



ANÁLISIS DE USOS DE AGUA Y CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS (2023)

Diciembre 2024

ÍNDICE

1.	OBJETO Y ÁMBITO	1
2.	ENFOQUE METODOLÓGICO	5
2.1.	Marco normativo: ISO 14046	5
2.2.	Metodología de la Water Footprint Network	7
2.2.1.	Definición de los componentes de la huella hídrica	9
2.2.2.	Cálculo total de la huella hídrica	9
2.2.3.	Consideraciones adicionales	10
3.	ANÁLISIS DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL SISTEMA.....	11
3.1.	Abastecimiento	11
3.1.1.	Campus de Alcorcón y Móstoles.....	12
3.1.2.	Campus de Aranjuez.....	15
3.1.3.	Campus de Fuenlabrada.....	17
3.1.4.	Campus de Madrid-Vicálvaro y del centro de Madrid (sedes de Quintana y Manuel Becerra)	18
3.2.	Depuración.....	26
3.2.1.	Campus de Alcorcón y Móstoles.....	26
3.2.2.	Campus de Aranjuez.....	27
3.2.1.	Campus de Fuenlabrada.....	28
3.2.1.	Campus de Madrid Vicálvaro, y sedes de Madrid capital (Quintana y Manuel Becerra)	29
4.	CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA DE LOS CAMPUS DE LA URJC.....	33
4.1.	Huella hídrica azul	33
4.1.	Huella hídrica verde	35
4.2.	Huella hídrica gris	36
4.3.	Huella hídrica total	38
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	39
5.1.	Impactos en el sistema	39
5.1.1.	Recursos hídricos consumidos	39
5.1.2.	Generación de agua contaminada	40
5.2.	Reducción de la huella hídrica.....	40
6.	Análisis comparativo.....	41

1. OBJETO Y ÁMBITO

La huella hídrica en organizaciones mide el volumen total de agua dulce utilizado, directa e indirectamente, en las actividades productivas o servicios. El cálculo requiere analizar y categorizar el uso del agua según su origen y destino y analizar las repercusiones ambientales que el uso del agua tiene en la organización.

La evaluación de la huella hídrica en centros educativos es especialmente importante, ya que permite el acceso al conocimiento de la comunidad educativa a las fuentes de suministro del agua que consumen y al uso racional del recurso hídrico.

Dentro del marco general de mejora de la sostenibilidad ambiental de sus instalaciones, la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) ha decidido acometer el cálculo de la huella hídrica en sus campus y sedes.

La Universidad Rey Juan Carlos cuenta con cinco Campus y dos sedes en la Comunidad de Madrid:

- Campus de Móstoles
- Campus de Alcorcón
- Campus de Fuenlabrada
- Campus de Aranjuez
- Campus de Vicálvaro (Madrid capital)
- Sedes de Quintana (Madrid capital)
- Sede de Manuel Becerra (Madrid capital)

Y a partir de ellas, la huella hídrica de la Universidad en su conjunto.

Las características principales de los campus y sedes se detallan a continuación:

CAMPUS/SEDES	DESCRIPCIÓN
Alcorcón	Superficie construida: 52.631 m ² : Estudiantes: 4.319 Edificios: 2 aularios, 2 edificios departamentales que incluyen la Clínica Universitaria, 1 edificio de gestión, 1 edificio de laboratorio polivalentes, 1 biblioteca, 1 edificio de restauración y 1 zona instalaciones deportivas Ubicación https://maps.app.goo.gl/b7UGijAQsf8KEnpZ9

CAMPUS/SEDES	DESCRIPCIÓN
Aranjuez	Superficie construida: 27.144 m ² Estudiantes: 2.301 Edificios: sede Gobernador, sede antiguo cuartel de Pavía, sede Maestro Rodrigo, sede Lucas Jordán, sede Hospital San Carlos. Ubicación sede Gobernador: https://maps.app.goo.gl/mXz1aBRnZ1RNtMUL7 Ubicación sede Pavía: https://maps.app.goo.gl/TBqeQYLayUSZKEME9 Ubicación sede Maestro Rodrigo https://maps.app.goo.gl/vNmKd3qtougRtezD7 Ubicación Lucas Jordán https://maps.app.goo.gl/fyHetAbWceFpgVX18 Ubicación sede Hospital San Carlos https://maps.app.goo.gl/djUsgf2eeCPimrBK8
Fuenlabrada	Superficie construida: 101.402 m ² Estudiantes 11.189 Edificios: 4 aulas, 3 edificios de laboratorios, 2 edificios departamentales, 1 biblioteca, 1 edificio de control, 1 edificio de restauración, 1 edificio de gestión, 1 zona de instalaciones deportivas Ubicación https://maps.app.goo.gl/FPDwqvV6zW6sPR178
Móstoles	Superficie construida: 105.698 m ² Estudiantes: 8.529 Comunidad universitaria rectorado: 406 Edificios: 3 aulas, 3 edificios de laboratorios, 2 edificios departamentales, 2 edificios de rectorado y ampliación de rectorado, 1 biblioteca, 1 edificio de gestión, 1 zona de instalaciones deportivas, 2 edificios de restauración y 1 centro de apoyo tecnológico. Ubicación https://maps.app.goo.gl/JC9ugAnG3KcUrp227
Madrid - Vicálvaro	Superficie construida: 52.233 m ² Estudiantes: 10.346 Edificios: 1 aula, 1 edificio departamental, 1 biblioteca, 1 edificio de gestión y centro de idiomas Ubicación https://maps.app.goo.gl/HTqsJRQN3uByhotW7
Madrid – Manuel Becerra	Superficie construida: 2.577 m ² Estudiantes: 554 Edificios: 1 aula Ubicación sede https://maps.app.goo.gl/wgP2hTz4ErCCNdJp6
Madrid- Quintana	Superficie construida: 8.950 m ² Estudiantes: 1.976 Edificios: 1 aula y dos pisos de oficinas. Ubicación https://maps.app.goo.gl/yBbJZm2UsqsAwhr96

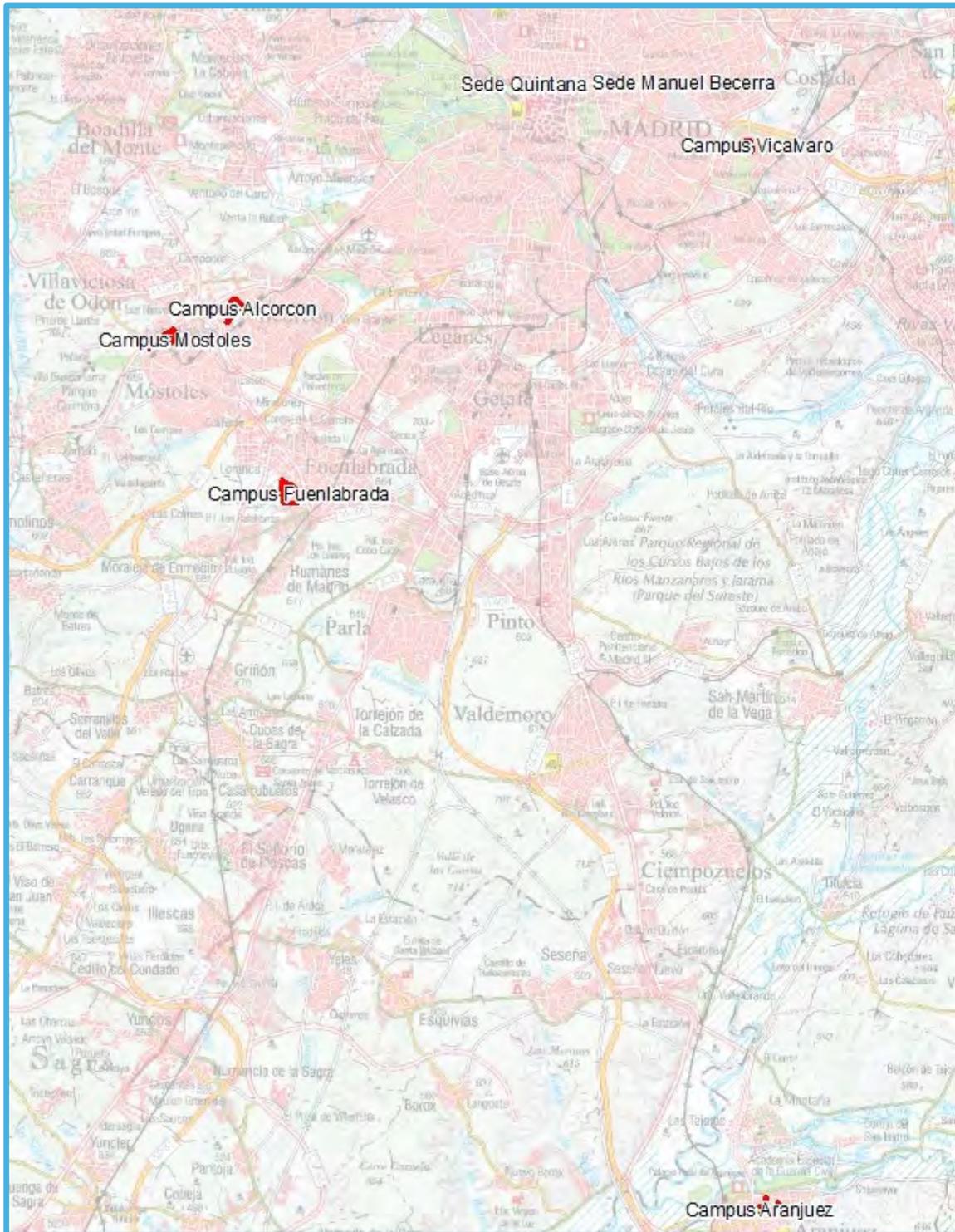


Imagen 1. Situación de los Campus de la URJ. Fuente: elaboración propia



Imagen 2. Planta de los Campus de la URJ. Fuente: elaboración propia

Como primera fase de los trabajos, adicionalmente, se ha realizado un análisis de la procedencia del recurso hídrico y su devolución al sistema, a partir de la información web disponible del Canal de Isabel II (CYII), de forma que se pueda disponer de información lo más detallada posible del ciclo del agua en el que se incluyen los campus y sedes de la URJC.

2. ENFOQUE METODOLÓGICO

El marco metodológico de estudio se incluye en la norma ISO 14046. La ISO 14046 es la principal norma internacional que establece directrices para la evaluación de la huella hídrica (water footprint). Esta norma proporciona un marco coherente para evaluar y cuantificar el impacto en el agua.

2.1. Marco normativo: ISO 14046

Define la huella hídrica como un indicador que cuantifica el volumen total de agua utilizado o contaminado, relacionado con un producto, proceso o actividad, considerando diversas categorías de impacto. La metodología propuesta por la ISO 14046 se desarrolla a través de los siguientes pasos:

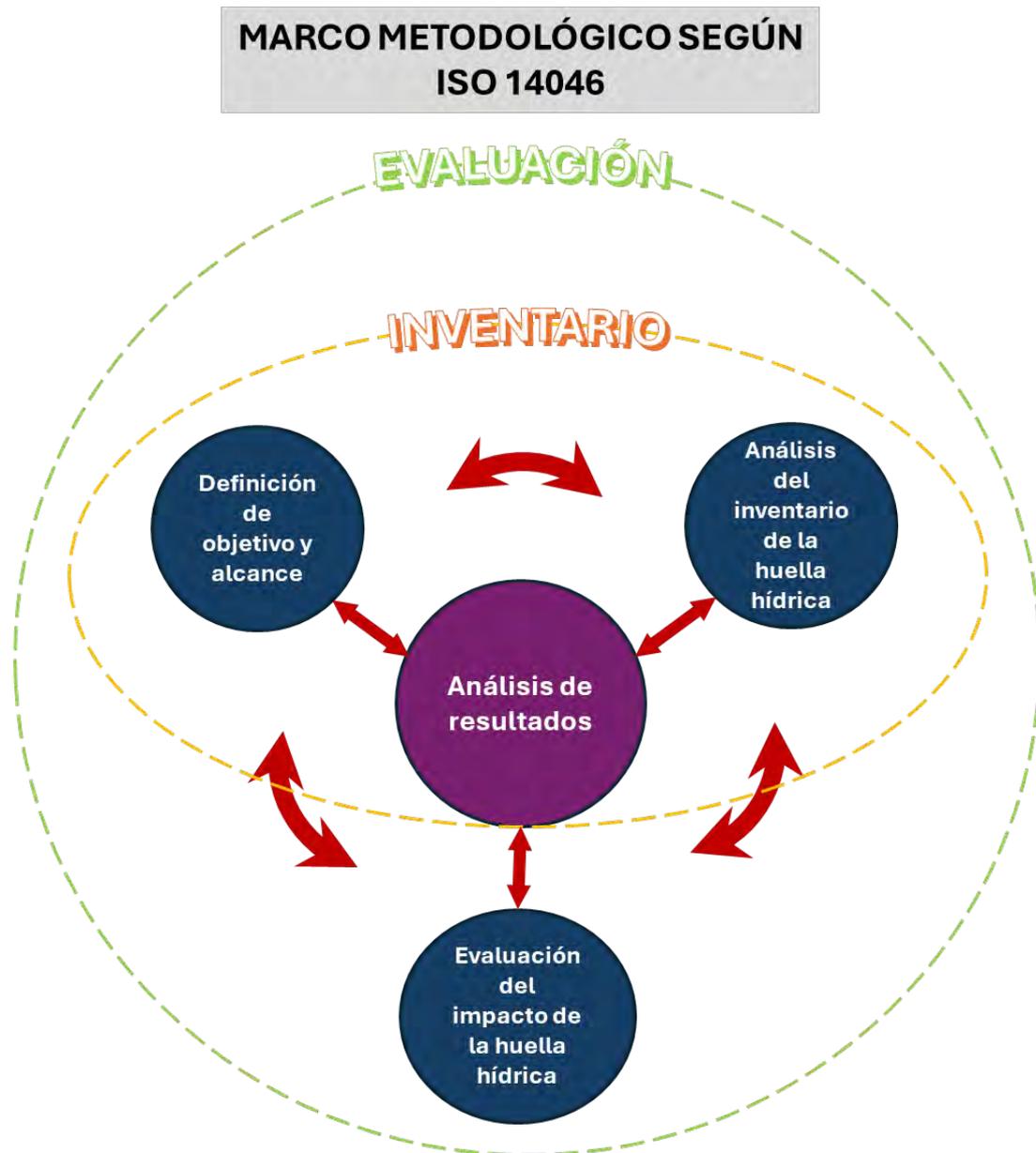


Imagen 3. Esquema metodológico de la ISO 14046. Fuente: elaboración propia

Los apartados del análisis de la huella hídrica que se asociarían a su aplicación a una universidad son los siguientes:

1. Definición del objetivo y alcance

- **Objetivo del estudio:** consiste en definir el propósito de la evaluación que consistiría en la concienciación del uso del agua en los campus y el objetivo final de mejorar la sostenibilidad hídrica de la actividad.
- **Alcance:** consiste en los límites del sistema que será evaluado, especificando:
 - Límites geográficos: campus y sedes universitarios
 - Ciclo de vida: desde la llegada del agua a su vertido o pérdida
 - Tipos de agua considerados: en nuestro caso agua dulce, y de lluvia y tipos de huella: directa o indirecta.
- **Categorías de impacto:** aspectos que se van a considerar: impacto del consumo y posible impacto ambiental de la actividad en su reincorporación al medio natural.

2. Inventario de la huella hídrica

La evaluación de la huella hídrica se realiza por medio de una metodología basada en el análisis del ciclo de vida (ACV), que permite identificar las etapas del ciclo de vida en las que se consume y contamina el agua. Esto incluye:

- Extracción de recursos naturales: fuentes de suministro
- Consumo directo del recurso hídrico
- Posible contaminación. Necesidades específicas
- Medio de entrega al medio

Para realizar el inventario se deben recopilar datos detallados sobre las cantidades de agua utilizadas en cada etapa. Esto incluiría tanto el agua consumida (es decir, agua que no retorna al ciclo natural, como la evaporación) como el agua contaminada (es decir, agua que es alterada en su calidad debido a las actividades humanas, como el vertido de aguas residuales).

El inventario puede considerar diferentes tipos de agua:

- **Agua verde:** El agua contenida en el suelo, utilizada en procesos como el mantenimiento de zonas verdes.
- **Agua azul:** El agua extraída de fuentes de agua dulce para el consumo directo, como ríos, embalses o acuíferos.
- **Agua gris:** El agua contaminada que requiere tratamiento para recuperar la calidad del agua y cumplir con los estándares de salud.

3. Evaluación de impactos

Después de obtener los datos de inventario, se realiza la evaluación de los impactos asociados al uso y contaminación del agua, según las categorías que se desea analizar. Esto puede implicar la consideración de diversos factores, si existe escasez coyuntural de agua en la zona, o si el agua vuelve al medio contaminada y supone afectación a los ecosistemas acuáticos.

La norma distingue tres categorías principales de impacto relacionadas con la huella hídrica:

- **Impacto por consumo de agua (agua azul y verde):** Hace referencia a la cantidad de agua utilizada, considerando su disponibilidad y los efectos en los ecosistemas acuáticos.
- **Impacto por contaminación del agua (agua gris):** Considera el impacto de la contaminación de los cuerpos de agua a través de la liberación de contaminantes, afectando la calidad del agua y la biodiversidad.
- **Escasez hídrica:** Evaluación de la presión sobre los recursos hídricos en función de la cantidad de agua extraída en relación con la disponibilidad local.

4. Análisis de los resultados

En esta etapa se analizan los resultados obtenidos para identificar si existen puntos críticos en cuanto al consumo o a la contaminación del agua a lo largo del ciclo. Esta interpretación tiene como objetivo proporcionar recomendaciones para la reducción de la huella hídrica, optimizando el uso del agua y minimizando los impactos negativos sobre los recursos hídricos.

Una vez identificados los puntos críticos de la huella hídrica, se pueden implementar medidas de mejora. Esto podría implicar:

- Cambios en el proceso de funcionamiento para utilizar menos agua.
- Optimización en la gestión del agua (reciclaje, reutilización).
- Cambio en las fuentes de agua o en la tecnología empleada.
- Uso de fuentes de agua menos críticas en términos de disponibilidad o calidad.

Los resultados de la evaluación deben ser transparentes y presentados de manera comprensible, tanto para los interesados como para los consumidores.

2.2. Metodología de la Water Footprint Network

Según el Manual de Evaluación de la Huella Hídrica de la Water Footprint Network (WFN), este cálculo se realiza considerando tres componentes principales: el agua verde, el agua azul y el agua gris. A continuación, se detalla la metodología para calcular cada una de las componentes en nuestro caso.

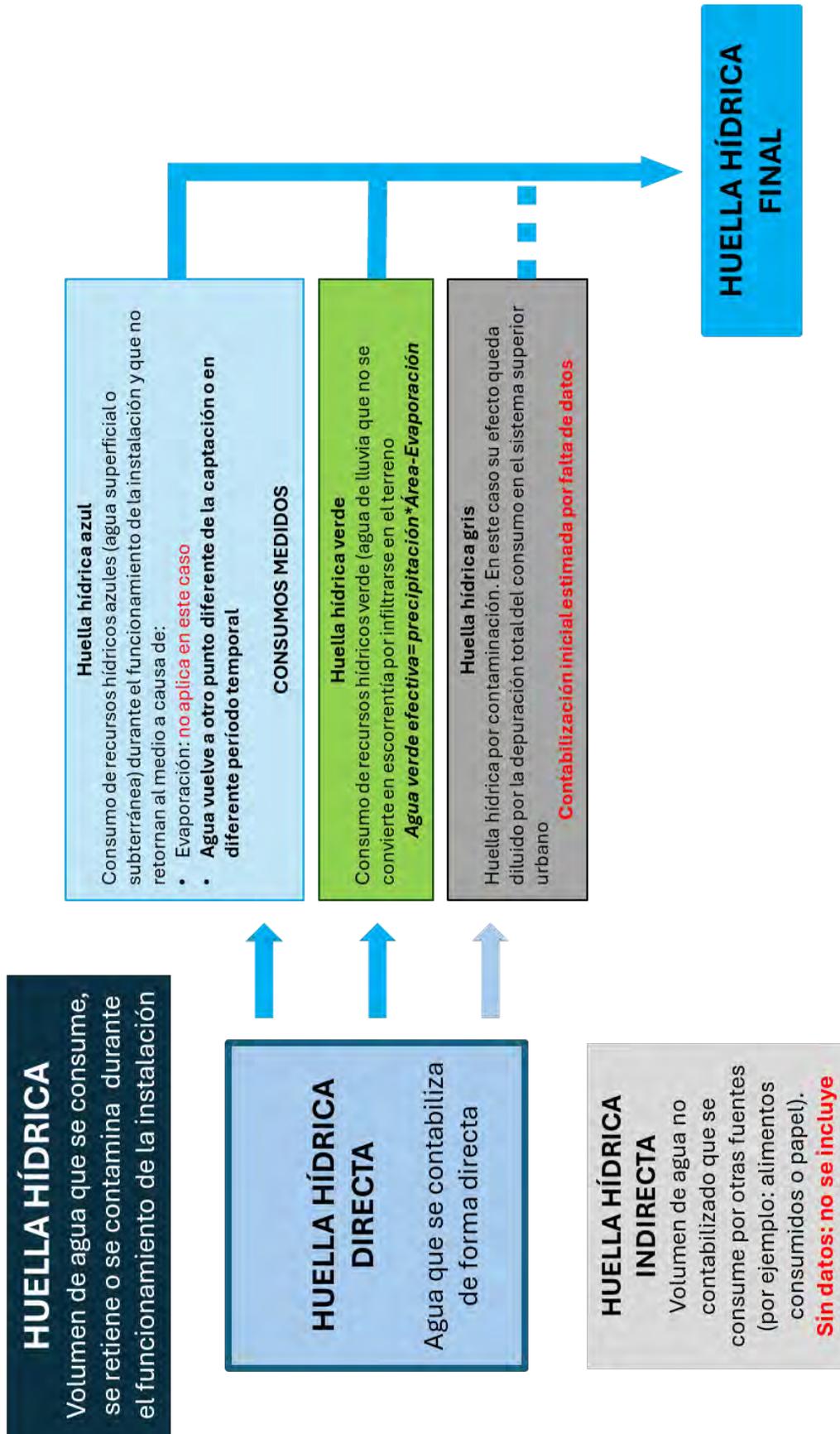


Imagen 4. Aplicación del cálculo de la huella hídrica a los Campus de la URJ. Fuente: elaboración propia

2.2.1. Definición de los componentes de la huella hídrica

Son aquellos componentes en los que la ISO 14046 clasifica el agua que se tendrá en cuenta en el cálculo:

- A. **Agua azul:** Es el volumen de agua dulce consumida de fuentes de agua como ríos, embalses y acuíferos para el funcionamiento de los servicios. El agua azul es aquella que no retorna al sistema hídrico tras su uso al mismo punto del que salió o que tarda un margen de tiempo dilatado en volver. Se calcula de forma directa a partir de los consumos de las facturas del Canal de Isabel II en cada campus, a excepción de la sede de Quintana, que se utilizaron los consumos registrados de forma manual en cada uno de los contadores de ambos edificios. Esta excepción se debe a que no se disponen de las facturas de la sede por incluirse en los gastos de alquiler.
- B. **Agua verde:** Es el volumen de agua de lluvia almacenada en el suelo y utilizada por las plantas durante su crecimiento. Se definiría como la precipitación que cae sobre la superficie “verde” a la que se le resta la estimación de la evaporación para cada uno de los meses del año.

$$\text{Agua Verde (l)} = \sum_1^{12} [P(mm) - ETP(mm)] \times \text{Área verde}(m^2)$$

La ETP se calcula por la fórmula de Thornthwaite.

- C. **Agua gris:** para calcular el agua gris, en teoría se deberían estimar los contaminantes generados por la actividad y calcular el volumen de agua necesario para diluir estos contaminantes, de acuerdo con la normativa sobre la calidad del agua. Este cálculo requiere conocer los consumos y necesidades de instalaciones que exceden el ámbito de la universidad. Al no disponer en este caso de información específica sobre el agua de saneamiento procedente del funcionamiento de la universidad dentro del sistema superior de los núcleos urbanos en que se sitúa cada campus. Sí se podría hacer una estimación previa del agua que se vierte por el sistema de saneamiento por medio de las siguientes hipótesis:

- Realizar una estimación del número de veces que cada persona presente en el campus utiliza al día el inodoro y el lavabo. La descarga de un inodoro normal está entre 6 y 9 litros, según norma UNE-EN 997 y el de un uso de lavabo en unos 2 litros y el calendario preceptivo en Madrid es de 175 días/ año
- Suponiendo un uso promedio de 1 veces/cápita de lavabo e inodoros de 6l/descarga, el consumo anual por persona (estudiantes, docentes y otro personal fijo interno de la universidad) sería:

$$(1,5 \times 6 + 1,5 \times 2) \times 175 = 1400 \text{ l/año/cápita}$$

2.2.2. Cálculo total de la huella hídrica

La huella hídrica total se obtiene sumando las cantidades de agua verde, azul y gris asociadas al funcionamiento de cada campus.

2.2.3. Consideraciones adicionales

- **IMPACTOS:** el cálculo de la huella hídrica debe acompañarse de un análisis de los impactos ambientales y sociales derivados del uso del agua. Esto incluye aspectos como el agotamiento de los recursos hídricos y la contaminación de fuentes de agua.
- **REDUCCIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA:** El manual también sugiere identificar estrategias para reducir la huella hídrica, como mejorar la eficiencia en el uso del agua, utilizar tecnologías más sostenibles, y cambiar los procesos de producción.

Análisis de usos de agua y cálculo de la huella hídrica en la Universidad Rey Juan Carlos

Aplicando la metodología expuesta anteriormente, se identifican en los apartados a continuación, las entradas y salidas de agua más probable en cada uno de los campus

3.1.1. Campus de Alcorcón y Móstoles

Los campus de Alcorcón y Móstoles se abastecerían desde la ETAP de Majadahonda.



Imagen 6. ETAP de Majadahonda. Fuente: CYII

ETAP de Majadahonda

La estación de tratamiento de agua potable de Majadahonda (ETAP de Majadahonda) entró en servicio en 1967.

Desde esa fecha, ha sido objeto de varias modificaciones y obras de remodelación:

- 1989** Modificaciones en el sistema de filtración y automatización del proceso.
Sustitución de tubería del agua de lavado e incorporación de silos para almacenamiento de reactivos.
- 2002/03** Sustitución del sistema de desinfección (cloro y amoníaco en contenedores) por soluciones de hipoclorito sódico y amoníaco.
- 2006/09** Incorporación de decantadores.
Instalación de dióxido de cloro.
Instalación de tratamiento de fangos.
Instalación de filtros de carbón activo granular.
Sistema de ozonización y dosificación de permanganato.
Modificación y ampliación del almacenamiento de reactivos líquidos.

[Ver vídeo de la ETAP de Majadahonda](#)

Capacidad máxima de tratamiento

3,8 m³/s

Decantadores

4

Filtros de arena

20

Filtros de carbón

9

Imagen 7. Ficha de la ETAP de Majadahonda. Fuente: CYII

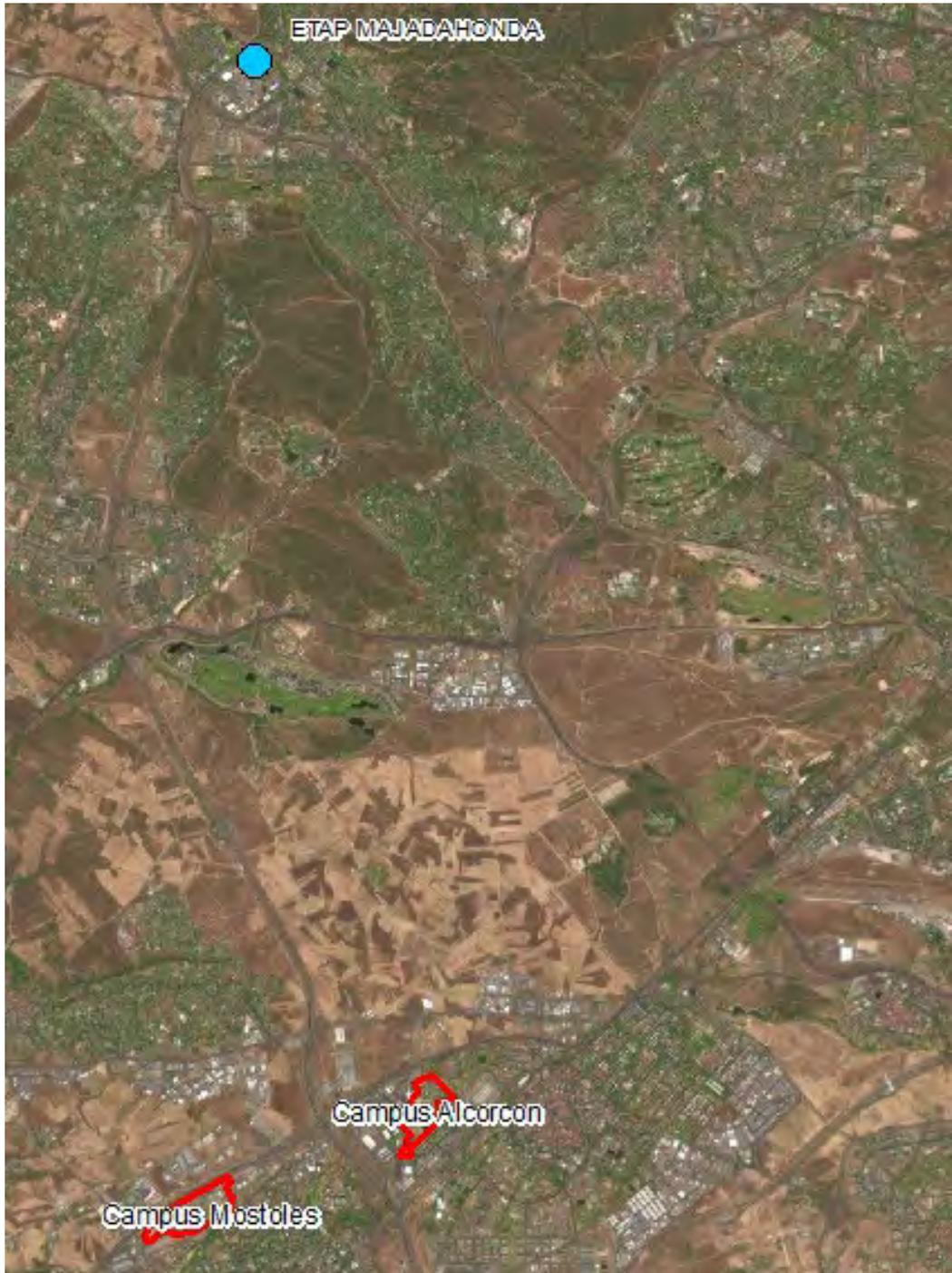


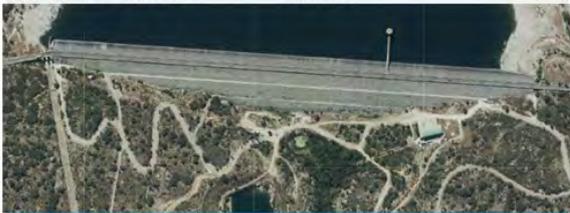
Imagen 8. Situación de la ETAP de suministro a los campus de Alcorcón y Móstoles. Fuente: elaboración propia

El origen del agua en estos campus sería el río Alberche (embalse de Picadas) y Valmayor (trasvase desde el río Guadarrama) y el campo de pozos del Guadarrama.

Ficha técnica de la Presa: VALMAYOR

1. DATOS ADMINISTRATIVOS

Nombre de la presa:	VALMAYOR
Otro Nombre:	---
Fase vida presa:	Explotación
Titular de la presa:	CANAL DE ISABEL II
Proyectista:	E. CUADRADO
Categoría en función del riesgo potencial:	A
Aprobación de las normas de explotación:	---
Aprobación del plan de emergencia:	---
Fecha de finalización de las obras:	31-12-1975



3. USOS DEL EMBALSE

Usuarios:	COMUNIDAD DE MADRID; CANAL DE ISABEL II
Tipos:	Abastecimiento

5. DATOS DEL EMBALSE

Superficie del embalse a NMN (ha):	755,000
Capacidad a NMN (hm ³):	124,400
Cota del NMN (m):	831,000

7. DATOS DEL ALVIADERO

Número total de aliviaderos en la presa:	1
Regulación:	Compuertas
Capacidad a NAE (m ³ /s):	298,000

2. DATOS GEOGRÁFICOS



Río en el que se encuentra la presa:	BATÁN, DEL O AULENCIA
Municipio:	Valdemonillo
Cuenca hidrográfica:	TAJO
Provincia:	Madrid
Coordenadas UTM 30 - ETRS 89:	411.305,000 - 4.487.705,000

4. DATOS HIDROLÓGICOS

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²):	101,400
Aportación media anual (hm ³):	25,060
Precipitación media anual (mm):	568,800
Caudal punta avenida de proyecto (m ³ /s):	---

6. DATOS DE LA PRESA

Tipo de presa:	Materiales sueltos con pantalla asfáltica
Cota coronación (m):	834,000
Altura desde cimientos (m):	60,000
Longitud de coronación (m):	1.215
Cota cimentación (m):	774,000
Cota del cauce en la presa (m):	780,000
Volumen del cuerpo presa (1000 m ³):	2.100,000

8. DATOS DEL DESAGÜE

Número total de desagües en la presa:	2
Capacidad (m ³ /s):	39,000

Imagen 9. Ficha del embalse de Valmayor. Fuente: SNCZI



Imagen 10. Ficha del acuífero detrítico de Madrid. Fuente: CYII

3.1.2. Campus de Aranjuez

El campus de Aranjuez se abastecería desde la captación del río Tajo, que dirige el agua a la ETAP del Tajo que está situada en Colmenar de Oreja, y llevaría el agua al depósito de Aranjuez (La Montaña).



Imagen 11. Situación de la ETAP de suministro al Campus de Aranjuez. Fuente: elaboración propia



Imagen 12. ETAP del Tajo. Fuente: CYII

ETAP del Tajo

Es una instalación diseñada para ser una fuente de suministro alternativo en la Comunidad de Madrid, con aguas procedentes del río Tajo. Además de su ubicación estratégica y su gran capacidad de tratamiento cuenta, como valor añadido con la tecnología más avanzada de España y con unos procesos de tratamiento de aguas continentales pioneros en Europa: ultrafiltración y ósmosis inversa a través de membrana. Esta estación de tratamiento de agua potable (ETAP) entró en servicio en 2010.

 Ver vídeo de la ETAP del Tajo



Imagen 13. Ficha de la ETAP del Tajo. Fuente: CYII

3.1.3. Campus de Fuenlabrada

El campus de Fuenlabrada se abastecería desde la ETAP de Griñón.

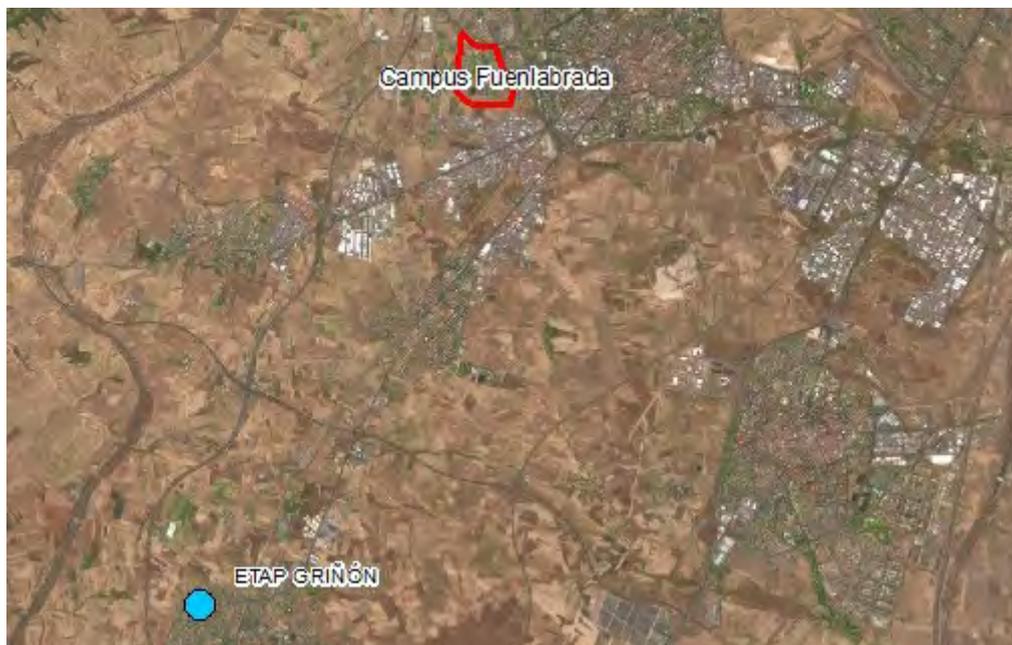


Imagen 14. Situación la ETAP de suministro al campus de Fuenlabrada. Fuente: elaboración propia

El origen del agua sería el río Alberche (embalse de Picadas), el campo de pozos de Batres y el campo de pozos del Guadarrama.

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Ficha técnica de la Presa: PICADAS

1. DATOS ADMINISTRATIVOS

Nombre de la presa:	PICADAS
Otro Nombre:	---
Fase vida presa:	Explotación
Titular de la presa:	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAJO
Proyectista:	GARCÍA DIEGO, M. DÍAZ RÁBAGO
Categoría en función del riesgo potencial:	A
Aprobación de las normas de explotación:	---
Aprobación del plan de emergencia:	---
Fecha de finalización de las obras:	31-12-1952



2. DATOS GEOGRÁFICOS



Río en el que se encuentra la presa:	ALBERCHE
Municipio:	Navas del Rey
Cuenca hidrográfica:	TAJO
Provincia:	Madrid
Coordenadas UTM 30 - ETRS 89:	393.890,000 - 4.465.502,000

3. USOS DEL EMBALSE

Usuarios:	---, C. REGANTES BAJO ALBERCHE, NATURGY, CANAL DE ISABEL II
Tipos:	Defensa frente avenidas, Ganadero, Hidroeléctrico, Abastecimiento

4. DATOS HIDROLÓGICOS

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²):	2.019,700
Aportación media anual (hm ³):	479,000
Precipitación media anual (mm):	795,000
Caudal punta avenida de proyecto (m ³ /s):	1.221,000

5. DATOS DEL EMBALSE

Superficie del embalse a NMN (ha):	90,670
Capacidad a NMN (hm ³):	15,220
Cota del NMN (m):	518,500

6. DATOS DE LA PRESA

Tipo de presa:	Gravedad (hormigón vibrado)
Cota coronación (m):	520,000
Altura desde cimientos (m):	58,000
Longitud de coronación (m):	145
Cota cimentación (m):	461,000
Cota del cauce en la presa (m):	466,500
Volumen del cuerpo presa (1000 m ³):	82,000

7. DATOS DEL ALVIADERO

Número total de aliviaderos en la presa:	1
Regulación:	Compuertas
Capacidad a NAE (m ³ /s):	---

8. DATOS DEL DESAGÜE

Número total de desagües en la presa:	2
Capacidad (m ³ /s):	44,300

Imagen 15. Ficha del embalse de Picadas. Fuente: SNCZI

3.1.4. Campus de Madrid-Vicálvaro y del centro de Madrid (sedes de Quintana y Manuel Becerra)

El abastecimiento de las sedes y Campus de Madrid capital es más complejo ya que las posibilidades de conexión son varias, debido a la gran demanda de la capital que exige una mayor maniobrabilidad y flexibilidad de suministro.

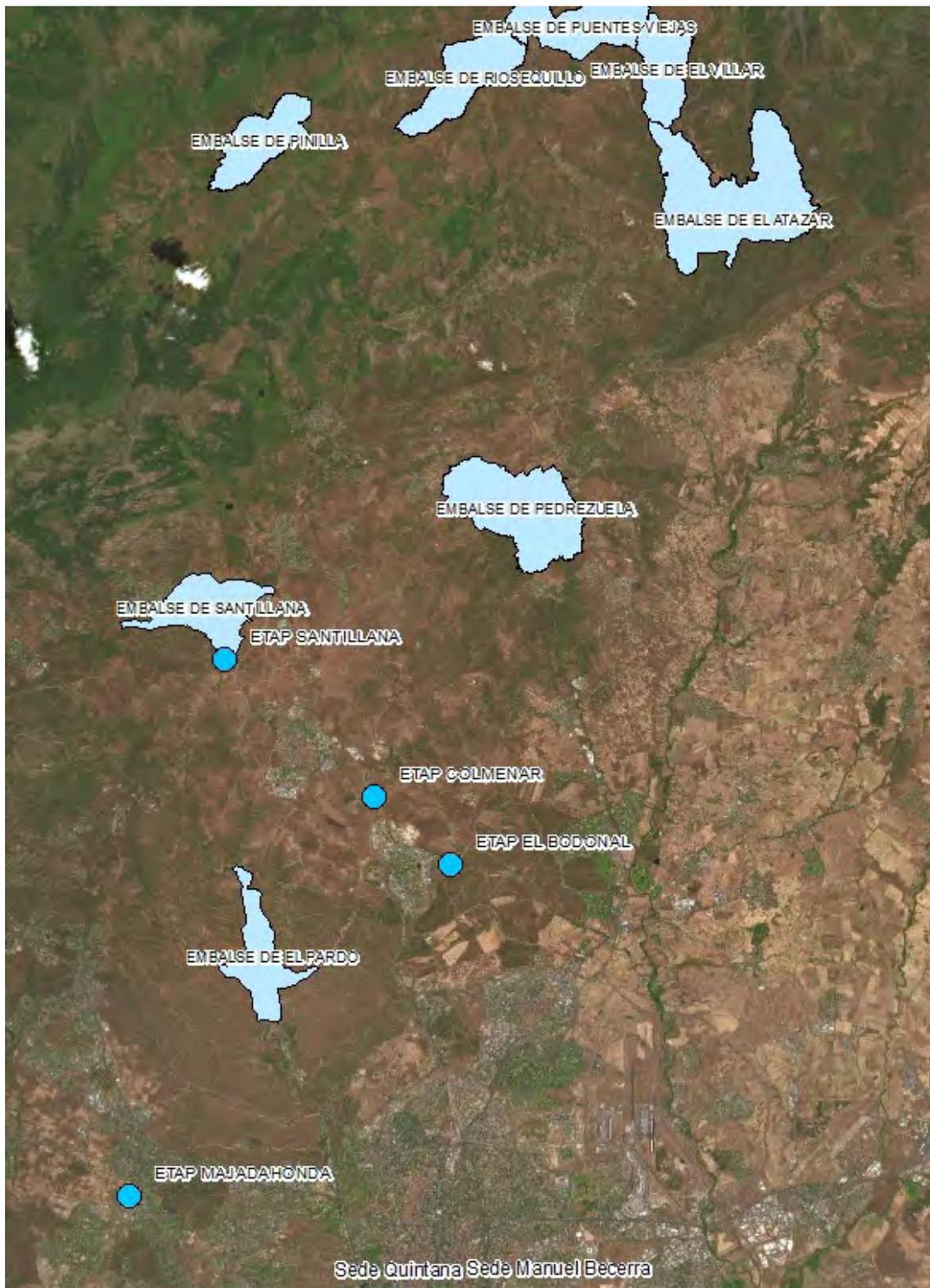


Imagen 16. Situación de las fuentes de suministro a los campus y sedes de Madrid capital. Fuente: elaboración propia

El abastecimiento principal se produciría desde el Sistema Lozoya (Atazar+Villar), el azud de Pozos de los Ramos (río Sorbe) y los embalses de Manzanares el Real (río Manzanares), Pedrezuela (río Guadalix) y el Vado (río Jarama), así como de los campos de pozos de Torrelaguna. Las ETAPs que intervendrían en su tratamiento son las de Santillana, Colmenar y El Bodonal.

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Ficha técnica de la Presa: ATAZAR, EL

1. DATOS ADMINISTRATIVOS

Nombre de la presa:	ATAZAR, EL
Otro Nombre:	---
Fase vida presa:	Explotación
Titular de la presa:	CANAL DE ISABEL II
Proyectista:	CONSULPRESA
Categoría en función del riesgo potencial:	A
Aprobación de las normas de explotación:	---
Aprobación del plan de emergencia:	---
Fecha de finalización de las obras:	31-12-1972

2. DATOS GEOGRÁFICOS

Río en el que se encuentra la presa:	LOZOYA
Municipio:	Patones
Cuenca hidrográfica:	TAJO
Provincia:	Madrid
Coordenadas UTM 30 - ETRS 89:	460.126,000 - 4.529.092,000

3. USOS DEL EMBALSE

Usuarios:	CANAL ISABEL II
Tipos:	Abastecimiento

4. DATOS HIDROLÓGICOS

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²):	918,000
Aportación media anual (hm ³):	378,400
Precipitación media anual (mm):	543,000
Caudal punta avenida de proyecto (m ³ /s):	---

5. DATOS DEL EMBALSE

Superficie del embalse a NMN (ha):	1.070,000
Capacidad a NMN (hm ³):	425,270
Cota del NMN (m):	870,000

6. DATOS DE LA PRESA

Tipo de presa:	Bóveda
Cota coronación (m):	873,400
Altura desde cimientos (m):	141,400
Longitud de coronación (m):	484
Cota cimentación (m):	732,000
Cota del cauce en la presa (m):	745,400
Volumen del cuerpo presa (1000 m ³):	1.100,000

7. DATOS DEL ALVIADERO

Número total de aliviaderos en la presa:	1
Regulación:	No, labio fijo
Capacidad a NAE (m ³ /s):	---

8. DATOS DEL DESAGÜE

Número total de desagües en la presa:	2
Capacidad (m ³ /s):	490,010

Imagen 17. Ficha del embalse de El Atazar. Fuente: SNCZI

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SNCZI-IPE

Ficha técnica de la Presa: VILLAR, EL

1. DATOS ADMINISTRATIVOS

Nombre de la presa:	VILLAR, EL
Otro Nombre:	---
Fase vida presa:	Explotación
Titular de la presa:	CANAL DE ISABEL II
Proyectista:	ELZEARIO BOIX, JOSÉ MORER
Categoría en función del riesgo potencial:	A
Aprobación de las normas de explotación:	---
Aprobación del plan de emergencia:	---
Fecha de finalización de las obras:	31-12-1882



3. USOS DEL EMBALSE

Usuarios:	COMUNIDAD DE MADRID: CANAL DE ISABEL II
Tipos:	Abastecimiento

5. DATOS DEL EMBALSE

Superficie del embalse a NMN (ha):	144,000
Capacidad a NMN (hm ³):	22,390
Cota del NMN (m):	903,500

7. DATOS DEL ALIVIADERO

Número total de aliviaderos en la presa:	1
Regulación:	No, labio fijo
Capacidad a NAE (m ³ /s):	---

2. DATOS GEOGRÁFICOS



Río en el que se encuentra la presa:	LOZOYA
Municipio:	Robledillo de la Jara
Cuenca hidrográfica:	TAJO
Provincia:	Madrid
Coordenadas UTM 30 - ETRS 89:	452.618,000 - 4.533.076,000

4. DATOS HIDROLÓGICOS

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²):	723,000
Aportación media anual (hm ³):	324,400
Precipitación media anual (mm):	501,200
Caudal punta avenida de proyecto (m ³ /s):	---

6. DATOS DE LA PRESA

Tipo de presa:	Arco gravedad
Cota coronación (m):	906,000
Altura desde cimientos (m):	50,500
Longitud de coronación (m):	107
Cota cimentación (m):	855,500
Cota del cauce en la presa (m):	860,500
Volumen del cuerpo presa (1000 m ³):	49,000

8. DATOS DEL DESAGÜE

Número total de desagües en la presa:	2
Capacidad (m ³ /s):	209,000

Imagen 18. Ficha del embalse de El Villar. Fuente: SNCZI

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SNCZI-IPE

Ficha técnica de la Presa: MANZANARES EL REAL

1. DATOS ADMINISTRATIVOS

Nombre de la presa:	MANZANARES EL REAL
Otro Nombre:	SANTILLANA
Fase vida presa:	Explotación
Titular de la presa:	CANAL DE ISABEL II
Proyectista:	B. DÍAZ Y DÍAZ
Categoría en función del riesgo potencial:	A
Aprobación de las normas de explotación:	—
Aprobación del plan de emergencia:	—
Fecha de finalización de las obras:	31-12-1969



3. USOS DEL EMBALSE

Usuarios:	COMUNIDAD DE MADRID; CANAL DE ISABEL II
Tipos:	Abastecimiento

5. DATOS DEL EMBALSE

Superficie del embalse a NMN (ha):	1.043,000
Capacidad a NMN (hm ³):	91,240
Cota del NMN (m):	894,000

7. DATOS DEL ALIVIADERO

Número total de aliviaderos en la presa:	1
Regulación:	Compuertas
Capacidad a NAE (m ³ /s):	—

2. DATOS GEOGRÁFICOS



Río en el que se encuentra la presa:	MANZANARES
Municipio:	Manzanares el Real
Cuenca hidrográfica:	TAJO
Provincia:	Madrid
Coordenadas UTM 30 + ETRS 89:	430.836,000 - 4.506.538,000

4. DATOS HIDROLÓGICOS

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²):	244,400
Aportación media anual (hm ³):	102,720
Precipitación media anual (mm):	605,000
Caudal punta avenida de proyecto (m ³ /s):	—

6. DATOS DE LA PRESA

Tipo de presa:	Materiales sueltos con pantalla asfáltica
Cota coronación (m):	896,500
Altura desde cimientos (m):	40,000
Longitud de coronación (m):	1.355
Cota cimentación (m):	856,500
Cota del cauce en la presa (m):	—
Volumen del cuerpo presa (1000 m ³):	850,000

8. DATOS DEL DESAGÜE

Número total de desagües en la presa:	2
Capacidad (m ³ /s):	36,000

Imagen 19. Ficha del embalse de Manzanares el Real. Fuente: SNCZI

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SNCZI-IPE

Ficha técnica de la Presa: PEDREZUELA

1. DATOS ADMINISTRATIVOS

Nombre de la presa:	PEDREZUELA
Otro Nombre:	VELLÓN, EL
Fase vida presa:	Explotación
Titular de la presa:	CANAL DE ISABEL II
Proyectista:	B. DÍAZ Y DÍAZ
Categoría en función del riesgo potencial:	A
Aprobación de las normas de explotación:	---
Aprobación del plan de emergencia:	---
Fecha de finalización de las obras:	31-12-1967



2. DATOS GEOGRÁFICOS



Río en el que se encuentra la presa:	GUADALKIV
Municipio:	Pedrezuela
Cuenca hidrográfica:	TAJO
Provincia:	Madrid
Coordenadas UTM 30 - ETRS 89:	447.236,000 - 4.511.929,000

3. USOS DEL EMBALSE

Usuarios:	COMUNIDAD DE MADRID: CANAL DE ISABEL II
Tipos:	Abastecimiento

4. DATOS HIDROLÓGICOS

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²):	218,000
Aportación media anual (hm ³):	41,610
Precipitación media anual (mm):	543,500
Caudal punta avenida de proyecto (m ³ /s):	---

5. DATOS DEL EMBALSE

Superficie del embalse a NMN (ha):	395,000
Capacidad a NMN (hm ³):	40,390
Cota del NMN (m):	828,000

6. DATOS DE LA PRESA

Tipo de presa:	Bóveda
Cota coronación (m):	830,500
Altura desde cimientos (m):	52,500
Longitud de coronación (m):	218
Cota cimentación (m):	778,000
Cota del cauce en la presa (m):	781,000
Volumen del cuerpo presa (1000 m ³):	95,000

7. DATOS DEL ALIVIADERO

Número total de aliviaderos en la presa:	1
Regulación:	Compuertas
Capacidad a NAE (m ³ /s):	---

8. DATOS DEL DESAGÜE

Número total de desagües en la presa:	2
Capacidad (m ³ /s):	104,000

Imagen 20. Ficha del embalse de Pedrezuela. Fuente: SNCZI

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SNCZI-IPE

Ficha técnica de la Presa: VADO, EL

1. DATOS ADMINISTRATIVOS

Nombre de la presa:	VADO, EL
Otro Nombre:	---
Fase vida presa:	Explotación
Titular de la presa:	CANAL DE ISABEL II
Proyectista:	D. DÍAZ AMBRONA
Categoría en función del riesgo potencial:	A
Aprobación de las normas de explotación:	---
Aprobación del plan de emergencia:	---
Fecha de finalización de las obras:	31-12-1954



3. USOS DEL EMBALSE

Usuarios:	COMUNIDAD DE MADRID: CANAL DE ISABEL II
Tipos:	Abastecimiento

5. DATOS DEL EMBALSE

Superficie del embalse a NMN (ha):	260,000
Capacidad a NMN (hm ³):	55,680
Cota del NMN (m):	923,450

7. DATOS DEL ALIVIADERO

Número total de aliviaderos en la presa:	1
Regulación:	Compuertas
Capacidad a NAE (m ³ /s):	---

2. DATOS GEOGRÁFICOS



Río en el que se encuentra la presa:	JARAMA
Municipio:	Retiendas
Cuenca hidrográfica:	TAJO
Provincia:	Guadalajara
Coordenadas UTM 30 - ETRS 89:	475.085,000 - 4.529.059,000

4. DATOS HIDROLÓGICOS

Superficie de la cuenca hidrográfica (km ²):	382,000
Aportación media anual (hm ³):	184,980
Precipitación media anual (mm):	738,800
Caudal punta avenida de proyecto (m ³ /s):	---

6. DATOS DE LA PRESA

Tipo de presa:	Gravedad (hormigón vibrado)
Cota coronación (m):	924,500
Altura desde cimientos (m):	13,000
Longitud de coronación (m):	193
Cota cimentación (m):	911,500
Cota del cauce en la presa (m):	---
Volumen del cuerpo presa (1000 m ³):	20,000

8. DATOS DEL DESAGÜE

Número total de desagües en la presa:	---
Capacidad (m ³ /s):	---

Imagen 21. Ficha del embalse de El Vado. Fuente: SNCZI

Estación de tratamiento de agua potable de Santillana

EN SERVICIO DESDE

- 1972

REMODELACIÓN

- 1988
 - Automatización, construcción de instalaciones para dosificar el dióxido de cloro, permanganato potásico, carbón activo en polvo y sistema de ozonización
- 1999
 - Renovación del sistema informático y automatización
 - Ampliación de la capacidad de filtración en un 16%
 - Modificación de los puntos de ozonización
- 2007
 - Pretratamiento de eliminación de algas mediante sistema de mallas filtrantes
- 2007/08
 - Remodelación de instalaciones de decantación, ampliación de la instalación de secado de fangos y nuevo sistema de dosificación de ozono partiendo de oxígeno líquido
 - Construcción de filtros de carbón activo en grano

INSTALACIONES PREVISTAS

- Instalación de oxidación avanzada mediante dosificación de peróxido de hidrógeno

PROCEDECENCIA DEL AGUA

- Río Manzanares (embalse de Santillana)

CAPACIDAD DE TRATAMIENTO

- 4 m³/s

TRATAMIENTO DEL AGUA

FASES DEL PROCESO

- Tamizado de algas
- Preoxidación-precloración
- Coagulación-floculación
- Decantación
- Filtración rápida sobre arena
- Ozonización intermedia
- Filtración sobre carbón en grano
- Ajuste de pH
- Desinfección

REACTIVOS EMPLEADOS

- Cloro y dióxido de cloro en preoxidación y precloración
- Ozono y permanganato potásico en preoxidación
- Sales de aluminio en la fase de coagulación
- Carbón activo en polvo en la fase de coagulación



- Coadyuvantes de floculación en la fase de floculación
- Ozono intermedio
- Hidróxido cálcico en la fase de ajuste de pH final
- Cloraminas en la fase de desinfección final

DATOS TÉCNICOS RELEVANTES

- 4 decantadores de lecho pulsado de 36,5 x 36 m
- 14 filtros de arena con una superficie unitaria de 125 m² y total de 1.750 m²
- 12 filtros de carbón con una superficie unitaria de 107,25 m² y total de 1.287 m²

CANAL DE TRANSPORTE DEL AGUA TRATADA

- Canal de Santillana

[CONTINÚA](#)



Imagen 22. Ficha de la ETAP de Santillana. Fuente: CYII

Estación de tratamiento de agua potable El Bodonal

EN SERVICIO DESDE

- 1969

REMODELACIÓN

- 1994
 - Modificaciones en el sistema de filtración y en la sala de máquinas (bombeo)
 - Reacondicionamiento del edificio de dosificación de reactivos, incluyendo la automatización general de la instalación
- 2007
 - Sustitución de la utilización de cloro gas por hipoclorito sódico, y amoniaco gas por solución amoniacal

INSTALACIONES FUTURAS

- Filtros de carbón activo en grano
- Sistemas de generación de ozono

PROCEDECENCIA DEL AGUA

- Río Lozoya (embalses de El Villar y El Atazar)
- Río Jarama (embalse de El Vado)
- Río Sorbe (Pozo de los Ramos)
- Campo de pozos de Torrelaguna

CAPACIDAD DE TRATAMIENTO

- 4 m³/s

TRATAMIENTO DEL AGUA

FASES DEL PROCESO

- Preoxidación-precloración
- Coagulación-floculación
- Decantación
- Filtración rápida sobre arena
- Ajuste de pH
- Desinfección

REACTIVOS EMPLEADOS

- Hipoclorito sódico en preoxidación y precloración
- Permanganato potásico en preoxidación
- Sales de aluminio en la fase de coagulación
- Coadyuvantes de floculación en la fase de floculación
- Hidróxido cálcico en la fase de ajuste de pH final
- Cloraminas en la fase de desinfección final

DATOS TÉCNICOS RELEVANTES

- 3 decantadores de recirculación de fangos circulares, de 46 m de diámetro
- 20 filtros con una superficie unitaria de 100 m² y total de 2.000 m²

CANAL DE TRANSPORTE DEL AGUA TRATADA

- Canal Bajo



[CONTINÚA](#)

Imagen 23. Ficha de la ETAP El Bodonal. Fuente: CYII

Estación de tratamiento de agua potable de Colmenar

EN SERVICIO DESDE

- 1976

REMODELACIÓN

- 1984
 - Obras de duplicación de la capacidad de tratamiento
- 1990
 - Automatización de filtros
 - Construcción de canales *bypass* de decantadores
 - Construcción de instalaciones para dosificar dióxido de cloro, permanganato potásico y carbón activo en polvo
- 2000
 - Renovación automatización general
- 2008
 - Remodelación de la instalación de dosificación de cloro y dióxido de cloro
- 2009
 - Ampliación de la instalación de secado de fangos

INSTALACIONES PREVISTAS

- Filtros de carbón activo en grano
- Ozonización mediante sistemas de generación de ozono

- Remodelación de instalaciones de tratamiento
- Aumento de capacidad de Planta de fangos

PROCEDENCIA DEL AGUA

- Río Lozoya (embalses de El Atazar y El Villar)
- Río Jarama (embalse de El Vado)
- Río Sorbe (azud Pozo de los Ramos)
- Río Guadalix (embalse de Pedrezuela)

CAPACIDAD DE TRATAMIENTO

- 16 m³/s

TRATAMIENTO DEL AGUA

FASES DEL PROCESO

- Preoxidación-precloración
- Coagulación-floculación
- Decantación
- Filtración rápida sobre arena
- Ajuste de pH
- Desinfección

REACTIVOS EMPLEADOS

- Cloro y dióxido de cloro en preoxidación y precloración
- Permanganato potásico en preoxidación
- Sales de aluminio en la fase de coagulación
- Carbón activo en polvo en la fase de coagulación



- Coadyuvantes de floculación en la fase de floculación
- Hidróxido cálcico en la fase de ajuste de pH final
- Cloraminas en la fase de desinfección final

DATOS TÉCNICOS RELEVANTES

- 6 decantadores estáticos, flujo horizontal, con 16 compartimentos de 10 x 40 m por decantador
- 64 filtros con una superficie unitaria de 125 m² y total de 8.000 m²

CANAL DE TRANSPORTE DEL AGUA TRATADA

- Canal de El Atazar

[CONTINUA](#)



Imagen 24. Ficha de la ETAP de Colmenar. Fuente: CYII

3.2. Depuración

3.2.1. Campus de Alcorcón y Móstoles

Los campus de Alcorcón y Móstoles verterían al río Guadarrama a través de la EDAR de Arroyo el Soto, situada en el Municipio de Móstoles.



Imagen 25. Situación de la EDAR que da servicio a los campus de Móstoles y Alcorcón. Fuente: elaboración propia

CUENCA DEL GUADARRAMA

EDAR Arroyo del Soto

MUNICIPIOS A LOS QUE DA SERVICIO
Móstoles, Alcorcón y Fuenlabrada

EN SERVICIO DESDE
1987

ÚLTIMA AMPLIACIÓN
2000

DATOS DE DISEÑO

- Caudal autorizado: 103.680 m³/día
- Habitantes equivalentes de diseño⁽¹⁾: 604.800 h.e.

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE AGUA

- Desbaste
- Desarenado-desengrasado
- Tratamiento físico-químico
- Decantación primaria
- Tratamiento biológico de fangos activos en doble etapa:
 - Reactor biológico en alta carga
 - Reactor biológico en baja carga
- Decantación secundaria

DESCRIPCIÓN TERCIARIO

- Almacenamiento y dosificación de sulfato de alúmina y polielectrolito
- Tratamiento físico-químico con sulfato de alúmina y polielectrolito
- Filtración sobre arena
- Equipos de agua y aire de lavado de filtros
- Desinfección con rayos ultravioleta
- Dosificación de hipoclorito sódico
- Bombeo de agua tratada

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FANGO

- Espesador de fangos primarios por gravedad
- Espesador de flotación
- Digestión anaerobia de fangos
- Almacenamiento de fangos
- Deshidratación mediante centrifugadoras
- Almacenamiento de gas y antorcha
- Número de líneas: 4



[CONTINÚA](#)



⁽¹⁾ Habitantes equivalentes de dimensionamiento de las plantas: Calculados según la Directiva 271/91 de la Unión Europea y el RD 509/96.

Imagen 26. Ficha de la EDAR de Arroyo Soto. Fuente: CYII

3.2.2. Campus de Aranjuez

El campus de Aranjuez vierte al río Tajo a través de la EDAR del mismo nombre, en su término municipal.



Imagen 27. Situación de la EDAR que da servicio al campus de Aranjuez. Fuente: elaboración propia

EDAR Aranjuez

MUNICIPIO AL QUE DA SERVICIO

Aranjuez

EN SERVICIO DESDE

1989

ÚLTIMA AMPLIACIÓN

2000

DATOS DE DISEÑO

- Caudal autorizado: 21.000 m³/día
- Habitantes equivalentes de diseño⁽¹⁾: 157.500 h.e.

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE AGUA

- Desbaste de gruesos y predesarenado en pozo de gruesos
- Dos canales con rejas automáticas de 10 mm y tamiz de 3 mm canal de desbaste by-pass con reja manual
- Desarenado-desengrasado aireado (2 unidades)
- Tratamiento biológico primera etapa, mediante sistema de fangos activos de alta carga (2 reactores)
- Decantación primaria (3 unidades)

- Tratamiento biológico segunda etapa, mediante sistema de fangos activos convencional (3 reactores), con recirculación de fangos a decantación primaria
- Decantación secundaria (3 unidades).

DESCRIPCIÓN DE TERCARIO

- Depósito de regulación de caudales
- Almacenamiento y dosificación de sulfato de alúmina y polielectrolito aniónico
- Filtración mediante filtros de arena a presión (3 unidades)
- Desinfección con rayos ultravioleta
- Dosificación de hipoclorito sódico
- Depósito de agua tratada

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FANGO

- Tamiz rotativo autolimpiante de 3 mm de luz de malla
- Espesador por gravedad primario
- Digestión aerobia, con inyección de oxígeno líquido
- Espesador por gravedad de fangos digeridos
- Deshidratación mediante centrifuga (2 unidades)
- Número de líneas: 3

[CONTINUA](#)



⁽¹⁾ Habitantes equivalentes de dimensionamiento de las plantas. Calculados según la Directiva 271/91 de la Unión Europea y el RD 509/96.

Imagen 28. Ficha de la EDAR de Aranjuez Soto. Fuente: CYII

3.2.1. Campus de Fuenlabrada

El campus de Fuenlabrada vierte al río Guadarrama a través de la EDAR de la Reguera.



Imagen 29. Situación de la EDAR que da servicio al campus de Fuenlabrada. Fuente: elaboración propia

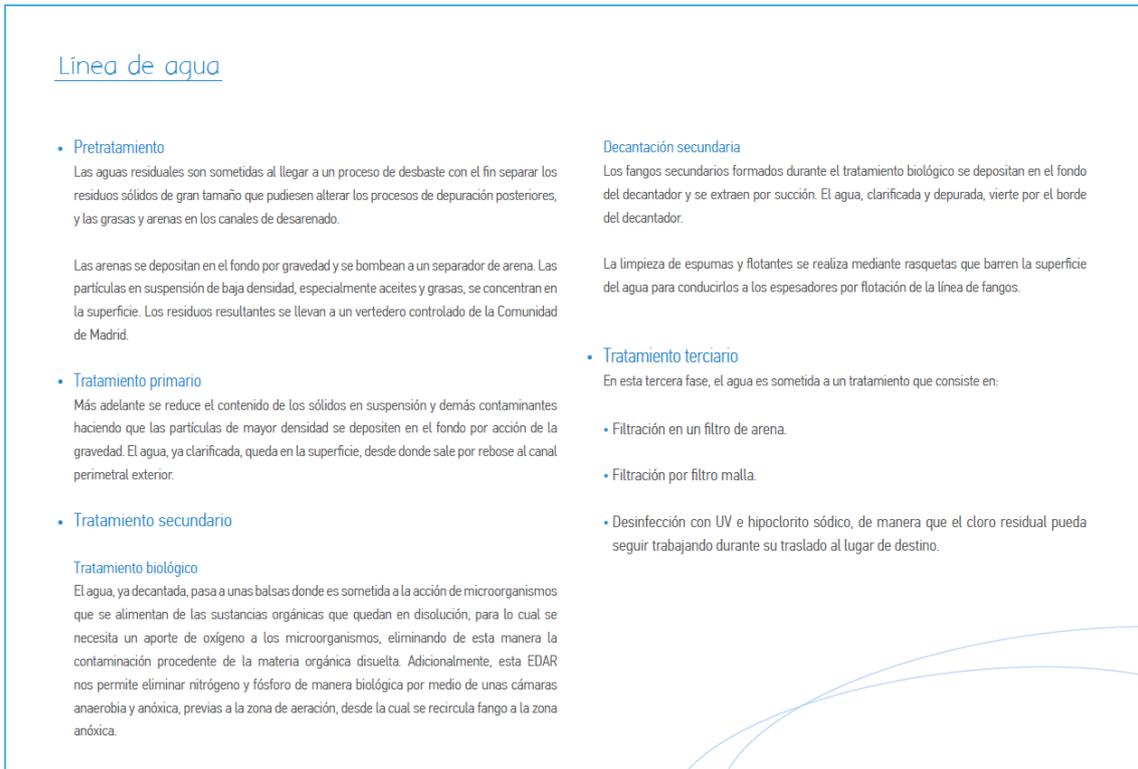


Imagen 30. Ficha de la EDAR de La Reguera. Fuente: CYII

3.2.1. Campus de Madrid Vicálvaro, y sedes de Madrid capital (Quintana y Manuel Becerra)

Como ocurre con el abastecimiento, la complicada red de saneamiento de la capital, y su versatilidad hace complicado establecer con precisión las EDARES de vertido de cada punto.



Imagen 31. Situación de las EDARES que dan servicio al campus de Vicálvaro y a las sedes de Quintana y Manuel Becerra. Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta la localización y las vertientes hidrográficas, el reparto más probable sería el siguiente:

- Campus de Vicálvaro: EDARES de La China, La Gavia y Butarque

EDAR Butarque

MUNICIPIOS A LOS QUE DA SERVICIO

Madrid

EN SERVICIO DESDE

1983

DATOS DE DISEÑO

- Caudal autorizado: 306.541 m³/día
- Habitantes equivalentes de diseño⁽¹⁾: 1.612.800 h.e.

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE AGUA

- Pozo de gruesos
- 3 rejas de gruesos de 7 cm de paso
- 6 rejas de finos de 2 cm de paso
- 6 canales de desarenado-desengrasado aireado
- Decantación primaria (8 unidades)
- Biológico de fangos activos con turbinas (4 unidades)
- Decantación secundaria
 - Decantador circular (11 unidades)
 - Decantador lamelar (1 unidad con 12 unidades lamelares)

- Eliminación de fósforo mediante dosificación de cloruro férrico
- Cloración del efluente final

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FANGO

- Tamizado de fangos primarios (4 unidades)
- Espesamiento por gravedad de fangos primarios (2 unidades)
- Espesamiento por flotación de fangos biológicos (3 unidades)
- Digestión anaerobia (6 unidades)
- Depósito de fangos digeridos-gasómetro de campana flotante (4 unidades)
- Deshidratación por centrifugadoras (4 unidades)



⁽¹⁾ Habitantes equivalentes de dimensionamiento de las plantas. Calculados según la Directiva 271/91 de la Unión Europea y el RD 509/96.

Imagen 32. Ficha de la EDAR de Butarque. Fuente: CYII

EDAR La Gavia

MUNICIPIOS A LOS QUE DA SERVICIO

Madrid

EN SERVICIO DESDE

2008

DATOS DE DISEÑO

- Caudal autorizado: 172.800 m³/día
- Habitantes equivalentes de diseño⁽¹⁾: 1.353.600 h.e.

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE AGUA

- Pozos de gruesos 1+1 (Colectores La Gavia y Sur)
- Elevación de agua bruta 1+1
- Rejas de gruesos y tamicos
- 4 desarenadores-desengrasadores
- Decantación primaria (4 unidades)
- Biológico fangos activos con nitrificación-desnitrificación (6 unidades)
- Decantación secundaria (6 unidades)
- Tratamiento físico-químico de sobrenadantes
- Cuba de cloración

DESCRIPCIÓN DE TERCIARIO

- Bombeo
- Coagulación-floculación
- Decantación
- Filtros de arena
- Desinfección (microtamices, UV e hipoclorito sódico)
- Depósitos de agua regenerada

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FANGO

- Espesamiento por gravedad (2 unidades)
- Espesamiento mediante mesas de fango en exceso (2 unidades)
- Digestión anaerobia (4 unidades)
- 2 depósitos de fangos digeridos
- Deshidratación por centrifugadoras (4 unidades)
- 2 silos de almacenamiento de fangos deshidratados



⁽¹⁾ Habitantes equivalentes de dimensionamiento de las plantas. Calculados según la Directiva 271/91 de la Unión Europea y el RD 509/96.

Imagen 33. Ficha de la EDAR La Gavia. Fuente: CYII

- Sede de Quintana: EDARES de Viveros de la Villa o la China

CUENCA DEL MANZANARES

EDAR La China

MUNICIPIOS A LOS QUE DA SERVICIO

Madrid

EN SERVICIO DESDE

1981

DATOS DE DISEÑO

- Caudal autorizado: 321.855 m³/día
- Habitantes equivalentes de diseño⁽¹⁾: 1.335.000 h.e.

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE AGUA

- 2 pozos de gruesos
- 3 rejillas de gruesos de 300 mm de paso
- 4 rejillas de finos de 50 mm de paso
- Tamiz de 6 mm de paso (4 unidades)
- Desarenado-desengrasado aireado (4 unidades)
- Decantación primaria (7 unidades, 6 cuadrados y 1 circular)
- Balsas de fangos activos convencionales (16 unidades)
- Decantación secundaria (6 unidades)
- Eliminación de fósforo por adición de cloruro férrico

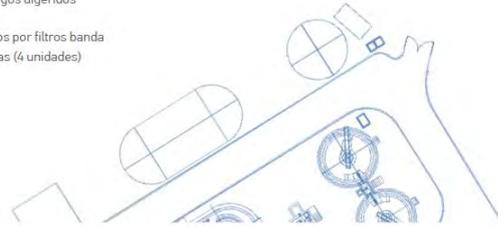
- Tratamiento terciario con cámaras de mezcla (2 unidades) y floculación (6 unidades) y 14 filtros de arena

DESCRIPCIÓN DE TERCIARIO

- 3 cámaras de mezcla y floculación
- 3 decantadores lamelares (3 uds)
- 6 filtros de arenas (6 uds)
- 7 Filtros malla de 25 micras
- Desinfección con hipoclorito sódico

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FANGO

- Tamizado de fangos primarios
- Espesador de gravedad de fangos primarios (2 unidades)
- Espesador por flotación de fangos biológicos (3 unidades)
- Digestión anaerobia (5+2 unidades)
- Almacenamiento de fangos digeridos (2 unidades)
- Deshidratación de fangos por filtros banda (3 unidades) y centrifugas (4 unidades)



⁽¹⁾ Habitantes equivalentes de dimensionamiento de las plantas. Calculados según la Directiva 271/91 de la Unión Europea y el RD 509/96.

Imagen 34. Ficha de la EDAR de La China. Fuente: CYII

- Sede de Manuel Becerra: EDAR de Las Rejas

CUENCA DEL JARAMA

EDAR Las Rejas

MUNICIPIOS A LOS QUE DA SERVICIO

Madrid

EN SERVICIO DESDE

1977

ÚLTIMA AMPLIACIÓN

2000

DATOS DE DISEÑO

- Caudal autorizado: 146.448 m³/día
- Habitantes equivalentes de diseño⁽¹⁾: 685.000 h.e.

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE AGUA

- Pozo de gruesos
- Rejas de desbaste de 50 mm de paso (3 unidades)
- Tamiz de 3 mm de paso (3 unidades)
- Desarenado-desengrasado aireado con difusores de burbuja gruesa (3 unidades)
- Decantación primaria (3 unidades)
- Balsas de aireación de fangos activos convencional (3 unidades)

- Decantación secundaria (6 unidades, 2 por línea)
- Eliminación de fósforo mediante dosificación de cloruro férrico

DESCRIPCIÓN DE TERCIARIO

- Coagulación-floculación y decantación lamelar lastrada (5 unidades)
- Filtración con microtamices de 10 micras (5 unidades)
- Desinfección mediante radiación ultravioleta (3 unidades) e hipoclorito sódico
- Depósito de almacenamiento

DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE FANGO

- Tamizado de fangos primarios (3 unidades)
- Espesado por gravedad de fangos primarios (2 unidades)
- Espesado por flotación de fangos biológicos (3 unidades)
- Digestión anaerobia (4 unidades)
- Depósito de fangos digeridos (1 unidad)
- Deshidratación de fangos por filtros banda (1 ud) y por centrifuga (3 unidades)



CONTINÚA



⁽¹⁾ Habitantes equivalentes de dimensionamiento de las plantas. Calculados según la Directiva 271/91 de la Unión Europea y el RD 509/96.

Imagen 35. Ficha de la EDAR de Las Rejas. Fuente: CYII

4. CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA DE LOS CAMPUS DE LA URJC

El año base de cálculo, al ser el año del que se dispone de toda la información necesaria, ha sido el año 2023.

4.1. Huella hídrica azul

Como se comentaba en el punto 2, la huella hídrica se calcula directamente a partir de la información recopilada de las facturas del Canal de Isabel II de los campus, a excepción de la sede de Quintana, que se utilizaron los consumos registrados de forma manual en cada uno de los contadores de ambos edificios.

La siguiente tabla resume los consumos mensuales de cada uno de los campus y sedes de la URJC.

MES	Consumos en m3 de cada uno de los campus y sedes de la URJC						
	Alcorcón	Fuenlabrada	Aranjuez	Móstoles	Quintana	Manuel Becerra	Vicálvaro
Enero	933	1.474	367	2.261	27	44	1.197
Febrero	1.006	2.012	369	3.346	128	54	1.283
Marzo	1.040	4.968	377	4.308	162	46	1.760
Abril	1.074	5.722	514	2.882	112	38	2.238
Mayo	1.066	11.815	926	2.221	97	29	2.182
Junio	1.058	4.813	937	4.437	105	21	2.127
Julio	921	14.031	968	5.096	70	18	3.050
Agosto	784	1.343	914	2.248	30	15	3.973
Septiembre	1.034	13.639	753	4.930	122	38	2.648
Octubre	1.285	13.963	676	4.824	165	61	1.324
Noviembre	642	1.782	446	5.538	234	48	1.221
Diciembre	866	3.237	425	4.640	168	36	1.118
Total	11.714	78.802	7.677	33.188	1.425	447	24.117

La huella hídrica azul de toda la URJC es de 157.369 m³.

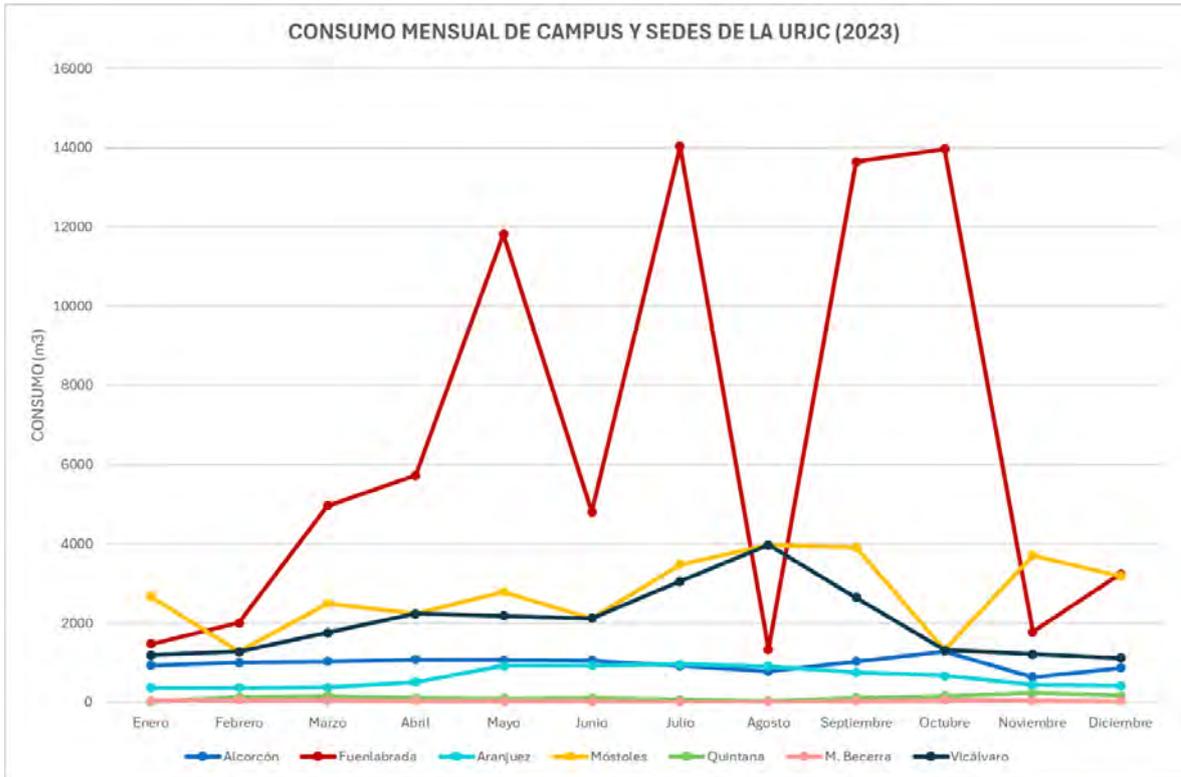


Imagen 36. Consumo mensual de los campus/sedes de la URJC. Fuente: elaboración propia

La huella hídrica azul total de cada sede se resume en el gráfico siguiente:

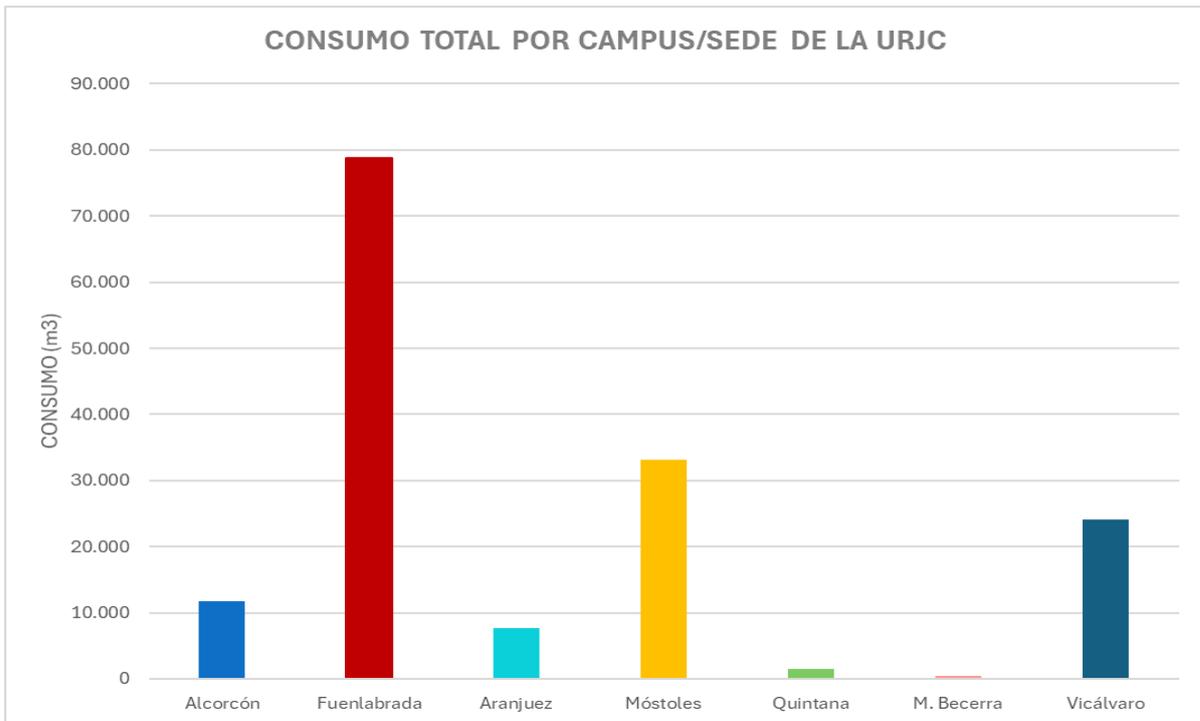


Imagen 37. Consumo mensual de los campus/sedes de la URJC. Fuente: elaboración propia

4.1. Huella hídrica verde

La huella hídrica verde se calcula a partir de la información climatológica mensual de las estaciones de AEMET.

A partir de los datos pluviotermométricos, se realiza el siguiente proceso:

- Cálculo de la evapotranspiración potencial corregida por Thornthwaite
- Cálculo de la evapotranspiración real (la evapotranspiración real tiene como límite superior el valor de la precipitación)
- Cálculo del excedente de precipitación en los meses en los que la evapotranspiración real es inferior al valor mensual de precipitación
- De esta forma se obtiene el valor de excedente por infiltración en l/m² (equivalente a los mm) que será necesario multiplicar por la superficie verde o de terreno no urbanizado de cada campus.

Los valores mensuales climatológicos se han tomado de los valores publicados por AEMET de sus estaciones completas. A cada campus se le ha asociado la estación completa más próxima:

- Campus Alcorcón: estación de Madrid Cuatro Vientos
- Campus Fuenlabrada: estación de Madrid Getafe
- Campus Móstoles: estación de Madrid Cuatro Vientos
- Campus Vicálvaro: estación de Madrid-Retiro
- Campus de Aranjuez: estación de Madrid Getafe

El campus de Aranjuez y las sedes de Quintana y Manuel Becerra no cuentan con huella verde, ya que se trata de edificios aislados en entorno aislado sin zonas verdes.

Los resultados obtenidos por unidad de superficie para cada estación son:

Madrid-Getafe	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
ETP corregida (mm)	10,3	15,0	32,9	46,1	80,2	127,5	163,4	147,6	95,6	53,1	22,7	11,6	
Pmensual (mm)	30,0	32,0	24,0	38,0	39,0	19,0	9,0	9,0	22,0	50,0	48,0	45,0	
ETP real (mm)	10,3	15,0	24,0	38,0	39,0	19,0	9,0	9,0	22,0	50,0	22,7	11,6	
Huella hídrica (mm o l/m ²)	19,7	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,3	33,4	TOTAL (l/m²)
													95,4

Madrid Cuatro Vientos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
ETP corregida (mm)	10,8	15,6	33,3	45,9	78,5	126,0	160,5	145,0	95,2	53,0	22,9	12,4	
Pmensual (mm)	34,0	35,0	25,0	43,0	50,0	24,0	12,0	11,0	24,0	60,0	57,0	53,0	
ETP real (mm)	10,8	15,6	25,0	43,0	50,0	24,0	12,0	11,0	24,0	53,0	22,9	12,4	
Huella hídrica (mm o l/m ²)	23,2	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	34,1	40,6	TOTAL (l/m²)
													124,4

Madrid Retiro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
ETP corregida (mm)	11,4	16,3	34,9	47,3	79,6	125,7	160,4	144,9	94,2	52,1	23,1	12,8	
Pmensual (mm)	33,0	34,0	25,0	45,0	50,0	21,0	12,0	10,0	22,0	60,0	58,0	51,0	
ETP real (mm)	11,4	16,3	25,0	45,0	50,0	21,0	12,0	10,0	22,0	52,1	23,1	12,8	TOTAL (l/m2)
Huella hídrica (mm o l/m2)	21,6	17,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,9	34,9	38,2	

Las zonas verdes, o terrenos sin urbanizar para cada campus son:

CAMPUS	Superficie (m2)
Campus Alcorcón	20.160,8
Campus Fuenlabrada	240.487,4
Campus Móstoles	134.571,0
Campus Vicálvaro	20.160,8
Campus Aranjuez	3.197,8

La huella hídrica verde por tanto sería:

CAMPUS	Estación	Huella hídrica l/m2	Superficie (m2)	Huella hídrica (m3)
Campus Alcorcón	Madrid Cuatro Vientos	124,4	20.160,8	2.507
Campus Fuenlabrada	Madrid Getafe	95,4	240.487,4	22.951
Campus Móstoles	Madrid Cuatro Vientos	124,4	134.571,0	16.735
Campus Vicálvaro	Madrid Retiro	120,3	20.160,8	2.425
Campus Aranjuez	Madrid Getafe	95,4	3.197,8	305
			Total	44.924

4.2. Huella hídrica gris

Como se indicó en el punto 2, el consumo de agua gris estimado inicialmente es de **1400 l/año/cápita**.

A partir de la información del número de estudiantes, docentes y otro personal interno de la universidad, se ha estimado la huella hídrica gris suponiendo que el número de días lectivos es de 175/año.

Los usuarios de las instalaciones son de cuatro tipos: **PTGAS** (Personal Técnico de Gestión y de Administración y Servicios), **PDI** (Personal Docente e Investigador), **PPI** (Personal de Proyectos de Investigación) y **estudiantes**.

En la URJC, la comunidad universitaria se reparte, según campus y sedes, de la siguiente forma, según datos suministrados por la misma universidad:

Campus/Sede	2023			
	PTGAS	PDI	PPI	Estudiantes
Alcorcón	64	600	54	4.319
Aranjuez	40	174	8	2.301
Fuenlabrada	64	555	57	11.189
Madrid-Manuel Becerra	10	0	0	554
Madrid-Quintana	52	0	0	1.976
Madrid-Vicálvaro	82	925	69	10.346
Móstoles	84	491	238	8.529
Estudiantes online	0	0	0	2.501
Doctorado	0	0	0	1.242
Rectorado	409	0	10	0
Total	805	2.745	436	42.957

En total son 46.943 miembros de la comunidad universitaria, de los que 44.442 serían presenciales.

A la hora de calcular la huella hídrica gris no se han tenido en cuenta los estudiantes online, ya que no realizarían gasto en las instalaciones de la universidad, ni el personal de los servicios externos de la URJC. Los estudiantes de doctorado tampoco se han considerado por tener un régimen de asistencia muy inferior y no asociados a ningún campus específico. Asimismo, el personal de rectorado se asocia a la sede de Móstoles.

Los miembros de la comunidad universitaria que se tendrán en cuenta para el cálculo de la huella hídrica gris son, por lo tanto:

Campus/Sede	2023				Total campus/sede
	PTGAS	PDI	PPI	Estudiantes	
Alcorcón	64	600	54	4.319	5.037
Aranjuez	40	174	8	2.301	2.523
Fuenlabrada	64	555	57	11.189	11.865
Madrid-Manuel Becerra	10	0	0	554	564
Madrid-Quintana	52	0	0	1976	2.028
Madrid-Vicálvaro	82	925	69	10.346	11.422
Móstoles	493	491	248	8529	9.761
Total	805	2745	436	39214	43.200

Análisis de usos de agua y cálculo de la huella hídrica en la Universidad Rey Juan Carlos

Obteniéndose por tanto una huella hídrica de agua gris anual de:

Campus/sede	Total comunidad universitaria /campus-sede	Agua gris (m3)
Alcorcón	5.037	7.052
Aranjuez	2.523	3.532
Fuenlabrada	11.865	16.611
Madrid-Manuel Becerra	564	790
Madrid-Quintana	2.028	2.839
Madrid-Vicálvaro	11.422	15.991
Móstoles	9.761	13.665
Total	43.200	60.480

4.3. Huella hídrica total

Recopilando los análisis anteriores tenemos el siguiente resultado:

CAMPUS	Agua azul (m3)	Agua verde (m3)	Agua gris (m3)	Total U.H. (m3)
Campus Alcorcón	11.714	2.507	7.052	21.273
Campus Aranjuez	7.677	305	3.532	11.514
Campus Fuenlabrada	78.802	22.951	16.611	118.364
Sede Manuel Becerra	447	NA	790	4.264
Campus Móstoles	33.128	16.735	13.665	4.533
Sede Quintana	1.425	NA	2.839	1.237
Campus Vicálvaro	24.117	2.425	15.991	63.588
Total URJC	157.369	44.924	60.480	262.773

La ratio huella hídrica por miembro de la comunidad universitaria y por estudiante presencial sería:

CAMPUS	UH total (m3)	CU Nº miembros comunidad universitaria	EP Nº estudiantes presenciales	UH/hab.CU	UH/hab.EP
Campus Alcorcón	21.273	5.037	4.319	4,22	4,93
Campus Aranjuez	11.514	2.523	2.301	4,56	5,00
Campus Fuenlabrada	118.364	11.865	11.189	9,98	10,58
Sede Manuel Becerra	4.264	564	554	2,10	2,16
Campus Móstoles	4.533	9.761	8.529	3,72	4,11
Sede Quintana	1.237	2.028	1.976	2,19	2,23
Campus Vicálvaro	63.588	11.422	10.346	6,51	7,46
Total URJC	262.773	43.200	39.214	6,08	6,70

La Huella Hídrica por miembro de la comunidad universitaria presencial sería de 6,1 m³/año, y correspondiente por estudiante presencial de 6,7 m³/año

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Impactos en el sistema

5.1.1. Recursos hídricos consumidos

Los campus y sedes de la URJC se integran dentro de un sistema complejo de captación, tratamiento, distribución y depuración del Canal de Isabel II que asegura el óptimo funcionamiento de infraestructuras dentro del ciclo integral del agua

El sistema es un sistema robusto, con garantías de suministro de recurso hídrico prácticamente completas y cobertura de depuración muy extensa.



Imagen 38. Ciclo del agua en la Comunidad de Madrid. Fuente: CYII

El canal cuenta con 13 embalses y 6 azudes con una capacidad de 943 millones de metros cúbicos, que se complementan con los campos de pozos del acuífero detrítico de Madrid. El agua captada se trata en 14 ETAP que pueden tratar 4,55 millones de metros cúbicos al día.

La huella hídrica de la URJC dentro del sistema no es significativa, y el suministro en la región está garantizado en la situación actual. Esta situación deberá ser monitorizada según las condiciones cambien por efecto del cambio climático.

5.1.2. Generación de agua contaminada

La totalidad del agua de saneamiento que se genera en los campus y sedes de la URJC se trata en las EDARES del Canal de Isabel II. Las EDARES afectadas cuentan con tratamiento terciario y producen agua regenerada de calidad adecuada al medio receptor, por lo que el impacto del agua de la URJC en el medio natural hídrico sería poco significativo.

5.2. Reducción de la huella hídrica

Si bien en la situación actual la huella hídrica de la URJC no es significativa, la situación puede variar en escenarios desfavorables de cambio climático, por lo que es importante implantar medidas con anticipación.

La URJC cuenta con un PLAN DE ACTUACIÓN DE OFICINA VERDE, que está poniendo en marcha medidas para asegurar su sostenibilidad ambiental.

Una de las líneas de actuación principales tiene al agua como protagonista. Entre las medidas que se están implantando actualmente están:

- El aumento de fuentes en los campus para reducción del consumo del agua embotellada
- La redacción de PLAN DE GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA en el que se preverán las medidas de control, entre las que destacarán el uso de cisternas inteligentes o la posibilidad de reutilizar el agua
- Se han realizado campañas de optimización de uso de cisternas
- Se han realizado dos jornadas sobre agua
- Se han realizado dos proyectos de APS (actividades de aprendizaje-servicio) sobre educación hídrica y sequía

6. ANÁLISIS COMPARATIVO

Se ha realizado una labor de búsqueda de cálculo de la huella hídrica en otras universidades, llegando a las siguientes conclusiones:

- Muy pocas universidades europeas o americanas han realizado una evaluación de la huella hídrica
- En caso de disponer de algún tipo de información, se reduce únicamente a la huella azul
- La información disponible es de diversa índole, los conceptos tenidos en cuenta son heterogéneos.
- Las fechas de cálculo son también heterogéneas.

Para poder comparar, se ha calculado la huella azul por estudiante presencial, que suele ser la ratio más fácil de calcular.

CAMPUS	UH azul (m3)	EP Nº estudiantes presenciales	UH azul /hab.EP
Campus Alcorcón	21.273	4.319	4,93
Campus Aranjuez	11.514	2.301	5,00
Campus Fuenlabrada	118.364	11.189	10,58
Sede Manuel Becerra	4.264	554	2,16
Campus Móstoles	4.533	8.529	4,11
Sede Quintana	1.237	1.976	2,23
Campus Vicálvaro	63.588	10.346	7,46
Total URJC	262.773	39.214	6,70

Universidad de Burdeos (Francia):

En 2023, la universidad de Burdeos consumió aproximadamente 165 000 m3 de agua, de los cuales el 80% corresponden al gasto del Campus de Carreire

El número de estudiantes en 2023 fue de 16.260 por lo que el gasto por estudiante sería de 10,1.

Universidad de Rennes (Francia):

La universidad de Rennes realizó en 2014 un análisis del gasto de agua por estudiante de sus dos campus principales: Rennes 1 y Rennes 2, obteniéndose unos consumos de 3,5m³/estudiante en Rennes 1 y 1m³/estudiante en Rennes 2

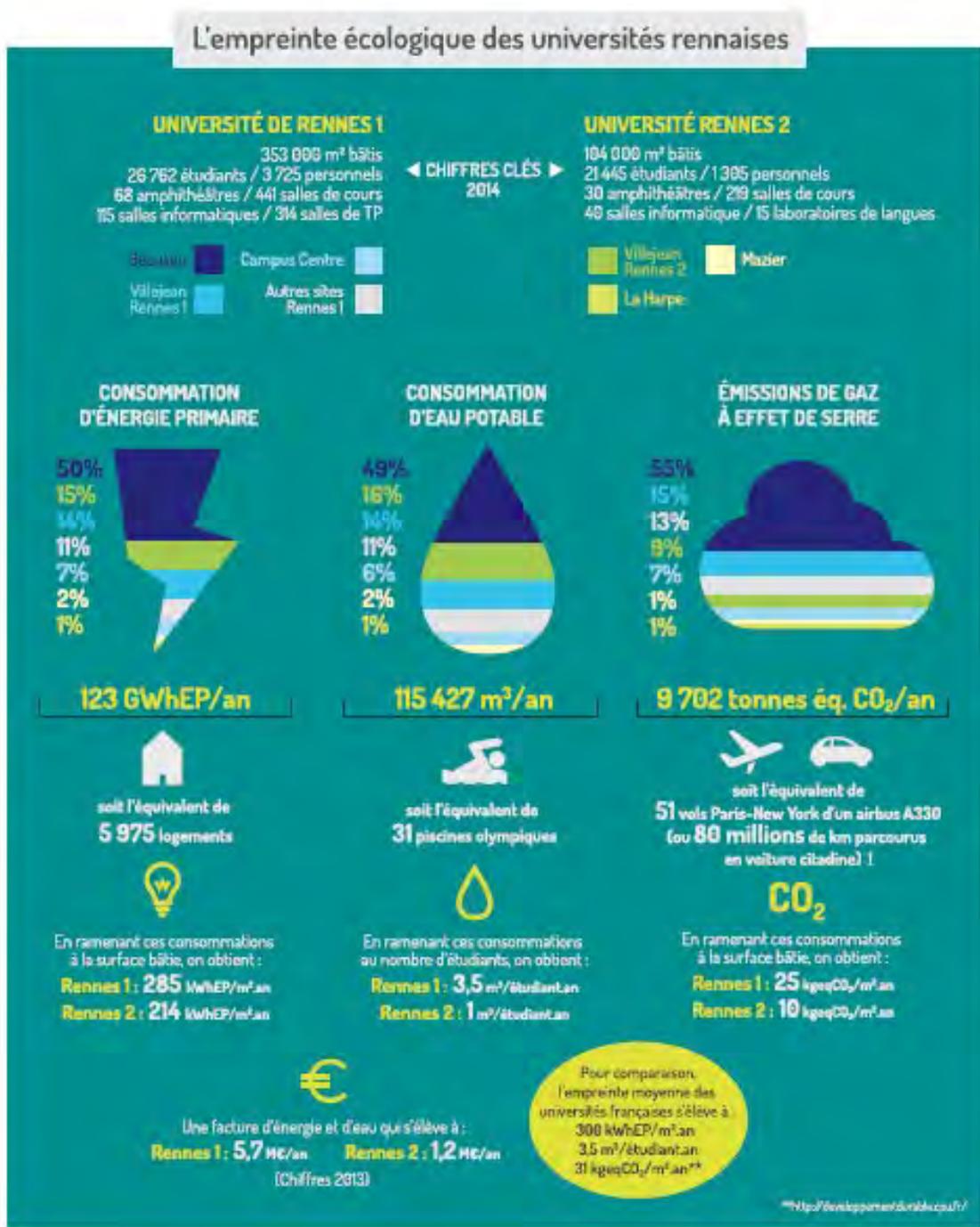


Imagen 39. Ciclo del agua en la Comunidad de Madrid. Fuente: Université de Rennes

Universidad de Stanford (EEUU)

El uso de agua doméstica en el campus fue, de promedio, de 1,44 millones de galones por día (mgd) desde el 1 de julio de 2019 hasta el 30 de junio de 2020,

Los alumnos matriculados en la Universidad de Stanford en el mismo periodo fueron 17.249.

Análisis de usos de agua y cálculo de la huella hídrica en la Universidad Rey Juan Carlos

El consumo por estudiante sería de 115,3 m³/año. En este dato, sin embargo, es necesario considerar que el 70% de los estudiantes de Stanford viven en el campus, por lo que es lógico contar con un valor más elevado.

Universidad de California-UCLA (EEUU)

Según los datos de la AASHE del año 2019, el gasto sería de 14.394 galones/usuario, lo que daría como resultado un consumo de 54,5 m³. De nuevo, como en el caso de Stanford, es necesario indicar que más del 50% de los estudiantes viven en el campus.

Universidad Complutense de Madrid

Según los resultados de un estudio de 2022 estudio, la cantidad total de agua que entra de la red de distribución general de la Canal de Isabel II a la UCM sumada al agua embotellada que proporciona la UCM a la comunidad universitaria alcanza un total 552.125 m³.

El número de estudiantes en el período fue de 75.102, por lo que el consumo, que en este caso incluye consumo indirecto de agua embotellada, sería de 7,35 m³.

Como conclusión, se puede concluir que la URJC tiene un consumo moderado.