

OBRAS COLECTIVAS

CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN 34

A hand is shown from the bottom right, palm up, holding a large, glowing sphere. The sphere is composed of a complex network of white lines and dots, resembling a molecular structure or a data network, set against a blue background with a gradient from dark blue at the top to lighter blue at the bottom. The text 'Enseñanza de las Ciencias' is centered on the sphere.

Enseñanza de las Ciencias

Daniel Meziat
Luis Bengochea
Gabriela Lorenzo
Ignacio Idoyaga
(Editores)

UAH

Enseñanza de las Ciencias

*Perspectiva Iberoamericana en
tiempos de aprendizaje virtual*

Obras Colectivas de Ciencias de la Educación 34

*Daniel Meziat
Luis Bengochea
Gabriela Lorenzo
Ignacio Idoyaga
(Editores)*



Universidad
de Alcalá



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Cátedra UNESCO
de Educación Científica
para América Latina
y El Caribe
EDUCALYC



En el libro “**Enseñanza de las Ciencias - Perspectiva Iberoamericana en tiempos de aprendizaje virtual**” se recogen los trabajos mejor valorados entre los presentados en el sexto Encuentro Virtual de Enseñanza de las Ciencias (EnCiNa6), realizado de manera conjunta con las Jornadas preparatorias del Congreso Iberoamericano de Educación Científica (pre-CIEDUC). Está editado por Daniel Meziat, Luis Bengochea, Gabriela Lorenzo e Ignacio Idoyaga y se publica bajo *Licencia Creative Commons Reconocimiento – No Comercial - Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)*. Se permite su copia, distribución y comunicación pública, siempre que se mantenga el reconocimiento de la obra y no se haga uso comercial de ella. Si se transforma o genera una obra derivada, sólo se puede distribuir con licencia idéntica a ésta. alguna de estas condiciones puede no aplicarse, si se obtiene el permiso de los titulares de los derechos de autor.

Editorial Universidad de Alcalá
Plaza de San Diego, s/n
28801 Alcalá de Henares (España)

Enero 2022
ISBN: 978-84-18979-75-0

Edición digital

Imagen de la portada: *Gerd Altmann en Pixabay: “Network-3537389”*.
(Licencia: <https://pixabay.com/es/service/license/>).

Los contenidos de esta obra son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Universidad de Alcalá (España) ni de ninguna de las instituciones que han colaborado en la organización del encuentro.

Índice de Contenidos

Prólogo

Daniel Meziat Luna, Universidad de Alcalá (España) 8

Conferencias invitadas

- Retos de las Ciencias de la Tierra en el siglo XXI 15
Amelia Calonge
- Docencia en Farmacia durante el periodo de pandemia de COVID 19 25
M Victorina Aguilar
- de agua va! 35
Irene De Bustamante
- Enseñanza remota de emergencia VS enseñanza online 45
Jaime Oyarzo

Trabajos de Investigación

- El desafío de enseñar a representar estereofórmulas en la virtualidad 56
Ayelén Crespi and Juan Lázaro-Martínez
- O ensino das estações do ano para alunos não videntes 63
Maria Milena Tegon Figueira y Roberta Chiesa Bartelmebs
- Evaluación de calidad aplicada a los materiales educativos multimedia 72
Marcela Cristina Montero
- Análisis de la multimodalidad en textos escolares de Química 82
María José Flores, Carina Rudolph y Carla Maturano
- La demostración matemática en los números enteros para futuros profesores 92
Susana De Toma and Mariana Pérez
- Descripción de estrategias de aprendizaje en estudiantes ingresantes de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata 102
Tatiana Pujol-Cols, Leonardo Funes y Mauro Chaparro

Conferencias Invitadas

de agua va!

Irene De Bustamante¹

¹ Departamento de Geología, Geografía y Medio Ambiente. Universidad de Alcalá / iMdea
Agua (España) irene.bustamante@uah.es

Resumen. La gestión del agua se remonta a varios milenios antes de nuestra era. Los problemas de hoy en día con este recurso no vienen motivados por una disminución de este, sino por un aumento exponencial de la población, por su irregular distribución geográfica y por la contaminación del mismo. Entre las opciones para alcanzar el ODS 6 está la *reutilización* del agua con garantías de calidad y las *soluciones basadas en la naturaleza*. En este trabajo se hace un repaso de cual es la situación actual, de donde venimos, qué es lo que se sabe en materia de contaminación de agua, cuales son las *nuevas fuentes de agua* y algunos ejemplos de soluciones para la preservación de este recurso.

Palabras clave: escasez, tratamiento, reutilización, soluciones basadas en la naturaleza.

1. Algunos datos y ¿desde cuando?

Según el informe GEO-6 del PENUMA [1] la contaminación del agua podría ser una de las principales causas de muerte en 2050, entre otras causas debido al gran aumento de la resistencia antimicrobiana provocada por la contaminación de los cuerpos de agua dulce.

Entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 aprobada por Naciones Unidas [2], el propósito del número 6 es garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Si se revisan datos suministrados por fuentes oficiales, se puede valorar el alcance del conflicto, así por ejemplo: un tercio de la población mundial carecen de acceso de agua potable segura [3]; más de la mitad de la población mundial carecen de saneamiento gestionado de forma segura y 2.000 millones de personas viven en países que experimentan un elevado estrés hídrico [4]; El 80 % de las aguas residuales regresa al ecosistema sin ser tratada ni reutilizada [5]; la agricultura representa el 70 por ciento de la extracción mundial de agua [6]; etc.

La gestión del agua es tan antigua como la historia humana, todas las civilizaciones, han construido diferentes elementos que han permitido la administración de esta, en función de la facilidad para su acceso o su evacuación y/o del tamaño de la población a dar servicio. En la fig. 1 pueden observarse algunos ejemplos de infraestructuras tanto de gestión de agua de abastecimiento como de saneamiento [7].

Bañera del Palacio de Néstor,
Pylos, Peloponeso, 1300-1200 aC



Cisterna romana en Aptera, Creta,
Grecia, s I dC



Nilómetro en Egipto, 5000 BP



filtros de agua en la ciudad
griega de Empúries, s III aC



canalización drenaje urbano del Ágora,
Atenas, s V aC



letrinas greco-romanas en
Efes, s I dC

Fig. 1. Algunos ejemplos de infraestructuras hidráulicas en la antigüedad [7].

En los siglos alrededor del inicio de nuestra era, en Europa, empiezan a aparecer textos que identifican la importancia del agua en la salud pública. Por ejemplo, **Alcmeon de Crotona** (470 aC), filósofo pitagórico dedicado a la medicina, fue el primer griego en afirmar que la calidad del agua puede influir en la salud humana; El tratado de **Hipócrates** sobre “Aires, aguas y lugares”, (alrededor del 400 aC), describe con detalle las diferentes fuentes, calidades y efectos sobre la salud del agua (*manica hippocratis*); **Galeno** (s II dC), en su obra “*De Sanitate Tuenda*” resume la calidad de agua más adecuada para consumo. La calidad del agua era examinada a través de los sentidos: Gusto, olor, apariencia y temperatura.

En la Edad Media, el crecimiento de las ciudades (tabla 1) agobiaba a sus gobiernos con los problemas de salud y medioambientales que se generaban (peste, lepra, cólera, fiebre amarilla). Las ciudades europeas eran sucias y estaban llenas de basura, ratas y excrementos humanos en las calles. Los desperdicios humanos se tiraban por las ventanas de las casas al grito de *¡agua va!* y los transeúntes los pisaban.

Anton van Leeuwenhoek (1632-1723), construyendo sus propios microscopios con un máximo de 200 aumentos, consiguió ver microorganismos en una gota de agua; en 1778 **Joseph Bramah**, desarrolló del primer inodoro, pero no fue hasta finales del s. XIX que se generalizan los baños interiores con agua corriente; **John Snow** (1813-1858) demostró que el sistema de distribución de agua expandía la epidemia de cólera; en el verano de 1858, en Londres, el olor de los vertidos de aguas residuales no tratadas al vertidos al río Támesis, dio lugar al históricamente conocido “*great stink*”; la base científica de la filtración de agua se debe a **Robert Koch**, que en 1884 aísla el agente causante de cólera, *Vibrio cholera* [9].

A finales del siglo XIX y principios del XX se comienzan a instalar filtros biológicos en USA y Gran Bretaña, para el tratamiento de aguas residuales urbanas; en 1907 ya había 33 ciudades de cierta relevancia en USA que usaban filtros mecánicos y otras

trece usando filtros de arena; la introducción de la “*cloración*” en 1908 supone disponer de una manera barata, reproducible y fiable de asegurar la calidad microbiológica del agua [9].

Tabla 1. Evolución de la población de Europa en el Medioevo [8].

AREA	Población año 500	Población año 650	Población año 1000	Población año 1340	Población año 1450
Grecia y Balcanes	5.000	3.000	5.000	6.000	4.500
Italia	4.000	2.500	5.000	10.000	7.500
España y Portugal	4.000	3.500	7.000	9.000	7.000
Europa Meridional	13.000	9.000	17.000	25.000	19.000
Francia y Benelux	5.000	3.000	6.000	19.000	12.000
Islas Británicas	500	500	2.000	5.000	3.000
Germania Escandinavia	3.500	2.000	4.000	11.500	7.500
Europa Central Europa Occidental	9.000	5.500	12.000	35.500	22.500
Eslavos	5.000	3.000	8.000	11.000	8.000
Hungría	500	500	1.500	2.000	1.500
Europa Oriental	5.500	3.500	9.500	13.000	9.500
EUROPA	27.500	18.000	38.500	73.500	51.000

2. Qué sabemos

La calidad del agua puede ser considerada como una medida de la idoneidad del agua para un uso particular determinado, medida basada en características físicas, químicas y biológicas.

Calidad y contaminación no son sinónimos, así podemos definir la *calidad* como las características físicas, químicas y biológicas que definen la composición de un agua y la *contaminación* como la alteración o modificación de algunas de sus características esenciales, o las perturbaciones producidas por los seres vivos como consecuencia de su actividad [10].

Las aguas naturales tienen un grado de pureza muy variable, que va desde las aguas de fundición de la nieve o los glaciares, hasta las aguas pantanosas muy cargadas en materia orgánica. Por esto la noción de contaminación no se refiere a la "pureza" de las aguas, ni siquiera a sus aptitudes, sino a las modificaciones de sus características debidas a la influencia del hombre.

La contaminación del agua puede ser puntual y difusa. La **contaminación puntual** se produce por el vertido de contaminantes en lugares específicos, tales como tuberías de drenaje, zanjas, desagües o alcantarillas de fábricas, centrales eléctricas, plantas de tratamiento de aguas residuales, minas de carbón subterráneas, pozos de petróleo, etc. La **contaminación difusa** ocurre cuando no existe un foco de descarga localizado, sino que esta se descarga sobre una zona extensa como por ejemplo la escorrentía de los campos de cultivo y corrales de engorde, campos de golf, carreteras, obras de construcción, estacionamientos, etc.

La calidad de un agua puede ser definida según muchos criterios, pero las características comunes de casi todas las definiciones se basan en la concentración de sustancias específicas que puedan causar efectos identificables, por lo que esta se define en función de la determinación de una serie de parámetros físicos, químicos y biológicos. Estos parámetros son también esenciales para el conocimiento del grado de contaminación del agua.

Dentro de la contaminación física, un ejemplo es la contaminación térmica, provocada por el vertido del agua de refrigeración de procesos industriales a las masas de agua superficiales, con el consiguiente aumento de la temperatura de esta, que reduce los niveles de oxígeno y puede matar la vida acuática más sensible a la temperatura. Los organismos acuáticos suelen estar poco adaptados a cambios bruscos de temperatura.

La contaminación biológica se produce por el vertido de desechos humanos y animales sin tratar. Los desechos humanos contienen colonias de bacterias coliformes como *Escherichia coli* y *Streptococcus faecalis*. Estas bacterias se encuentran fundamentalmente en el intestino grueso de los seres humanos, donde colaboran en la descomposición de los alimentos. Son fáciles de identificar por lo que son un buen indicador para conocer si existe un foco de desechos humanos en el agua y esto es importante porque hay otros microorganismos que causan enfermedades que pueden aparecer en el agua desde el tracto digestivo humano, por ejemplo virus (hepatitis), protozoos parásitos (disentería) y gusanos parásitos y bacterias (fiebre tifoidea, cólera y disentería). Se cree que el 80% de las enfermedades en los países en desarrollo son causadas por la falta de agua y por la contaminación de ésta, lo que provoca 10 millones de muertes al año.

La contaminación de origen químicos puede ser por compuestos inorgánico y por compuestos orgánicos.

Los residuos inorgánicos solubles en agua son ácidos, sales y compuestos de metales tóxicos, que proceden de la lixiviación y erosión de rocas por actividades mineras y del vertido de fábricas. Los metales pesados como el plomo, mercurio, estaño, cadmio y antimonio son una gran preocupación. Los ácidos, sales, nitratos y cloro no son tan tóxicos, pero pueden provocar gran impacto sobre la calidad del agua.

Existen miles de productos químicos orgánicos, naturales y sintéticos, que se utilizan en la industria para fabricar pesticidas, plásticos, productos farmacéuticos, cosméticos, pigmentos etc. Dichos productos se liberan al medio acuático a través de sistemas de eliminación de aguas residuales con o sin tratamiento, desbordamiento del alcantarillado, vertidos industriales, vertederos, reutilización de agua, lagunas de desechos de purines, aplicación de purines al terreno, prácticas agrícolas, acuicultura, etc. En general, son nocivos para la vida humana y acuática.

Muchos de ellos están regulados, pero hay otros, los llamados *Compuestos de Preocupación Emergente* (CPEs) que no lo están y a menudo representan una amplia gama de complejos compuestos químicos (Tabla 2).

Las preguntas más habituales sobre este tipo de compuestos son:

¿a que niveles los encontramos? Las dosis que recibe el agua están en el orden de los ng/L o µg/L. Los calmantes son los CPEs que se encuentran en mayores concentraciones

¿son perjudiciales para la salud? Algunos CPEs pueden inducir efectos estrogénicos en los receptores biológicos. Pero la mayoría de los estudios sugieren que

las concentraciones ambientales actuales no son suficientes para provocar este efecto en humanos, aunque son necesarios mas estudios y pruebas toxicologicas y ecotoxicologicas por la presencia de mezclas.

¿suponen un riesgo para los ecosistemas? Han muerto más de 10 millones de buitres en el sudeste asiático (India, Pakistán, Nepal) en los últimos años, y tres especies están en riesgo de extinción; las causas son el diclofenaco que se utiliza para el tratamiento veterinario de los animales domésticos y que los buitres (al alimentarse de los cadáveres de los animales) son altamente susceptibles a él causándoles insuficiencia renal.

Tabla 2. Compuestos de preocupación emergente (los más habituales) [11].

<i>Antibióticos de uso humano y veterinario</i>	Trimetoprima, eritromicina, lincomicina, sulfametaxazol, ofloxacina, ciprofloxacina
<i>Analgésicos y antiinflamatorios</i>	Codeína, ibuprofeno, acetaminofeno, diclofenaco, fenoprofeno, naproxeno, ketoprofeno
<i>Fármacos psiquiátricos</i>	Diazepam, paraxantina
<i>Reguladores lipídicos</i>	Gemfibrozilo, bezafibrato, ácido clofibrico, ácido fenoffbrico, pravastatina, mevastatina, lovastatina
<i>Beta bloqueante:</i>	Metoprolol, propranolol, timolol, atenolol
<i>Diuréticos</i>	Hidroclorotiazida, furoxemida
<i>Contrastes para RX</i>	Iopromida, iopamidol, diatrizoato
<i>Esteroides y hormonas</i>	Estradiol, estrona, estriol, diethylstilbestrol
Productos de cuidado personal	
<i>Fragancias</i>	Almizcles policíclicos y macrocíclicos (musks), Benzofenona, alcanfores, metilbenzilideno
<i>Protectores solares</i>	
<i>Repelentes de insectos</i>	N,N-dietiltoluamida
<i>Antisépticos</i>	Triclosano, Cloropheno
<i>Surfactantes y metabolitos</i>	Etoxilatos alquil fenol, 4-nonylfenol, 4-octilfenol, carboxilatos alquil fenol
<i>Retardantes de llama</i>	Difenil éteres polibromados (PBDEs), Tetrabromo bisphenol A, chloroalcanos
<i>Agentes y aditivos industriales</i>	Agentes quelantes (EDTA), Sulfonatos aromáticos
<i>Aditivos de la gasolina</i>	Dialquil éteres, Metil- <i>t</i> -butil éter (MTBE)

3. Nuevas Fuentes de agua

Los recursos hídricos convencionales han alcanzado un grado de regulación muy elevado, y no se vislumbra en el futuro un incremento sustancial de los mismos. Además, el incremento de las demandas (7.800 millones de habitantes), agravado por períodos de sequía (meteorológica e hidrológica), lleva a la necesidad de utilizar otro tipo de recursos donde resulte necesario.

El importante desarrollo de la depuración en las últimas décadas permite un elevado uso potencial de agua regenerada (aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido

sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan), especialmente en zonas con escasez de agua, donde la reutilización supone un incremento de recursos, constituyendo un recurso alternativo que ofrece garantía de suministro y seguridad, tanto desde el punto de vista sanitario como ambiental.

La reutilización, como fuente alternativa de recursos hídricos, genera agua para actividades que no requieran calidad de agua potable o puede liberar agua de fuentes naturales para destinarla al abastecimiento, presentando, además, una serie de ventajas tales como: beneficios ambientales por disminución de la presión sobre los recursos superficiales y subterráneos, más agua disponible para agricultura, especialmente durante períodos de sequía, menor coste energético que desalación y sin vertidos al mar, uso racional del recurso hídrico, mejora de la imagen social del entorno y representa una fuente de suministro más estable de agua frente a desastres naturales o fuertes sequías.

Ante el rechazo social que representa la reutilización, no hay que olvidar que siempre hay un usuario aguas abajo y siempre hay un vertido aguas arriba.

Además de proporcionar nuevas fuentes de suministro, las aguas regeneradas pueden favorecer al autoconsumo y facilitar la gestión de las aguas depuradas, ofreciendo alternativas al vertido al medio natural y posibilitando el “vertido cero”.

Las aguas regeneradas pueden reutilizarse en diversos usos, entre los más habituales están: el uso urbano para riego de parques y jardines, baldeo de calles, llenado de inodoros, bocas de incendios, lavado de coches; el uso agrícola; el uso industrial, para refrigeración, procesos de lavado, etc.; el uso recreativo para riego de campos de golf, lagos ornamentales, etc.; y el uso ambiental para recarga de acuíferos, riego de bosques, mantenimiento de humedales, etc.

4. Soluciones basadas en la Naturaleza

La Comisión Europea define a las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) como *“soluciones a desafíos a los que se enfrenta la sociedad que están inspiradas y respaldadas por la naturaleza; que son rentables y proporcionan a la vez beneficios ambientales, sociales y económicos, y ayudan a aumentar la resiliencia”*

Se fundamentan en la imitación de los procesos naturales para contribuir a la gestión mejorada del agua, pudiéndose aplicar a microescala (p.e. un inodoro seco) o macroescala (p.e. el paisaje). Además, las SbN pueden contribuir a disminuir las presiones sobre los recursos hídricos. *Y ¿cómo se pueden aplicar las SbN a la depuración y reutilización del agua?*

Las pequeñas aglomeraciones urbanas generalmente cuentan con limitados recursos económicos y técnicos para hacer frente al tratamiento de sus aguas residuales mediante tecnologías convencionales. Hay numerosos ejemplos en pequeñas poblaciones (Fig. 2), en los que se instalaron depuradoras convencionales, y nunca llegaron a funcionar (grandes variaciones de caudales estacionales, altos costes energéticos, necesidad de personal cualificado, etc.). El Pacto Verde Europeo establece un plan de acción para impulsar un uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular, así como reducir la contaminación. Las SbN representan una solución para la depuración de los vertidos de aguas residuales, ya que tiene un amplio campo de aplicación dadas sus ventajas de economía, flexibilidad y operatividad para su aplicación en estas pequeñas poblaciones.

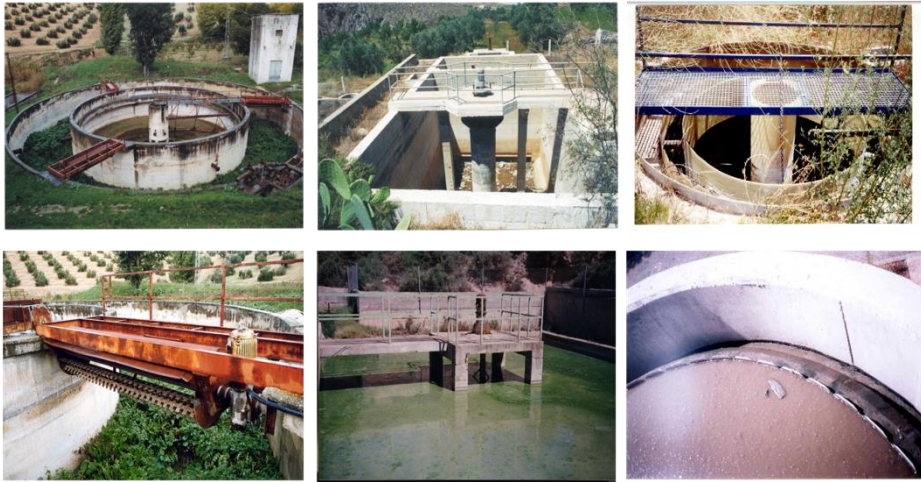


Fig. 2. Algunos ejemplos en España de estaciones depuradoras fallidas.

Los filtros verdes son “Soluciones basadas en la naturaleza” para el tratamiento y reutilización de agua que brindan beneficios ambientales, sociales y económicos. Se fundamentan en una superficie de terreno en la que se instala una plantación dimensionada en función de los caudales a tratar y de las necesidades hídricas de la plantación, donde se instala vegetación arbórea que se riega con el agua a tratar [12]. Parte del agua aplicada se evapora, otra parte es captada por las raíces de los árboles y el resto se infiltra a través del suelo, recargando el acuífero subyacente. El tratamiento de las aguas se realiza mediante la acción conjunta del suelo, los microorganismos y las plantas, a través de procesos físicos, químicos y biológicos (fig.3).

Estos sistemas van más allá de un simple tratamiento de depuración, ya que generan un valor añadido: además de tratar el agua residual, las especies vegetales utilizadas capturan CO₂, se genera biomasa y un ecosistema forestal que aumenta significativamente la biodiversidad, y contribuyen a la recarga de acuíferos [13]. Además, los filtros verdes presentan una alta eficacia en la eliminación de nutrientes (70% N y 90% P), compuestos orgánicos (85%) y microorganismos patógenos [14].

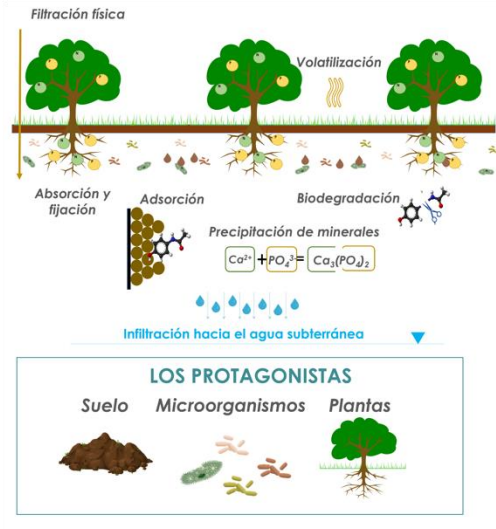


Fig. 3. Procesos responsables del tratamiento en un filtro verde.

5. Algunos ejemplos

El grupo de investigación [Soil and Water Quality in the Environment](#) (SWQ), ha trabajado en numerosos casos en España: Daimiel y Villarrubia de los Ojos (Ciudad Real), Redueña, Patones, Torremocha del Jarama, Alcalá de Henares y Algete (Madrid), Carrión de los Céspedes (Andalucía), La Franca (Asturias) y Biar y Denia (Alicante), utilizando esta técnica tanto para la depuración de aguas residuales urbanas, como para reutilización de aguas ya tratadas. En las figuras 4, 5 y 6, se pueden observar algunos ejemplos de estas investigaciones.

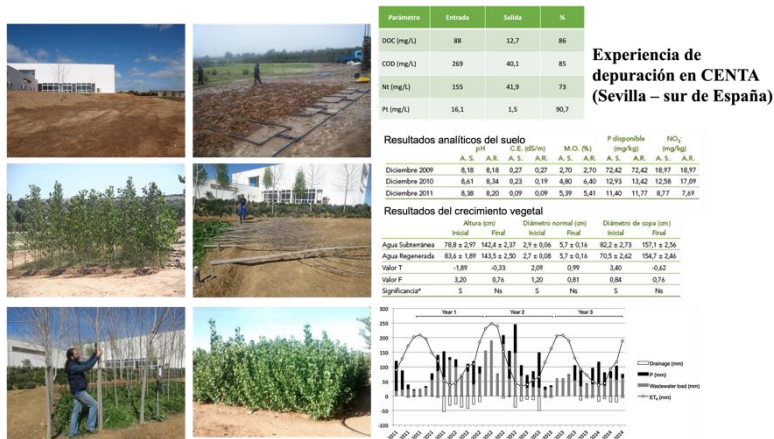


Fig. 4. Instalación y resultados de un FV en Carrión de los Céspedes (Sevilla) [14].

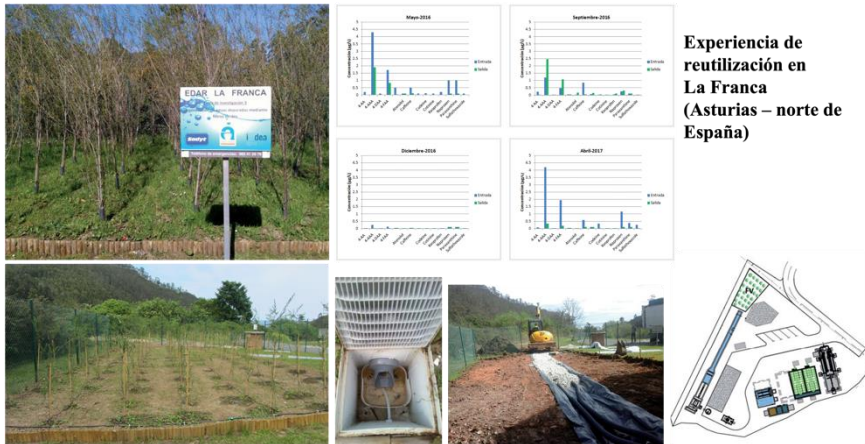


Fig. 5. Instalación y resultados de un FV en La Franca (Asturias) [15]



Fig. 6. Instalación y resultados de un FV en Denia (Alicante) [16].

6. Referencias

- [1] PENUMA, «Perspectivas del Medio Ambiente Mundial GEO 6. Resumen para responsables de formular políticas,» 2019. [En línea]. Available: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27652?jsessionid=96A2EF70E1EC6D6F68DB8603AEDFB80C>. [Último acceso: 06 02 2022]
- [2] Naciones Unidas, «Objetivos de Desarrollo Sostenible: 17 objetivos para cambiar nuestro mundo,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>. [Último acceso: 06 02 2022].
- [3] OMS, «1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso al agua potable, según UNICEF y la OMS, » 2019. [En línea]. Available:

- <https://www.who.int/es/news/item/18-06-2019-1-in-3-people-globally-do-not-have-access-to-safe-drinking-water—unicef-who>. [Último acceso:06 02 2022].
- [4] ONU, «Los desafíos del agua,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.un.org/es/global-issues/water>. [Último acceso: 06 02 2022].
- [5] UNESCO, «Aguas residuales, el recurso desaprovechado,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/04/Informe-Mundial-de-las-Naciones-Unidas-sobre-el-Desarrollo-de-los-Recursos-Hidricos-2017.pdf>. [Último acceso:06 02 2022].
- [6] FAO, «Escasez de agua: Uno de los mayores retos de nuestro tiempo,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1185408/>. [Último acceso: 07 02 2022].
- [7] Sala, L, «Agua y civilizaciones antiguas,» 2015. iagua. [En línea]. Available: <https://www.iagua.es/blogs/lluis-sala/agua-y-civilizaciones-antiguas> [Último acceso: 07 02 2022].
- [8] Josiah C. Russell, «Population in Europe". The Fontana Economic History of Europe: The Middle Ages», Tomo I Edición de Carlo M. Cipolla. Glasgow: Collins/Fontana, pp. 25-71, 19720
- [9] Pankratz, T., «Water disinfection: one of humankind's greatest public health achievements,» *Global Water*, Vol 19, Issue 2, 20180
- [10] USEPA, «Proposed revisions to the Water Quality Planning and Management Regulations,» 1999. Proposed Rule 40 CFR Part 130. 162 p.
- [11] Daughton, C.G. & Ternes, T.A., «Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment: Agents of Subtle Change?,» *Environmental Health Perspectives*, Vol 107, Supplement 6, pp 907-938. 19990
- [12] Gomez, D.; Martin, T.; Martinez, F.; Corvea, JI., «A comparison of different methodologies for designing land application systems: Case study at the Redueña WWTP,» *Desalinat. and Wat. Treat.* 4, 98-102. 20090
- [13] Pradana, R., Hernández-Martín, J.A., Martínez-Hernández,V., MeffeR., De Santiago-Martín, A., Pérez Barbón, A. DE Bustamante. I., «Attenuation mechanisms and key parameters to enhance treatment performance in vegetation filters: A review,» *J. Environ. Manag.* 300, 113752. 20210
- [14] De Miguel, A.; Meffe, R.; Leal Meca, M.; González Naranjo, V.; Martínez-Hernández, V.; Lillo J.; Martín, I.; Salas, J.J.; De Bustamante, I.; «Treating municipal wastewater through a vegetation filter with a short-rotation poplar species,» *Ecol. Eng.*, 73, 560-568. 20140
- [15] Álvarez, A.; Meffe, R.; Pérez Barbón, A.; Díaz, A.; Patricia Terrero; Campos, E.; De Bustamante, I., «Regeneración de aguas tratadas mediante filtros verdes intensivos. La experiencia piloto en la depuradora de La Franca en Asturias,» *RETEMA*, 30/198, pp. 44 - 51. 20170
- [16] Martínez-Hernández, V.; Meffe, R.; Hernández Martín, J.; De Santiago Martín, A.; De Bustamante, I.; Martínez. G; Martínez Cosín, JM., «Filtros verdes para el tratamiento de nutrientes y contaminantes de preocupación emergente: adaptación de la tecnología a aguas residuales con elevada salinidad. FuturENVIRO, N° 73, 98-101. 20200



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

Cátedra UNESCO
de Educación Científica
para América Latina
y El Caribe
EDUCALYC

ISBN 978-84-18979-75-0



9 788418 979750 >



Universidad
de Alcalá

EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE ALCALÁ