
1. Diseño conceptual (siguiendo los principios de diseño)	✓ En la fase de diseño conceptual, se proporciona información para promover el debate y la toma de decisiones en relación con el proyecto acerca de los aspectos que afectarán directa o indirectamente el consumo de agua, especialmente de agua potable, durante el uso del edificio.
2. Diseño detallado y construcción (sobre la base de cálculos, índices de consumo y tasas de ocupación)	✓ Durante las fases de diseño detallado y de construcción, puede calcularse la influencia de las distintas características de diseño y las compras de diferentes dispositivos sobre las estimaciones del consumo de agua en la fase de uso, utilizando la calculadora del consumo de agua de Level(s) en formato Excel.
3. Comportamiento según la construcción y en uso (sobre la base de las especificaciones de los productos, el seguimiento y la medición)	✓ Sensibilización e información con respecto a las características de diseño circular y su posible valor futuro.

Unidad de medida

El consumo de agua durante la fase de uso del ciclo de vida de un edificio se mide en unidades de **m^3 por ocupante y por año**, lo que permite realizar una comparación con edificios de distintos tamaños y tasas de ocupación.

Límites del sistema

El indicador se centra en la fase B7 (consumo de agua durante el funcionamiento) del ciclo de vida de un edificio, según la norma EN 15978. Incluye el agua utilizada dentro del edificio (por ejemplo, para beber, saneamiento, calefacción, refrigeración, ventilación y humidificación) y fuera de él (por ejemplo, la irrigación de las zonas con vegetación, las fuentes, etc.) siempre que los usos en exteriores entren dentro del perímetro de la zona del edificio.

Alcance

El margen para realizar estimaciones del consumo de agua en la fase de uso en el marco de la notificación del nivel 2 varía ligeramente en función del tipo de edificio.

Cuadro 1. Comparación de márgenes para edificios residenciales y de oficinas

	Edificios residenciales	**Edificios de oficinas**
Sanitarios	Aseos, grifos de los cuartos de baño, duchas, bañeras y grifos de la cocina.	Aseos (incluidos los urinarios), grifos de los cuartos de baño, duchas y grifos de las cocinas pequeñas.
Electrodomésticos que utilizan agua	Lavavajillas y lavadoras	-
Otros*	Irrigación	Irrigación, limpieza de suelos, limpieza de ventanas

Para obtener lecturas reales de los contadores para la notificación del nivel 3, se medirán todas las fuentes de consumo de agua de la red principal y existe la posibilidad de tener en cuenta el consumo de otras fuentes, tales como la abstracción de pozos *in situ*, las aguas pluviales recogidas y las aguas grises reutilizadas. Debe prestarse atención a las tasas de ocupación, ya que cualquier imprecisión aquí afecta directamente los resultados para la unidad de medida utilizada.

Método de cálculo y normas de referencia

El cálculo utilizado para el nivel 2 se define en una hoja de cálculo de Excel personalizada[1]. La hoja de Excel se rellena con tasas de ocupación y valores predeterminados para el consumo de agua de distintos electrodomésticos que utilizan agua y accesorios/dispositivos sanitarios. Estos valores predeterminados deben utilizarse en los casos en que los usuarios no dispongan de datos específicos que introducir. Las mediciones del nivel 3 deben tomarse de las lecturas reales de los contadores de agua y deben realizarse estimaciones de las tasas de ocupación reales.

[1] Véanse los documentos específicos del indicador 3.1 (archivo Word con instrucciones y orientaciones adicionales) y el archivo Excel para la entrada de datos en: https://susproc.jrc.ec.europa.eu/product-bureau//product-groups/412/documents.

Instrucciones sobre cómo utilizar los indicadores en cada nivel

Instrucciones para el nivel 1

L1.1. Finalidad del nivel 1

El nivel 1 se centra en hacer que el lector tome conciencia de los cinco aspectos de suma importancia para reducir y optimizar el consumo de agua en la fase de uso, independientemente de si tiene la intención de realizar estimaciones en el nivel 2 o de notificar lecturas reales de los contadores en el nivel 3. Los usuarios deben describir brevemente cómo se han tenido en cuenta (o no) estos aspectos del nivel 1 durante los debates y la toma de decisiones en la fase de diseño conceptual en un cuadro de síntesis proporcionado en L1.4.

L1.2. Instrucciones paso a paso

Estas instrucciones deben leerse junto con las orientaciones técnicas para el nivel 1 y la información complementaria que las acompañan (véase la página 13).

1. Consultar la lista de comprobación de la sección L1.4 de los conceptos de diseño con fines de eficiencia hídrica y leer las descripciones generales contenidas en las orientaciones técnicas del nivel 1.
2. En el equipo de diseño, examinar y determinar cómo los conceptos de diseño con fines de eficiencia hídrica pueden introducirse en el proceso de diseño.
3. Una vez que se finalice el concepto de diseño con el cliente, registrar los conceptos de diseño con fines de eficiencia hídrica que se han tenido en cuenta utilizando el formato de notificación de L1 (véase L1.5).

L1.3. ¿Quién debe participar y cuándo?

En la fase de diseño conceptual, los agentes principales serían el arquitecto conceptual, el propietario del edificio y la autoridad de construcción pertinente que conceda el permiso para llevar a cabo las actividades de construcción o renovación. Si procede, debe participar un especialista en el diseño y la planificación de nuevas zonas con vegetación, tales como los tejados verdes y los jardines verticales (ya sea que trabaje directamente con el arquitecto o que sea subcontratado por él).

Especialmente para los proyectos de construcción más grandes, parte del proceso de obtención de licencias incluirá a la empresa de servicios hídricos correspondiente para garantizar que pueda establecerse una conexión con las redes principales de agua potable y de alcantarillado. Su participación puede ser necesaria incluso si ya se dispone de conexiones existentes. Por ejemplo, si la tasa de ocupación aumentará significativamente y si se necesitan o prevén conexiones de desbordamiento para las aguas grises y las aguas pluviales.

Más adelante en el proyecto y según proceda, el contratista y cualquier subcontratista especializado serán responsables de la adquisición de dispositivos/accesorios con un consumo de agua eficiente y del diseño y la instalación de sistemas de recogida de aguas pluviales, sistemas de reutilización de aguas grises, jardinería de las zonas con vegetación, sistemas de irrigación y cualquier medición hídrica adicional más allá de la conexión a la red principal.

L1.4. Lista de comprobación de los conceptos de diseño pertinentes

Los siguientes conceptos de diseño con fines de eficiencia hídrica han sido determinados a partir de las mejores prácticas y la bibliografía examinada por el Centro Común de Investigación para lograr un mejor comportamiento.

Concepto de diseño del nivel 1	Breve descripción
1. Especificación de los sanitarios eficientes en el consumo de agua	Considerar los rangos de comportamiento de diferentes opciones de sanitarios (por ejemplo, los caudales de los grifos y los cabezales de ducha en l/min, los volúmenes de descarga de los retretes en l/descarga, etc.). Consultar los sistemas de etiquetado nacionales o internacionales.

Concepto de diseño del nivel 1	Breve descripción
2. La importancia de la escasez de agua como motor para reducir la demanda de agua.	Verificar los datos relativos al índice de explotación del agua (WEI+) de la cuenca hidrográfica en que estará ubicado el edificio y compararlos con los de otras cuencas hidrográficas europeas. Cualquier valor WEI+ estival medio superior al 20 % debe marcarse como que la escasez de agua definitivamente es motivo de preocupación.
3. Examinar el potencial para utilizar agua no potable para sustituir la demanda de agua potable.	Considerar el potencial del edificio y el lugar para: – la recogida de aguas pluviales (por ejemplo, examinar el área de recogida disponible y los patrones de las precipitaciones) – la reutilización de las aguas grises (por ejemplo, analizar los usos pertinentes, tales como la descarga de los retretes y la irrigación, junto con las fuentes pertinentes de aguas grises, tales como las duchas y los lavabos de los cuartos de baño).
4. Zonas con vegetación eficientes en el consumo de agua	A la hora de evaluar si contar o no con zonas de vegetación en el lugar de la obra, tener en cuenta cómo los siguientes aspectos pueden reducir la demanda de agua de riego: – la elección de plantas de baja demanda de agua – el uso de técnicas eficientes de irrigación – estadificación de la vegetación y otros factores que puedan crear microambientes que reduzcan las velocidades de evaporación.
5. Plan de medición	Para instalar múltiples contadores en el lugar a fin de supervisar mejor en qué parte del edificio se consume el agua y cuantificar mejor la importancia de la irrigación y cualquier contribución de las aguas pluviales recogidas y las aguas grises reutilizadas al consumo total de agua.

L1.5. Formato de notificación

Concepto de diseño relacionado con el consumo de agua	¿Se ha abordado? *(sí/no)*	¿Cómo se ha incorporado al proyecto de construcción? *(proporcionar una breve descripción)*
1. Especificación de los sanitarios eficientes en el consumo de agua	Sí	Se ha especificado el uso de retretes de baja descarga con dos botones (descarga completa de 5 l y descarga parcial de 3 l) para sustituir los retretes originales con descarga de 7 l en los cuartos de baño. Se constató que todos los grifos originales de los cuartos de baño tienen un caudal de 12 l/min y serán sustituidos por grifos con un caudal máximo de 8 l/min.
2. Considerar la importancia de la escasez de agua en la cuenca hidrográfica en que está ubicado el edificio.	Sí	El proyecto de construcción está ubicado en la cuenca del río Ebro en España, que tuvo un valor WEI+ estival medio del 30,44 % durante los años 2002 a 2014. Según la herramienta Excel del Level(s), esta es la décima cuenca hidrográfica con mayor escasez de agua en Europa (de un total de 105). Por lo tanto, la escasez de agua definitivamente es un motor importante para reducir el consumo de agua.
3. Potencial de recogida de aguas pluviales y reutilización de aguas grises	Sí	La reutilización de aguas grises (procedentes de los lavabos de los cuartos de baño) solo se ha considerado para la irrigación. El potencial de recogida de aguas pluviales es bajo, pero todas las aguas pluviales que caigan en el tejado o las zonas pavimentadas se desviarán al colector para ser utilizadas como agua de riego.
4. Considerar los aspectos relativos a la eficiencia hídrica en las zonas con vegetación	Sí	El edificio incluirá un jardín interior con una zona de césped y flores, que se alimentará a través de un sistema de irrigación de circuito cerrado que también incluye una fuente y un elemento de agua zen. Se prevé la irrigación por aspersión durante las primeras

Concepto de diseño relacionado con el consumo de agua	¿Se ha abordado? *(sí/no)*	¿Cómo se ha incorporado al proyecto de construcción? *(proporcionar una breve descripción)*
		horas de la mañana, con temporización programable y controles de anulación manual. El perímetro exterior del lugar de la obra y el aparcamiento estarán rodeados de una frontera verde de arbustos nativos y árboles con baja demanda de agua adecuados para el clima local. Está prevista la instalación de riego por goteo para las subsuperficies en estas zonas. Se subcontratarán consultores especializados para el diseño detallado.
5. Considerar un plan de medición	Sí	Además de los contadores de facturación habituales para todo el edificio, se instalarán contadores separados para supervisar: i) los flujos de aguas grises al sistema de irrigación, ii) los flujos intermitentes de aguas pluviales al sistema de irrigación y iii) cualquier flujo de agua potable necesaria al sistema de irrigación.

Instrucciones para el nivel 2

L2.1. Finalidad del nivel 2

La finalidad del nivel 2 es permitir a los usuarios estimar el consumo de agua por persona en el edificio en función de los dispositivos y electrodomésticos que consumen agua y de las zonas irrigadas, a través de una calculadora en formato Excel. La minimización del consumo de agua potable puede evaluarse mediante la especificación de dispositivos y electrodomésticos más eficientes, así como la recogida de aguas pluviales y la reutilización de aguas grises.

L2.2. Instrucciones paso a paso

Estas instrucciones deben leerse junto con las orientaciones técnicas para el nivel 1 y la información complementaria que las acompañan (véase la página 24).

1. Descargar la calculadora del consumo de agua de Level(s).
2. Generar el valor WEI+ estival medio (una medida de escasez de agua) en la hoja de cálculo «Estimación L2» seleccionando el país (casilla B1) y la cuenca hidrográfica (casilla B2) en que está ubicado el edificio.
3. Rellenar las casillas verdes en las columnas G e I (también en las columnas J y L para los edificios de oficinas) para generar estimaciones del consumo total de agua de los dispositivos sanitarios y los electrodomésticos que utilizan agua.
4. Si hay zonas con vegetación que deban irrigarse, utilizar la hoja de cálculo «Calc. irrigación» o introducir una estimación directa proporcionada por los contratistas especializados.
5. Si las aguas pluviales se van a recoger o las aguas grises se van a utilizar, introducir una respuesta en cada una de las casillas verdes de las columnas M, N y Q.
6. Un desglose completo de los resultados aparece en las casillas F21 a J33 para los edificios residenciales (F75 a J90 para los edificios de oficinas). Asimismo, una representación gráfica del consumo de agua aparece en las casillas M33 a R47 para los edificios residenciales (M90 a R104 para los edificios de oficinas).
7. Si los resultados generados representan solo una opción y el usuario desea compararlos con otras opciones de diseño para minimizar el consumo de agua potable, las casillas O24 a O31 para los edificios residenciales (O78 a O87 para los edificios de oficinas) deben copiarse y pegarse como valores en la hoja de cálculo «Comparación L2».

L2.3. ¿Qué se necesita para realizar una evaluación?

Los principales elementos necesarios son los siguientes:

- ✓ una descripción completa del edificio de Level(s);
- ✓ la calculadora del consumo de aguas de Level(s) en formato Excel;
- ✓ los detalles de diseño relacionados con los dispositivos, accesorios y aparatos que consumen agua y que se utilizarán en el edificio;
- ✓ en la medida de lo posible, detalles adicionales que afectan el consumo de agua (por ejemplo, los volúmenes de descarga de los retretes, los caudales máximos de los grifos, el tamaño de las zonas irrigadas, etc.). En ausencia de estos datos, en la calculadora se sugieren valores predeterminados.

L2.4. ¿Quién debe participar y cuándo?

La especificación de los sanitarios deben acordarse entre el propietario del edificio y el contratista. Deben buscarse accesorios que coincidan con las estimaciones introducidas en la calculadora del consumo de agua, en la medida de lo posible. Si no pueden obtenerse tales accesorios, los datos introducidos en la calculadora del consumo de agua de Level(s) deben ajustarse para coincidir con los dispositivos o accesorios adquiridos.

Cualquier elemento del edificio significativo desde el punto de vista arquitectónico que esté relacionado con el consumo de agua (por ejemplo, jardines, tejados verdes, paredes verdes, etc.) debe

involucrar al arquitecto y a los consultores especialistas o paisajistas. En cuanto a la construcción y la instalación, es fundamental que el contratista o subcontratista sea consciente de todas las especificaciones e instrucciones pertinentes. Por lo general, será necesario consultar con las autoridades de planificación para garantizar que se cumplan las normas locales, regionales o nacionales. Es posible que deba consultarse a los servicios hídricos locales para saber a dónde dirigir las aguas pluviales o los desbordamientos de aguas grises.

L2.5. Garantizar la comparabilidad de los resultados

Entre opciones de diseño para el mismo edificio: la hoja de cálculo «Comparación L2» ha sido desarrollada para permitir la comparación lado a lado de diferentes opciones de diseño del mismo edificio.

Entre diferentes edificios: no todos los edificios tendrán zonas irrigadas y podría haber otros usos significativos incluidos para algunos edificios pero no para otros (por ejemplo, algunas oficinas con duchas, algunas sin ellas). Al desglosar los resultados en accesorios y dispositivos sanitarios, etc., y al normalizar las estimaciones en un nivel por ocupante, es posible comparar estos resultados entre edificios con distintas tasas de ocupación.

L2.6. Ir un paso más allá

Pueden adoptarse las siguientes medidas para hacer que las estimaciones del consumo de agua sean más precisas:

- Obtener datos específicos sobre las tasas de consumo de agua de los proveedores/fabricantes de los dispositivos sanitarios, accesorios y aparatos que deben adquirirse —lo ideal sería utilizar información basada en sistemas de etiquetado normalizados.
- Cuando se vaya a instalar más de una variedad de un elemento (por ejemplo, retretes con distintos volúmenes de descarga) en el edificio, medir un volumen de descarga medio ponderado y considerar en la ponderación si algunos retretes se utilizarán más que otros sobre la base de los patrones previstos de uso del edificio.
- Cuando vayan a instalarse urinarios, comprobar si el sistema de descarga se activará automáticamente por temporizador o por sensores de presencia o de forma manual.
- Si un edificio de oficinas cuenta con duchas, considerar la probabilidad de acceso de bicicletas, el clima local y la probabilidad de actividades físicas en el lugar (por ejemplo, clases de yoga, pilates, etc.) que puedan afectar las tasas de utilización de las duchas *in situ*.
- Tratar de medir por separado otras fuentes significativas de consumo de agua en el lugar que no puedan estimarse de forma precisa (por ejemplo, el comedor, la piscina, etc.).

L2.7. Formato de notificación de los resultados de una evaluación

La calculadora del consumo de agua de Level(s) ofrece un desglose más detallado del valor total, que varía ligeramente para los edificios residenciales y los de oficinas.

Residential building

Summer WEI+ =	4.09	Total Water Consumption (m^3/o/a)	Of which potable (m3/o/a)	Of which non-potable (m3/o/a)
Sanitary fittings and devices (e.g. toilets, taps, baths and showers).	Toilets	8.54	0.00	8.54
	Bathroom taps	4.19	4.19	0.00
	Showers	24.12	24.12	0.00
	Bath-tub	6.82	6.82	0.00
	Kitchen taps	16.08	16.08	0.00
	Sub-Total	59.75	51.20	8.54
Water using appliances (e.g. dishwashers and washing machines).	Dishwashers	1.54	1.54	0.00
	Washing machines	4.37	4.37	0.00
	Sub-Total	5.91	5.91	0.00
Irrigation	Irrigation	11.49	0.00	11.49
	TOTAL (m^3/o/a)	77.15	57.12	20.04
	TOTAL (%)	100	74.0	26.0

Office building

Summer WEI+ =	4.09	Total Water Consumption (m^3/o/a)	Of which potable (m3/o/a)	Of which non-potable (m3/o/a)
Sanitary fittings and devices (e.g. toilets, taps, baths and showers).	Toilets & urinals	3.75	0.00	3.75
	Bathroom taps	1.88	1.88	0.00
	Showers	1.50	1.50	0.00
	Kitchenette taps	1.50	1.50	0.00
	Sub-Total	8.63	4.88	3.75
Cleaning	Floor cleaning	0.16	0.16	0.00
	Window cleaning	0.02	0.02	0.00
	Sub-Total	0.17	0.17	0.00
Irrigation	Irrigation	11.49	0.00	11.49
Other uses (e.g. fountains, swimming pools, HVAC etc.)	Other-1 (please spe	0.00	0.00	0.00
	Other-2 (please spe	0.00	0.00	0.00
	Other-3 (please spe	0.00	0.00	0.00
	Sub-Total	0.00	0.00	0.00
	TOTAL (m^3/o/a)	20.29	5.05	15.24
	TOTAL (%)	100	24.9	75.1

Gráfico 2. Resultado de la calculadora del consumo de agua de Level(s) para el indicador 3.1 «Consumo de agua en la etapa de utilización»

Una entrada independiente está disponible para la limpieza de las oficinas y «otros usos» indefinidos. Para los edificios residenciales hay una entrada específica para las lavadoras y los lavavajillas. El resultado de la calculadora proporciona un resultado en unidades comunes para los edificios residenciales y los de oficinas (de m^3/o/a).

Instrucciones para el nivel 3

L3.1. Finalidad del nivel 3

La toma de medidas del consumo de agua real requiere un poco más de esfuerzo que la lectura de la factura del agua (suponiendo que se mida el suministro) en el transcurso de un año. Sin embargo, dado que las lecturas de los contadores no tienen en cuenta las tasas de ocupación (las unidades son m^3/año) y la notificación de Level(s) sí lo hace (las unidades son m^3/ocupante/año), es importante proporcionar cierta orientación sobre cómo: i) estimar las tasas de ocupación del edificio y ii) comparar las estimaciones del nivel 2 con las medidas del nivel 3.

L3.2. Instrucciones paso a paso

Las siguientes instrucciones se proporcionan para convertir las lecturas de los contadores (en m^3/año) en una tasa de ocupación media por ocupante (en m^3/ocupante/año). Estas instrucciones se han escrito centrándose en los edificios de oficinas, pero, en general, también se pueden aplicar los mismos principios a los edificios residenciales:

1. Estimar el número de días que está ocupado el edificio para uso normal (por ejemplo, las oficinas pueden estar cerradas los fines de semana y los días de fiesta nacional, los residentes pueden ir de vacaciones).
2. Estimar el número de trabajadores equivalentes a jornada completa en la oficina. Esto puede basarse en información relacionada con los recursos humanos y los contratos de los empleados. Asimismo, deben tenerse en cuenta los derechos de vacaciones personales en el cálculo. Un día equivalente a jornada completa se considera como ocho horas en la oficina para una persona.
3. Examinar si los números de visitantes son significativos en comparación con los empleados de la oficina. Al evaluar los números de visitantes, también deben tenerse en cuenta los equivalentes a jornada completa (por ejemplo, cuatro visitantes que permanecen durante dos horas podrían equivaler a una persona que trabaja ocho horas).
4. A partir de la información de los pasos 2 y 3, calcular el número de ocupantes equivalentes a jornada completa en el edificio de oficinas e introducirlo en la casilla E20 (o la casilla E5 para los edificios residenciales) de la hoja de cálculo «Medida de L3».
5. Introducir la lectura real de los contadores (m^3/a) en la casilla E21 para los edificios de oficinas (o la casilla E6 para los edificios residenciales) de la hoja de cálculo «Medida de L3».
6. (Comparaciones opcionales) Si los usuarios desean convertir la estimación del nivel 2 en una lectura estimada de los contadores, para una comparación directa con la lectura real de los contadores en el nivel 3, deben introducir la tasa de ocupación estimada (casillas amarillas D5 o D20 de la hoja de cálculo «Medida de L3»). Para los edificios residenciales, hay una opción adicional para comparar valores con las medias nacionales de consumo de agua per cápita en los hogares.

L3.3. ¿Qué se necesita para realizar una evaluación?

Los principales elementos necesarios son los siguientes:

- ✓ una descripción completa del edificio de Level(s);
- ✓ lecturas de los contadores del consumo de agua potable (de los servicios hídricos) y, potencialmente, lecturas de los contadores de las aguas pluviales o aguas grises suministradas;
- ✓ un cálculo para estimar la tasa de ocupación del edificio (media de ocupantes equivalentes a jornada completa en el edificio por día).

L3.4. ¿Quién debe participar y cuándo?

El propietario del edificio, el ocupante o quien pague la factura del agua debe proporcionar los datos reales del consumo de agua potable durante un período de un año. El o los ocupantes del edificio deben ser responsables de estimar la tasa de ocupación. Con estos datos, cualquier usuario puede entonces realizar la medición del nivel 3 (en unidades de m^3/o/a).

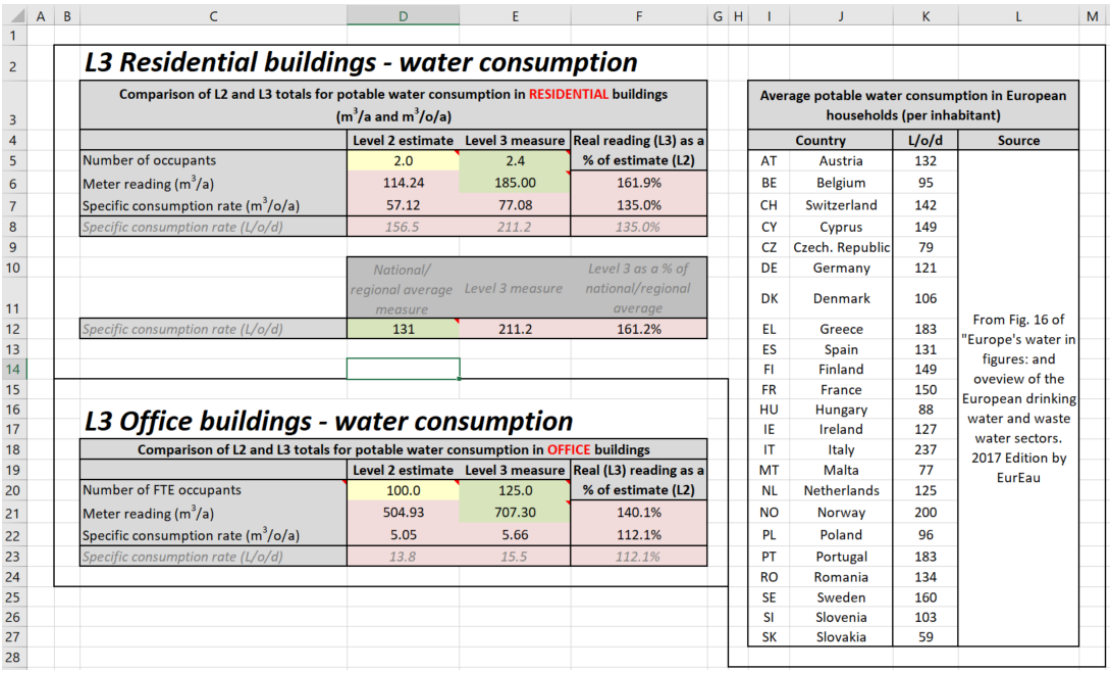
Los servicios hídricos podrían proporcionar datos generales adicionales sobre los patrones de consumo habituales en la zona local o regional en tipos de edificios similares (o en el antiguo edificio en los casos de proyectos de renovación).

L3.5. Garantizar la comparabilidad de los resultados

Al normalizar las lecturas de los contadores de agua por ocupante (es decir, en m^3/o/a), el resultado del nivel 3 puede compararse entre diferentes edificios.

L3.6. Formato de notificación de los resultados de una evaluación

El resultado de la calculadora proporciona un resultado final en unidades comunes para los edificios residenciales y los de oficinas (de m^3/o/a). El resultado también se expresa en l/o/d para permitir una comparación con las medias nacionales para los edificios residenciales. A diferencia de la notificación del nivel 2, no se proporciona ningún desglose del consumo de agua para diferentes dispositivos y aparatos, ya que las lecturas de los contadores no ofrecen tales detalles.



L3 Residential buildings - water consumption

Comparison of L2 and L3 totals for potable water consumption in RESIDENTIAL buildings (m^3/a and m^3/o/a)			
	Level 2 estimate	Level 3 measure	Real reading (L3) as a % of estimate (L2)
Number of occupants	2.0	2.4	
Meter reading (m^3/a)	114.24	185.00	161.9%
Specific consumption rate (m^3/o/a)	57.12	77.08	135.0%
Specific consumption rate (L/o/d)	*156.5*	*211.2*	*135.0%*

	National/ regional average measure	Level 3 measure	Level 3 as a % of national/regional average
Specific consumption rate (L/o/d)	131	211.2	161.2%

L3 Office buildings - water consumption

Comparison of L2 and L3 totals for potable water consumption in OFFICE buildings			
	Level 2 estimate	Level 3 measure	Real (L3) reading as a % of estimate (L2)
Number of FTE occupants	100.0	125.0	
Meter reading (m^3/a)	504.93	707.30	140.1%
Specific consumption rate (m^3/o/a)	5.05	5.66	112.1%
Specific consumption rate (L/o/d)	*13.8*	*15.5*	*112.1%*

Average potable water consumption in European households (per inhabitant)			
Country		L/o/d	Source
AT	Austria	132	From Fig. 16 of "Europe's water in figures: and oveview of the European drinking water and waste water sectors. 2017 Edition by EurEau
BE	Belgium	95	
CH	Switzerland	142	
CY	Cyprus	149	
CZ	Czech. Republic	79	
DE	Germany	121	
DK	Denmark	106	
EL	Greece	183	
ES	Spain	131	
FI	Finland	149	
FR	France	150	
HU	Hungary	88	
IE	Ireland	127	
IT	Italy	237	
MT	Malta	77	
NL	Netherlands	125	
NO	Norway	200	
PL	Poland	96	
PT	Portugal	183	
RO	Romania	134	
SE	Sweden	160	
SI	Slovenia	103	
SK	Slovakia	59	

Gráfico 3. Captura de pantalla del formato de notificación «Medida de L3».

El número de ocupantes equivalentes (para el nivel 2 o 3) siempre es una estimación, pero debe ser lo más precisa posible. Queda claro que la diferencia en las estimaciones del nivel 2 y en los valores medidos del nivel 3 se ve directamente afectada por cualquier diferencia en la tasa de ocupación. Si los usuarios desean eliminar estas diferencias, podrían ver qué ocurre al hacer corresponder las tasas de ocupación para el nivel 2 con las calculadas para el nivel 3.

Orientaciones e información adicional para utilizar el indicador

Para utilizar el nivel 1

Se proporcionan orientaciones y explicaciones complementarias adicionales en relación con tres conceptos clave introducidos en la lista de comprobación del concepto de diseño del nivel 1, a saber:

- L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 1: Examinar cómo reducir la demanda de agua de los sanitarios
- L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 2: Comprender la escasez de agua en el contexto de la ubicación del edificio
- L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 3: Considerar la recogida de aguas pluviales y la reutilización de aguas grises
- L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 4: Considerar la incorporación de vegetación en la superficie o las superficies del edificio
- L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 5: Posibles planes de medición

L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 1: Reducir la demanda de agua de los sanitarios

Las tres fuentes principales de consumo de agua en los edificios están relacionadas con los sanitarios: retretes, duchas/bañeras y grifos de los cuartos de baño/las cocinas.

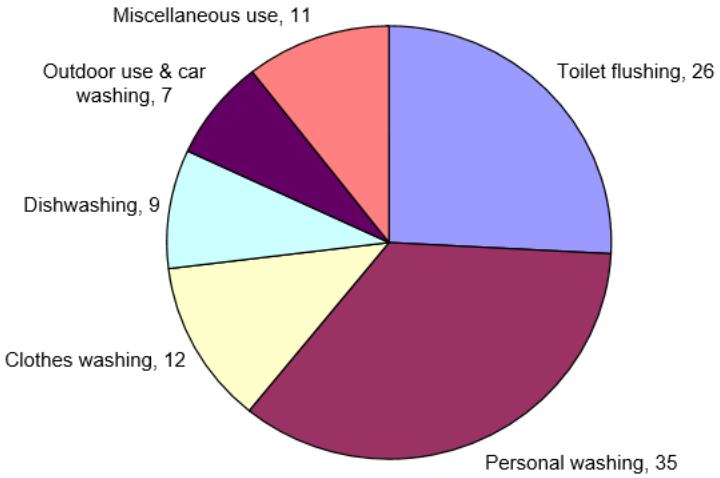


Gráfico 4. Reparto del consumo de agua en los hogares en Inglaterra y Gales

Fuente: Agencia de Medio Ambiente, 2011[2].

En los edificios residenciales, el uso de los retretes, los grifos de los cuartos de baño y las duchas representa alrededor del 61 % del consumo de agua doméstico total. Una revisión de los productos mencionados en el sitio web de la Etiqueta Europea del Agua[3] muestra los siguientes rangos de comportamiento de grifos, duchas, bañeras, urinarios y retretes.

Cuadro 2. Rangos de comportamiento notificados en el catálogo de la Etiqueta Europea del Agua.

Tipo de producto	N.º de productos (sept. 2020)	Más eficiente	Menos eficiente	Rango general de comportamiento	Potencial de mejora general
Retrete	aprox. 3 700	1,5 l/descarga	9,0 l/descarga	2,95-6,0 l/descarga	Factor de 2
Bañera	aprox. 3 700	11 l	360 l	80-185 l	Factor de 2,3

[2] Agencia de Medio Ambiente: *Greywater for domestic users: an information guide*, 2011.

[3] http://www.europeanwaterlabel.eu/findaproduct.asp?country=&category=4&rating=&manufacturer=&order=2#page=1.

Controles de ducha	aprox. 530	4,0 l/min	8,0 l/min	4,0-8,0 l/min	Factor de 2
Teléfonos de ducha	aprox. 800	4,0 l/min	50,0 l/min	6,0-12,0 l/min	Factor de 2
Grifo de lavabo	aprox. 3 700	1,3 l/min	150,5 l/min	4,0-12,0 l/min	Factor de 3
Grifo de fregadero	aprox. 820	1,3 l/min	106,4 l/min	4,0-12,0 l/min	Factor de 3

Para todos los tipos de productos mencionados anteriormente, puede lograrse un factor de mejora mínimo de 2 en el consumo de agua específico para las actividades relacionadas con el aseo personal y la descarga de los retretes si se tienen en cuenta los valores indicados en el catálogo (ignorando los productos de consumo extremadamente alto o bajo incluidos en el catálogo).

L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 2: La importancia relativa de la escasez de agua regional

Si bien la mejora de la eficiencia hídrica de los edificios mediante las opciones de diseño es importante en todos los casos por los beneficios ambientales que puede aportar, es aún más importante en las zonas que sufren una escasez de agua continua o estacional. La AEMA mide la escasez de agua con una medida conocida como índice de explotación del agua (WEI+).

¿Qué es el índice de explotación del agua (WEI+)?

El modelo conceptual básico del indicador WEI+ es el que figura a continuación.

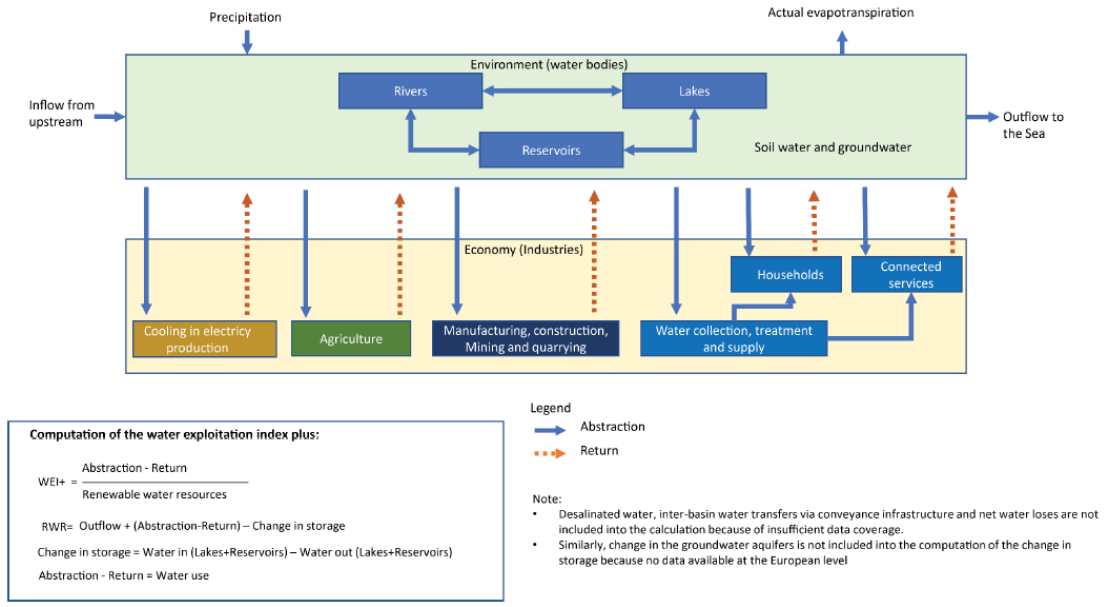


Gráfico 5. Modelo conceptual del indicador WEI+

Fuente: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3/assessment-4

El valor WEI+ durante un período de tiempo determinado es, en esencia, la cantidad neta de agua abstraída de una cuenta hidrográfica definida por la actividad humana dividida por los recursos medios renovables de agua dulce presentes en esa cuenca durante ese período. Los cuatro tipos principales de abstracción están relacionados con la agricultura, la producción de electricidad, la fabricación y las redes públicas de suministro de agua. El consumo de agua es una parte de las redes públicas de suministro de agua.

Según Raskin et al. (1997)[4], cuando la abstracción humana supera el 20 % de los recursos de agua dulce, la cuenca hidrográfica sufre una escasez de agua. Cuando la abstracción supera el 40 %, se supone la existencia de una escasez de agua grave. La AEMA ha elaborado un mapa interactivo de las cuencas

[4] Raskin, P.; Gleick, P. H.; Kirshen, P.; Pontius, R. G. Jr. y Strzepek, K.: *Comprehensive assessment of the freshwater resources of the world*, Stockholm Environment Institute, Suecia, 1997.

hidrográficas europeas en que los valores WEI+ aparecen codificados por colores en función del rango porcentual en que se encuentran.

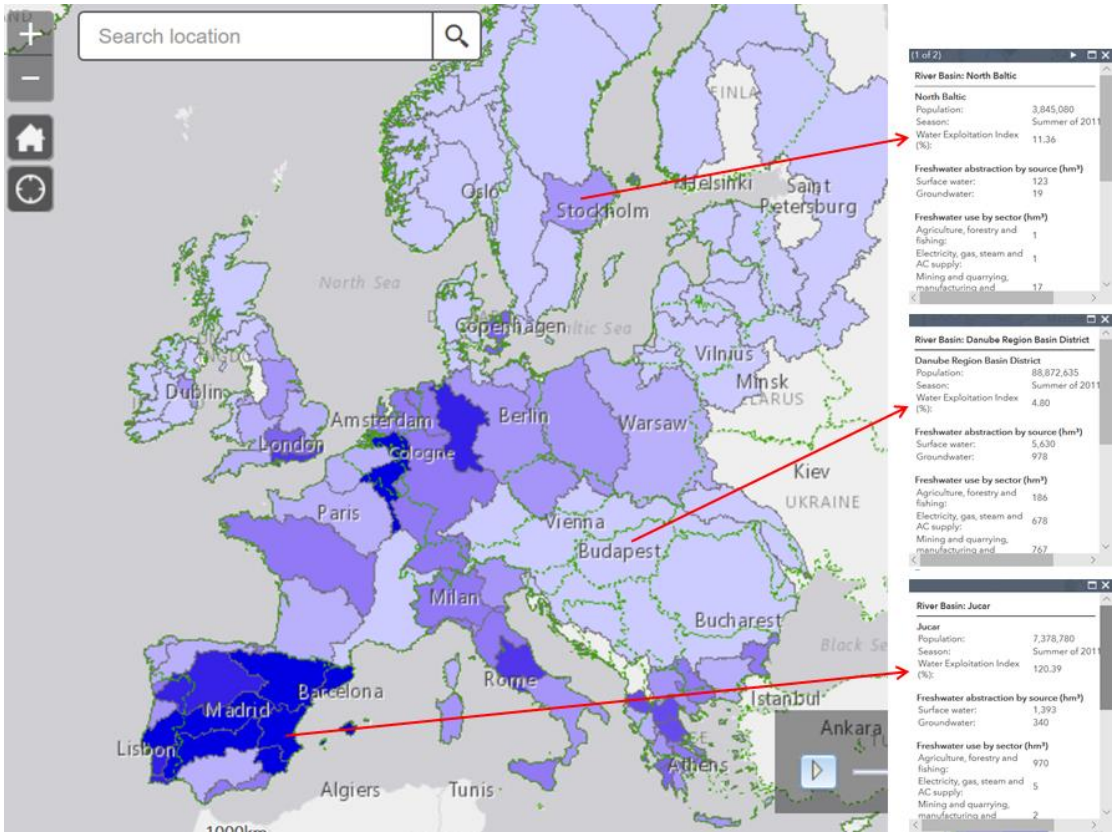


Gráfico 6. Una instantánea del mapa WEI+ de la AEMA relativo a las cuencas hidrográficas europeas (verano de 2011)

Fuente: https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/use-of-freshwater-resources-3/assessment-4

En el gráfico anterior, queda claro que los valores WEI+ variaron considerablemente de una cuenca hidrográfica a otra en el verano de 2011. La escasez de agua estival es significativamente mayor en la mayoría de las cuencas hidrográficas del sur de Europa, sobre todo en España, Grecia, Chipre y Malta. Sin embargo, la escasez de agua estival también puede ocurrir en otras partes de Europa debido a los períodos prolongados de escasas precipitaciones en las cuencas en que hay una gran actividad agrícola o poblaciones urbanas de gran densidad.

Para mayor comodidad, la calculadora del consumo de agua de Level(s) permite a los usuarios visualizar el WEI+ estival medio anual de su cuenca hidrográfica seleccionando simplemente las opciones pertinentes de dos menús desplegables. Además, el valor EI+ estival específico se promedia a lo largo de doce años de datos (de 2002 a 2014) y se clasifica respecto de las otras 104 cuencas hidrográficas para las que podrían generarse valores WEI+ estivales medios (véase a continuación).

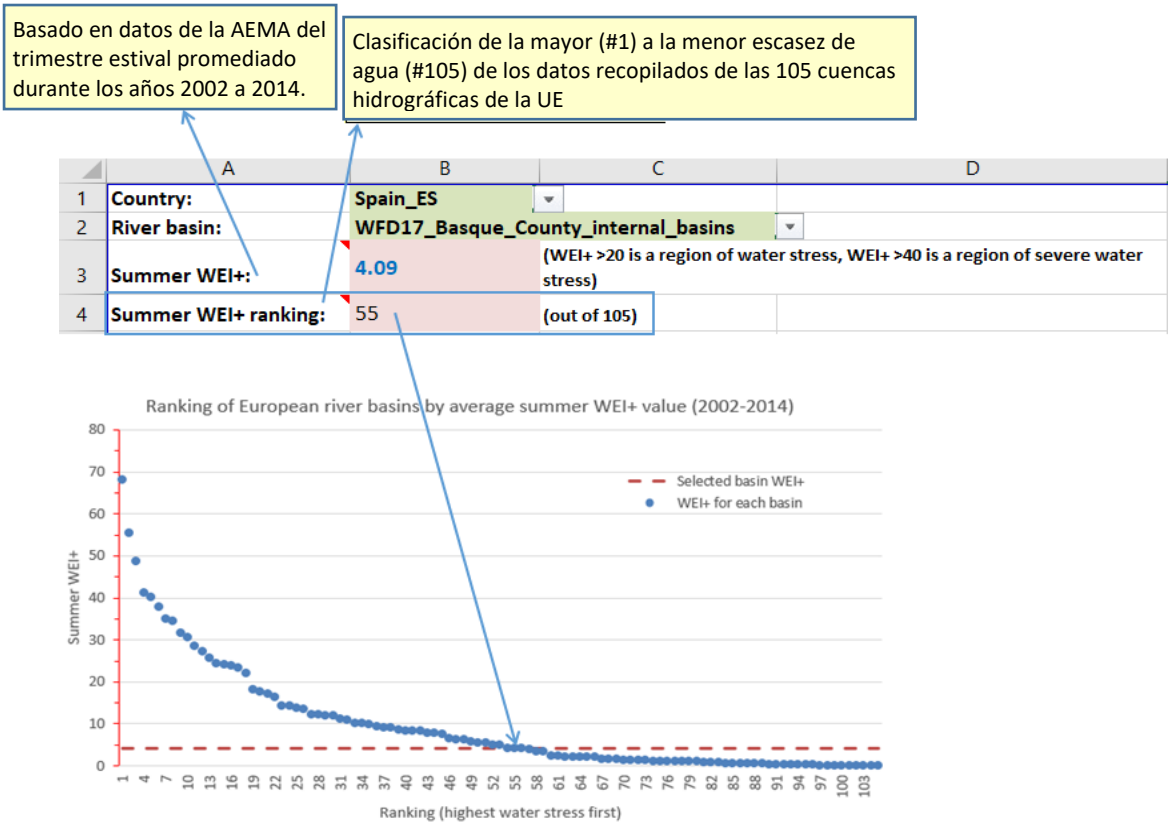


Gráfico 7. Captura de pantalla de los datos de entrada (casillas B1 y B2) y de salida (casillas B3, B4 y la línea roja en el gráfico) de WEI+ en la calculadora del consumo de agua Level(s)

En la cuenca hidrográfica elegida, los resultados de la calculadora del consumo de agua de Level(s) (en la hoja de cálculo «Estimación L2») muestran que el WEI+ estival medio es del 4,09 %, lo cual indica que la cuenca hidrográfica no sufre escasez de agua. En comparación con otras cuencas hidrográficas europeas, ocupa la posición 55 de 105. El gráfico también muestra que dieciocho de las 105 cuencas hidrográficas tienen valores WEI+ estivales medios que superan el 20 % (es decir que sufren escasez de agua durante el verano).

L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 3: Considerar la recogida de aguas pluviales y la reutilización de aguas grises

Aunque la recogida de aguas pluviales o la reutilización de aguas grises no se vaya a llevar a cabo en el edificio nuevo o renovado, existe la posibilidad de que las actividades de construcción o renovación dejen suficiente espacio en los conductos de los servicios para instalar tuberías adicionales en el futuro. De esta manera, podría realizarse cualquier futura renovación con relativamente poca dificultad o perturbación adicional. Dadas las vidas útiles potencialmente largas de los edificios, los posibles cambios futuros en cuanto a la escasez de agua regional y las diferentes actitudes de los posibles propietarios u ocupantes futuros, debe fomentarse la incorporación de infraestructuras para la recogida de aguas pluviales y la reutilización de aguas grises en el futuro.

Recogida de aguas pluviales

Los dos factores fundamentales que deben tenerse en cuenta al examinar el potencial de recogida de aguas pluviales son: i) los datos sobre las precipitaciones anuales totales y ii) el área disponible para recoger las aguas pluviales. Si un factor es limitado, el otro tendría que compensar para recoger una cierta cantidad de aguas pluviales.

En los casos en que la recogida de aguas pluviales pueda ser de interés, vale la pena considerar los efectos directos e indirectos indicados a continuación.

Cuadro 3. Posibles beneficios e inconvenientes de los sistemas de recogida de aguas pluviales y de reutilización de aguas grises

Posibles beneficios	Posibles inconvenientes
Menor demanda de agua potable de la red pública de suministro —beneficios ambientales asociados.	Necesidad de inspección y mantenimiento periódicos de los filtros y los dispositivos de primera descarga.
Menor demanda de agua potable de la red pública de suministro —beneficios asociados en materia de costes.	Necesidad de volumen de tanque(s)/estanque(s) para almacenar las aguas pluviales.
Mayor potencial para instalar elementos acuáticos y zonas con vegetación *in situ* —beneficios estéticos, de biodiversidad, de bienestar y de refrigeración por evaporación.	Las aguas pluviales podrían contaminarse con excrementos de aves, quedar estancadas o atraer insectos si no se filtran y almacenan adecuadamente.
Menores índices de escorrentía pluvial a los cursos de agua naturales o a las alcantarillas combinadas —menor riesgo de inundación o de desbordamiento de las alcantarillas.	Menor intensidad de descarga relacionada con las tormentas de la red principal de alcantarillado en las zonas en que están instaladas alcantarillas combinadas.
Si las aguas pluviales se almacenan en un tejado verde, mejora de la refrigeración del tajado en la superficie exterior.	Los tejados verdes deben ser muy planos y requieren un diseño estructural cuidadoso para tener en cuenta las distintas cargas e impermeabilización.

Los sistemas de recogida de aguas pluviales son de baja tecnología y pueden instalarse de manera completamente externa al edificio (por ejemplo, recogida de agua del tejado para la irrigación de jardines) o integrarse en las tuberías del edificio en los casos en que puedan utilizarse como fuente de agua para la descarga de los retretes.

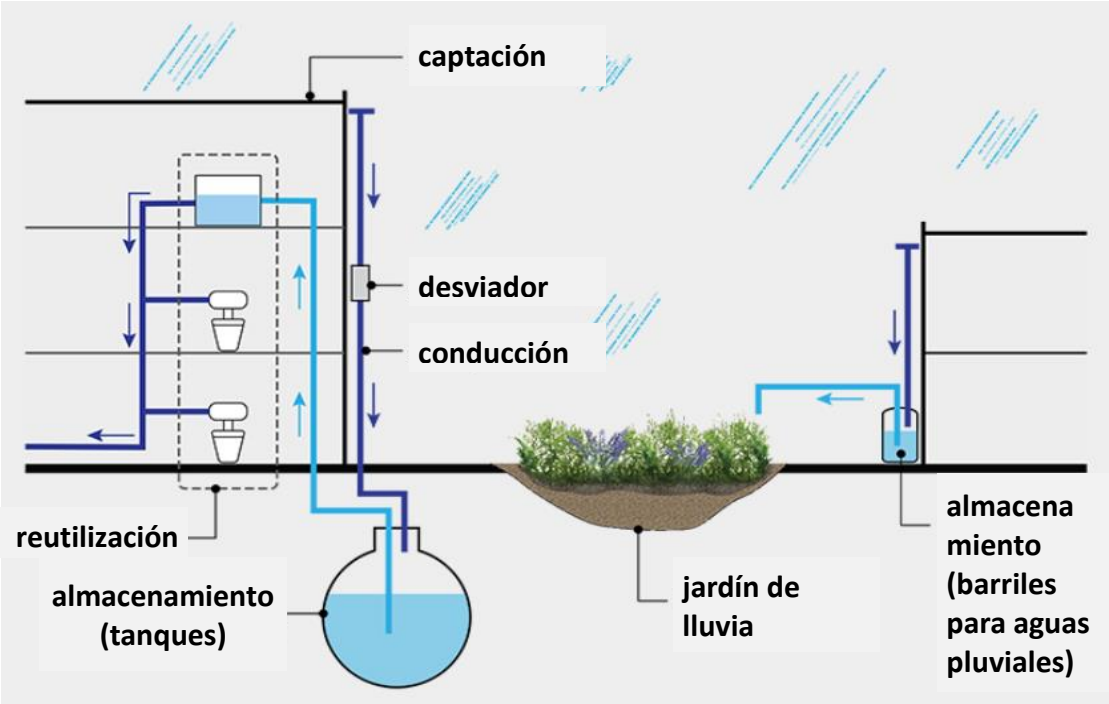


Gráfico 8. Ilustración de la recogida de aguas pluviales para la descarga de los retretes (izquierda) y la irrigación de jardines (derecha)

Fuente: https://www.next.cc/journey/design/rain-water-harvesting

Las aguas pluviales suelen estar libres de impurezas, pero pueden recoger polvo, excrementos de aves y hojarasca a medida que fluyen a través de las superficies de recogida. No existen requisitos de calidad normalizados para las aguas pluviales recogidas. Si se utilizan para la irrigación o la descarga de los retretes, una simple filtración o el desvío de la primera descarga puede ser lo único que se necesita.

Sin embargo, si se utilizan para otros fines sanitarios, las aguas pluviales recogidas podrían tener que desinfectarse, por ejemplo, mediante la exposición a luz ultravioleta.

El tratamiento de las aguas pluviales puede aplicarse a la entrada (por ejemplo, el cribado de más de 1 mm), dentro (por ejemplo, la sedimentación) o a la salida (por ejemplo, la filtración o la desinfección) del dispositivo de almacenamiento de aguas pluviales.

Las principales consideraciones de diseño para la recogida de aguas pluviales se presentan en la norma EN 16941-1. La ubicación de los tanques de almacenamiento de las aguas pluviales es una consideración importante. Se recomienda que la recogida de aguas pluviales siempre fluya por acción de la gravedad o por acción sifónica al tanque de recogida. Los tanques suelen ser la parte más costosa del sistema de recogida. La elección del material (por ejemplo, polietileno, metal, fibra de vidrio, hormigón, etc.) y de si se encontrará por encima o por debajo del nivel del suelo afectará el coste. El almacenamiento subterráneo es más costoso, pero deja espacio libre sobre el terreno y las aguas pluviales almacenadas estarán sujetas a menos variaciones diurnas de temperatura. En soluciones más creativas, una parte o la totalidad de la capacidad de recogida de aguas pluviales podría incorporarse en estanques en la superficie.

El tamaño del tanque o los tanques de almacenamiento dependerá de la cantidad de aguas pluviales que pueden recogerse y de la cantidad de la demanda de agua potable que el diseñador desea sustituir. En los climas con temporadas secas prolongadas, lo ideal sería que la capacidad de almacenamiento sea suficiente para cubrir las necesidades específicas durante los meses secos. Sin embargo, una mayor capacidad de almacenamiento aumentará el coste.

La recogida de aguas pluviales también reduce el riesgo de inundación en las zonas situadas río abajo. Tales riesgos han aumentado en muchas zonas debido al desarrollo de sitios en llanuras de inundación y a la impermeabilización general del suelo. En las zonas urbanas con sistemas de desagüe normalizados, las aguas pluviales son transportadas con mayor rapidez de la superficie al curso de agua más cercano que en una zona verde inutilizada equivalente.

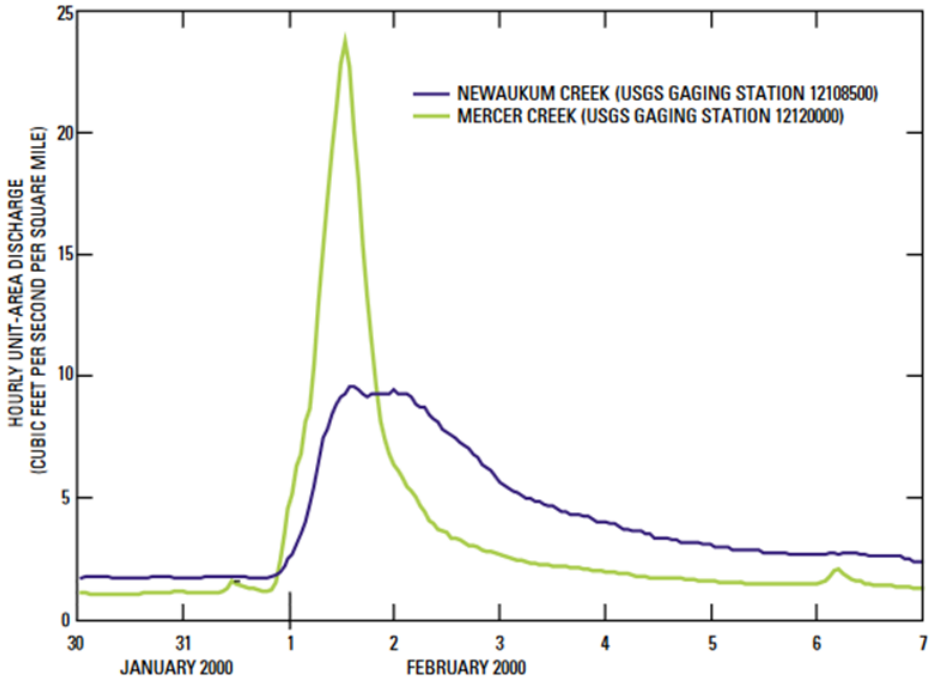


Gráfico 9. Índices de escorrentía específicos en una corriente urbana (verde) y en una rural (morado) ubicadas en la misma zona.

Fuente: Konrad, 2003[5]. USGS Fact Sheet FS-076-03. Effects of urban development on floods, 2003.

[5] Konrad, C. P.: *USGS Fact Sheet FS-076-03. Effects of urban development on floods*, 2003.

Debido al almacenamiento a corto y medio plazo de las aguas pluviales en la zona de captación rural, se observa un flujo máximo inferior en los cursos de agua río abajo (línea morada), lo que se traduce en un menor riesgo de inundación para una tormenta determinada o una serie de acontecimientos. La misma tendencia hidrográfica en el gráfico anterior puede aplicarse a las alcantarillas combinadas (es decir, las alcantarillas que recogen aguas residuales y aguas pluviales).

El flujo máximo en las alcantarillas combinadas es importante porque las obras de alcantarillado están diseñadas para aceptar solo un flujo hidráulico máximo de aguas residuales. Si se supera este flujo, el excedente de flujo se desvía a los tanques de desbordamiento, que, a su vez, revierten el drenaje a la entrada de la obra o al curso de agua cercano. En las zonas de captación en que se recogen las aguas pluviales, el flujo máximo que llega a la estación depuradora de aguas residuales es menor y, por consiguiente, se reduce la probabilidad de que estas últimas se desborden directamente en el curso de agua local. En casos extremos, en algunas zonas, partes de la red de alcantarillado pueden saturarse, lo que conduce al reflujo de las aguas residuales fuera de las bocas de inspección y hacia las calles. En las zonas en que la red de alcantarillado es propensa a tales reflujos, la recogida de aguas pluviales y la desvinculación de los flujos de estas aguas de las alcantarillas combinadas debe ser una prioridad para las autoridades locales.

En los casos en que se supere la capacidad de almacenamiento de aguas pluviales, debe instalarse un dispositivo de rebose para desviar el excedente de aguas pluviales fuera del lugar (por ejemplo, a un curso de agua natural, a desagües pluviales o a la red de alcantarillado). Por el contrario, en los casos en que el suministro de aguas pluviales sea insuficiente, debe disponerse de un suministro de reserva de agua potable o no potable proveniente de otras fuentes para los dispositivos y los electrodomésticos pertinentes que utilizan agua.

Reutilización de aguas grises

La reutilización de aguas grises es pertinente para todos los tipos de edificios, independientemente del clima y la morfología del edificio. Las aguas grises son básicamente aguas residuales domésticas que provienen de los lavabos, las duchas, las bañeras, las lavadoras, los lavavajillas y los fregaderos de las cocinas. Las actividades de uso normal del edificio generan aguas grises constantemente, pero tan pronto como se mezclan con las descargas de los retretes, ya no pueden considerarse como tales.

Por consiguiente, para que la reutilización de aguas grises sea viable, es necesario:

- contar con redes de recogida independientes para las aguas grises y para las demás aguas residuales domésticas,
- contar con un sistema de tratamiento de aguas grises instalado *in situ*,
- contar con una red de distribución para llevar las aguas grises tratadas al punto de reutilización.

<u>*Consideraciones de diseño*</u>

Demanda volumétrica y suministro: La demanda de aguas grises debe dictar cuántas fuentes deben suministrarlas. La cantidad y el tipo de fuentes de suministro deben considerarse junto con sus entradas volumétricas diarias totales, sus patrones de uso y sus caudales máximos.

Capacidad de almacenamiento de aguas grises: No se recomienda el almacenamiento independiente de aguas grises no tratadas. Todo almacenamiento previo al tratamiento debe estar vinculado directamente a la entrada del sistema de tratamiento. El volumen de almacenamiento necesario para las aguas grises tratadas se verá afectado por la demanda y los patrones de suministro. Sin embargo, como regla general, una capacidad de almacenamiento de no más de un día de suministro de aguas grises suele ser suficiente. Para remediar cualquier exceso de suministro, los tanques de almacenamiento de aguas grises deben contar con un rebose que desvíe el excedente de estas aguas a la alcantarilla o a otra salida adecuada. Para las situaciones de demanda excesiva de aguas grises, las entradas de agua potable al tanque de aguas grises (o directamente a los dispositivos o electrodomésticos que acepten aguas grises) deben ser posibles a través de conexiones instaladas.

Carga orgánica de las aguas grises: La materia orgánica es metabolizada por bacterias y puede hacer que el agua se vuelva anóxica o anaeróbica, con la consiguiente formación de gases olorosos. Hay una

mayor carga orgánica en las aguas grises procedentes de los fregaderos de las cocinas y de los lavavajillas (debido a las grasas, los aceites y los residuos de alimentos) que en las que provienen de las lavadoras, las duchas y los lavabos de los cuartos de baño. Por esta razón, las fuentes de aguas grises preferidas son en el orden siguiente (primero aquellas con la carga orgánica más baja): duchas y bañeras < lavabos de los cuartos de baño < lavadoras < fregaderos de cocina y lavavajillas.

Tratamiento de aguas grises: Existe una variedad de opciones de tratamiento disponibles que, por orden de creciente complejidad, suelen ser las siguientes:

- sistemas de reutilización directa sin tratamiento (recomendados solo para la irrigación de las subsuperficies y la irrigación que no sea por aspersión);
- sistemas de retención a corto plazo con espumado básico y sedimentación limitada de partículas grandes;
- sistemas de filtración y desinfección básicas en que los sólidos suspendidos se eliminan y la desinfección puede realizarse mediante la adición de sustancias químicas o la exposición a luz ultravioleta;
- sistemas biológicos en que las bacterias metabolizan la materia orgánica disuelta;
- sistemas biomecánicos, los cuales funcionan de acuerdo con los mismos principios que los sistemas biológicos, pero que también incluyen la aireación mecánica y la separación de sólidos (por ejemplo, mediante la sedimentación, la filtración o la flotación).

El grado de tratamiento necesario también se ve afectado por la fuente y el uso previsto de las aguas grises. La irrigación que no sea por aspersión y la descarga de los retretes con aguas grises provenientes de las duchas implican menos problemas con respecto al nivel de tratamiento de las aguas grises que las aplicaciones de lavandería o la irrigación por aspersión con aguas grises procedentes de los fregaderos de las cocinas.

Aunque el Reglamento (UE) 2020/741[6] establece requisitos mínimos para las aguas residuales urbanas tratadas antes de su reutilización en la agricultura, no existen requisitos de este tipo establecidos a escala de la UE para la reutilización de aguas grises. Cualquier requisito de calidad para la reutilización de aguas grises debe revisarse a escala local, regional o nacional (por ejemplo, BS 8525-1[7] en el Reino Unido y distintos Reglamentos en España[8]). Por ejemplo, en el Reino Unido, los valores orientativos para el control del rendimiento de los sistemas de aguas grises se refieren a *E. coli*, enterococos intestinales, *legionella pneumophila*, coliformes totales, turbidez, pH y cloro/bromo residual.

[6] Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de mayo de 2020, relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua. DO L 177 de 5.6.2020, p. 32.

[7] BS 8525-1:2010. *Greywater Systems - Part 1: Code of Practice*, véase www.standardsuk.com.

[8] Domenech, L. y Valles, M.: «Local regulations on alternative water sources: greywater and rainwater use in the metropolitan region of Barcelona», *Investigaciones Geográficas*, 61, 2014, p. 87. DOI: 10.14198/INGEO2014.61.06.

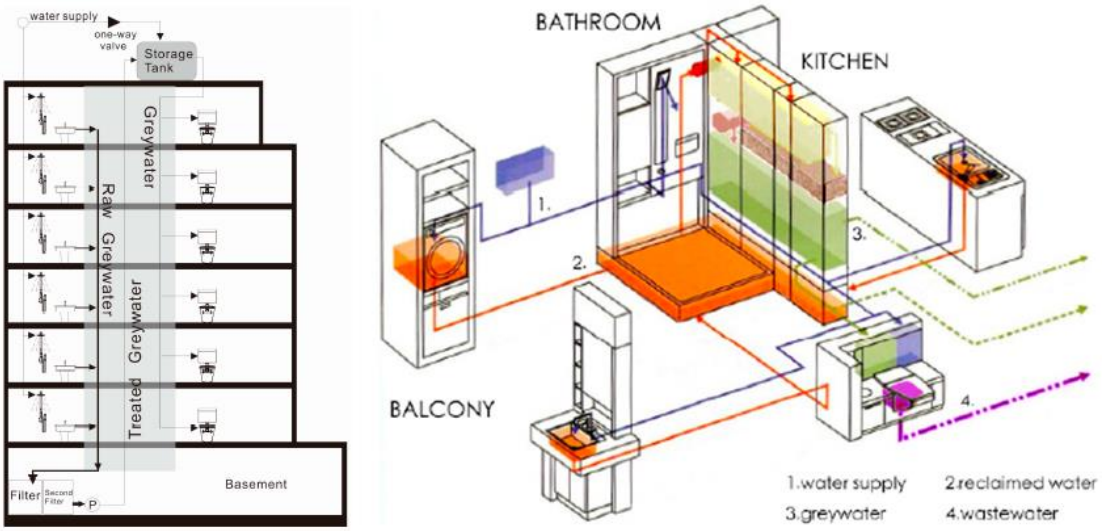


Gráfico 10. Ejemplos de un sistema de aguas grises para varias viviendas (izquierda) y para una sola vivienda (derecha).

Fuente: Juan et al., 2016[9].

En el enfoque de varias viviendas mostrado anteriormente, las aguas grises procedentes de las duchas y los lavabos de los cuartos de baño son trasportadas por acción de la gravedad a un sistema de filtración de aguas grises ubicado en el sótano. A continuación, las aguas grises filtradas se recogen en un colector y se bombean a un tanque de almacenamiento de aguas grises tratadas que se encuentra en el ático o en el tejado del edificio. De este tanque, las aguas grises son transportadas exclusivamente a los retretes de la vivienda por acción de la gravedad. El colector del sótano, la bomba y el tanque de almacenamiento del ático deben dimensionarse cuidadosamente para garantizar que suela haber suficientes aguas grises para satisfacer todas o la mayoría de las necesidades de descarga de los retretes. Si el suministro de aguas grises supera la demanda de descarga de los retretes (por ejemplo, los residentes toman duchas largas y utilizan retretes con un volumen de descarga bajo), entonces debe buscarse un uso secundario para el excedente de aguas grises (por ejemplo, la irrigación de jardines comunes o la limpieza periódica de las calles). Si bien el sistema centralizado de varias viviendas es relativamente sencillo y aprovecha el espacio, podría alegarse que, desde el punto de vista energético, no es eficiente que las aguas grises fluyan hacia abajo desde la planta superior hasta el sótano antes de volver a ser bombeadas de vuelta al tejado. Esto podría tener repercusiones importantes en la huella de carbono asociada con el consumo de agua[10].

En el ejemplo anterior de una sola vivienda, el suministro de agua potable se realiza a través de la línea azul hasta la ducha, el retrete, el lavabo, el fregadero de la cocina y la lavadora. Las aguas grises procedentes de la ducha, el lavabo, el fregadero y la lavadora son transportadas por acción de la gravedad a lo largo de las líneas anaranjadas hasta un colector de aguas grises bajo suelo. De ahí, se bombean a través de un sistema de filtración vertical, lo cual produce aguas grises tratadas (línea verde) que se transportan al retrete y otras posibles salidas (por ejemplo, la irrigación). Las descargas de los retretes son enviadas a la red de alcantarillado a través de la línea morada.

Se recomienda encarecidamente etiquetar de manera adecuada las tuberías y los valores a la hora de instalar cualquier sistema de reutilización de aguas grises y los mismos argumentos del coste se aplican para los tanques de almacenamiento de aguas grises que para los de aguas pluviales. Sin embargo, la escala de la capacidad de almacenamiento de las aguas pluviales debe ser mucho mayor que para las aguas grises debido a la producción regular de estas últimas, la preocupación de que estas se vuelvan anaeróbicas y la necesidad de optimizar el suministro de aguas pluviales para los períodos secos prolongados.

---

[9] Juan, Y.-K.; Chen, Y. y Lin, J.-M.: «Greywater reuse system design and economic analysis for residential buidings in Taiwan», *Water*, 8, 546, 2016; doi:10.3390/w8110546.

[10] Agencia de Medio Ambiente: *Energy and carbon implications of rainwater harvesting and greywater recycling. Report: SC090018*, 2010. ISBN: 978-1-84911-198-0.

L1.4. Lista de comprobación del concepto 4: Zonas con vegetación eficientes en el consumo de agua

Se necesita agua de riego para las zonas con vegetación para compensar el agua que se pierde por **evapotranspiración**. Este término se refiere a las pérdidas de agua por **evaporación** del suelo y por la **transpiración** de las plantas. Las tasas de evaporación dependen de las condiciones climáticas, tales como la velocidad del viento, la humedad y la temperatura del aire y del suelo. Las tasas de transpiración dependen en gran medida de la especie de planta de que se trate, su anatomía, fisiología y bioquímica, que, a su vez, determinan la manera en que responde a las condiciones medioambientales determinadas.

Las plantas transpiran agua, ya que este es el medio por el que las raíces absorben los nutrientes minerales. El agua es transportada a lo largo de la planta (a través de xilemas) y liberada en el aire a través de poros especiales ubicados en las hojas/los brotes y las flores denominados «estomas». La liberación de agua mediante la transpiración genera la caída de presión necesaria para que las raíces absorban más agua. La demanda de agua de las zonas con vegetación depende de una serie de factores que, en general, pueden agruparse de la siguiente manera:

- Especie vegetal: la cantidad inherente de agua para mantener correctamente las funciones fisiológicas de la planta. En determinadas condiciones, una especie vegetal necesitará más o menos agua que otra. Esta es básicamente la demanda de agua de la planta.
- Factores subterráneos: tales como la capacidad del suelo para absorber agua, la cobertura, la temperatura y la permeabilidad del suelo.
- Factores en la superficie: básicamente, las condiciones microclimáticas como la exposición al viento, a la luz solar, a otras fuentes de calor y a la humedad.
- Eficiencia del sistema de irrigación: esto depende de la precisión con la que el agua es trasportada al punto de demanda (es decir, al suelo que rodea las raíces de la planta).

Estos factores también actúan en combinación. Por ejemplo, utilizar la irrigación por aspersión a las tres de la tarde reducirá la eficiencia de la irrigación debido a que una cierta fracción del agua no llega a las raíces de las plantas, así como debido al aumento de la tasa de evaporación del agua, ya que se rocía en las horas más calurosas del día.

Elección de las especies vegetales

Un examen cuidadoso de las plantas que estén bien adaptadas al clima local implicará que es poco probable que requieran irrigación adicional. Las variaciones naturales de las precipitaciones a lo largo de las estaciones debe ser suficiente para las plantas autóctonas la mayor parte del tiempo. Quizás solo se necesitaría una irrigación intermitente durante los períodos de sequía prolongada.

Especialmente en las zonas con bajos niveles de precipitaciones anuales en general, podrían aplicarse los principios del xeriscape. «Xeriscape» es un término comúnmente utilizado para referirse al paisajismo de zonas con plantas de baja o muy baja demanda de agua. Cabe señalar que las zonas en que se ha utilizado el xeriscape pueden variar considerablemente desde el punto de vista estético en comparación con zonas mucho más irrigadas, como el césped. Tales plantas revisten particular importancia en los climas mediterráneos, en los que se ha estudiado una serie de variedades vegetales de baja demanda de agua[11].

Independientemente de ello, los usuarios deben estar conscientes de la gran variedad de demandas de agua diferentes de los distintos tipos de plantas (por ejemplo, árboles, arbustos, plantas rastreras, césped, plantas perennes, plantas de floración anual y para trasplantar, hierba de césped) y las especies individuales dentro de cada tipo de planta. Un método para determinar la demanda de agua de las plantas, específicamente para las plantas utilizadas para el paisajismo, se establece en *ANSI/ASABE*

[11] Baltzoi, P.; Fotia, K.; Kyrkas, D.; Nikolaou, K.; Paraskevopoulou, A. T.; Accogli, A. R. y Karras, G.: «Low water-demand plants for landscaping and agricultural cultivations – a review regarding local species of Epirus/Greece and Apulia/Italy», *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, n.º 4, 2015, p. 250.

S623.1: Determining landscape plant water demands, publicado por la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Agrícolas y Biológicos en 2017.

Si se incorporarán especies vegetales grandes, debe prestarse atención al espacio necesario para un anclaje adecuado de las raíces, así como a cualquier posible conflicto entre los sistemas radiculares, las infraestructuras cercanas y las zonas cercanas con paisajismo duro, en beneficio de los tres aspectos. Watson et al. (2014)[12] presentan una variedad de consideraciones.

Factores subterráneos

En el diseño conceptual, debe prestarse atención a los aspectos como los revestimientos impermeables en las zonas a las que se trasplantará la vegetación. La ventaja aquí sería que el agua no se pierde durante la irrigación o las precipitaciones excesivas, sino que puede transportarse a un punto deseado o retenerse en el perfil del suelo. La incorporación de materia orgánica en el suelo mejorará su capacidad de retención de agua. La aplicación de una capa de pajote en la superficie (por ejemplo, una capa de virutas de corteza, agujas de pino, hierba cortada, hojas o paja) proporciona un aporte de materia orgánica que puede reponerse periódicamente y que también sirve para reducir las pérdidas por evaporación del suelo subyacente.

Factores en la superficie

La ubicación de cualquier zona con vegetación puede tenerse en cuenta en el diseño conceptual. En aras de minimizar la evaporación del suelo, deben tenerse en cuenta los factores relacionados con el microclima, tales como las barreas cortaviento (por ejemplo, los muros), el posible efecto de isla de calor y la exposición a la luz solar directa. Asimismo, debe considerarse la estadificación de la vegetación (por ejemplo, arbustos o césped debajo de los árboles). Además del uso de una capa de pajote en la superficie, estos factores también pueden ayudar a reducir la erosión del suelo.

Sistemas de irrigación eficaces

En la fase del nivel 1, basta con considerar la variedad de las eficiencias de diferentes técnicas de irrigación. La técnica más adecuada se verá parcialmente influida por la uniformidad de la distribución de agua necesaria. Por ejemplo, el césped tendrá una zona radicular densa pero poco profunda, diseminada equitativamente en la zona con vegetación. La forma más sencilla de cubrir toda el área es a través de técnicas de irrigación por aspersión, pero estas no son tan uniformes en su distribución y, a menudo, la manera de compensar la mala uniformidad es aumentar el área cubierta, el número de puntos de aspersión o el tiempo de irrigación, lo cual dará lugar a consumos de agua de irrigación específicos más elevados. Para las plantas más grandes con sistemas radiculares más profundos y más amplios, la uniformidad no es importante y la irrigación por goteo de las subsuperficies es particularmente útil.

Para poder evaluar la eficacia del sistema de irrigación previsto, debe contemplarse la posibilidad de contar con controles que sean fáciles de reprogramar sobre la base de observaciones del estado de la vegetación y del suelo. De manera similar, las características de control, tales como los sensores de humedad del suelo o el seguimiento de las precipitaciones para determinar de manera automática si la irrigación realmente es necesaria en un día determinado, serían beneficiosas[13] (por ejemplo, no tiene ningún sentido irrigar después de una tormenta durante el verano). Otros elementos que pueden mejorar la operabilidad del sistema, tales como coladores/filtros, válvulas accionadas eléctricamente, válvulas unidireccionales, válvulas de seguridad, válvulas de entrada de aire y válvulas de purga/descarga, deben tenerse en cuenta en el diseño conceptual.

Existen varios tipos distintos de sistemas de irrigación, los cuales pueden tener su propio grado de eficiencia. En términos generales, pueden tenerse en cuenta los siguientes sistemas:

- irrigación por goteo a través de tuberías enterradas,

[12] Watson, G. W.; Hewitt, A. M.; Custic, M. y Lo, M.: «The management of tree root systems in urban and suburban settings II: A review of strategies to mitigate human impacts», *Arboriculture & Urban Forestry*, 40(5), 2014, p. 249.

[13] Myriounis, C.; Tsirogiannis, I. L.; Malamos, N.; Barouchas, P.; Babilis, D. I. y Chalkidis, I.: «Agricultural and urban green infrastructure irrigation systems auditing – A case study for the region of Epirus», *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, n.º 4, 2015, p. 300.

- irrigación por goteo a través de tuberías en la superficie del suelo,
- borboteadores y microaspersores,
- aspersores (tipo estacionario, emergente, giratorio, con presiones de funcionamiento variables).

La elección del sistema de aspersores dependerá de la disposición de la vegetación y de la importancia asignada a la eficiencia hídrica. Pueden utilizarse distintos sistemas de irrigación en la misma zona ajardinada, y cada sistema aborda partes diferentes.

Nuevas zonas con vegetación

La incorporación de vegetación en el edificio también puede lograrse en superficies verticales (paredes o fachadas verdes) y en el techo del edificio (tejados verdes). Tales zonas con vegetación pueden tener un efecto visual sorprendente, reducir el sobrecalentamiento del edificio debido a la refrigeración por evaporación y mejorar la calidad del aire circundante. Estas características de diseño se abordan más a fondo en el indicador 5.1. Sin embargo, se mencionan aquí porque los medios de irrigación y las tasas de irrigación específicas pueden diferir considerablemente de aquellas para las zonas con vegetación normales sobre el terreno.

L1.4. Lista de comprobación del concepto de diseño 5: Posibles planes de medición

Un dicho común en los círculos de gestión es: «Si no se puede medir, no se puede gestionar». Si bien no se trata de una verdad universal, puede aplicarse indudablemente al consumo de agua en los edificios.

La calculadora del consumo de agua de Level(s) permite a los usuarios definir las distintas fuentes de consumo de agua hasta el nivel individual de los sanitarios por persona. Sin embargo, en la realidad, la mayoría de los edificios pueden tener solo un contador de agua y puede que no se realice ningún esfuerzo por estimar o supervisar la tasa de ocupación.

Por tanto, cuando se trata de comparar las estimaciones con las lecturas reales de los contadores, pueden surgir las siguientes situaciones:

- Las lecturas (nivel 3) realmente concuerdan bien con las estimaciones (nivel 2), ya que estas últimas fueron muy precisas para todas las actividades de consumo de agua.
- Las lecturas realmente concuerdan bien con las estimaciones, ya que, a pesar de que algunas estimaciones fueron demasiado elevadas, otras fueron demasiado bajas, y, por consiguiente, se compensan.
- Las lecturas son mucho más elevadas/bajas que las estimaciones, ya que estas últimas fueron demasiado elevadas/bajas.
- Las lecturas son mucho más elevadas/bajas que las estimaciones, ya que la tasa de ocupación estimada fue demasiado elevada/baja.

Para que las estimaciones coincidan con exactitud con las lecturas reales, debe recordarse que las estimaciones del nivel 2 se expresan en unidades de m^3/o/a y las lecturas reales proporcionarán cifras en unidades de m^3/a. El factor de conversión faltante es la tasa de ocupación.

Para los edificios de oficinas, esta debe estimarse y medirse en términos de empleados equivalentes a jornada completa (es decir, ocho horas al día). Para los edificios residenciales, debe estimarse en términos de residentes de tiempo completo. Será necesario tratar de contabilizar a los visitantes y los huéspedes si estas cifras son significativas en comparación con la cantidad normal de ocupantes del edificio.

Pueden surgir otras complicaciones en los edificios de oficinas en los casos en que solo una parte del edificio está destinada a ser utilizada como oficina y otras partes, para otras actividades (por ejemplo, un restaurante o una cafetería en la planta baja). En estos casos, sería mejor si la medición del consumo de agua es independiente para la cocina de la cafetería, como mínimo. Otra aplicación evidente de la

medición por separado sería la irrigación, ya que esta no guarda relación alguna con la tasa de ocupación, sino que más bien depende del clima diario. De la misma manera, tendría sentido llevar a cabo una medición aparte para las piscinas de los edificios residenciales.

Independientemente del grado de concordancia entre las estimaciones y las lecturas reales, el subcontaje detallado también puede ayudar a los gestores y los ocupantes de los edificios a comprender mejor y a optimizar su consumo de agua real. El subcontaje avanzado del consumo de agua en los edificios es posible en función del uso de contadores con notificación inalámbrica a un portal con interfaz de usuario en línea. Este tipo de medición no solo ofrece una imagen de mucha mayor resolución de las fuentes de consumo de agua en tiempo real, sino que también puede ayudar a detectar fugas si hay un consumo de agua aparente durante períodos de no consumo.

Para utilizar el nivel 2

En esta sección de las orientaciones, se ofrecen información y explicaciones generales adicionales para respaldar el uso de las instrucciones para el nivel 2. Se abordan específicamente los siguientes pasos de las instrucciones:

- L2.2. Paso 2: Generar un WEI+ estival medio (véanse las orientaciones sobre L1.4. Lista de comprobación del concepto 2)
- L2.2. Paso 3: Rellenar las casillas de las columnas G e I (así como J y L para los edificios de oficinas) en la calculadora del consumo de agua de Level(s)
- L2.2. Paso 4: (opcional) Estimar los requisitos mínimos para el agua de riego
- L2.2. Paso 5: Entradas de la recogida de aguas pluviales o la reutilización de aguas grises
- L2.2. Paso 7: Comparar opciones de diseño lado a lado

L2.2. Paso 3: Rellenar las casillas de las columnas G e I:

Las casillas que requieren la entrada de datos por parte de los usuarios están marcadas en verde en la calculadora del consumo de agua de Level(s). En la captura de pantalla a continuación se muestran las casillas que deben rellenarse para los edificios residenciales en las columnas G e I.

En ausencia de un factor específico de uso del edificio, se recomienda un factor predeterminado de 335 días/año.

En ausencia de datos específicos, se recomienda un valor predeterminado de 7,5 l/descarga completa.
Tener en cuenta que los valores predeterminados de los sistemas de evaluación de edificios varían entre 6 y 10 l/descarga completa.

Se recomienda una tasa de utilización predeterminada de una descarga completa/o/día.

	F	G	H	I	
3	**L2 Residential buildings - water consum**				
4					
5	Building use factor	335	days/annum		
6	Sanitary fittings	Consumption rates		Usage factor	Daily consumption per occupant
7	Toilet (full flush)	7.5	L/full flush	1 flushes/o/day	7.5 L/o/d
8	Toilet (small flush)	4.5	L/small-flush	4 flushes/o/day	18 L/o/d
9	Bathroom tap	10	L/minute	75 seconds/o/day	12.5 L/o/d
10	Shower	12	L/minute	360 seconds/o/day	72 L/o/d
11	Bath-tub	185	L/bath	0.11 baths/o/day	20.35 L/o/d
12	Kitchen tap	12	L/minute	240 seconds/o/day	48 L/o/d
13	**Sanitary devices sub-total**				**178.35 L/o/d**
14	Water using appliances	Consumption rates		Usage factor	Daily consumption per occupant
15	Dishwasher	11.5	L/cycle	0.4 cycles/o/day	4.6 L/o/d
16	Washing machine	43.5	L/cycle	0.3 cycles/o/day	13.05 L/o/d
17	**Appliances sub-total**				**17.65 L/o/d**
18	Irrigation	94.5	L/d		31.487 L/o/d
19	**Total**				**227.49 L/o/d**

Si el agua consumida por irrigación se considera importante y los usuarios desean notificar al respecto, los cálculos debe realizarse utilizando la hoja de cálculo titulada «**Calc. Irrigación**» para generar el número aquí requerido.

Importado directamente de la hoja de cálculo «**Calc. Irrigación**». Tener en cuenta que este valor «diario» se obtiene del valor anual, que a su vez se calcula con datos de resolución temporal mensual.

Importado directamente de la hoja de cálculo «**Calc. Irrigación**». Ahí se define el número total de usuarios que comparten la zona irrigada (puede no siempre ser el mismo número que el de los ocupantes de la casa/piso). Esto permite convertir el valor de l/d en l/o/d.

Gráfico 11. Captura de pantalla de la calculadora del consumo de agua de Level(s) (columnas F a L, edificios residenciales)

Cada una de las casillas verdes tiene un comentario integrado que sugiere los valores predeterminados para los usuarios en caso de que no dispongan de datos específicos. Los valores para los sanitarios y los aparatos que utilizan agua en las columnas G e I se multiplican entre sí para generar automáticamente los valores de la columna K (casillas rojas).

Para la irrigación, el valor de las casillas G18 y K18 se generan automáticamente a partir de la hoja de cálculo «Calc. irrigación», aunque, tal como se explica en los comentarios integrados, estos pueden sobrescribirse si están disponibles otras estimaciones de diseño. El valor de K18 es básicamente el valor de G18 dividido por el número de ocupantes del edificio que están vinculados a la zona irrigada.

Cabe señalar que el cálculo de Level(s) para el agua de riego representa la cantidad mínima de agua necesaria para compensar la evapotranspiración. En realidad, el consumo de agua real para la irrigación puede ser mucho mayor, y las estimaciones mucho más sencillas, cuando el control es simplemente hacer funcionar una bomba a una cierta velocidad por un período determinado durante un cierto número de días por año.

Para los edificios de oficinas, las casillas de entrada de datos difieren de la siguiente manera:

- Es necesario tener en cuenta el equilibrio de género de los ocupantes (casilla G53), debido a la posible influencia de los urinarios en los valores de descarga de los retretes.
- Hay una entrada específica para los urinarios.
- Debe definirse el % de ocupantes que utilizan una ducha en la oficina (casilla L54).
- En las oficinas, hay un «grifo de cocina pequeña» en vez de un «grifo de cocina».
- Existe la posibilidad de definir el consumo de agua para la limpieza de suelos y la de ventanas.
- Existe la posibilidad de definir otros usos del agua (por ejemplo, fuentes, sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado, piscinas, etc.).

Al igual que para el consumo de agua residencial, los usuarios deben introducir valores en las casillas verdes, lo cual genera automáticamente valores que aparecen en las casillas rojas.

L2.2. Paso 4: (opcional) Estimar los requisitos mínimos para el agua de riego

Este requisito es opcional porque solo se aplica si hay zonas que deben irrigarse e, incluso si las hay, puede haber otras maneras de estimar el consumo de agua de riego a las que los usuarios dan preferencia o que están especificadas en los requisitos locales, regionales o nacionales.

En todos los casos, siempre que las zonas con vegetación formen parte de un proyecto de construcción, deben seguirse las mejores prácticas de gestión en materia de irrigación publicadas por la IA y la ASIC[14].

Necesidades de agua de riego con la calculadora del consumo de agua de Level(s)

El cálculo de la irrigación de Level(s) está relacionado con el enfoque definido en el sistema de evaluación de edificios VERDE[15] y utiliza datos sobre las precipitaciones y la evaporación establecidos a nivel de la cuenca hidrográfica en que está ubicado en edificio. El cálculo tiene en cuenta el área o las áreas que deben irrigarse, el tipo de vegetación, su densidad, su demanda de agua inherente, el microclima y la eficiencia del sistema de irrigación. El método VERDE se basa en el método del coeficiente del paisaje publicado por Costello y Jones (2000)[16]. Sin embargo, también hay otros métodos que pueden utilizarse[17].

Debido a que pueden definirse diferentes subzonas con vegetación [en la calculadora del consumo de agua de Level(s) está previsto un máximo de nueve], la complejidad de los cálculos justifica una hoja de cálculo aparte (titulada «Calc. irrigación»).

---

14 IA/ASIC: *Landscape irrigation best management practices*, 2014. Preparadas por la Irrigation Association y la American Society of Irrigation Consultants.

15 *VERDE NE (Nueva Edificación) Residencial, Oficinas. Guía para los evaluadores acreditados.* V.1.c. Marzo de 2015.

16 Costello, L. R. y Jones, K. S. 2000. *A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California: The Landscape Coefficient Method and Water Use Classification of Landscape Species III (WUCOLS III).* Sacramento: Departamento de Recursos Hídricos de California y Extensión Cooperativa de la Universidad de California.

17 Pittenger, D.: *Methodology for estimating landscape irrigation demand. Review and recommendations*, 2014.

El usuario debe seleccionar de nuevo el país y la cuenca hidrográfica en que estará ubicado el edificio (esta debe ser la misma que la elegida en la hoja de cálculo «Estimación L2»). A continuación, se muestran indicaciones paso a paso en la hoja de cálculo, en recuadros de texto amarillos y texto de color rojo en negrita. Los usuarios solo tienen que introducir valores en las casillas verdes. En las casillas rojas aparecerán cifras generadas automáticamente.

	A	B	C	D
1	**Country:**	Spain_ES		
2	**River basin:**	FD17_Basque_County_internal_basi		
3				
4		**Rain (mm/month)**	**Actual ET (mm/month)**	**Balance (mm/month)**
5	**January**	66.7	41.9	24.8
6	**February**	49.9	47.0	2.8
7	**March**	50.8	65.0	-14.2
8	**April**	44.3	66.1	-21.8
9	**May**	45.8	70.3	-24.5
10	**June**	31.7	61.9	-30.2
11	**July**	20.5	51.3	-30.9
12	**August**	28.9	41.6	-12.6
13	**September**	32.2	34.7	-2.5
14	**October**	51.1	32.3	18.8
15	**November**	81.7	27.8	53.8
16	**December**	62.7	33.7	29.0
17	**Total**	**566.4**		**-136.6**

Gráfico 12. Captura de pantalla de la calculadora del consumo de agua de Level(s) (hoja de cálculo «Calc. Irrigación» - datos climáticos).

Tal como se muestra en el gráfico anterior, al seleccionar el país y la cuenca hidrográfica en las casillas B1 y B2, los datos sobre las precipitaciones y la evapotranspiración se generan automáticamente en las columnas B y C. El resultado de la columna B menos la columna C aparece en la columna D. La irrigación solo se considera necesaria cuando los valores de la columna D son negativos.

La calculadora de Level(s) supone la necesidad de agua de riego para compensar cualquier balance negativo en la columna D. Los usuarios pueden sobrescribir los datos de la columna D si disponen de datos más representativos para la ubicación del edificio.

El siguiente paso es definir cada subzona con vegetación (en la hoja de cálculo de Excel se prevé un máximo de nueve).

En el caso de los árboles, introducir el área que se prevé que cubran el tronco del árbol y las ramas extendidas. Si el área debajo del árbol también tiene vegetación (por ejemplo, césped), entonces esta área particular debe contabilizarse dos veces.

Puede variar en diferentes subzonas del mismo edificio en función de los grados de sombra de edificios, los grados de protección contra el viento y el alcance de las zonas duras pavimentadas.

La medida en que la vegetación está estructurada de manera vertical y horizontal (es decir, una densidad alta está relacionada con árboles/arbustos rodeados de césped y con ramas que se solapan con árboles/arbustos vecinos; una densidad baja está relacionada con árboles/arbustos aislados rodeados de suelo abierto o pavimento).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
19		**Area**		**Vegetation type**	**Water demand**	**K_{sp}**	**Microclimate / Heat island effect**	**K_M**	**Density of vegetation**	**Density (shading) factor (K_d)**	**Vegetated area coeffieicnt K_{VA}**
20											
21											
22	Sub area-1	140	m2	Lawn grass	High water demand	0.8	High	1.2	Medium density	1.00	**0.96**
23	Sub area-2	65	m2	Trees	Medium water demand	0.5	High	1.4	Medium density	1.00	**0.7**
24	Sub area-3	15	m2	Bushes	Medium water demand	0.5	High	1.3	High density	0.50	**0.325**
25	Sub-area-4	10	m2	Creeping plants	High water demand	0.7	Low	0.5	Low density	1.10	**0.385**
26	Sub area-5		m2								
27	Sub area-6		m2								
28	Sub area-7		m2								
29	Sub area-8		m2								
30	Sub area-9		m2								
31	**Total vegetated area**	**230**	**m2**								

Gráfico 13. Captura de pantalla de la calculadora del consumo de agua de Level(s) (hoja de cálculo «Calc. Irrigación» - áreas ajardinadas y coeficientes).

Las áreas de la columna B deben ser definidas por el usuario. El tipo de vegetación de la columna D se elige de una lista desplegable de opciones limitadas («árboles», «arbustos», «plantas rastreras», «plantación mixta» o «césped»). En la columna E, los usuarios pueden seleccionar entre demanda de agua «alta», «media» o «baja». La combinación de las entradas de las columnas D y E determina automáticamente el coeficiente de las especies de la columna F.

En la columna G, puede definirse el posible efecto de isla de calor como «alto», «medio» o «bajo». Un mayor efecto de isla de calor da como resultado un coeficiente más elevado y, por tanto, una mayor demanda de agua de riego. En la columna I, también puede definirse la densidad de la vegetación como «alta», «media» o «baja». En este caso, las densidades altas se traducen en coeficientes más bajos y, por tanto, en una menor demanda de agua de riego.

A continuación, los tres coeficientes de las columnas F, H y J se multiplican entre sí para generar un coeficiente global para cada subzona de la columna K.

The factor for the irrigation efficiency is factored into the calculations for cells Y22 to Y30.

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
Net water balance without irrigation (mm/month)												Total			Irrigation system	Irrigation system efficiency
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	mm/yr	$m^3/m^2/yr$	m^3/yr		
0.0	0.0	-14.2	-21.8	-24.5	-30.2	-30.9	-12.6	-2.5	0.0	0.0	0.0					
0.0	0.0	-13.7	-20.9	-23.5	-29.0	-29.6	-12.1	-2.4	0.0	0.0	0.0	-131.1	0.187	26.2	Sprinklers	0.70
0.0	0.0	-10.0	-15.2	-17.1	-21.1	-21.6	-8.8	-1.7	0.0	0.0	0.0	-95.6	0.101	6.5	Perforated pipes installed underground	0.95
0.0	0.0	-4.6	-7.1	-7.9	-9.8	-10.0	-4.1	-0.8	0.0	0.0	0.0	-44.4	0.055	0.8	Diffusers and micro-sprinklers	0.80
0.0	0.0	-5.5	-8.4	-9.4	-11.6	-11.9	-4.9	-1.0	0.0	0.0	0.0	-52.6	0.088	0.9	Manual or other	0.60
												0.0	#N/A			#N/A
												0.0	#N/A			#N/A
												0.0	#N/A			#N/A
												0.0	#N/A			#N/A
												0.0	#N/A			#N/A
													Total	34.5		
Relevant number of occupants related to the building area (note that this may be higher than simply the occupants of the single residential building, office or office block in question in cases where vegetated spaces are common to multiple buildings).													occupants	m3/o/yr		
													3	11.493		

Gráfico 14. Captura de pantalla de la calculadora del consumo de agua de Level(s) (hoja de cálculo «Calc. Irrigación» - conversión en demanda de agua real).

Los datos de las columnas L a W se generan automáticamente sobre la base de los datos sobre las precipitaciones y la evapotranspiración de la columna D y el coeficiente de las subzonas. Los valores negativos se totalizan en la columna X.

Las dos entradas finales que debe introducir el usuario son en la columna AA, en la que debe definirse el tipo de sistema de irrigación (las opciones son «Tuberías perforadas instaladas bajo tierra», «Tuberías perforadas instaladas sobre el terreno», «Difusores y microaspersores», «Aspersores» y «Manual u otro»). Cada opción tiene su propio coeficiente de eficacia. Por último, el usuario debe definir el número de ocupantes a quienes atiende la zona ajardinada (casilla Y34). Tener en cuenta que este número puede no ser el mismo que el de ocupantes del edificio en los casos en que la zona ajardinada se comparte entre más de un edificio.

El coeficiente de eficacia se muestra en la columna Y el área de la subzona, en la columna Z. A continuación, los valores de la columna Z se totalizan (casilla Z31) y se dividen entre el número de ocupantes (casilla Y34). El valor de $m^3/o/a$ aparece en la casilla Z34 y se transmite a la hoja de cálculo «Estimación L2» (específicamente, a las casillas G18 y G63 para los edificios residenciales y de oficinas, respectivamente).

L2.2. Paso 5: Entradas de la recogida de aguas pluviales y la reutilización de aguas grises

La calculadora del consumo de agua de Level(s) permite a los usuarios definir las entradas de aguas pluviales y de aguas grises al sistema y a dónde se dirigirán. No es opcional porque, incluso si no se prevé la recogida de aguas

pluviales o la reutilización de aguas grises, el usuario aún debe seleccionar activamente «no» en los menús desplegables. A continuación se muestran las casillas relacionadas con estos datos de entrada y de salida.

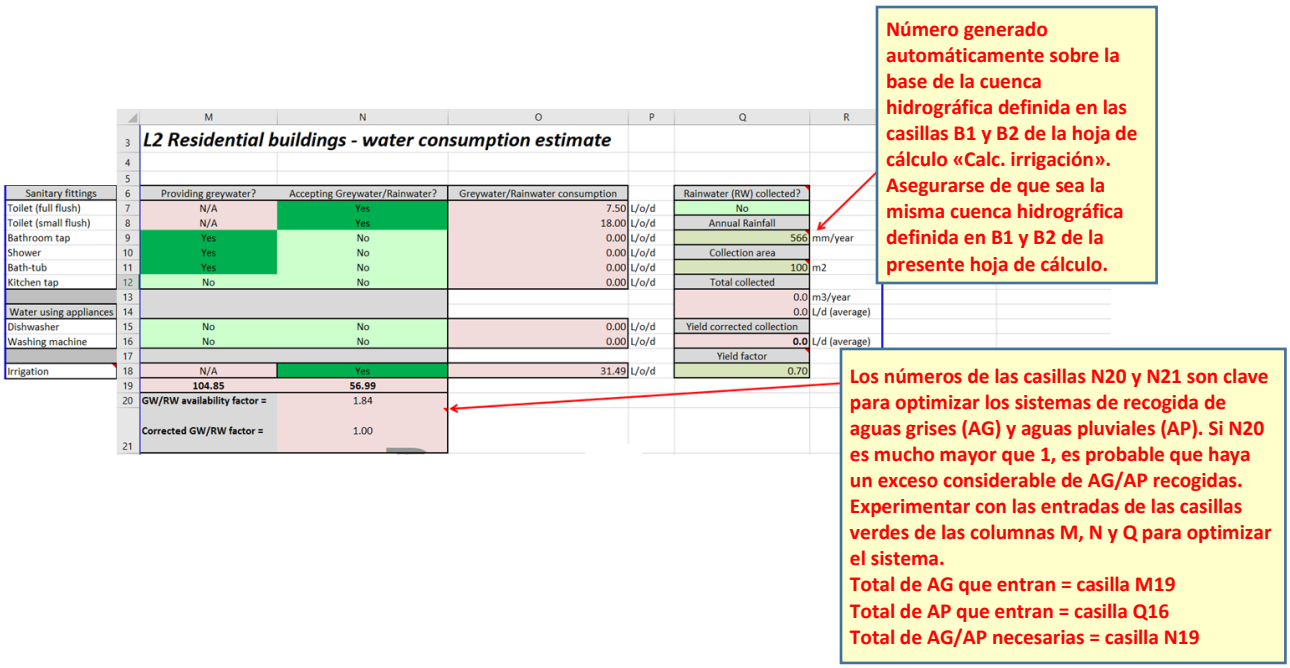


Gráfico 15. Casillas de datos de entrada y de salida para las aguas pluviales y las aguas grises en la calculadora del consumo de agua de Level(s).

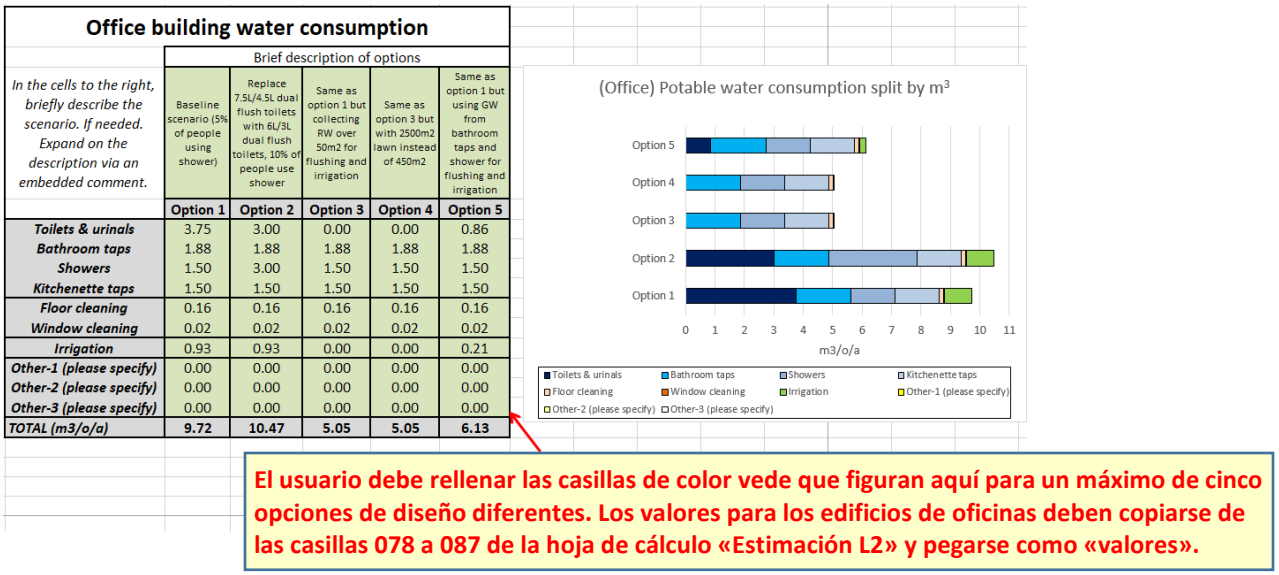
En la columna M se definen todos los sanitarios o aparatos que utilicen agua que puedan tenerse en cuenta para generar aguas grises. Estos contribuyen a un valor de entrada total que figura en la casilla M19. Asimismo, las entradas de aguas pluviales pueden definirse en la columna Q (rellenando las casillas verdes). Estas entradas también contribuyen al valor de la casilla M19.

A continuación, debe definirse si la irrigación o cualquier accesorio, dispositivo o aparatos aceptará aguas grises o aguas pluviales (estos valores se totalizan en la casilla N19).

Las entradas y salidas de aguas grises y aguas pluviales se comparan en la casilla N20. Si el valor es mayor a 1,00, esto implica que el suministro supera la demanda. Los usuarios deben tratar de el suministro y la demanda se asemejen lo más posible (es decir, valores cercanos a 1,00), a fin de minimizar el volumen de los tanques necesario o evitar que el tanque se desborde. Si las aguas grises se almacenan por mucho tiempo, el agua se volverá anóxica o anaeróbica, lo que genera gases olorosos.

L2.2. Paso 7: Comparación de los resultados de diferentes opciones

Los usuarios también pueden guardar un archivo de Excel independiente para cada opción de diseño. Si desean comparar diferentes opciones de diseño lado a lado, deben utilizar la hoja de cálculo «Comparación L2».



Office building water consumption

In the cells to the right, briefly describe the scenario. If needed. Expand on the description via an embedded comment.	Brief description of options: Baseline scenario (5% of people using shower)	Replace 7.5L/4.5L dual flush toilets with 6L/3L dual flush toilets, 10% of people use shower	Same as option 1 but collecting RW over 50m2 for flushing and irrigation	Same as option 3 but with 2500m2 lawn instead of 450m2	Same as option 1 but using GW from bathroom taps and shower for flushing and irrigation
	Option 1	**Option 2**	**Option 3**	**Option 4**	**Option 5**
Toilets & urinals	3.75	3.00	0.00	0.00	0.86
Bathroom taps	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
Showers	1.50	3.00	1.50	1.50	1.50
Kitchenette taps	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Floor cleaning	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Window cleaning	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Irrigation	0.93	0.93	0.00	0.00	0.21
Other-1 (please specify)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other-2 (please specify)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other-3 (please specify)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL (m3/o/a)	**9.72**	**10.47**	**5.05**	**5.05**	**6.13**

El usuario debe rellenar las casillas de color vede que figuran aquí para un máximo de cinco opciones de diseño diferentes. Los valores para los edificios de oficinas deben copiarse de las casillas 078 a 087 de la hoja de cálculo «Estimación L2» y pegarse como «valores».

Gráfico 16. Captura de pantalla de un ejemplo de comparación de opciones de diseño de un edificio de oficinas.

En principio, la comparación más lógica es la del consumo de agua potable, ya que este se ve afectado no solo por las elecciones de dispositivos, accesorios y aparatos más o menos eficientes, sino también por la incorporación (o no) de la recogida de aguas pluviales y la reutilización de aguas grises.

Tal como se indica en el texto de color rojo en la captura de pantalla, los valores para cada opción deben copiarse y pegarse manualmente «como valores» en los cuadros que figuran en la hoja de cálculo «Comparación L2».

En el ejemplo anterior, la diferencia entre la opción 1 y la opción 2 muestra que la introducción de retretes más eficientes no compensaría por completo un aumento de entre el 5 % y el 10 % de los trabajadores de la oficina que utilizan la ducha. Los números también muestran que la recogida de aguas pluviales puede satisfacer fácilmente todas las necesidades de descarga de retretes y de irrigación (opciones 3 y 4).