

canagua
&energía



11ª FERIA INTERNACIONAL CANAGUA&ENERGÍA



Soluciones integrales de agua y energía para entornos
aislados

Las Palmas de Gran Canaria 5 – 8 de octubre de 2017

Recinto Ferial de la Institución Ferial de Canarias (INFECAR)

Libro de Resúmenes de las Jornadas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en la 11ª Feria Internacional Canagua&energía

Las Palmas de Gran Canaria 5 - 8 de octubre de 2017

ISBN: 978-84-16989-95-9

ISBN 978-84-16989-95-9



Editores

María del Pino Palacios Díaz

Vanessa Mendoza Grimón

María del Carmen Cabrera Santana

Beatriz del Río Gamero

Noemí Melián Martel

Alejandro Rodríguez González

PRÓLOGO

La 11ª Feria Internacional Canagua&energía 2017, promovida por el Cabildo de Gran Canaria y organizada por INFECAR, tiene como objetivo convertir al Archipiélago Canario en punto referente de energías limpias a nivel internacional, facilitando nuevas oportunidades de negocio, nuevos modelos de aprovechamiento, generación, eficiencia, desalación, reutilización del agua, inversión, promoción y colaboración dentro del binomio agua y energía.

En este contexto, la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria se ha sumado con la celebración de las presentes Jornadas en las que se presentan diferentes trabajos relativos a las siguientes áreas temáticas:

- T1. Energías Renovables
- T2. Ahorro y eficiencia energética
- T3. Desalinización
- T4. Depuración y reutilización de aguas
- T5. Transporte y almacenamiento de agua

En el presente texto, se recogen los resúmenes de las conferencias plenarias, conferencias invitadas y ponencias presentadas durante el desarrollo de las Jornadas.

Como comité organizador, queremos agradecer a la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y al Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (iUNAT), por su apoyo en la organización de las presentes Jornadas.

Las Palmas de Gran Canaria 5 – 8 de octubre de 2017

Comité Organizador de las Jornadas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en la 11ª Feria Internacional Canagua&energía

Comité Organizador

Antonio Gómez Gotor
María del Pino Palacios Díaz
Vanessa Mendoza Grimón
Beatriz del Río Gamero
Noemí Melián Martel
María del Carmen Cabrera Santana
Alejandro Rodríguez González

Comité Científico-técnico

Antonio Gómez Gotor
María del Pino Palacios Díaz
Vanessa Mendoza Grimón
Noemí Melián Martel
María del Carmen Cabrera Santana
José Miguel Doña Rodríguez
Vanessa Mendoza Grimón
Óscar Manuel González Díaz
Pedro Sosa Henríquez
José Manuel Hernández Moreno
Alejandro Rodríguez González
José Jaime Sadhwani Alonso
Sebastián Ovidio Pérez Báez
Julieta Schallenberg Rodriguez
José Antonio Carta González
Juan Emilio González González
Francisco José Pérez Torrado
Alejandro Ramos Martín
Jesús Pérez Peña
Ana María Blanco Marigorta
José Pablo Suárez Rivero
José Jaime Sadhwani Alonso
María Esther Torres Padrón
Zoraida Sosa Ferrera



Programa Técnico de las Jornadas de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en la 11ª Feria Internacional Canagua&energía

Lugar: Institución Ferial de Canarias (INFECAR).

DÍA JUEVES 5 DE OCTUBRE

Sesión 1. Pabellón 7 Planta Baja	
16:00 – 16:20	INAGURACIÓN (Rector Magnífico de Las Universidad de Las Palmas de Gran Canaria)
16:20 – 16:40	Reutilización de aguas regeneradas en Canarias. Estudio de casos. CONFERENCIA PLENARIA. José Manuel Hernández Moreno. <i>(Catedrático de Universidad)</i> .
16:40 – 16:50	La fotocátalisis heterogénea y sus aplicaciones medioambientales. CONFERENCIA INVITADA. Óscar Manuel González Díaz. <i>(Doctor. Profesor Titular de Universidad)</i> . Coautores: E. Pulido Melián, M.N. Suárez Rodríguez, D. Garzón Sousa, J. Araña, J. M. Doña Rodríguez.
16:50 – 17:00	Presencia de contaminantes emergentes en las aguas depuradas. CONFERENCIA INVITADA. Sarah Montesdeoca Esponda. <i>(Doctora)</i> . Coautores: E. Estévez, M.C. Cabrera, Z. Sosa-Ferrera, J.J. Santana-Rodríguez .
17:00 – 17:10	El desarrollo tecnológico de la desalación de aguas. Retos y oportunidades en Canarias CONFERENCIA INVITADA. J. Jaime Sadhwani Alonso. <i>(Doctor. Profesor Titular de Universidad)</i> .



17:10 – 17:20	Oportunidades de financiación en Reto Social 5 – H2020. Acción por el Clima, Medio Ambiente, Eficiencia de los Recursos y Materias Primas. CONFERENCIA INVITADA. Juan Carlos García Carrasco (Representante del CDTI, Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial)
17:20 – 17:30	La desalación de agua en los planes hidrológicos de Canarias. CONFERENCIA. Miguel Sagaseta de Ilurdoz Cortadellas (Doctorando). Coautor: J. J. Sadhwani Alonso.
17:30 – 17:40	Análisis de hormonas esteroideas en aguas residuales de la isla de Gran Canaria. CONFERENCIA. Rayco Guedes Alonso (Doctor). Coautores: Z. Sosa–Ferrera, J.J. Santana–Rodríguez
17:40 – 17:50	Catorce años de operación discontinua de una planta desaladora de agua salobre por ósmosis inversa. CONFERENCIA. Alejandro Ruiz García (Doctor. Profesor Asociado). Coautor: I. Nuez.
17:50 – 18:00	Estudio del comportamiento de un Sistema de Depuración Natural (SDN) por medio de Humedales Artificiales de Flujo Sub–Superficial (SFS) en combinación con Laguna Facultativa para tratar efluentes procedentes de explotaciones ganaderas. Un análisis computacional del modelo de flujo. CONFERENCIA: S. Brito Espino. Coautores: C.A. Mendieta Pino, S.O. Pérez Báez, A. Ramos Martín.



DÍA VIERNES 6 DE OCTUBRE

Sesión 2. Pabellón 7 Planta Baja	
11:30 - 11:45	Potencial de las energías renovables en Canarias. CONFERENCIA INVITADA. J. Schallenberg. (Doctora. Profesora Contratada Doctora).
11:45 - 12:00	La eficiencia energética en la evaluación del rendimiento de plantas desaladoras de ósmosis inversa en operación. CONFERENCIA INVITADA. A. M. Blanco (Doctora. Profesora Titular de Universidad). Coautores: A. Lozano-Medina, J.D. Marcos.
12:00-13:00	CAFÉ
13:00-14:00	SESIÓN DE POSTERS Y COLOQUIO
Sesión 3. Pabellón 7 Planta Baja	
16:00 - 16:30	Agua, energía y CO₂. CONFERENCIA PLENARIA. A. Gómez Gotor (Catedrático de Universidad). Coautor: B. Del Río-Gamero
16:30 - 16:45	La actividad investigadora en el proyecto europeo ADAPTARES: avances para la reutilización sostenible de aguas regeneradas CONFERENCIA INVITADA. M ^a del Pino Palacios. (Doctora. Profesora Titular de Universidad). Coautores: V. Mendoza-Grimón, M.C. Cabrera, F. J. Pérez-Torrado, T. Morant, M. Betancor, F. Toscano, J.R. Fernández Vera, E. Estévez.

16:45 – 17:00	Las aguas subterráneas como recurso en islas volcánicas. CONFERENCIA INVITADA. María del Carmen Cabrera Santana. (Doctora. Profesora Titular de Universidad). Coautores: E. Custodio.
17:00 – 17:10	Estudio de parámetros meteorológicos para el emplazamiento de sistemas generadores de energías renovables. CONFERENCIA. José Gustavo Hernández Travieso (Doctorando). Coautor: C. M. Travieso González
17:10 – 17:20	El potencial de biogás a partir de los residuos ganaderos en Canarias. CONFERENCIA. Juan Luis Ramos Suárez. Coautores: J. Mata González, M.A. Camacho Pérez, A. Ritter Rodríguez.
17:20 – 17:30	Experiencias de cinco años en la gestión del efluente procedente de una explotación ganadera de porcino por medio de un Sistema de Depuración Natural (SDN) piloto en Gran Canaria. CONFERENCIA: Carlos Alberto Mendieta Pino (Doctor. Profesor Asociado). Coautores: S.O. Pérez Báez, A. Ramos Martín, S. Brito Espino, R. Navarro Guerra del Río, N. Navarro Guerra del Río.
17:30 – 17:40	Desalación sin productos químicos. CONFERENCIA. Aldo Muñoz Elguera (Doctor. Profesor Contratado Doctor). Coautores: A. Gómez Gotor, S. O. Pérez Báez.
17:40–17:50	Influencia del Fe originado en los procesos de combustión sobre la producción primaria en las aguas canarias. CONFERENCIA. Yumara Beatriz Martín Cruz (Doctoranda). Coautor: S.O. Pérez
17:50–18:00	Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Reclaimed Water reuse. CONFERENCIA: Joanna Dziadziejewicz (Doctoranda). Coautores: V. Mendoza Grimón y M.P. Palacios.

SESIÓN DE PÓSTERS. Viernes 06 de octubre 13:00–14:00. Pabellón 7 Planta Baja

P01	C.A. Mendieta Pino, S. O. Pérez Báez, A. Ramos Martín, S. Brito Espino, R. Navarro Guerra del Rio	Caracterización del efluente de explotaciones ganaderas de porcino y del efluente de Sistemas de Depuración Natural (SDN). Una experiencia práctica en Gran Canaria.
P02	C.A. Mendieta Pino, S. O. Pérez Báez, A. Ramos Martín, S. Brito Espino, R. Navarro Guerra del Rio, N. Navarro Guerra del Río	Gestión del efluente procedente de explotaciones ganaderas de porcino por medio de plantas piloto con Sistemas de Depuración Natural (SDN) implementados en la isla de Gran Canaria: Un año de experiencia de operación.
P03	F. Cabrera Quintero, J.F. Medina Padrón	Caso práctico de alta penetración de energías renovables en un sistema eléctrico.
P04	F.A. León, A. Ramos, A. Ruiz	Estudio del rendimiento de membranas de alta eficiencia para desalinización de agua de mar para reducir el consumo energético.
P05	C. Afonso Olivares, C. Fernández-Rodríguez, O. Dominguez-Santana, J.M. Doña-Rodríguez, Z. Sosa-Ferrera, J.J. Santana-Rodríguez	Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de residuos farmacéuticos de aguas depuradas.
P06	C. Afonso Olivares, Z. Sosa-Ferrera, J.J. Santana-Rodríguez	Presencia, eliminación e impacto ambiental de residuos farmacéuticos en muestras de agua procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales de la isla de Gran Canaria
P07	L. Fernández Prieto, A. Alonso Lorenzo, J. Cabrera Peña, M.A. Guerra Rodríguez, M. Sagasetta de Ilurdoz Cortadellas, A.J. Fernández Pérez, A. García Asensio	Formación Especializada en Energías Marinas. Apostando por la Economía Azul.
P08	I. Suárez-Rodríguez, N. Melián Martel. B. del Rio-Gamero	Estudio de la ultrafiltración como sistema de pretratamiento en una EDAM
P09	B. Del Rio-Gamero, N. Melián Martel, S.O. Pérez Báez, A. Gomez Gotor	Estudio de la viabilidad para la implantación de energías renovables en estaciones depuradoras de aguas residuales

CONFERENCIAS PLENARIAS

Reutilización de Aguas Regeneradas en Canarias. Estudio de Casos

J.M. Hernández Moreno

Departamento Edafología y Geología. Universidad de La Laguna
jmoreno@ull.es

Resumen

Los criterios de calidad para la reutilización de las aguas regeneradas (**AR**) según sus usos tienen como objetivo la prevención de los riesgos sanitarios y la protección de las instalaciones y no se contempla la calidad físico-química. Conviene destacar que, frecuentemente, las AR tienen su origen en aguas desaladas (**AD**) y por lo tanto, presentan su huella físico-química. En esta presentación se destacan los aspectos más relevantes de los resultados obtenidos en diferentes proyectos de reutilización de AR, combinando en algunos casos AD y aguas subterráneas (**AS**).

	Proyecto 1 (P-1) [1]	Proyecto 2 (P-2) [2]	Proyecto 3 (P-3) [3]
Suelos/Condiciones iniciales/Isla	Sorribas: Suelos de Medianías, ligeramente ácidos. <i>Tenerife</i>	Suelos Salinos, Sódicos, carbonatados. <i>Gran Canaria</i>	Suelos carbonatados arenados con picón. <i>Lanzarote</i>
Agua de Riego	AR, AS	AR (origen AD), AD	AR (origen AD)
Sistema de riego	Goteo, Microaspersión	Goteo Subsuperficial	Goteo en la capa del arenado
Riesgos del Agua de Riego	Sales, sodio, boro	AR: sales, sodio, boro AD: boro, sodio	Sales, sodio, boro
Fertilización	Elevada	Ninguna	Baja
Enmiendas Orgánicas	Elevada (residuos forestales, compost)	Ninguna	Baja
Cultivos/años de seguimiento	Plátano/10-12	Alfalfa, P. del Sudán/2,5	Batata/8-10

Salinidad: En el caso de P-1, el manejo de las dos calidades de agua permitió el control de la salinidad. En P-2, en las condiciones de riego locales, con AR se alcanzaron de valores de salinidad entre las líneas de riego superiores al umbral de resistencia de la alfalfa mientras que con AD se produjo lixiviación de sales que condujo a niveles no salinos en el suelo. En P-3 se observó un aumento de salinidad inferior al esperado, atribuido al efecto del arenado. **Fósforo (P):** En los suelos de P-1, con elevada capacidad de retención de fosfato, se alcanzaron niveles de P asimilable (Olsen) superiores a 100 mg/kg y la capacidad de retención de P permaneció alrededor del 60%. En P-2, se observó una movilización de P residual con AD. En P-3 se produjo un aumento significativo del P asimilable, especialmente en la interfase entre la capa de picón y el suelo, respecto a los suelos sin regar. **Boro (B):** En todos los casos se produjo un aumento de B asimilable, con frecuencia por encima del umbral de toxicidad; en el caso de P-1, a pesar del input continuo de B, fueron necesarias aplicaciones frecuentes de B. Respecto a los **micronutrientes metálicos**, el contenido en las aguas de riego fue bajo y no hubo influencia significativa en los cultivos.

En ninguno de los casos se produjeron problemas atribuibles al componente biótico de las AR y en general aumentó la actividad biológica de los suelos (estructura, contenido en carbono, carbono activo).

Como conclusiones destacamos que el uso combinado de aguas de diferente calidad puede ayudar a mitigar los efectos negativos del AR como salinidad y boro. Se necesita profundizar en el estudio del manejo de nutrientes para aprovechar los nutrientes del AR y evitar los efectos colaterales de su exceso. Los resultados también mostraron que las propiedades de los suelos son un factor muy importante del manejo del agua en las condiciones locales.

Palabras clave

Reutilización del agua regenerada, agua desalada, sistemas de riego, manejo integrado de aguas, suelos volcánicos

Referencias

- [1] Hernández Moreno, J.M., Departamento de Edafología y Geología (1994-2008). Informes Proyecto con BALTEN (Balsas de Tenerife) para el seguimiento del impacto del riego con aguas depuradas de S/C de Tenerife en el Valle de San Lorenzo.
- [2] Palacios-Díaz, M.P.; V. Mendoza-Grimón; J.R. Fernández-Vera; F. Rodríguez, M.T. Tejedor-Junco; J.M. Hernández-Moreno (2009). *Agricultural Water Management*, 96: 1659-1666
- [3] Tejedor, M.L.; Jiménez, C.; Hernández-Moreno, J.M.; Díaz, F. (2011). *Catena* vol. 84, 3: 108-113

Agua, Energía y CO₂

A. Gómez Gotor, B. Del Río-Gamero

Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
antonio.gomezgotor@ulpgc.es

En este trabajo se describe la intrínseca relación existente entre agua y energía, así como el “CO₂” fruto de lo anterior. Se inicia el trabajo con la exposición de los problemas mundiales de este trinomio en los próximos cincuenta años, continuando con la huella hídrica, no solamente en la conversión termoeléctrica, sino incluso en la obtención de diferentes energías primarias (gas, carbón, petróleo,...). Posteriormente se describe el ciclo integral del agua (extracción, transporte, tratamiento...), su respectivo consumo energético y la consecuente huella de carbono de cada una de sus etapas. Para finalizar se expondrán las distintas soluciones que intentan disminuir o paliar la citada huella, así como la emisión de CO₂ en todo el ciclo de Canarias; es en este punto, donde las energías renovables juegan un papel primordial para conseguir un ciclo sostenible con el medio ambiente.

Palabras clave

Agua; Energía; CO₂; cambio climático.

CONFERENCIAS INVITADAS

Fotocatálisis Heterogénea y sus Aplicaciones Medioambientales

O. M. González Díaz^{1,2}, E. Pulido Melián^{1,2}, M.N. Suárez Rodríguez^{1,2}, D. Garzón Sousa^{1,2}, J. Araña^{1,2}, J. M. Doña Rodríguez^{1,2}

¹ Grupo FEAM (Unidad Asociada al CSIC, gracias al ICMSE-US), ULPGC.

² Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales, i-UNAT, ULPGC.

oscar.gonzalez@ulpgc.es

Resumen

Se presenta una breve exposición de las actividades más relevantes que, el grupo de Investigación de la ULPGC Fotocatálisis y Espectroscopía para Aplicaciones Medioambientales, FEAM, viene desarrollando, desde su fundación (1995), relacionadas con la aplicación de la Fotocatálisis Heterogénea para la eliminación de Contaminantes Persistentes y/o Emergentes en Efluentes Acuáticos o Gaseosos; o el empleo de dicho tratamiento para producir Hidrógeno. Aunque también se ha usado la Fotocatálisis Homogénea, nos centraremos en la Heterogénea.

La Fotocatálisis Heterogénea consiste en el empleo de un fotocatalizador, que suele ser un óxido metálico que exhibe un comportamiento tipo semiconductor de banda ancha (el más usado es el TiO_2 , insoluble y atóxico), luz natural o artificial (los “*fotones útiles*” son los de la región UVA, la luz es un reactivo más), y, dependiendo de si queremos usar el tratamiento para descontaminar o para producir hidrógeno, se requiere, respectivamente: Aire (el O_2 actúa como aceptor primario de los fotoelectrones) y el Contaminante (disuelto en agua o vehiculado en el aire, que pudiera estar seco o con cierto grado de humedad); o condiciones Anóxicas (se emplea un gas de purga inerte), un agente de sacrificio (contaminante) y el fotocatalizador modificado, preferentemente, con la deposición superficial de partículas metálicas, tipo Pt, Au, Ni, etc. [1]. El fotocatalizador se puede emplear en suspensión o depositado sobre un soporte inerte. Esta segunda opción tiende a emplearse con más asiduidad, para evitar incorporar nanopartículas al medio [2]. Nuestro Grupo ha sintetizado fotocatalizadores que compiten con los comerciales [3].

En ambos casos, la acción inicial se desencadena con la interacción de un fotón activo sobre una nanopartícula del semiconductor. Si el fotón tiene la energía suficiente, o energía *band-gap*, se produce la excitación de la nanopartícula del semiconductor. La excitación consiste en la migración de un electrón, desde la banda de valencia hasta la banda de conducción del semiconductor, generándose un hueco (portador de carga positiva) en la banda de valencia. Si no se produce la recombinación, entre el electrón y el hueco, que devuelve la excitación al estado original, y se libera el excedente de energía al medio, en forma de calor, los portadores de carga generados, e^- y h^+ , pueden migrar hasta la frontera de fase entre la nanopartícula, y el medio que contiene al contaminante o al agente de sacrificio, y allí iniciarse una serie de procesos de oxidación-reducción (procesos REDOX fotoinducidos). Si se trata de descontaminar, la presencia del O_2 genera radicales que derivan hacia el radical hidroxilo (HO^\bullet) muy oxidante, o el agua puede también generarlos directamente. Si se trata de producir hidrógeno, se quiere que los fotoelectrones se destinen para reducir los protones extraídos, de la oxidación directa de los agentes de sacrificio en los fotohuecos. Esta reducción se realiza en las nanopartículas metálicas que modifican superficialmente al semiconductor. En el primero de los casos, los contaminantes pueden ser oxidados por la vía directa (huecos) o indirecta (radicales hidroxilos). En la segunda de las aplicaciones, el agente de sacrificio, contaminante, debe oxidarse preferentemente por la vía directa, y los protones derivados, fotorreducirse con los electrones, el agua presente se cree que hace un papel de vehicular más rápidamente los protones hacia las partículas metálicas favoreciendo la reducción.

Palabras clave

TiO_2 , Fotocatálisis heterogénea, descontaminación, producción fotocatalítica de hidrógeno.

Referencias

- [1] Applied Catalysis B: Environmental 147 (2014) 439–452.
- [2] Applied Catalysis A: General 498 (2015) 1–9.
- [3] Applied Catalysis B: Environmental 100 (2010) 346–354.

Presencia de contaminantes emergentes en aguas depuradas

S. Montesdeoca-Esponda, E. Estévez, M.C. Cabrera, Z. Sosa-Ferrera, J.J. Santana-Rodríguez

Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
sarah.montesdeoca@ulpgc.es

Resumen

La disponibilidad de recursos hídricos en nuestro planeta es cada vez más limitada, por lo que es de vital importancia que se implementen políticas que favorezcan el uso de aguas regeneradas en agricultura. Sin embargo, debido a la cantidad creciente de contaminantes que el ser humano emite al Medio Ambiente, este fomento de la reutilización debe ir aparejada con el desarrollo de metodologías de tratamiento de las aguas residuales que sean altamente eficientes, así como de un control exhaustivo de todos los componentes químico que estas puedan contener después de la depuración. La Directiva 2000/60/CE estableció un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (conocida como Directiva Marco del agua) [1] que ya en 2001 incluyó 33 compuestos en una lista de sustancias prioritarias para ser controladas [2]. Sin embargo quedaron fuera muchísimas sustancias contaminantes clasificadas como emergentes.

Las sustancias emergentes se definen precisamente como aquellas que debido a la falta de información disponible aún no están contempladas por la legislación y que por tanto aún no son controladas de ninguna manera a pesar de su continua introducción en el Medio Ambiente y de existir indicios de sus efectos nocivos sobre comunidades vegetales y animales [3]. Dada la alta movilidad que estos contaminantes pueden tener entre los distintos compartimentos medioambientales (Figura 1), es necesario determinar su distribución en los mismos de cara a que puedan ser incluidos en las normativas futuras.

En la isla de Gran Canaria se han realizado diferentes trabajos para determinar compuestos emergentes de varias familias (fármacos, productos de cuidado personal, etc.) tanto en aguas procedentes de estaciones depuradoras como en áreas marítimas cercanas a emisarios submarinos, aguas regeneradas para riego y aguas subterráneas, revelándose la presencia de muchos de ellos en concentraciones que si bien no son alarmantes, deben ser tenidas en cuenta en el desarrollo de nuevas tecnologías de depuración así como en futuras políticas de control y reutilización.

Palabras clave

Emergentes, depuración, emisarios, reutilización, bioacumulación.

Referencias

- [1] Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, publicada el 22.12.2000
- [2] Decisión N° 2455/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de noviembre de 2001 por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE, publicada el 15.12.2001
- [3] Hernando, M.D., Rodríguez, A., Vaquero, J.J., Fernández-Alba, A.R., García, E. Environmental risk assessment of emerging pollutants in water: Approaches under horizontal and vertical EU legislation (2011) *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41, 699-731.



Fig. 1. Movilidad de los contaminantes emergentes

El desarrollo tecnológico de la desalación de aguas. Retos y oportunidades en Canarias.

J.J. Sadhwani Alonso

Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
jimmy.sadhwani@ulpgc.es

Resumen

Canarias ha vivido permanentemente con una obsesión, relacionada con la problemática del agua dulce y basada en dos pilares fundamentales: cantidad y calidad disponible. Es un hecho conocido, que hemos pasado del s XX al s XXI, a obtener el preciado líquido con distintos procedimientos. Es decir, inicialmente partíamos de los alumbramientos de aguas en pozos y en galerías para recurrir finalmente a las tecnologías de desalación de aguas de mar y salobres, como recurso no natural necesario e indispensable para paliar la escasez y la sobreexplotación de los acuíferos que permitan además satisfacer el crecimiento de la demanda de agua para consumo en nuestras islas, motivada fundamentalmente por el desarrollo económico de los principales sectores: urbano, turístico y de agricultura.

Desde el punto de vista tecnológico y tras más de cinco décadas de desalar aguas en Canarias, debemos reflexionar si nuestras infraestructuras e instalaciones siguen siendo punteras o no y en éste último caso, como recuperar el liderazgo a través del conocimiento en materia de desalación. Para ello, es importante conocer lo que se está haciendo en otras partes del planeta, sus nuevos diseños así como sus resultados, que nos permita disponer de una visión más amplia para afrontar el futuro desarrollo tecnológico en nuestra Comunidad Autónoma de Canarias.

Por tanto, se plantea en este artículo algunos de los retos y oportunidades que Canarias debe afrontar para continuar con garantías el suministro de abastecimiento de agua potable mediante instalaciones modernas e innovadoras y eficientes, como muestra inequívoca de que el desarrollo tecnológico no se ha estacando en el tiempo, como pudiera darse a entender en Canarias; atendiendo sobre todo al reto de afrontar una nueva etapa de desalación de aguas con garantías de futuro.

Los últimos avances en el diseño de equipos electromecánicos, en la optimización de los procesos de fabricación de elementos de ósmosis inversa, los nuevos recuperadores de energía, las nuevas configuraciones del proceso, etc.. son posiblemente oportunidades que no pueden pasar desapercibidas si se desean implementarse en la futura y necesaria reconversión del sector de la desalación de aguas en Canarias. Además nos permitirá volver al sendero del liderazgo y sobretodo, ofrecer soluciones a un sector que requiere urgentemente dinamizarse y actualizarse.

Palabras clave

Canarias, desalación de aguas, desarrollo tecnológico, retos y oportunidades

Potencial de las energías renovables en Canarias

J. Schallenberg

Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
julieta.schallenberg@ulpgc.es

Resumen

Energías renovables en Canarias: ¿hasta dónde podemos llegar? y ¿por qué pagar más por la electricidad si es más barato producir con renovables?

Tradicionalmente los recursos energéticos utilizados en Canarias han sido renovables. No es hasta el siglo XIX cuando se introducen los combustibles fósiles en las islas, siendo el carbón el primero en llegar a través de sus puertos. A lo largo de los siglos el sistema energético en Canarias se ha caracterizado por un aumento paulatino de la dependencia energética, a la vez que las energías renovables pierden peso en la balanza energética. Esta dependencia energética del petróleo se sitúa en la actualidad en un 98%.

Sin embargo, los recursos renovables en Canarias son abundantes, especialmente la energía solar y del viento. Estudios del potencial eólico realizados por la autora muestran que la producción eólica potencial en tierra es mayor que la demanda eléctrica en 2016 en todas las islas excepto en las dos islas capitalinas: Gran Canaria y Tenerife y la producción eólica potencial en mar es mayor que la demanda eléctrica en 2016 en todas las islas.

La pregunta relevante ahora es la siguiente: existe potencial eólico en abundancia, pero ¿a qué precios? Los resultados de la evaluación económica muestran que, en las mejores ubicaciones, los costes de la eólica en tierra oscilan entre 2,6 c€/kWh y 4 c€/kWh. El coste de la eólica marina aproximadamente duplica el coste de la eólica en tierra.

Un análisis similar se ha llevado a cabo con la energía solar fotovoltaica integrada en cubiertas de edificios. Los resultados muestran que la energía solar fotovoltaica, por sí sola, podría cubrir la demanda eléctrica de cada isla en Canarias. Nuevamente la misma pregunta que con la energía eólica, nos la hemos de hacer con la energía solar fotovoltaica: ¿es competitiva? Los resultados de la evaluación económica muestra que los costes rondan los 8 c€/kWh. Si volvemos a tomar como dato de referencia el consumo energético anual de las islas, 9000 GWh, el coste marginal sería de 8 c€/kWh, para lo que habría que instalar unos 5700 MW de energía solar fotovoltaica.

Otra pregunta relevante es: ¿se puede entonces cubrir el 100% de la demanda eléctrica de Canarias con renovables? La naturaleza del sistema eléctrico canario, islas no interconectadas y redes débiles, limitan la integración de renovables en las redes insulares. Para incrementar la contribución de renovables en las redes eléctricas insulares en un porcentaje importante es necesario llevar a cabo actuaciones como gestión de la demanda y sistemas de almacenamiento. Algunas medidas de gestión de la demanda ya se están llevando a cabo en las Islas, pero son necesarias más medidas de gestión de la demanda tanto en el sector industrial, como en el residencial como en el de servicios para poder aplanar la curva de carga. Algunos sistemas de almacenamiento también se están impulsando en las islas, el ejemplo de la isla de El Hierro con una central hidro-eólica capaz de proveer el 85% de su demanda eléctrica, es un claro exponente. El almacenamiento en forma de agua, con centrales de bombeo, es uno de los sistemas de almacenamiento que más se está impulsando en Canarias. Aunque también se impulsan otros sistemas novedosos de almacenamiento, como es el almacenamiento en baterías de 1 MW. Estas medidas permitirán aumentar la contribución de energías renovables no gestionables, como la energía eólica y solar fotovoltaica, en las redes eléctricas insulares, que muestran un gran potencial en las islas, que no es completamente explotable teniendo en cuenta los condicionantes del sistema eléctrico actual.

La siguiente pregunta relevante es: ¿cuál es el coste del sistema actual de generación eléctrica? El coste del sistema de generación actual, basado un 92% en petróleo, fue en 2015 cerca de 20 c€/kWh (mientras que en la Península ese coste fue de 6 c€/kWh). Como vemos, un coste significativamente mayor que el de producción en Península y significativamente mayor que el de generación con renovables. Esto significó que, el coste extra de generación en 2015 en Canarias ascendió a más de 1200 millones de euros.

La última pregunta relevante, y que dejaré abierta para que la respondan los lectores, es: si resulta económicamente más rentable, ¿por qué entonces no se produce con energías renovables en lugar de con petróleo? Que además hay importar en buques hasta Canarias, con el riesgo geopolítico que ello añade, cuando las energías renovables, además de un menor coste, suponen una mayor contribución a la creación de empleo (con un 30% de paro en Canarias, éste es un aspecto nada despreciable), menor contaminación, mayor autonomía y podrían situar a Canarias como referente mundial de desarrollo sostenible, con los beneficios que esto reportaría para el sector turístico. Entonces, ¿por qué no?

Evaluación del rendimiento de los componentes de una planta de ósmosis inversa utilizando métodos exergéticos

A.M. Blanco-Marigorta¹, A. Lozano-Medina¹, J.D. Marcos

¹ Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.

² Departamento de Ingeniería Energética. Universidad Nacional de Educación a Distancia - UNED.
anamaria.blanco@ulpgc.es

Resumen

Los procesos de desalinización, de agua de mar y de agua salobre, están siendo esenciales para proveer de agua dulce a gran número de poblaciones y comunidades en todo el mundo. Hay países como Qatar y Kuwait que se abastecen al 100 % con agua desalada [1]. En las islas Canarias la distribución irregular de las precipitaciones, el aumento de la población, debido sobre todo al turismo, y el desarrollo industrial y de las ciudades han hecho necesaria la implantación de sistemas de desalinización desde los años 60.

Agua y energía están intrínsecamente unidas: la producción y el tratamiento del agua requieren energía y la conversión de las energías primarias requiere agua. El binomio agua-energía está recibiendo cada vez una mayor consideración. De acuerdo con Olsson, [2], agua y energía deberían llevar una planificación paralela. Por lo que respecta a la desalinización, las necesidades energéticas varían considerablemente en función del proceso y de la tecnología: en general, los procesos térmicos requieren un mayor consumo energético que los procesos basados en membranas, como la ósmosis inversa o la nanofiltración.

Las primeras plantas desalinizadoras instaladas en las islas canarias eran plantas de destilación y hasta bien entrados los años 80 esta fue la tecnología predominante. A partir de los 80 las plantas de destilación fueron dejando paso a las instalaciones de ósmosis inversa, más eficientes desde el punto de vista económico y productivo. Esta es la tecnología utilizada actualmente en la casi totalidad de las plantas localizadas en las islas.

La optimización energética de los procesos de desalación ha contribuido a disminuir considerablemente su consumo energético. Por lo que respecta a los procesos de ósmosis inversa, el consumo energético ha disminuido desde un valor de aproximadamente 20 kWh/m³ en los años 70, hasta menos de 2 kWh/m³ en la actualidad [3]. Son varios los factores que han contribuido a estos significativos logros: el desarrollo de las membranas, mejoras en la eficiencia de los motores y las bombas, el uso de variadores de frecuencia o la implementación de sistemas de recuperación energética, como las turbinas hidráulicas o los intercambiadores de presión, como método de aprovechamiento de la energía de la salmuera. Una metodología ampliamente aceptada por su utilidad en la caracterización y optimización de procesos energéticos es el análisis exergético. Este análisis permite obtener de manera inequívoca las causas de las ineficiencias termodinámicas en un proceso y su localización. Su aplicación a los procesos de desalinización se remonta a los años 80. Desde entonces, ha ido creciendo el interés de los investigadores y son numerosas las publicaciones relacionadas. En este estudio, se realizará el análisis comparativo, desde el punto de vista exergético, de los bastidores que integran una planta de desalinización por ósmosis inversa localizada en la isla de Gran Canaria. Con él se pretende cuantificar las irreversibilidades de los distintos dispositivos de la planta y proveer a sus operadores con una herramienta útil en el diagnóstico y localización de los dispositivos que presentan un peor funcionamiento y que requieren, por tanto, de una actuación más urgente desde el punto de vista del mantenimiento.

Palabras clave

Desalación, ósmosis inversa, rendimiento, exergía, eficiencia exergética

Referencias

- [1] Mehdizadeh, H., (2006). Membrane desalination plants from an energy–exergy viewpoint. *Desalination*, Vol. 191, pp. 200–209.
- [2] Olsson, G., (2015). *Water and Energy, Threats and Opportunities*. IWA, The international Water Association Publishing, London, 2^a Ed.
- [3] Fitzsimons, L., Corcoran, B., Young, P. y Foley, G., (2015). Exergy analysis of water purification and desalination: A study of exergy model approaches. *Desalination*, Vol. 359, pp. 212–224.

La actividad investigadora en el proyecto europeo ADAPTARES: avances para la reutilización sostenible de aguas regeneradas

MP. Palacios-Díaz¹, V. Mendoza-Grimón¹, M.C. Cabrera¹, F.J Pérez-Torrado¹, T. Morant² M. Betancor², F. Toscano², J.R. Fernández Vera³, E. Estévez³

¹ Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

² Dpto Cartografía y Expresión Gráfica en la Ingeniería. ULPGC

³ Laboratorio Agroalimentario y fitopatológico del Cabildo de Gran Canaria.

mp.palaciosdiaz@ulpgc.es

Resumen

El proyecto europeo ADAPTARES: ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA MACARONESIA A TRAVÉS DEL USO EFICIENTE DEL AGUA Y SU REUTILIZACIÓN, proyecto ha sido cofinanciado con fondos del FEDER, dentro del Programa de Cooperación INTERREG V-A MAC 2014-2020, y, cuyas actividades están coordinadas por el INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANARIAS (ITC).

Se trata de un ambicioso proyecto en el que participan 8 organismos como beneficiarios FEDER (de Canarias y Madeira) y 7 como participantes de terceros países o asociados (fuera de la UE), en este proyecto todos de Cabo Verde.

En el proyecto hay 3 tipos de actividades:

- Sensibilización, información y cualificación para la participación activa de la sociedad en la promoción del uso eficiente y la reutilización de las aguas regeneradas como estrategias adaptativas al cambio climático y ante situaciones de escasez hídrica.
- Aplicación y evaluación de tecnologías de tratamiento y sistemas de control para garantizar el uso eficiente del agua y la producción de aguas regeneradas de calidad suficiente para promover comunidades resilientes ante situaciones de escasez hídrica provocadas por el cambio climático.
- Demostración, optimización y evaluación de la reutilización de aguas regeneradas y fomento de buenas prácticas de riego adaptadas al cambio climático y situaciones de riesgo asociadas a la escasez hídrica.

La actividad investigadora, liderada en este proyecto por la ULPGC (y en la que colaboran otras entidades), tiene como principal objetivo el fomento de la reutilización como estrategia de adaptación al cambio climático. Para ello es preciso demostrar su menor impacto ambiental y los mínimos riesgos que supone para la salud y el medio ambiente.

Este objetivo alcanza con el desarrollo de las siguientes actividades:

- La evaluación de tecnologías de tratamiento
- La demostración, optimización y evaluación de la reutilización de aguas regeneradas y fomento de buenas prácticas de riego adaptadas al cambio climático y situaciones de riesgo asociadas a la escasez hídrica.

Se trata de un proyecto que ha ido creciendo a medida que se han ido desarrollando sus actividades. Solo en la ULPGC se han incorporado 9 nuevos investigadores, por lo que se han podido ampliar las actividades previstas en la fase de diseño.

Un equipo de expertos en determinaciones analíticas de micro contaminantes (legislados o emergentes) se ocupa de analizar los diferentes efluentes que se producen en las plantas de tratamiento. Además, se analizará su posible presencia en otras matrices, como los suelos y cultivos regados. Además se encargará de difundir sus conocimientos a los socios de Cabo Verde.

Otro equipo multidisciplinar se encarga de diseñar e instalar parcelas piloto, en varias condiciones agroclimáticas distintas y con diferentes calidades de efluente. En ellas se realizará el estudio sobre el efecto del reuso del agua regenerada en los suelos, los cultivos, los sistemas de riego y la posible afección al acuífero.

Para ello se han caracterizado las condiciones al inicio del proyecto (clima, suelo, hidrogeología) para diseñar las parcelas piloto. Se están determinando durante el desarrollo del proyecto los parámetros que permiten el estudio de la respuesta del medio a la reutilización. También se realizará el estudio necesario para correlacionar algunos parámetros indirectos, que utilizan tecnologías geomáticas en los que los sensores no tienen contacto con las parcelas, con parámetros convencionales de los que se dispone mayor información científica. Una vez correlacionados, podrá abarataarse mucho el estudio de las posibles zonas regables. Además del estudio de la evolución de las propiedades de los suelos, los ciclos de los nutrientes, las producciones vegetales obtenidas y su eficacia en el consumo del agua, la posible afección al acuífero y el efecto de las calidades de agua en los sistemas de riego, en este proyecto se realizará

un esfuerzo específico para determinar el efecto de la presencia de los contaminantes emergentes sobre la biología del suelo y, si resulta previsible que esto produzca a su vez un efecto sobre resto de los factores. Además, se tomarán los datos que permitan realizar estudios económicos.

Por tanto, con la información obtenida en las parcelas piloto se incrementará la información científica para las condiciones agroclimáticas de la Macaronesia. Este avance en el conocimiento contribuirá a garantizar la sostenibilidad del reuso, potenciando simultáneamente la fijación de CO₂, y, con ello, a avanzar en la lucha contra el cambio climático.

Palabras clave

Reutilización, Aguas regeneradas, Contaminantes emergentes, Riego enterrado, Rizosfera.

Las aguas subterráneas como recurso en islas volcánicas

M.C. Cabrera¹ y E. Custodio²

¹ Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales iUNAT. ULPGC.

² Real Academia de Ciencias. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona. mcarmen.cabrera@ulpgc.es

Resumen

Las aguas subterráneas constituyen el recurso hídrico natural más explotado y utilizado en gran parte de las islas volcánicas oceánicas. Estas islas presentan características hidrogeológicas específicas, aunque existe una amplia variabilidad dependiendo de factores geológicos y estructurales, climáticos que afectan a la recarga y a la posible escorrentía superficial, hidrogeológicos y de explotación. Todos estos factores han de ser tenidos en cuenta para la obtención de modelos hidrogeológicos conceptuales y/o numéricos. El modelo conceptual obtenido en Canarias desde los trabajos del Proyecto Canarias SPA-15 [1] consiste en la consideración de cada isla como un único conjunto hidrogeológico con una superficie piezométrica en forma de domo, aunque el detalle puede ser complejo. La recarga natural se produce por infiltración de la lluvia en las zonas de cumbre y medianías, circulando preferentemente por los materiales volcánicos más recientes. La descarga se produce al mar y como extracciones mediante captaciones. La explotación de este recurso se produjo primeramente mediante el aprovechamiento de nacientes que existían donde afloran materiales menos permeables o en valles profundos. Posteriormente se hace con la construcción de pozos y galerías (Tabla 1).

Tabla 1. Número de captaciones de agua subterránea significativas en Gran Canaria y Tenerife.

Tipo de obra	Gran Canaria	Tenerife	Observaciones
Grandes nacientes	-	-	Los que existieron están hoy secos
Galerías	410	1670	Totales
	-	1050	En explotación
Pozos y sondeos	2130	380	Totales
	1330	172	En explotación

La explotación intensiva de los acuíferos ha dado lugar al descenso del nivel freático y consecuentemente con la necesidad de la reprofundización de las captaciones. Ello implica un aumento del coste de extracción, la obtención de aguas con salinidades crecientes a medida que se alcanzan formaciones menos permeables afectadas por gases volcánicos o restos marinos y a la existencia de procesos de intrusión marina en las formaciones costeras [2]. Aun cuando actualmente la desalación y reutilización de aguas regeneradas suministran caudales importantes de agua en las islas, las aguas subterráneas siguen constituyendo un recurso fundamental que debe ser observado, controlado, gestionado y planificado, cada vez con un mayor papel regulador y buscando una buena gobernanza [3].

Palabras clave

Recursos hídricos, Islas volcánicas, Acuíferos, Modelos hidrogeológicos, Explotación intensiva.

Referencias

- [1] MOP-UNESCO (1975). Estudio científico de los recursos de agua en las Islas Canarias (SPA/69/515). Centro de Estudios Hidrográficos-Servicio Geológico de Obras Públicas. Las Palmas de Gran Canaria-Madrid.
- [2] Custodio, E. y Cabrera, M.C. (2002). ¿Cómo convivir con la escasez de agua? El caso de Canarias. Boletín Geológico y Minero, 113(3): 243-258.
- [3] Custodio, E. (2015). Aspectos hidrológicos, ambientales, económicos, sociales y éticos del consumo de reservas de agua subterránea en España: minería del agua subterránea en España. Informe del proyecto MASE, Aqualogy, UPC y CETAQUA. 490 pp. (<http://www.aqualogy.net/es/noticias/publicaciones/mas-informacion/37>).

COMUNICACIONES ORALES

La desalación de agua en los planes hidrológicos de Canarias

J. Jaime Sadhwani¹, M. Sagaseta de Ilurdoz²

¹ Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

² Externo

sagaseta@isisagaseta.com

Resumen

Con el presente se pretende analizar el papel que juega la desalación en los planes hidrológicos insulares de las Islas Canarias, así como el efecto comparativo entre los mismos en la citada materia.

Focalizaremos en primer lugar en los orígenes y sus aspectos legislativos en la política de aguas en España, centrándonos en la Comunidad Autónoma de Canarias, que cuenta con un Plan Hidrológico por isla con objetivos claramente diferenciados para atender sus necesidades e infraestructuras. Además, haremos mención a la estructura organizativa y de gestión, así como de competencias para la elaboración del Plan Hidrológico, con carácter general.

De la revisión exhaustiva de los planes hidrológicos por isla, podremos dar a conocer al lector, la problemática de los recursos hídricos y poner de manifiesto las soluciones adoptadas por los políticos responsables en este asunto tan sensible y estratégico para el desarrollo del Archipiélago y por consiguiente para las condiciones de vida de todos sus residentes y visitantes.

Una de las soluciones planteadas de forma casi genérica en todas las islas, con la finalidad de paliar la escasez de recurso hídrico natural provocada por el crecimiento poblacional y el desarrollo económico principalmente del sector turístico en las islas, ha sido plantear la obtención de recursos hídricos de forma no natural, es decir transformando a partir de aguas saladas, aguas aptas para consumo humano. En ese sentido, la desalación de aguas se ha convertido en un pilar fundamental en las planificaciones hidrológicas aun asumiendo su principal problemática relativa a sus elevados costes por la energía empleada para ello, la cual que procede en su mayoría de combustibles fósiles, ya que se consigue obtener aguas de distintas calidades y usos en función de la tecnología y proceso empleado.

La desalación de aguas en los planes hidrológicos ha sufrido notables cambios, ya que inicialmente se adoptó por tecnologías con capacidades de producción pequeña o mediana; mientras que hoy en día estas tecnologías han sido sustituidas casi completamente por las tecnologías de membranas por osmosis inversa. Además se da la circunstancia, que la fuente de alimentación de agua a éstas instalaciones es agua de mar, por lo que la ubicación de éstas se sitúan mayoritariamente en la costa, en zonas de alta densidad de población y de forma fragmentada, lo cual presenta ventajas como son la proximidad a los puntos de consumo, disminución de los costes de distribución, poder ir incorporando paulatinamente las últimas tecnologías disponibles y la reducción de los riesgos potenciales frente a contaminación, pero también algunos inconvenientes, principalmente el incremento de los costes de producción que conlleva la descentralización de las plantas.

Finalmente queremos destacar de los Planes Hidrológicos las diferencias existentes en materia de desalación de aguas en nuestras islas, atendiendo a las inversiones realizadas, las tecnologías, las capacidades de producción, las calidades de aguas y sus usos finales, población servida, número de plantas, ratios de consumo de energía, ratios de número de plantas/producción por metro cuadrado de superficie/población/longitud de costa, coste del metro cúbico de agua, coste ambiental en emisiones de CO₂/metro cubico de agua dada la necesidad de emplear combustibles fósiles, etc. con el objetivo de conocer con mayor claridad nuestra historia y el futuro de la desalación en Canarias.

Palabras clave

Agua, hidrología, desalación, salobres, marinas.

Análisis de hormonas esteroideas en aguas residuales de la isla de Gran Canaria

R. Guedes-Alonso¹, Z. Sosa-Ferrera¹, J.J. Santana-Rodríguez¹

¹ Instituto Universitario de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35017. Las Palmas de Gran Canaria. España
* rayco.guedes@ulpgc.es

Resumen

En la actualidad existen miles de compuestos químicos que llegan al medio ambiente de manera continua sin que se conozcan los posibles efectos nocivos que puedan tener sobre éste. Este tipo de compuestos se conocen como contaminantes emergentes y forman un grupo que abarca compuestos tan diferentes como fármacos, productos de cuidado personal, retardantes de llama o surfactantes [1]. Dentro de estos contaminantes emergentes, las hormonas esteroideas conforman un grupo de compuestos, de naturaleza tanto natural como antropogénica, que despierta un gran interés debido al amplio uso que tienen en nuestra vida diaria, razón por la cual presentan una introducción continua en el medio. En éste pueden producir efectos sobre el sistema endocrino de los organismos que se encuentren expuestos a ellos, razón por la cual son considerados como “compuestos disruptores endocrinos” (CDEs) [2].

La principal vía de entrada de las hormonas esteroideas es a través de las aguas residuales, debido a que tanto las hormonas naturales, como aquellas que han sido administradas como fármacos, son excretadas, llegando así a las aguas residuales. Existen vías secundarias de entrada al medio ambiente, como las lixiviados de vertederos, las aguas de desecho de la ganadería y la agricultura o las pérdidas de los sistemas de saneamiento. El principal problema de las hormonas esteroideas, una vez se encuentran en las aguas depuradas, es que los sistemas de depuración no están diseñados para eliminarlas ya que actualmente no existe una legislación que establezca límites de concentración para la mayoría de ellas en las aguas. De hecho, en la actual Directiva Marco del Agua de la Unión Europea no existen concentraciones límite de hormonas esteroideas en aguas, a excepción de tres estrógenos, el 17β-estradiol, el 17α-etinilestradiol y la estrona [3].

Sin embargo, las concentraciones a las que se suelen detectar estas hormonas en el medio ambiente suelen ser a niveles traza, o incluso ultratrazas ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ a $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$), por lo que se hace necesario el desarrollo de metodologías analíticas que permitan la extracción y preconcentración de las hormonas presentes en las diferentes aguas. Del mismo modo, también es de vital importancia el desarrollo de técnicas de determinación y cuantificación de dichas hormonas, destacando como técnica de gran aplicabilidad y sensibilidad la cromatografía líquida de alta resolución.

Por todo ello, en el presente trabajo se muestran concentraciones de hasta 15 hormonas esteroideas presentes en aguas residuales de la isla de Gran Canaria, de diferente naturaleza y tratadas con diferentes técnicas de depuración. De este modo, se han detectado hormonas esteroideas en muestras de efluente de estaciones depuradoras de zonas densamente pobladas, en concentraciones de entre 3 y 53 $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$ así como en los influentes y efluentes de estaciones depuradoras de EDARs más pequeñas. Asimismo, se detectaron concentraciones más altas (de hasta 227 $\text{ng}\cdot\text{L}^{-1}$) en muestras de agua residual procedente de una zona hospitalaria.

Palabras clave

Contaminantes emergentes, Hormonas esteroideas, Cromatografía líquida, Aguas residuales, Gran Canaria.

Referencias

- [1] D. Barceló, M. Lopez de Alda, Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes, in: Sevilla (España), 2008.
- [2] R. Guedes Alonso, Z. Sosa-Ferrera, J.J. Santana Rodríguez. Liquid chromatography methodologies for the determination of steroid hormones in aquatic environmental systems. Trends in Environmental Analytical Chemistry 3-4 (2014), 14 – 27
- [3] European Commission, Commission Implementing Decision (EU) 2015/495 of 20 March 2015 establishing a watch list of substances for Union-wide monitoring in the field of water policy pursuant to Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council, 2015.

Catorce años de operación discontinua de una planta desaladora de agua salobre por ósmosis inversa

A. Ruiz-García¹, I. Nuez²

¹ Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

² Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.
alejandro.ruiz@ulpgc.es

Resumen

El comportamiento discontinuo de plantas desaladoras de agua salobre no está suficientemente documentado, existiendo un enorme interés en los sistemas de desalación impulsados por fuentes renovables. En este trabajo se expone los resultados de operación de una planta desaladora por OI funcionado de forma discontinua. La planta desaladora está localizada al oeste de la isla de Gran Canaria y fue construida en el año 1999, con el fin de desalinizar agua salobre con fines agrícolas (principalmente riego de tomates). Los datos de operación se han obtenido entre el año 1999 y 2013 con un total de operación de aproximadamente 46.000 h, correspondiente a un ciclo de trabajo del 37,5%, fluctuando los arranques y paradas dependiendo de las necesidades de agua. El agua de alimentación a la planta proviene de pozo subterráneo, siendo lo más destacable sus altas concentraciones de sulfato de calcio. El pretratamiento de la planta estuvo constituido por la dosificación de anti-incrustante (5 mg/L) y dos filtros de cartuchos conectados en serie (25 y 5 μm respectivamente). La planta tiene dos etapas, arreglo 2:1 con 5 elementos de membrana (Filmtec™ BW30-400) por tubo de presión. El flujo de agua de alimentación y la recuperación del sistema se mantuvieron prácticamente constantes (416 m³/d y 65% respectivamente). Se tomaron datos de las conductividades de alimentación y permeado, presiones de alimentación, pérdidas de presión en ambas etapas y flujos de alimentación, producto y rechazo. Los datos obtenidos han permitido realizar un análisis del comportamiento y rendimiento de este tipo de instalaciones bajo unas condiciones de régimen discontinuo de operación. A lo largo de los catorce años se realizó únicamente una limpieza química, cuando se había generado un decremento del 50% del flujo de permeado normalizado y estando en todo momento el paso de sales prácticamente constante (alrededor de 2,5%) durante las primeras 40.000 h.

Palabras clave

Agua salobre; Ósmosis inversa; Funcionamiento discontinuo; Rendimiento; Ósmosis inversa y fuentes renovables

Estudio del comportamiento de un Sistema de Depuración Natural (SDN) por medio de Humedales Artificiales de Flujo Sub-Superficial (SFS) en combinación con Laguna Facultativa para tratar efluentes procedentes de explotaciones ganaderas. Un análisis computacional del modelo de flujo

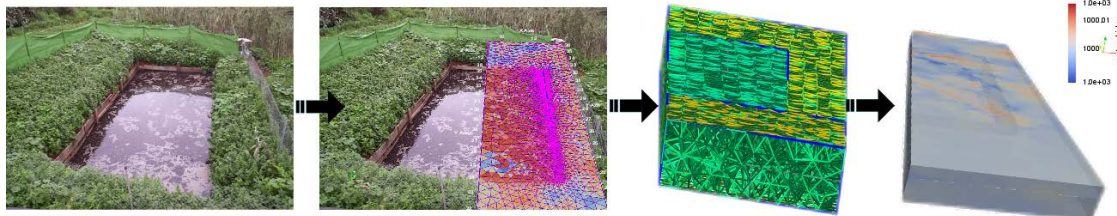
S. Brito Espino¹, C.A. Mendieta Pino², S.O. Pérez Báez³, A. Ramos Martín⁴

^{1,3} Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT)(ULPGC)

^{2,4} Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)
saulo.brito101@alu.ulpg.es

Resumen

La gestión y el control sostenible del agua ha venido cobrando cada vez más importancia durante los últimos años debido al beneficio trascendental que genera, para el medio ambiente, la sociedad y la economía. Los Sistemas de Depuración Natural (SDN) están surgiendo como alternativas de bajo costo, fáciles de operar y con eficiencias energéticas frente a los sistemas de tratamiento convencionales. Dentro de este contexto, los humedales artificiales son sistemas diseñados para aprovechar las ventajas de los procesos que suceden en los humedales naturales en el tratamiento de aguas, a través de la selección de plantas, el empleo de sustratos adecuados y el control de los microorganismos. A fin de optimizar el diseño y la gestión de los humedales artificiales, es necesario desarrollar modelos teóricos que permitan conjugar los distintos procesos que tienen lugar dentro del sistema. El objetivo principal de este trabajo es desarrollar un modelo computacional, que permita describir los procesos que ocurren en un Sistema de Depuración Natural de humedales artificiales, para el tratamiento de aguas procedentes de granjas ganaderas en Gran Canaria. Lo que se pretende con este estudio es obtener un modelo tridimensional que simule la eliminación de nutrientes, en este caso el nitrógeno, en un humedal artificial. Este proceso se llevará a cabo, de manera simultánea, a través de la absorción del nutriente por las plantas y mediante la remoción del mismo por los microorganismos anaeróbicos de la laguna. El modelo utilizado está basado en ecuaciones diferenciales en derivadas parciales, en régimen permanente, que incluye: el problema de condición frontera libre para el flujo de agua a través de medios porosos en el terreno (Darcy) y el problema de advección-difusión, que contempla, además, la eliminación del nutriente por los microorganismos anaerobios del humedal.



Para la resolución del problema se ha empleado el método de los elementos finitos, siendo éste un procedimiento efectivo para simular, a través del ordenador, la variación de la dinámica de fluidos. El cálculo se ha realizado por medio del programa FreeFem++, software que permite resolver ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Como conclusión de este trabajo podemos decir que, con este modelo hemos logrado obtener soluciones para las ecuaciones planteadas, y para distintos casos, en un dominio tridimensional, permitiendo así una simulación de un sistema complejo que resultaría imposible obtener a través de esquemas en una o dos dimensiones.

Palabras clave:

SDN, sistema depuración natural, eficiencia energética, humedal artificial, reutilización.

Referencias

- [1] Vymazal, Jan, Constructed Wetlands for Wastewater Treatment, *Water*, 27 August 2010, Pages 530-549
- [2] Cui, L.; Li, W.; Zhang, Y.; Wei, J.; Lei, Y.; Zhang, M.; Pan, X.; Zhao, X.; Li, K.; Ma, W. Nitrogen Removal in a Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland Estimated Using the First-Order Kinetic Model. *Water* 2016, 8, 514.
- [3] A review on numerous modelling approaches for effective, economical and ecological treatment wetlands, *Journal of Environmental Management*,

Estudio De Parámetros Meteorológicos Para El Emplazamiento De Sistemas Generadores De Energías Renovables

J. G. Hernández Travieso, C. M. Travieso González.

Departamento de Señales y Comunicaciones, Instituto para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación en Comunicaciones (IDeTIC). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Universitario de Tafira, Edificio de Electrónica y Telecomunicación, Pabellón B, Despacho 111. 35017 Las Palmas de Gran Canaria, España.
jose.hernandez149@alu.ulpgc.es

Resumen

La presente investigación propone desarrollar un modelo de predicción climática de corto plazo (24 horas), que sirva para optimizar la predicción energética que se pueda producir utilizando fuentes de energías renovables.

Se propone utilizar técnicas de inteligencia artificial aplicadas al reconocimiento de patrones para construir un modelo predictor de series temporales como velocidad del viento, radiación solar, temperatura y otras variables necesarias para realizar la predicción meteorológica. Como

información de entrada se utilizarán históricos de datos meteorológicos de la zona geográfica de Canarias, en particular del sureste de Gran Canaria, incluyendo también el sur de Tenerife para así poder comprobar la robustez del sistema en dos lugares geográficos distintos.

En el estudio de temperatura, radiación solar y velocidad del viento se han obtenido unos errores medios absolutos de 0.42°C (ver figura 1), 0.84 m/s y 0.04 kWh/m² respectivamente.

Dentro de la diversidad de estudios relacionados con esta materia [1, 2], hay estudios que demuestran la relación directa de la temperatura ambiente con la demanda energética en una determinada región [3], es por ello que la eficiente predicción de dicho parámetro influye directamente en la eficiencia con la que las centrales eléctricas producen la energía. A más eficiencia, menos gasto en combustibles fósiles, con lo que el ahorro en la generación ayuda a la reducción de toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera. Del mismo modo, predicciones fiables en cuanto a radiación solar y velocidad del viento pueden colaborar en la mejora del proceso de generación eléctrica a través de energías renovables

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Fundación Universitaria de Las Palmas y al Programa de Becas INNOVA Canarias 2020, gracias al cual, y bajo el mecenazgo de la Fundación Endesa, esta investigación ha sido posible.

Palabras clave

Energías renovables, eficiencia energética, predicción meteorológica, redes neuronales artificiales.

Referencias

- [1] Arora, K.; Dash, P.: "Towards dependence of tropical cyclone intensity on sea surface temperature and its response in a warming world". *Climate* 2016, 4, 30.
- [2] Hernández-Travieso, J.G.; Herrera-Jiménez, A.L.; Travieso-González, C.M.; Morgado-Días, F.; Alonso-Hernández, J.B.; Ravelo-García, A.G.: "Temperature Control by Its Forecasting Applying Score Fusion for Sustainable Development". *Sustainability* 2017, 9, 193
- [3] Shu Fan, Methaprayoon, K., Wei-Jen Lee (2010): "Multi-region load forecasting considering alternative meteorological predictions," 2010 IEEE Power and Energy Society General Meeting, págs.1-7.

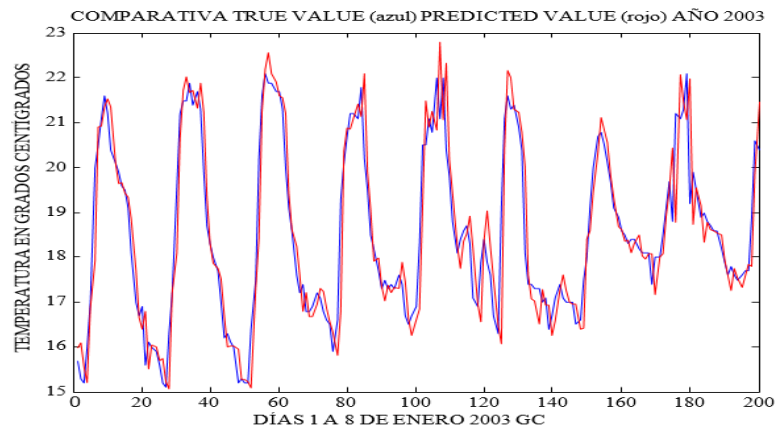


Fig. 1. Comparativa True value-Predicted value Temperatura GC

El potencial de generación de biogás a partir de residuos ganaderos en Canarias

J.L. Ramos-Suárez, J. Mata González, M.A. Camacho Pérez, A. Ritter Rodríguez

¹ Sección de Ingeniería Agraria, Universidad de La Laguna.
 jramossu@ull.es; jlramossuarez@gmail.com

Resumen

La ganadería es uno de los sectores con mayor repercusión en el medio ambiente, afectando a la degradación de tierras, cambio climático, contaminación atmosférica, escasez y contaminación del agua y pérdida de biodiversidad [1]. La intensificación de la ganadería da lugar a la generación de grandes cantidades de residuos, que al no ser empleados en agricultura, suponen un importante problema de gestión para los ganaderos, que se ven desbordados técnica y económicamente para afrontar el problema. Estos residuos pueden ser tratados mediante digestión anaerobia, proceso en el que la materia orgánica se degrada biológicamente en ausencia de oxígeno, dando lugar a un gas conocido como biogás (CH₄ y CO₂) y al digestato, que es la materia orgánica estabilizada y con una mayor proporción de nutrientes minerales. En Canarias se generan más de 500.000 toneladas anuales de residuos ganaderos. A pesar del elevado potencial de generación de biogás, no todas las explotaciones ganaderas de las Islas son susceptibles de instalar su planta. Esto implica que la mayoría de explotaciones tienen un bajo potencial de generación de biogás, con lo que no podrían amortizar su propia instalación, e incluso, la recolección de residuos para ser transportados a una planta centralizada sería inviable por el gasto en transporte (ver Tabla 1). Sin embargo, las explotaciones de mayor tamaño concentran entre el 60 y el 80% de los residuos ganaderos (dependiendo de cada isla), lo que brinda una excelente oportunidad para tratar los residuos de forma rentable y medioambientalmente sostenible.

Tabla 1. Número de explotaciones ganaderas según la generación de residuos y la potencia eléctrica a partir de biogás

	Generación de residuos (ton/día)						Potencia eléctrica a partir de biogás (kWe)					
	<0.5	0.5-1	1-3	3-7.5	7.5-15	>15	<5	5-10	10-25	25-50	50-100	100-250
Tenerife	994	60	63	14	6	1	1022	43	49	14	6	4
La Palma	362	34	10	2	0	0	377	24	5	2	0	0
La Gomera	97	5	2	0	0	0	97	5	1	1	0	0
El Hierro	200	11	4	1	0	0	205	9	2	0	0	0
Gran Canaria	1250	81	63	33	16	0	1283	65	50	28	13	4
Fuerteventura	264	47	39	13	2	1	268	48	33	10	7	0
Lanzarote	176	14	23	2	0	0	177	15	20	3	0	0

Los residuos ganaderos tienen un importante potencial para generar biogás en Canarias, pudiendo llegar a potencias de 4.3 y 3.0 MWe en Gran Canaria y Tenerife, respectivamente. En este contexto, la identificación y estudio pormenorizado de las explotaciones ganaderas capaces de instalar su propia planta de biogás facilitará encontrar la solución más adecuada al problema ambiental y social que generan sus residuos, contribuyendo a la protección del medio ambiente y la generación de energía renovable. Junto a esto, el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitirá establecer las estrategias más oportunas para el tratamiento colectivo de los residuos de las explotaciones que no tengan la dimensión suficiente para tratarlos de forma individual.

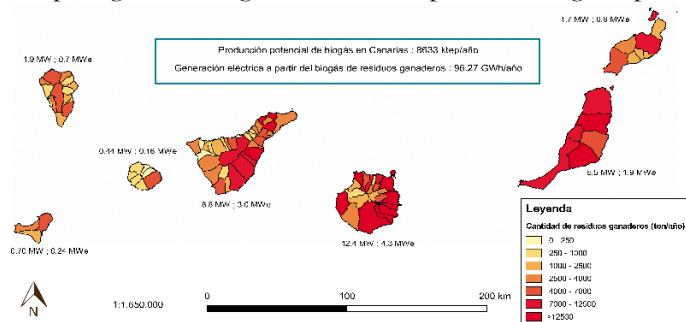


Fig. 1. Residuos ganaderos por municipio en Canarias (ver leyenda de escala de colores) y generación potencial de biogás del Archipiélago y de cada isla.

Palabras clave

Biogás, Energía Renovable, Residuos ganaderos, Digestión anaerobia.

Referencias

[1] FAO (2009) La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones. ISBN 978-92-5-305571-5. Roma.

Experiencias de cinco años en la gestión del efluente procedente de una explotación ganadera de porcino por medio de un Sistema de Depuración Natural (SDN) piloto en Gran Canaria

C.A. Mendieta Pino¹, S.O. Pérez Báez², A. Ramos Martín³, S. Brito Espino⁴, R. Navarro Guerra del Río⁵, N. Navarro Guerra del Río⁵.

(1)(3) Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)

(1)(2)(4) Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT)(ULPGC)

(5) Servicio de Extensión Agraria. Consejería de Soberanía Alimentaria y Sector Primario. Cabildo de Gran Canaria
+34616221076 carlos.mendieta@ulpgc.es

Resumen

El objetivo de este trabajo es el de describir la experiencia de gestión, funcionamiento y capacidad de eliminación de materia orgánica y diversos compuestos presentes en un efluente procedente de una explotación ganadera de porcino intensivo al cual se ha implementado un planta piloto de tratamiento por medio de Sistema de Depuración Natural (SDN) compuesto de tamiz rotatorio, biodigestor de primera generación multi-cámara, humedales artificiales (SFS) de flujo subsuperficial y laguna facultativa operando en condiciones normales de la explotación ganadera durante 5 años interrumpido (2009-2015), una vez pasado el primer año de operación completo de puesta en marcha (2008). Esta planta localizada en la Isla de Gran Canaria, ha permitido comprobar la idoneidad de las soluciones aplicadas a la explotación, adaptabilidad a variaciones de concentración, caudal, condiciones atmosféricas y crecimiento celular.

Los datos recogidos en 35 variables repartidas entre periodo seco y húmedo y que por medio de análisis estadístico presentan distribución normal, funcionamiento en régimen estacionario, hallándose correlaciones significativas entre las mismas. Igualmente, se ha comprobado que la variabilidad en número de animales en la explotación (de 150 a 80 madres reproductoras) no ha afectado al tiempo de retención hidráulico pues se ha evaluado una reducción del 10-12% anual en el volumen debido a la colmatación compensando esta merma, tal y como han indicado otros autores.

Con respecto a los rendimientos de eliminación, globalmente, observamos que la planta posee porcentajes de eliminación estables y cíclicos según la época del año. A destacar la notable eliminación del DQO total (91,84% de media), DQO soluble (96,11% de media), Sólidos en Suspensión Totales (SST) y fijos (SSF) (más del 90%) y otros micro-elementos tales como el Cobre, Hierro, Manganeso, Cinc, (por encima del 80% de reducción) o del prácticamente agotamiento del Nitrógeno Total (93,77%) o del Fósforo (98,80%), todo ello con un mínimo consumo energético localizado en el sistema del tamiz rotatorio ya que todo el movimiento de aguas es por gravedad.

Ya en detalle, el tamiz sobresale en la reducción de DQO particulada, el digestor destaca en la eliminación de DQO soluble, el Humedal SFS nº2 es superior en rendimiento que el Humedal SFS nº1, pero el SFS nº1 destaca por aumentar la DQO soluble, que ha sido por sus características de fácil bio-degradabilidad, eliminada en el digestor. El SFS nº2 mejora el rendimiento con respecto al SFS nº1 pues entre ellas se encuentra una laguna facultativa, destacando la eliminación de DQO particulada y conductividad. Cuando analizamos el conjunto, globalmente podemos concluir que el conjunto de SDN muestra destacada capacidad de eliminación de DQO (total, particulada y soluble) por encima del 90% y la conductividad un 50% y estabilidad a variaciones de carga y/o caudal.

Este trabajo se ha realizado con la inestimable colaboración del ganadero y del Servicio de Extensión Agraria y del Laboratorio Agroalimentario y Fitopatológico pertenecientes al Cabildo de Gran Canaria, Islas Canarias.

Palabras clave

SDN, DQO, sistema natural, depuración, reutilización.

Referencias

- [1] Kim, Y., Giokas, D. L., Lee, J. W., Paraskevas, P. A. (2006). Potential of natural treatment systems for the reclamation of domestic sewage in irrigated agriculture. *Desalination*, 189(1), 229-242.
- [2] Vymazal, J. (2010), Constructed wetlands for wastewater treatment. *Water*, 2, 530-549.
- [3] Vera, L., Martel, G., Márquez, M. (2013), Two years monitoring of the natural system for wastewater reclamation in Santa Lucía, Gran Canaria Island. *Ecological Engineering* 50, 21-30.

Desalación sin productos químicos

A. Muñoz Elguera¹, A. Gómez Gotor¹, S. O. Pérez Báez¹

¹ Dpto. Ingeniería de Procesos / Escuela de Ingenieros Industriales y Civiles – EIIC
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria – ULPGC

Resumen

En esta presentación quiero exponer de forma muy concreta los resultados de muchos años de trabajos de investigación que he venido realizando durante varios años, en el campo de la Desalación (como se puede observar en las diversas publicaciones y presentaciones en congresos organizados por la EDS), trabajos realizados principalmente en la Planta Desaladora de Agua de Mar Las Palmas III, cuya explotación está a cargo de la Empresa Mixta de Agua de Las Palmas (EMALSA), los mismos que me permiten plantear la posibilidad de realizar el procesamiento completo del agua de mar, mediante la tecnología de la Osmosis Inversa, para obtener agua de calidad potable para suministro público. Para respaldar la conclusión que planteo de forma objetiva, considero que sería suficiente comentar muy brevemente la secuencia de trabajos de investigación que realice y los resultados más destacables obtenidos, que me permiten plantear que la “Desalación de agua de mar, sin productos químicos”, mediante la tecnología de la Osmosis Inversa es posible, cuya secuencia concreta es la siguiente:

1º) La identificación de los materiales que ocasionan los procesos de ensuciamiento de las membranas de Osmosis Inversa (Fouling, Biofouling, y Scaling). Esta información se obtiene a partir de la referencia bibliográfica [1].

2º) De los trabajos de seguimiento de las diferentes dosificaciones químicas a lo largo del proceso de desalación en la Planta Desaladora de Agua de Mar Las Palmas III, tales como los seguimientos de las Dosificaciones de Hipo Clorito de Sodio (O), tanto por choque en la cámara de captación, como en la línea de pretratamiento, analizando sus efectos sobre el proceso; así como del Meta Bisulfito con propósitos eliminar completamente el residual de Hipo Clorito de Sodio del agua de proceso, antes que este se ponga en contacto con las membranas de Osmosis Inversa. Proceso que prosiguió con sus correspondientes optimizaciones, y finalmente con su eliminación del pretratamiento.

3º) De la optimización del proceso de Coagulación – Floculación, así como la optimización de la dosificación del ácido, para evitar la dosificación de anti incrustantes. Pero también es posible incorporar membranas de Micro o Ultra Filtración, como complemento a la filtración en filtros de arena ya sea filtros por gravedad, o filtros a presión, con lo cual ya se elimina la dosificación de coagulantes como el Cloruro Férrico (Cl_3Fe), más algún polielectrolito para optimizar el proceso de remoción de partículas coloidales, que ocasionan “Fouling” en las membranas de osmosis inversa.

Una prueba de que es posible la desalación de agua de mar, sin necesidad de dosificación de productos químicos, es la Planta Desaladora de Agua de Mar Las Palmas III, explotada por la Empresa Mixta de Agua de Las Palmas S. A. (EMALSA), donde desarrolle todos mis trabajos de investigación, que actualmente realiza la desalación de agua de mar, mediante la tecnología de Osmosis Inversa, prácticamente sin dosificaciones de productos químicos.

Palabras clave

Desalación, Osmosis Inversa, Fouling, Biofouling, Scaling.

Referencias

- [1] Membrane Autopsy Report, prepared for Las Palmas III (EMALSA); Permacare-Houseman Limited (M.V. Barry, J. Baker), 19th November, 1997
- [2] “Experimental test of TOYOBO membranes for Seawater desalination at Las Palmas, Spain”, Aldo Muñoz Elguera et al, Desalination 125 (1999), 55-64, ELSEVIER.

Influencia del Fe procedente de los procesos de combustión sobre la producción primaria en aguas canarias

Y.B. Martín, S.O. Pérez.

Departamento de Ingeniería de Procesos, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Resumen

El medio marino es uno de los ambientes mayormente expuestos a la entrada de sustancias tanto atmosféricas como terrestres, actuando como receptáculo final. Así, en el caso de la atmósfera, a través del material particulado es una de las fuentes más importantes de metales (Cordero et al., 2013). Entre ellos, es de nuestro interés, el hierro. Este metal juega un papel muy importante en el crecimiento del fitoplancton, responsables de la mayor parte de la producción primaria marina, en el que actúa como micronutriente. Su importancia no sólo radica en esto, sino en su papel como factor limitante en el desarrollo de estas comunidades, sobre todo en las regiones HNLC (*High nutrients, low chlorophyll*) [1]. Pero, ¿cuáles son las fuentes de este metal en la atmósfera? La principal fuente sería el polvo sahariano, ya que el hierro es el cuarto metal más abundante de la corteza terrestre. Sin embargo, este hierro atmosférico puede estar generado por la vía antropogénica, durante los procesos de combustión de combustibles fósiles, procesos de incineración así como quema de biomasa. En el caso de Canarias, según datos del SIMAC (*Sistema de Información Medioambiental de Canarias*), el 95% de la energía eléctrica es generada en las centrales térmicas. Además de esto, según los estudios realizados, para que el Fe pueda ejercer su función vital en el fitoplancton, el mismo debe estar en su forma soluble, como Fe(II) [1]. Según el estudio realizado por [2], este hierro antropogénico es más soluble, predominando en las partículas de menor tamaño. Por tanto, el objetivo de este estudio es determinar si en los procesos de combustión desarrollados en Canarias se genera la suficiente cantidad de hierro para originar efecto sobre el fitoplancton, además de analizar sus características a nivel de biodisponibilidad hacia estos organismos, es decir, su contenido de Fe(II).

Para ello, se tomaron muestras de polvo en suspensión, tanto de PM₁₀ como de PM_{2.5}. El punto de muestreo se ubicó en Gran Canaria, en Tafira, usando para ello un captador de alto volumen. El muestreo se realizó durante los días en los que no se observó presencia de calima, siendo verificados por los modelos predictivos del Barcelona Supercomputing Center (BSC).

Tras el análisis químico y posterior tratamiento estadístico de los datos, se obtuvieron correlaciones altas y positivas. En el estudio de la PM₁₀, el factor de correlación fue de 0.893, con un 99% de nivel de confianza. En la PM_{2.5} fue de 0.857, con un 95% de confianza. Se llevó a cabo el procedimiento para la determinación de la fracción soluble, no obteniéndose resultados óptimos. Las posibles causas pueden radicar en un pre-tratamiento insuficiente o interferencias internas por la presencia de iones extraños. No obstante, teniendo en cuenta los estudios realizados por otros autores, podemos considerar que el hierro originado en los procesos de combustión para la generación de energía eléctrica en Canarias presenta un efecto positivo sobre el fitoplancton, por su biodisponibilidad al ser más soluble.

Palabras clave

Combustión, hierro, fitoplancton, solubilidad, polvo en suspensión.

Referencias

- [1] Chao Luo, N; Mahowald, T; Bond, P.Y.; Chuang, P; Artaxo, R; Siefert, Y. Chen and J. Schauer. 2008. Combustion iron distribution and deposition. *Global Biogeochemical Cycles*. 23. GB1012.
- [2] López-García, Patricia; Gelado-Caballero, María Dolores; Collado-Sánchez, Cayetano; Hernández-Brito, José Joaquín. Solubility of aerosol trace elements: sources and deposition fluxes in the Canary Island. 2017. *Atmospheric Environment*. 148. 167-174.
- [3] Castillo, Sonia; de la Rosa, Jesús D.; Sánchez de la Campa, Ana M.; González-Castañedo, Yolanda; Fernández-Camacho, Rocío. "Heavy metal deposition fluxes affecting an Atlantic coastal area in the southwest of Spain". *Atmospheric Environment*. 2013. Vol. 77. Pag. 509-517.

Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Reclaimed Water Use

J. Dziadziejewicz, V. Mendoza-Grimón, M.P. Palacios-Díaz

GEOVOL. iUNAT. ULPGC

mp.palaciosdiaz@ulpgc.es

Abstract

Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMFs) are widely known as plant symbionts. Several studies revealed the positive influence of AMF to plants growth [1] [2]: transmitting nutrients to plants from a great distance [3], increasing the absorption of water and nutrients from the soil and raising the hydraulic conductivity of the plant root system [4] and the photosynthetic capacity of the canopy and positively affecting plant growth and providing tolerance against biotic and abiotic stresses [5] contributing to biodegradation of toxic compounds [6]. In our investigation, we will combine agricultural study of AMF with reclaim water reuse. The shortage of water is especially severe in arid and semiarid regions, such as Canary Islands. Reclaimed water usually contains nutrients that produce a direct benefit for crops [7] and also allows the accumulation of organic matter. In contrast, a significant drawback is if nutrients are presented in excess of plant needs, or if the reclaimed water contains toxic elements [8] or emerging compounds [9]. Pharmaceuticals could have a negative effect on soil microorganism activity [10] and so, affect plant growth. If they would be accumulated in plant tissues (Christou et al., 2017), they could affect humans as first and second order consumers. Our main goal is to use AMF as a bioindicator to detect the emerging compounds effects in the soil/plant ecosystem for assuring the sustainability of the reuse. We also want to investigate emerging compound degradation by the AMF. For this purpose, we will determine the glomalin (protein produced by arbuscular mycorrhizal fungi) and selected emerging compounds in soil. We will trace the evolution of AMF presence in soils irrigated by treated water and the quantity of glomalin. We expect that inoculated AMF satisfactorily colonized the roots of plants (*Sorghum bicolor* ssp *bicolor* and *Ocimum basilicum*) and enhanced the structure of the soil by increasing the glomalin and carbon contents, counteracting the effect of emerging compounds. We also expect that AMF presence will decrease the adverse effect of Na and Cl in plant, and improve CO₂ fixation and water use efficiency (WUE) of the plants irrigated with reclaimed water.

Key words

Arbuscular Mycorrhizal Fungi, reclaimed water reuse, emerging compounds

Bibliography

- [1] Nicolás, E., et al., (2015), Effectiveness and persistence of arbuscular mycorrhizal fungi on the physiology, nutrient uptake and yield of Crimson seedless grapevine, *The Journal of Agricultural Science*, 153.6, 1084-1096.
- [2] Vicente-Sánchez J. et al., (2014), Arbuscular mycorrhizal symbiosis alleviates detrimental effects of saline reclaimed water in lettuce plants, *Mycorrhiza*, 24.5, 339-348.
- [3] Schnepf A. et al., (2008), Growth model for arbuscular mycorrhizal fungi, *Journal of the Royal Society Interface*, 5, 773–784.
- [4] Sánchez-Blanco M. et al., (2004), Variations in water status, gas exchange, and growth in *Rosmarinus officinalis* plants infected with *Glomus deserticola* under drought conditions, *Journal of Plant Physiology*, 161, 675–682.
- [5] Pozo M., Azcón-Aguilar C., (2007), Unraveling mycorrhiza-induced resistance. *Current Opinion in Plant, Biology*, 10, 393–398.
- [6] Huang H. et al., (2007), Effect of arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus caledonium*) on the accumulation and metabolism of atrazine in maize (*Zea mays* L.) and atrazine dissipation in soil, *Environmental Pollution*, 146.2, 452-457.
- [7] Toze S., (2006), Reuse of effluent water—benefits and risks, *Agricultural water management*, 80.1, 147-159.
- [8] Christou A. et al., (2017), Long-term wastewater irrigation of vegetables in real agricultural systems: concentration of pharmaceuticals in soil, uptake and bioaccumulation in tomato fruits and human health risk assessment, *Water research*, 109, 24-34.
- [9] Petrović M. et al., (2003), Analysis and removal of emerging contaminants in wastewater and drinking water, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 22.10, 685-696.
- [10] Thiele-Bruhn S., (2003), Pharmaceutical antibiotic compounds in soils—a review, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166.2, 145-167.

PÓSTER

Caracterización del efluente de explotaciones ganaderas de porcino y del efluente de Sistemas de Depuración Natural (SDN). Una experiencia práctica en Gran Canaria

C.A. Mendieta Pino¹, S.O. Pérez Báez², A. Ramos Martín³, S. Brito Espino⁴, R. Navarro Guerra del Río⁵.

(1)(3) Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)

(1)(2)(4) Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT)(ULPGC)

(5) Servicio de Extensión Agraria. Consejería de Soberanía Alimentaria y Sector Primario. Cabildo de Gran Canaria
+34616221076 carlos.mendieta@ulpgc.es

Resumen

Los efluentes de las explotaciones ganaderas representan un fuerte impacto ambiental y sanitario, con especial énfasis en los procedentes de cerdos. Este impacto se amplifica en los territorios insulares. Para seleccionar y proyectar los sistemas de tratamiento más adecuados, es necesario conocer la caracterización de los efluentes a tratar, los caudales, su capacidad de reutilización como fertilizante.

El objetivo de este trabajo es caracterizar el efluente proveniente de una explotación porcina intensiva en la Isla de Gran Canaria, el efluente obtenido del Sistema de Depuración Natural (SDN) implementado junto a la misma y encontrar relaciones de variables de interés. El manejo del efluente se realiza por medio de un SDN, que se opera en condiciones estacionarias y que consiste en un bio-digestor de primera generación, humedales artificiales de flujo sub-superficial SFS y laguna facultativa. Los parámetros caracterizados (141 muestras tomadas entre 2008 a 2015) nos han permitido conocer el rendimiento del sistema, probar la solución y su reuso. Se han encontrado correlaciones entre las diferentes variables que pueden ser útiles para mejorar el manejo de estos residuos. En cuanto a los flujos se ha verificado que el criterio que mejor se adapta al real es el relativo al consumo de materia seca.

En el efluente proveniente de la explotación ganadera, se llegó a la conclusión de que existían relaciones entre varios pares de parámetros: número de madres reproductoras y Demanda Química de Oxígeno (DQO_{total}) del efluente de la explotación y entre las primeras y el caudal del efluente, relación entre los Sólidos Totales Disueltos (STD) y Conductividad (CE), Sólidos Volátiles (SV) y Carbono Orgánico Total (COT). En el efluente del SDN, también se han encontrado correlaciones interesantes entre la DQO_{total}^{ef} y la DQO_{particulada}^{ef}, la DQO_{particulada}^{ef} y Sólidos Volátiles (SV), Sólidos Fijos (SF) y conductividad (CE) y entre Sólidos Totales (ST) y conductividad (CE), entre otros.

Este trabajo se ha realizado con la inestimable colaboración del Servicio de Extensión Agraria y del Laboratorio Agroalimentario y Fitopatológico pertenecientes al Cabildo de Gran Canaria, Islas Canarias.

Tabla 1. Ejemplos de curvas de regresión calculadas

R ²	Tipo	Curva regresión Efluente de Explotación Ganadera (mg/l)
0,686	Lineal	$DQO_{total} = 3246,643 + 154,535 \cdot N^{\circ}_{madres}$
0,951	Cúbica	$Caudal_{Efluente\ explotación\ ganadera} (m^3/d) = 4,425 + 3,029e-7 \cdot (N^{\circ}_{madres})^3$
0,876	Cuadrática	$SV = 2134,633 - 0,420 \cdot (COT) + 5,861e-5 \cdot (COT)^2$
R ²	Tipo	Curva regresión Efluente de SDN (mg/l)
0,750	Exponencial	$DQO_{total}^{ef} = 903,153 + 0,61e^{DQO_{particulada}^{ef}}$
0,852	Cúbica	$DQO_{particulada}^{ef} = 1076,509 - 4,620 \cdot (COT) + 0,006 \cdot (COT)^2 - 2,24e-6 \cdot (COT)^3$
0,953	Cúbica	$SF = -2054,572 + 1359,122 \cdot (CE) - 79,202 \cdot (CE)^2 + 2,464 \cdot (CE)^3$

Palabras clave

SDN, depuración natural, purín, reutilización.

Referencias

- [1] S. Lopez-Ridaura, H. van der Werf, J. Marie Paillat, B. Le Bris. Environmental evaluation of transfer and treatment of excess pig slurry by life cycle assessment. *Journal of Environmental Management* 90 (2009) 1296–1304.
- [2] A. Cavanagh, M. Gasser, M. Labrecque. Pig slurry as fertilizer on willow plantation. *Biomass and Bioenergy*, 35 (10) (2011), 4165–4173.
- [3] Suresh, A., Choi, H.. Estimation of nutrients and organic matter in Korean swine slurry using multiple regression analysis of physical and chemical properties. *Bioresource Technology* 102(19). 8848-59.

Gestión del efluente procedente de explotaciones ganaderas de porcino por medio de plantas piloto con Sistemas de Depuración Natural (SDN) implementados en la isla de Gran Canaria: Un año de experiencia de operación

C.A. Mendieta Pino¹, S.O. Pérez Báez², A. Ramos Martín³, S. Brito Espino⁴, R. Navarro Guerra del Río⁵

(1)(2)(3) Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)

(1)(2)(4) Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT)(ULPGC)

(5) Servicio de Extensión Agraria. Consejería de Soberanía Alimentaria y Sector Primario. Cabildo de Gran Canaria
+34616221076 carlos.mendieta@ulpgc.es

Resumen

Los Sistemas de Depuración Natural (SDN) se han revelado adecuados para pequeñas comunidades, debido a su bajo coste energético y de operación. Sin embargo, es importante abordar la idoneidad de estos SDN para brindar una solución alternativa a la gestión de residuos de las explotaciones ganaderas en territorios insulares, como en la isla de Gran Canaria, con explotaciones de pequeño y mediano tamaño, escasos márgenes de operación y con dificultad de accesos a red viaria y/o alcantarillado.

El objetivo de este trabajo es describir el desempeño de tres Sistemas de Depuración Natural (SDN) implementados en tres explotaciones ganaderas de porcino (1.200-1.500 cerdos en ciclo de cerrado en un ciclo de producción anual) para el tratamiento de su efluente durante el primer año de funcionamiento. La gestión del purín se realiza por medio de la combinación de elementos tales como, biodigestores de primera generación, humedales artificiales (SFS) y lagunas facultativas que se operan en condiciones normales de las explotaciones ganaderas.

Las instalaciones, ubicadas en la Isla de Gran Canaria, nos han permitido estudiar alternativas viables de gestión de efluentes procedentes de explotaciones ganaderas con un tratamiento de bajo coste y también validar estos sistemas de acuerdo con las tasas de remoción, comportamiento bajo cambios de carga y / o flujo, energía y operación de bajo costo. La eficiencia de eliminación de la demanda química de oxígeno (DQO) obtenida fue de entre 70-90%.

Asimismo, se ha podido comparar el funcionamiento de los digestores de flujo de cascada de primera generación (<76% de eliminación de DQO) frente a digestores de mezcla completos (<50% de eliminación de DQO) y que las lagunas facultativas cuando se combinan con humedales SFS, tuvieron una mayor capacidad de remoción de DQO, 92%, comparado con lagunas sin humedal SFS pero de diez veces su capacidad para igual carga orgánica.

Por último, se ha verificado que cuando se combina diferentes elementos de SDN, tienen mejor eliminación de la DQO y una mejor respuesta a la carga y/o cambios de flujo del efluente de entrada al sistema de depuración.

Este trabajo se ha realizado con la inestimable colaboración del ganadero y del Servicio de Extensión Agraria y del Laboratorio Agroalimentario y Fitopatológico pertenecientes al Cabildo de Gran Canaria, Islas Canarias.

Palabras clave

SDN, sistema natural, caracterización, purín, reutilización.

Referencias

- [1] S. Lopez-Ridaura, H. van der Werf, J. Marie Paillat, B. Le Bris, Environmental evaluation of transfer and treatment of excess pig slurry by life cycle assessment, *Journal of Environmental Management* 90 (2009) 1296–1304.
- [2] A.O. Babatunde, Y.Q. Zhao, M. O'Neill, B. O'Sullivan, Constructed wetlands for environmental pollution control: A review of developments, research and practice in Ireland, *Environment International* 34 (2008) 116–12.
- [3] Vera, L., Martel, G., Márquez, M. (2013), Two years monitoring of the natural system for wastewater reclamation in Santa Lucía, Gran Canaria Island. *Ecological Engineering* 50, 21-30.

Caso práctico de alta penetración de energías renovables en un sistema eléctrico

F. Cabrera Quintero¹, J.F. Medina Padrón¹

¹ Instituto Universitario de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería. Universidad de Las Palmas de G.C. fidel.cabrera@ulpgc.es

Resumen

La Isla de El Hierro, debido a sus características físicas y de población, con el Sistema Eléctrico más pequeño del Archipiélago, es ideal para la experimentación y puesta en marcha de sistemas no convencionales de generación eléctrica. En Junio de 2014 se puso en funcionamiento la central hidroeólica de Gorona del Viento [1], con el reto de integrar en un sistema débil como el de la Isla, energía de origen renovable, con las dificultades que ello conlleva. En junio de 2015 fue cuando, tras un año en prueba, comenzó a generar potencia y a inyectar energía eléctrica de forma regular en el sistema eléctrico de la Isla, permitiendo analizar su comportamiento durante un periodo de 2 años.

Antes de su puesta en funcionamiento, se realizaron estudios describiendo el sistema [2] e incluso de su análisis dinámico [3]. En esta comunicación se muestra el modelado del Sistema Eléctrico de la Isla mediante el software “Power World”, incluyendo la nueva central hidroeólica, además de los grupos diésel como generación convencional ya presentes en la misma. En total se dispone de 11.5 MW de potencia eólica, 11,32 MW de potencia hidráulica, 11,07 MW mediante grupos diésel, además de 6 MW de bombeo entre dos depósitos de agua, uno inferior de 150.00 m³ y otro superior de 380.000 m³ con una cota de 655 metros. Mediante el modelo se visualiza el funcionamiento del sistema y además se han analizado los datos de generación, mediante ree.es, durante los 2 años de funcionamiento de la central, incluyendo periodos de tiempo de días completos con modo de funcionamiento 100% renovable.



Fig. 1. Gráfica de Red Eléctrica (ree.es) con porcentajes de fuentes de Generación Eléctrica.

Tabla 1. Porcentajes de generación de energía eléctrica durante los 2 primeros años de funcionamiento.

Año	Demanda MWh	Diesel MWh	Eólica+hidro MWh	% Renovable
Julio de 2015 a junio de 2016	45086,6	29769,3	15749,3	34,9 %
Julio de 2016 a junio de 2017	45951,3	26416,0	20013,3	43,6 %
Año 2016 De ene-dic total	45588,2	27585,5	18910,0	41,5 %

Palabras clave

Energía, renovables, hidroeólica, generación, eólica.

Referencias

- [1] <http://goronadelviento.es>. Web de la empresa que gestiona la Central Hidroeólica. Último acceso 22 septiembre de 2017.
- [2] J. Merino, C. Vezanzones, J.A. Sanchez, S. Martínez, C.A. Platero, “Power System Stability of a Small Sized Isolated Network Supplied by a Combined Wind-Pumped Storage Generation System: A Case Study in the Canary Islands”. *Energies*, Vol. 5, pp. 2351-2369, 2012.
- [3] N. Angulo, J.F. Medina, F. Déniz, J. Cidrás, C.J. Carrillo, C. Bueno, “Energy supply to small island by wind and hydropower: dynamic analysis”. In: WIP (Eds.), *Proceedings of Global Wind Power Conference and Exhibition*, Paris, France, 2002.

Estudio del rendimiento de membranas de alta eficiencia para desalinización de agua de mar para reducir el consumo energético

F.A. León¹, A. Ramos², A. Ruiz³

¹ Instituto Universitario de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

² Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

³ Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
federico.leon@ulpgc.es

Resumen

En la actualidad, uno de los principales objetivos de los fabricantes de membranas de ósmosis inversa para agua de mar es incrementar el rendimiento en términos energéticos. Normalmente, las condiciones de testeo de los diferentes fabricantes no resultan muy fiables por estar alejadas de las condiciones de operación reales de las plantas desaladoras de agua de mar. Este trabajo tuvo como objetivo la construcción de una planta piloto para el testeo de tres módulos de membrana de distintos fabricantes. Se estudiaron tanto el decremento de flujo de permeado con el tiempo de operación, como el rechazo de sales bajo distintas condiciones de operación para los tres elementos de membrana. Las condiciones de operación a las que fueron sometidas las membranas fueron similares a las supuestas en la planta a escala real donde iban a ser instaladas. El tiempo de testeo fue de dos meses, trabajando 24 horas al día, los siete días de la semana. En cuanto a los resultados obtenidos de las tres membranas de ósmosis inversa testeadas, podemos confirmar después de la experiencia que una de ellas tenía menor caudal de permeado y calidad de aguas desde el principio por lo que quedó descartada. Sin embargo las otras dos membranas mantuvieron un flujo constante, una aceptable calidad de aguas y un rechazo de boro mucho mejores que lo actualmente operado en planta. El caudal producto de una de ellas se mantuvo casi constante en el tiempo durante el pilotaje a la misma presión de trabajo que el resto, lo que trajo consigo una reducción del consumo energético que era el objetivo planteado. De esta manera, concluimos que el reemplazo de membranas de última generación nos ayudará a reducir los costes energéticos de la instalación superando la demanda de agua existente con la calidad exigida por el Real Decreto 140, al igual que la optimización de los procesos en planta introduciendo mejoras en la recuperación de energía, captación y procesos auxiliares de la misma.

Palabras clave

Desalinización, energía, consumo, rendimiento.

Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de residuos farmacéuticos de aguas depuradas

C. Afonso-Olivares¹, C. Fernández-Rodríguez², O. Domínguez-Santana², J.M. Doña-Rodríguez², Z. Sosa-Ferrera¹, J.J. Santana-Rodríguez¹

¹ Grupo de Análisis Químico Medioambiental. Instituto Universitario de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain

² Grupo de Fotocatálisis y Espectroscopía Aplicada al Medioambiente. Instituto Universitario de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain
cristina.afonso@ulpgc.es

Resumen

Desde hace décadas, se ha creado una gran lista de contaminantes emergentes donde se incluyen los residuos farmacéuticos. Esta lista ha surgido debido a las investigaciones sobre la presencia continua de estos contaminantes en los diferentes compartimentos ambientales y sus efectos negativos sobre diferentes organismos. Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) descargan diariamente estos compuestos al medioambiente, ya que no están específicamente diseñadas para eliminarlos [1]. Además, diferentes estudios han demostrado las limitaciones de usar sólo tratamientos convencionales para descomponer productos farmacéuticos [2]. Por lo tanto, se necesita el uso de tratamientos más avanzados, como la ósmosis inversa, el biorreactor de membrana o los procesos avanzados de oxidación, entre otros. [3]. En este trabajo se han desarrollado y evaluado dos procesos avanzados de oxidación (PAOs) para la eliminación de veintitrés compuestos farmacéuticos de diferentes clases terapéuticas presentes en las aguas depuradas. Los PAOs consisten en, por un lado, un proceso fotocatalítico basado en la acción combinada de luz ultravioleta y $20 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de peróxido de hidrógeno (UV/H₂O₂) y, por otro lado, un proceso de fotocatalisis heterogénea mediante dióxido de titanio soportado en espumas cerámicas (UV/TiO₂). Los resultados mostraron que ambos procesos eran eficaces para la reducción de los niveles de concentración de los residuos farmacéuticos en aguas, siendo los compuestos más recalcitrantes la cafeína y paraxantina. Sin embargo el proceso UV/TiO₂ se ve inhibido por la alta carga orgánica que pueda estar presente en el agua depurada, por ello, sólo es aplicable a aguas potables o altamente tratadas.

Palabras clave

Residuos farmacéuticos, Procesos avanzados de oxidación, depuración, reutilización.

Referencias

- [1] E.N. Evgenidou, I.K. Konstantinou, D.A. Lambropoulou, *Science of the Total Environment* 505 (2015) 905–926.
- [2] A.J. Ghoshdastidar, S. Fox, A.Z. Tong, *Environmental Science and Pollution Research* 22 (2015) 689–700
- [3] Y. Luo, W. Guo, H.H. Ngo, L.D. Nghiem, F.I. Hai, J. Zhang, S. Liang, X.C. Wang, *Science of the Total Environment* 473-474 (2014) 619-641.

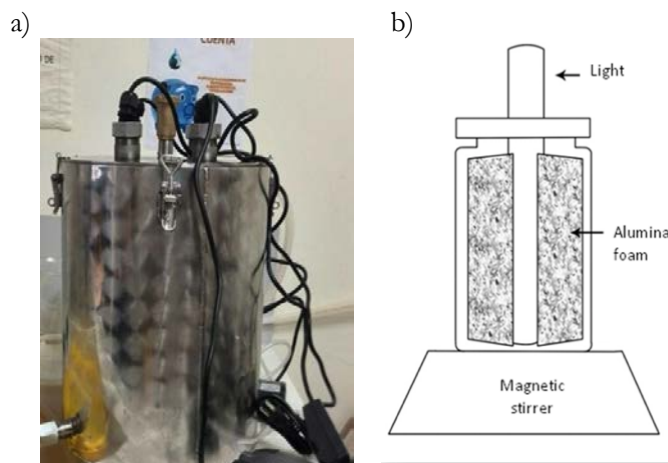


Fig. 1. Reactor fotocatalítico: a) UV/H₂O₂; b) UV/TiO₂

Presencia, eliminación e impacto ambiental de residuos farmacéuticos en muestras de agua procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales de la isla de Gran Canaria

C. Afonso-Olivares¹, Z. Sosa-Ferrera¹, J.J. Santana-Rodríguez¹

¹ Grupo de Análisis Químico Medioambiental. Instituto Universitario de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (i-UNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain
cristina.afonso@ulpgc.es

Resumen

La presencia y destino de los residuos farmacéuticos en muestras ambientales son de gran interés debido a los posibles riesgos toxicológicos que pueden producir. La mayoría de estudios se centran, especialmente, en el principal foco de entrada de estos contaminantes al medioambiente como son las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDARs) [1]. Aunque en España se han realizado numerosas investigaciones, en Canarias se carece de información sobre este tema. Por ello, en este trabajo se ha llevado a cabo una monitorización quincenal durante un período de seis meses para establecer la presencia de veintitrés compuestos farmacéuticos en muestras de dos EDARs con diferentes sistemas de tratamiento y localizadas en la isla de Gran Canaria, mediante una metodología analítica avanzada [2].

Los resultados indican que los niveles de concentración varían entre $0,004 \pm 0,001$ y $59,2 \pm 11,7 \mu\text{g L}^{-1}$ para la EDAR convencional, cuyo proceso de purificación consiste en tratamiento de lodos activos y posterior tratamiento de microfiltración y ósmosis inversa, mientras que los niveles de concentraciones en la EDAR natural por humedales de flujo vertical y horizontal con un proceso previo de inyección de microorganismos se estableció entre $0,018 \pm 0,001$ y $148 \pm 14,7 \mu\text{g L}^{-1}$.

Evaluando las eficiencias de cada EDAR para la eliminación de los fármacos estudiados, se observó que con el tratamiento convencional, utilizando adicionalmente el tratamiento terciario, se obtenían porcentajes de eliminación por encima del 99 % para la gran mayoría de los compuestos. Sin embargo, observando sólo el proceso de ósmosis inversa, no muestra una degradación de los compuestos sino un traslado y concentración de los mismos hacia el rechazo de la ósmosis, causando un aumento de concentración en ese punto. En cuanto a la EDAR natural, se consiguen eficiencias de eliminación superiores al 80 % para la mayoría de los compuestos, excepto para carbamazepina, ibuprofeno y fluoxetina que fueron inferiores al 40 %.

Finalmente, realizando el cálculo predictivo del impacto que puede provocar la presencia de las máximas concentraciones encontradas en los efluentes de las EDARs sobre diferentes especies (algas, dafnias y peces), se mostró que, aunque la gran mayoría no ocasionaría riesgo ambiental, el gemfibrozilo, ibuprofeno y ofloxacina podrían producir un potencial riesgo [3].

Palabras clave

Residuos farmacéuticos, aguas residuales, eliminación, impacto ambiental.

Referencias

- [1] E. Archer, B. Petrie, B. Kasprzyk-Hordern, G. M. Wolfaardt, *Chemosphere* 174 (2017) 437 – 446
- [2] C. Afonso-Olivares, T. Cadková, Z. Sosa-Ferrera, J.J. Santana-Rodríguez, L. Nováková, *Journal of Chromatography A*, 1487 (2017) 54 – 63
- [3] C. Afonso-Olivares, Z. Sosa-Ferrera, J.J. Santana-Rodríguez, *Science of the Total Environment*, 599-600 (2017) 934-943

Formación Especializada en Energías Marinas. Apostando por la Economía Azul.

L. Fernández Prieto ¹, A. Alonso Lorenzo ², J. Cabrera Peña ³, M.A. Guerra Rodríguez, M. Sagaseta de Ilurdoz Cortadellas, A.J. Fernández Pérez, A. García Asensio

¹ RALEY Estudios Costeros. ² HEXIA. ³ DIEA, ULPGC.
leire.fernandez@raleyestudioscosteros.com

Resumen

La formación en Energías Marinas constituye una de las principales claves del desarrollo de la Economía Azul, basada en la explotación de proyectos de energías Seguras, Limpias y Eficientes. Entre sus ventajas, se encuentra garantizar la capacitación profesional para la generación de nuevos empleos, la transferencia tecnológica e investigadora de conocimiento experto para un sector en auge.

Con dichos objetivos se plantea el programa de Cursos en Energías Marinas (CERM), desarrollado entre las empresas canarias RALEY Estudios Costeros y HEXIA Formación y por un conjunto de profesorado experto, contando con el reconocimiento como certificación de programa formativo por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

Este programa se plantea desde un enfoque global que permita valorar Proyectos en Energías Marinas desde varios aspectos: La valorización de los recursos marinos disponibles en función de su potencial, la elección de la tecnología empleada teniendo en cuenta la estimación de producción energética que puede generar el dispositivo convertidor, las diferentes instalaciones eléctricas auxiliares que son necesarias y sus requisitos, plantear una adecuada gestión del mantenimiento para buscar la rentabilidad de la explotación, y estudiar la viabilidad del proyecto, desde un punto de vista técnico, medioambiental y económico, por medio de un trabajo final de valoración de un proyecto en una zona de estudio.

Dicho programa formativo se plantea con diferentes modalidades adaptadas a las necesidades actuales de la empresa o el profesional que la requiere: online, semipresencial o in company.

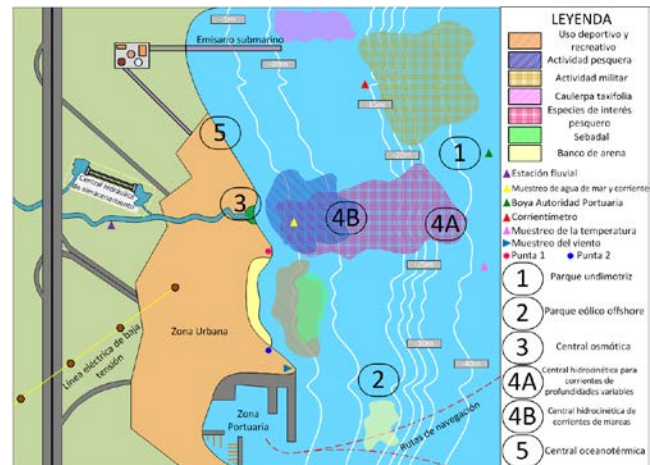


Fig. 1. Escenario de la zona de estudio del trabajo final

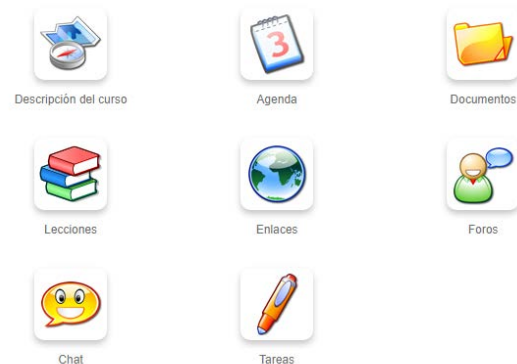


Fig. 2. Configuración básica de un curso en plataforma de teleenseñanza Chamilo

Además la metodología de enseñanza favorece el autoaprendizaje ofreciendo flexibilidad, recursos técnicos didácticos variados ofrecidos a través de una plataforma de teleenseñanza amigable y robusta, así como una atención personalizada para un apoyo continuo de profesorado experto y equipo técnico cualificado.

Esta formación pretende ofrecer un impulso a este sector en auge promoviendo la generación de titulaciones académicas y puestos de trabajo, y actualizar en un proceso de mejora continua los contenidos en base a los avances, así como ampliarse a través de la profundización en el alcance de cada uno de los aspectos tratados, la especialización por sectores de trabajo y por tipologías de energías marinas.

Palabras clave

Energía, formación, offshore, mareomotriz, oceanotérmica

Estudio de la ultrafiltración como sistema de pretratamiento en una estación desalinizadora de agua de mar

I. Suárez, N. Melián-Martel¹, B. del Río-Gamero¹

Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de las Palmas de Gran Canaria
idaira.suarez103@alu.ulpgc.es

Resumen

Las plantas desalinizadoras que emplean la tecnología de ósmosis inversa (OI) requiere de una elevada calidad del agua de alimentación en cuanto a los sólidos en suspensión y la turbidez del agua se refiere. En ocasiones, el contenido de sólidos en suspensión a eliminar sigue siendo elevado y, si la temperatura del agua de alimentación aumenta, puede desarrollarse un alto contenido microbiológico. En muchas ocasiones, estas características no se contemplan en el diseño de todas las desaladoras; por ello, el pretratamiento de las mismas se ve altamente afectado produciéndose problemas de operatividad en las instalaciones e impidiendo su correcto funcionamiento.

Considerando lo anterior, el objetivo de este trabajo es profundizar y contribuir en el conocimiento de la tecnología de la ultrafiltración (UF) como alternativa a

los pretratamientos convencionales empleados en una estación desalinizadora de agua de mar. La UF representa una técnica efectiva para la eliminación de materia en suspensión, microorganismos y materia no disuelta en general. Estas características son las que han propiciado que la UF se emplee como fase de pretratamiento en los sistemas de OI.

El estudio se ha llevado a cabo en el seno de una planta desalinizadora que consta de un pretratamiento convencional basado en una filtración gruesa mediante filtros de arena, y una filtración fina, mediante filtros de cartuchos. Como alternativa se ha diseñado y experimentado con una planta piloto de UF en línea.

El estudio experimental ha consistido en el diseño de las conducciones para la instalación de la planta piloto de UF en línea, así como la evaluación sistemática del índice de ensuciamiento, SDI (Silt Density Index), tanto del agua en los filtros de cartuchos existentes en la estación como en la planta piloto de UF en línea.

Como resultados del estudio se obtuvo que los valores SDI en la UF en línea son inferiores a los encontrados en los filtros de cartuchos, de tal forma que la calidad del agua era mejor tras la UF. Así mismo, los rendimientos alcanzados mediante la UF fueron superiores a los obtenidos en los filtros de cartucho.

Palabras clave

Desalinización, pretratamiento, ósmosis inversa, ultrafiltración.

Referencias

[1] Suárez Rodríguez, I. M. (4 de mayo de 2015). Mejora del pretratamiento en la E.D.A.M. Las Palmas III (PFC). 19 de enero de 2017. Las Palmas de Gran Canaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

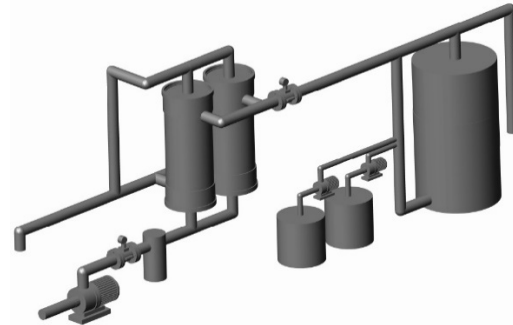


Fig. 1. Diseño 3D de la planta piloto de ultrafiltración lineal empleada en los ensayos

Estudio de la viabilidad para la implantación de energías renovables en estaciones depuradoras de aguas residuales

B. Del Río-Gamero, N. Melián-Martel, S.O. Pérez Báez, A. Gómez Gotor

Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
beatriz.delrio@ulpgc.es

Resumen

El agua y la energía, a lo largo de la historia han sido determinantes en el desarrollo de la humanidad (Hamiche, Stambouli, and Flazi 2016, 319-331). A pesar de dicha importancia, estos dos grandes tópicos han sido dos sectores que se han estudiado y gestionado de manera independiente hasta que en la década de los noventa, Peter H. Gleick [Pacific Institute, 1994], demuestra una relación intrínseca entre ambos recursos, surgiendo de tal fusión el concepto conocido como el “Nexus Agua-Energía” (Gleick 1994, 267). El desarrollo de la ciencia y la tecnología ha confirmado la interrelación entre ambas, estando estrechamente relacionadas; pero además, a este nexo se le debe de sumar el común denominador, que no es otro que la continua contribución al calentamiento global debido a la emisión de gases de efecto invernadero en la gestión de los ciclos hídrico y energético. Lo anterior viene sustentado y reflejado en las distintas conclusiones del Protocolo de Kioto y de la Cumbre del Cambio Climático de París. El tratamiento de este trinomio es vital y a la vez complejo; el presente trabajo tiene como objetivo la elaboración de una matriz de análisis de viabilidad en la implantación de energías renovables dentro de las depuradoras pertenecientes a Las Palmas de Gran Canaria, consiguiendo, con ello, un tratamiento intrínseco de los tres factores objeto a estudio. Al haber una seria cantidad de estaciones de agua residuales en la isla, el estudio se acotó a las depuradoras que opera el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (organismo adscrito al cabildo que explota gran parte de las depuradoras de la isla). Para llevar a cabo dicho análisis en las estaciones, se realiza una recopilación y screening de datos de cada una de las mismas con el fin de obtener sus respectivas características climatológicas. La información propia de la ubicación geográfica, potencial fotovoltaico, radiación solar y régimen de viento, entre otros, se ha obtenido del programa informático “GRAFCAM” en el que se encuentra expuesta la cartografía canaria (GRAFCAN 2017). Posteriormente se hace un análisis de cada tecnología renovable susceptible de ser aplicada en las plantas, haciendo una clara diferenciación entre las tecnologías internas a la planta (tratamiento de lodos y micro-hidráulica) y tecnologías externas a la planta (eólica, hidráulica y fotovoltaica). Los resultados obtenidos en cada una de las tecnologías son recopilados en la matriz de trabajo que confirma la clara aplicación de todos los recursos renovables, así como identifica el grado de implantación de cada una de las tecnologías en cada una de las depuradoras.

Palabras clave

Energías renovables; depuradoras; Gran Canaria; cambio climático.