

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2023

Ciência e Tecnologia

Para o Desenvolvimento
Ambiental, Cultural
e Socioeconômico

Xosé Somoza Medina
(organizador)

VOL II

 EDITORA
ARTEMIS
2023



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Xosé Somoza Medina
Imagem da Capa	peacestock/123RF
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.^ª Dr.^ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.^ª Dr.^ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.^ª Dr.^ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.^ª Dr.^ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.^ª Dr.^ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godinez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^ª Dr.^ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.^ª Dr.^ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal



Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana*, Cuba
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University*, Russia
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León*, Espanha

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciência e tecnologia para o desenvolvimento ambiental, cultural e socioeconômico II [livro eletrônico] / Organizador Xosé Somoza Medina. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilingue

ISBN 978-65-87396-76-7

DOI 10.37572/EdArt_270223767

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Tecnologia – Aspectos ambientais. I. Somoza Medina, Xosé.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



**EDITORA
ARTEMIS**

2023

Editora Artemis

Curitiba-PR Brasil

www.editoraartemis.com.br

e-mail: publicar@editoraartemis.com.br

PRÓLOGO

Este libro presenta una colección de artículos de investigación que bajo distintos ámbitos de conocimiento realizan avances de interés en la ciencia y la tecnología. La sociedad del siglo XXI se distingue de la de épocas pretéritas por su capacidad analítica. A diferencia de lo que ocurría en otras épocas, en nuestro mundo contemporáneo tenemos demasiada información y avanzar en el conocimiento significa realizar una investigación original sobre otros antecedentes previos y analizar una gran cantidad de datos para poder extraer conclusiones que signifiquen un desarrollo, un avance entre la situación anterior y la posterior, aunque sea a pequeña escala en un contexto local y en un ámbito científico muy concreto. La suma de miles de esos pequeños avances y la interconexión mundial sostienen a la ciencia y la tecnología del siglo XXI.

Este es el objetivo de este libro, realizar avances en la ciencia y la tecnología para el desarrollo ambiental, cultural y socioeconómico, desde un posicionamiento académico, comprometido con el rigor científico y el desarrollo del ser humano.

Para ello se han compendiado veinticuatro artículos de investigación en dos apartados, ciencia y tecnología. En el primer conjunto nos encontramos con artículos que desde las ciencias ambientales o las ciencias sociales realizan propuestas de mejora de aspectos concretos sobre hidrología, regeneración de suelo agrícola, cuidado ambiental, recursos humanos, ciudades igualitarias o paisajes culturales.

En el segundo bloque, se agrupan trabajos de ingeniería química, ingeniería industrial o ingeniería forestal que relatan avances en distintas tecnologías, relacionadas con el biogás de los vertederos de residuos, los usos de nuevos materiales sintéticos, la química de determinados productos y su toxicidad, o las características bioestructurales de la madera de roble.

Xosé Somoza Medina
Universidad de León, España

SUMÁRIO

I CIENCIAS PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIOECONÓMICO

CAPÍTULO 1..... 1

EL RÍO NAZAS COMO SOLUCIÓN BASADA EN LA NATURALEZA PARA LA COMARCA LAGUNERA

Ana Cecilia Tobías Estrada

José Avidán Bravo Jácome

Alejandra Peña García

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237671

CAPÍTULO 2..... 19

SIMULACIÓN Y PRONÓSTICO DE CAUDALES DIARIOS DEL RÍO AMAZONAS (TAMSHIYACU) USANDO MODELO HÍBRIDO WAVELET REDES NEURONALES

Lucio Vergara Saturno

Waldo Sten Lavado-Casimiro

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237672

CAPÍTULO 3..... 38

BIORESTORATION OF AN AGRICULTURAL SOIL IMPACTED BY WASTE MOTOR OIL

Monserrat Torres-Olaya

Juan Luis Ignacio-De la Cruz

Gabriel Gallegos-Morales

Juan Manuel Sánchez-Yáñez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237673

CAPÍTULO 4..... 50

CARBONO ORGÁNICO SECUESTRADO EN SISTEMAS AGROFORESTALES EVALUADOS EN EL CANTÓN MEJÍA, PICHINCHA, ECUADOR

R. A. Ramos Veintimilla

C. M. Nieto Cabrera

J. R. Limongi Andrade

F. M. Romero Mancero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237674

CAPÍTULO 5..... 65

CREATIVIDAD, INGENIO Y EDUCACIÓN PARA TRANSFORMAR EN VALOR LOS RESIDUOS GENERADOS DE LA PODA DE ÁRBOLES; EL CASO DEL PROSOPIS GLANDULOSA (MEZQUITE)

José Melero-Oláguez
Argelia Melero-Hernández
Jorge Murillo-Romo
Arturo Murillo-Herrera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237675

CAPÍTULO 6..... 74

PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y FOMENTO DE LA CULTURA DE CUIDADO AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE SAN JUAN ATZOMPA, PUEBLA, MÉXICO

Sergio Alberto Vega Cisneros
Fabiola Mendoza Morales
Rosa María Canalizo Bravo
M.A. Claudia Domínguez Olmos
M.A. Rosario Mejía Ramírez
M.A. Adalit Arias Aragón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237676

CAPÍTULO 7..... 80

EMPRENDEDORISMO 360°

Luis Alberto Ynfante

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237677

CAPÍTULO 8..... 89

ELEMENTOS CLAVES PARA LA PROFESIONALIZACIÓN DEL RECURSO HUMANO EN ORGANISMOS OPERADORES DE MÉXICO

Carlos Alejandro Hernández Morales
Daniel Salas Limón

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237678

CAPÍTULO 9..... 102

ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ESCOLAR MODALIDAD VIRTUAL Y PRESENCIAL EN LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE FÍSICA BÁSICA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE

Mayté Cadena González

María Alejandra Sarmiento Bojórquez

Juan Fernando Casanova Rosado

 https://doi.org/10.37572/EdArt_2702237679

CAPÍTULO 10..... 115

MEJORAMIENTO DE LA FUERZA DE TRABAJO UTILIZANDO SIMULACION

Jorge Tomás Gutiérrez Villegas

María Leticia Silva Ríos

Edgar Omar Gutiérrez Villegas

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376710

CAPÍTULO 11..... 125

LA PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LAS CIUDADES ESPAÑOLAS. UN ANÁLISIS EXPLORATORIO

Bárbara Atanes Delgado

Xosé Somoza Medina

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376711

CAPÍTULO 12..... 149

UN SENDERO CON TERRITORIALIDAD LOCAL EN LA QUEBRADA DE EL TALA, VALLE DE CATAMARCA

Ezequiel Fonseca

Claudio Caraffini

Cristian Melián

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376712

II TECNOLOGÍAS PARA PARA EL DESARROLLO AMBIENTAL, CULTURAL Y SOCIOECONÓMICO

CAPÍTULO 13..... 158

ESTUDIO DE MODELOS MATEMATICOS PARA CALCULO DEL BIOGAS PRODUCIDO EN UN VERTEDERO

Sandra Maria Martinez

Patricia María Albarracin

Luis Francisco Garcia

Santiago Ezequiel Torres

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376713

CAPÍTULO 14..... 164

TECNOLOGÍA BTS-MP_{DRY} PARA LA LIMPIEZA DEL BIOGÁS. UNA FORMA EFICIENTE DE ELIMINAR COMPONENTES PELIGROSOS DEL BIOGÁS DE VERTEDEROS

Joaquín Reina Hernández

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376714

CAPÍTULO 15..... 174

GEOPOLÍMEROS: EL AVE FENIX DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN EMERGENTES Y SU APLICACIÓN EN LA REMEDIACIÓN AMBIENTAL

Luis Felipe Rodríguez Alfaro

Edith Luévano Hipólito

Leticia Myriam Torres Martínez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376715

CAPÍTULO 16..... 185

MACROPOROUS SILICON STRUCTURES IN 700 NM AND 500 NM

Angel Rodríguez

Didac Vega

Jordi Llorca

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376716

CAPÍTULO 17..... 198

PARTIAL REPLACEMENT OF SODIUM CHLORIDE BY POTASSIUM CHLORIDE IN GREEN TABLE OLIVES. LOOKING FOR A HEALTHY AND ECONOMIC ALTERNATIVE IN ARGENTINA

Mariela Beatriz Maldonado

Leonel Lisanti

Ariel Márquez

Noemi Graciela Maldonado

Pablo Enrique Martín

Daniela Adriana Barrera

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376717

CAPÍTULO 18..... 207

ENSAYOS DE PUESTA A PUNTO PARA ESTUDIOS DE DIFUSIÓN DE ARSÉNICO EN *DAUCUS CAROTA*

Oscar Daniel Galvez

Mariela Beatriz Maldonado

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376718

CAPÍTULO 19 **216**

TOXIC EFFECTS OF CONSTITUENTS OF THE FERN *STICHERUS QUADRIPARTITUS* AGAINST *SPODOPTERA FRUGIPERDA* AND *PLODIA INTERPUNCTELLA*

Fernando Livio Corzo

Susana Beatriz Popich

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376719

CAPÍTULO 20 **228**

ANÁLISIS DE CASO EN EL CAMPO DE LA INGENIERÍA HACIENDO USO DE TÓPICOS DE LAS CIENCIAS BÁSICAS. UN ENFOQUE BASADO DISEÑO INSTRUCCIONAL

Alejandro Armando Hossian

Emanuel Maximiliano Alveal

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376720

CAPÍTULO 21 **245**

SUPPLEMENTARY FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) FOR SAFETY APPLICATION STANDARDS DIN EN ISO 13849 SAFETY FUNCTION-FMEA

Christa Düsing

David Prust

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376721

CAPÍTULO 22 **264**

REACCIÓN DE ESPECIES FORESTALES DE ULTRA-RÁPIDO CRECIMIENTO A PODA TOTAL, EN ESTEPA ESPINOSA MONTANO BAJO, ECUADOR

R. A. Ramos Veintimilla

A. S. Guanaga Paredes

F. A. Sigcha

F. M. Romero Mancero

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376722

CAPÍTULO 23 **279**

INFLUENCIA DE LA PARED CELULAR EN LA DENSIDAD DE LA MADERA DE ROBLE (*Quercus robur* L.)

Guillermo Riesco Muñoz

Andrés Remacha Gete

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376723

CAPÍTULO 24288

EMERGENCY REMOTE TEACHING IN PROCESS SIMULATION USING DWSIM: A
CASE STUDY FROM DIQ-UMAG, CHILEAN PATAGONIA

Daniela Navarro-Pérez

Juan C. Moreno-Díaz

Pedro Simeone-Barrientos

 https://doi.org/10.37572/EdArt_27022376724

SOBRE O ORGANIZADOR.....312

ÍNDICE REMISSIVO313

TECNOLOGÍA BTS-MP_{DRY} PARA LA LIMPIEZA DEL BIOGÁS. UNA FORMA EFICIENTE DE ELIMINAR COMPONENTES PELIGROSOS DEL BIOGÁS DE VERTEDEROS

Data de submissão: 08/02/2023

Data de aceite: 20/02/2023

Joaquín Reina Hernández

Biogas & Gases Technologies

Dpto. Bioenergía

Dr. Ingenieros Industrial

Barcelona España

<https://orcid.org/0000-0001-6351-6678>

RESUMEN: En el presente trabajo se explica la tecnología BTS-MPdry para la limpieza de biogás. El trabajo se centra en la limpieza del biogás para eliminar todos los compuestos peligrosos para su uso como biocombustible. Para ello, se ha diseñado, construido y puesto en marcha una planta para este fin. En la planta se combinan diferentes operaciones unitarias (enfriamiento, secado, adsorción de carbón activo y lavado y filtración) que entregan un alto nivel de limpieza del biogás. La planta se puede dividir en dos partes: Limpieza gruesa. Esta primera está relacionada con la eliminación de vapor de agua e hidrocarburos pesados, así como cierta cantidad de siloxano principalmente tipo D₄ y D₅ y la segunda. Limpieza fina relacionada con la eliminación

de siloxanos y H₂S y también compuestos orgánicos volátiles. Los resultados muestran la efectividad de estas tecnologías para la eliminación de contaminantes del biogás cuyos valores son superiores en todos los casos al 98% de remoción.

PALABRAS CLAVES: Biogás. Tecnologías. Purificación. Siloxanos. Vertederos.

BTS-MP-DRY. TECHNOLOGY FOR BIOGAS CLEANING. AN EFFICIENT WAY TO REMOVE DANGEROUS COMPONENTS FROM BIOGAS COMING FROM LANDFILLS

ABSTRACT: In the present work is explained the BTS-MPdry technology for biogas cleaning. The work focuses on the biogas treatment to remove all dangerous compounds for its use as biofuel. For it, it has been designed, built and startup a plant for this aim. The plant is combined different unit operations (cooling, drying, active carbon adsorption, scrubbing and filtration) that deliver an elevated level of cleaning biogas. The facility can be dividing in two parts: The first is related with water vapor and heavy hydrocarbon removal, as well as certain amount of siloxane and the second with siloxanes and H₂S removal and volatile organic compounds. The results show the effectiveness of this technologies for biogas pollutants removal whose values is superior in all cases to 98% of removing.

KEYWORDS: Biogas. Technologies. Purification. Siloxanes. Landfills.

1 INTRODUCCIÓN

El biogás es una mezcla de gases formada principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y trazas de otros componentes como: H_2S , vapor de agua, siloxanos e hidrocarburos, todos perjudiciales para su uso o aplicación. Para un uso adecuado del biogás como biocombustible en equipos de cogeneración o para la producción de biometano, se requiere, por tanto, una limpieza previa para eliminar o reducir todos los compuestos peligrosos antes mencionados con el fin de garantizar la vida útil de la máquina utilizada para esta aplicación. El objetivo del trabajo es describir la tecnología BTS-MPdry, su desarrollo y aplicación para la limpieza de biogás, como una planta multipropósito para la limpieza del biogás, donde se combinan varias técnicas de remoción de componentes perjudiciales. Entre ellas, secado por enfriamiento, enfriamiento mecánico, lavado con su propio condensado y adsorción en carbón activo como etapa de refinado del biogás, lo cual permite obtener un biogás con un alto grado de limpieza minimizando el contenido de energía.

Actualmente aparece de dos tipos de biogás según su fuente de producción u origen.

Biogás de sistemas no controlados, es decir, se produce de forma natural. Por ejemplo, el biogás vertederos. Este tipo de biogás se caracteriza por la presencia de humedad (vapor de agua), siloxanos, hidrocarburos pesados y halogenados y en ocasiones sulfuro de hidrógeno (H_2S).

Biogás de sistemas controlados, es decir, proceso de digestión anaerobia, en este tipo de procesos existe un control exhaustivo en la producción del biogás. En este caso, se puede seleccionar el proceso, el tipo de reactor de acuerdo al sustrato a tratar, así como las condiciones de operación. En este caso, existe un amplio rango de posibilidades, relacionado con el tipo de proceso y su equipamiento.

La tabla 1 muestra los diferentes tipos de biogás según su origen y efectos de sus componentes.

Gases	Sistemas controlados			Sistemas no controlados	
	Residuos Agrícolas (%)	Lodos de Depuradora (%)	Residuos Industriales (%)	Vertederos RSU (%)	Efecto
Metano	50-80	50-80	50-70	45-65	Combustible
CO_2	30-50	20-50	30-50	34-55	Inerte
Vap H_2O	Saturación	Saturación	Saturación	Saturación	Perjudicial
H_2	0-2	0-5	0-2	0-1	Combustible
H_2S	100-7000 ppm	0-1	0-8	0,5-3000 ppm	Corrosivo
NH_3	50-100 mg/m^3	Trazas	Trazas	Trazas	Corrosivo
CO	0-1	0-1	0-1	Trazas	Combustible
N_2	0-1	0-3	0-1	0-20	Inerte
O_2	0-1	0-1	0-1	0-5	Corrosivo
Siloxanos	NR	0-100 mg/m^3	NR	0-50 mg/m^3	Abrasivo
HCH	NR	Trazas	NR	10-4000 mg/m^3	Perjudicial
NR. No reportados		HCH. Hidrocarburos pesados y halogenados (Cl,F,Br)			

Como se puede observar de la tabla 1 el biogás procedente de procesos controlados presenta alta concentración de metano (CH_4). En muchos procesos desarrollados actualmente llega a alcanzar por encima del 90 %, relativa baja concentración de CO_2 . Elevadas concentraciones de impurezas tales como: sulfuro de hidrógeno (H_2S), amoníaco (NH_3) y siloxanos que están en dependencia del tipo de sustrato que se usa en el proceso de digestión.

Sin embargo, el biogás procedente de proceso no controlado, por ejemplo, vertedero se caracteriza por tener relativa baja concentración de metano (CH_4), relativa alta concentración de CO_2 , altas concentraciones de O_2 y N_2 los cuales merman la posibilidad de obtener un biometano de alta calidad por técnicas tradicionales. En caso de querer obtener un biometano de alta pureza se debe de aplicar tecnologías como la criogénica o la PSA (tamiz molecular) para alcanzar dichos resultados.

Este tipo de biogás también presenta altas concentraciones de hidrocarburos y en ciertos casos elevadas concentraciones de sulfuro de hidrógeno (H_2S) o dióxido de azufre (SO_2) principalmente cuando el residuo que entra al vertedero va cargado de materia orgánica o por la presencia de sulfatos en algún tipo de residuo o lugar de depósito.

Entre los componentes de mayor incidencia negativa en el aprovechamiento energético del biogás generado en vertedero y/o en plantas depuradoras (EDAR/PTAR) están los siloxanos, los cuales producen daños en los motores y equipos, reduciendo, tanto la eficacia de operación, como la vida útil de los mismos por el efecto abrasivo que producen en las partes internas de éstos. Este efecto se debe a la deposición de sílice u óxido de sílice que se produce en las diferentes partes como resultado de la combustión que tiene lugar en la parte interna del motor.

Para muchas aplicaciones y uso del biogás, se debe mejorar la calidad de este gas. Los principales componentes para eliminar son: el H_2S , el vapor de agua, los siloxanos y los hidrocarburos, tanto los halogenados, como los pesados y otros.

Existen actualmente dos grandes métodos de limpieza del biogás y muchas técnicas usadas para este fin, por ahora, el método de combinación de técnicas es el método que mejores resultados reporta dada las características de biogás de ser un gas multicomponente.

El objetivo de este trabajo se centra en el desarrollo de una planta multipropósito para la limpieza de biogás con el fin de eliminar el mayor número de componentes peligrosos de él para su uso o aplicación como materia prima para la producción de energía (electricidad y/o calor) u otros productos como el biometano.

En ella, se combinan diferentes operaciones unitarias de la industria química con el objetivo de obtener una limpieza de biogás de alta calidad, entre ellas se pueden citar: enfriamiento, lavado, filtración y adsorción sobre carbón activo.

2 DESARROLLO

2.2 PROBLEMÁTICA POR RESOLVER. REMOCIÓN DE SILOXANOS

2.2.1 Origen

Entre los componentes de mayor incidencia, tanto en el aprovechamiento energético del biogás, como en su uso para la producción de Biometano están los siloxanos que se encuentran en el biogás generado en plantas depuradoras de aguas residuales (EDAR) y vertederos. Estos componentes producen daños en las máquinas y tecnologías empleadas para su valorización, reduciendo la vida útil de las mismas por el efecto abrasivo y de deposición (película) que producen en las partes internas de éstos, lo que conlleva el aumento del coste de operación por los reiterados cambios y sustitución de aceites y partes interna de las mismas.

Los siloxanos son compuestos creados por el hombre y se aplican en muchos productos industriales como cosméticos, alimentos, aditivos para plásticos, productos de limpieza, etc.

Los siloxanos son una familia de compuestos orgánicos formados por cadenas lineales o cíclicas de silicio, oxígeno y grupos metilos. Son fabricados en un abanico de formas, entre los que se incluyen fluidos de alta y baja viscosidad, gomas, elastómeros y resinas, se encuentran en cantidades significativas en una amplia y variada gama de productos domésticos, tales como detergentes, champús, desodorantes, pastas dentífricas, cosméticos, entre otros.

La mayoría de ellos se volatilizan rápidamente a la atmósfera y con el tiempo se degradan en dióxido de carbono, sílice y agua. Pero algunos, no obstante, acaban en las aguas residuales y en los sólidos urbanos de desguace y se produce su inevitable acumulación en vertederos y depuradores, donde se consideran uno de los contaminantes más difíciles de controlar.

Estos son compuestos orgánicos formados por siliconas, oxígeno y grupos metilos con unidad estructural $-(CH_3)_2SiO$, y peso molecular típicamente en el rango comprendido entre 150 a 600. Su solubilidad en agua decrece con el aumento de su peso molecular y éstos pueden ser volátiles o no.

2.2.2 Efecto

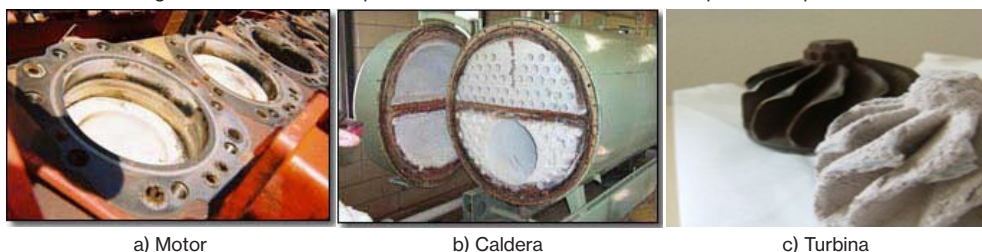
Las siliconas a diferencias de los sulfuros no reaccionan con el agua para formar ácidos; sin embargo, durante la combustión las moléculas de siloxanos se rompen liberando oxígeno y silicio; esta última se combina con otros elementos formando silicatos, sílice y otros

compuestos cristalinos que se depositan en la cámara de combustión (fundamentalmente en la parte alta de la camisa), en las culatas y en las caras de las válvulas.

Estas incrustaciones provocan el desgaste por abrasión de diferentes partes internas de los motores.

La figura 1 muestra las incrustaciones que causan los siloxanos en diferentes tipos de máquinas.

Figuras 1. Incrustaciones que causan los siloxanos en diferentes tipos de máquinas.



El contenido de siliconas permisibles para un buen funcionamiento de los motores de generación no debe exceder por lo general $< 1 \text{ mg/Nm}_3$, aunque cada fabricante de máquina pone sus límites. Un contenido superior indicará posibles problemas de deposición de sílice, y con ello, el quemado de válvulas de escape, pérdidas de holguras y por tanto fugas de aceite de lubricación.

En el caso de las turbinas a biogás, dado que operan a altas velocidades de rotación, es decir, por encima de las 10.000. rpm requieren un balanceado, tanto estático, como dinámico de sus partes móviles muy preciso, estas disposiciones de siloxanos pueden crea descompensaciones bastantes serias en las mismas llegando a acusar importantes averías.

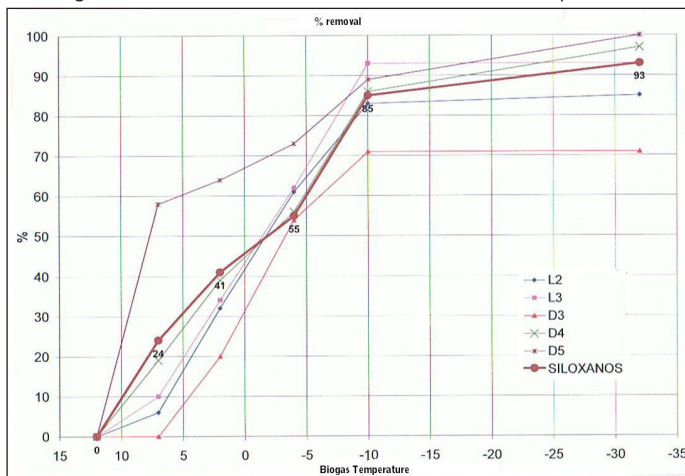
2.2.3 Tratamientos

Los sistemas actuales para la eliminación de dichos compuestos para evitar daños mecánicos y operativos en las diferentes máquinas involucradas en la producción de energía utilizan técnicas que poseen por lo general una o dos etapas, entre las cuales se pueden citar: el enfriamiento, subenfriamiento, la adsorción en carbón activo/silicagel, filtros de grafito, determinados tipos de resinas, membranas, el lavado con ciertos reactivos (metanol, ácido sulfúrico, mezcla de hidrocarburo, etc.).

Una técnica de amplio espectro en la limpieza del biogás es el sistema de enfriamiento condensación pues permite, además de eliminar humedad en forma de vapor de agua, elimina cierto tipo de siloxanos principalmente los de estructura cíclicas,

es decir, los tipos D. La figura 2 muestra la influencia de la temperatura en la eliminación de siloxanos. Según este gráfico cuando el biogás se enfría hasta los 2 °C de temperatura, se puede llegar a conseguir hasta un 40 % o más de eliminación de los siloxanos presentes en el biogás en dependencia del tipo/familia de siloxanos.

Figura 2. Reducción del contenido de siloxanos con la temperatura.



2.3 DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La tecnología para la purificación del biogás BTS-MPdry cuenta con un conjunto de equipos y dispositivos que interconectados entre sí permiten eliminar por medio físico (mecánico, térmico y químico-físico), el contenido de humedad, reducir el nivel de siloxanos, hidrocarburos pesados y trazas H_2S hasta valores adecuados para su uso en la generación de electricidad o calor con mínimo consumo de energía y adsorbente. La tecnología está completamente automatizada y cuenta con un panel de control dónde se visualizan diferentes variables de operación como: temperatura, flujo, presión y humedad.

La tecnología BTS-MPdry dispone de lavador-recuperador, intercambiador de calor y filtro de carbón activo como etapa de refinado. El lavador-recuperador es una parte importante de la tecnología, debido a, que permiten tener un menor consumo de energía térmica y al mismo tiempo acondiciona el biogás para que ingrese al filtro de carbón activo en cuanto a temperatura y humedad relativa HR.

De esta manera se recupera alrededor de un 15 hasta un 30 % de la energía para la limpieza del biogás que se requiere para la operación de secado vía enfriamiento condensación. Este nivel de recuperación depende de la temperatura del biogás y el caudal involucrado. Mediante este método se reduce la cantidad de carbón activo para la limpieza del biogás o se alarga la vida útil del mismo debido al acondicionamiento previo

que experimenta el biogás antes de entrar al filtro, al mismo tiempo se reduce el costo de operación de la tecnología, aspecto clave en la economía del proceso.

Otro aspecto importante de la tecnología es la posición vertical de los equipos intercambiadores de calor (enfriamiento y recuperador) que por su posición mejora el coeficiente de transferencia de calor y facilita el drenaje del condensado hacia el fondo. Esto minimiza la posibilidad de que el condensado que se forma se congele en los tubos en la temporada de invierno donde la temperatura puedes llegar alcanzar valores bajo cero (0°C) debido a que el tiempo de permanencia del condensado en tubo es corto debido a la fuerza de gravedad y a la fuerza de empuje del propio flujo del gas.

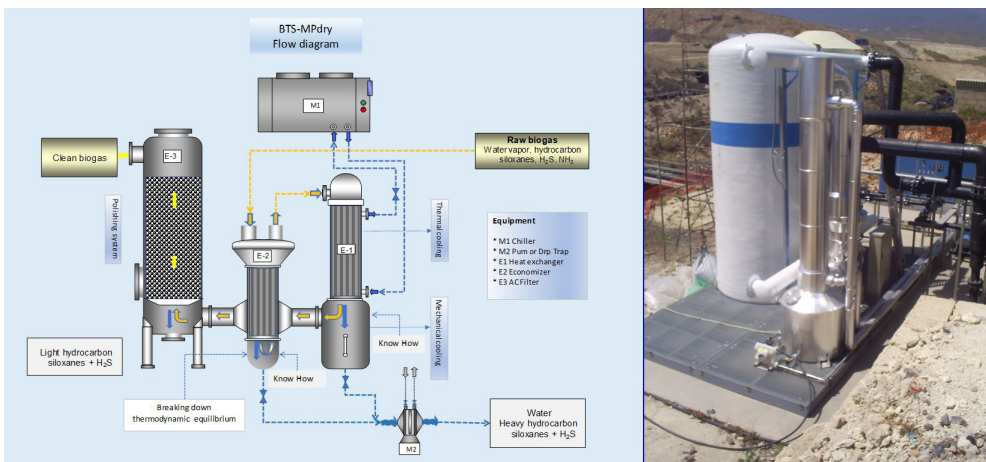
La planta se puede dividir en dos partes. La primera relacionada con la remoción bruta.

Esta etapa consiste en eliminar fundamentalmente vapor de agua, hidrocarburos pesados, partículas y cierta cantidad de siloxano, generalmente los del tipo D_4 y D_5 (estructuras cíclicas) enfriando hasta 2°C . Figura 2 y 3.

La segunda parte relacionada con la eliminación fina (pulido), es decir, de ciertos componentes del biogás como los siloxanos de estructura lineal (tipo L), traza H_2S e hidrocarburos de bajo peso molecular por adsorción sobre carbón activado. En este paso juega un papel fundamental la correcta selección del carbón activado y la velocidad del gas en el lecho de carbón activado para alcanzar un adecuado tiempo de retención. La figura 3 muestra las etapas de la tecnología desarrollada.

La figura 3 muestra el diagrama de flujo y una foto de la planta construida para el vertedero de Arico-Tenerife- Isla Canarias que explota la entidad Urbaser.

Figura 3. Diagrama de flujo. Tecnología BTS-MPdry Vertedero e Arico Tenerife. Cortesías de BGasTech.



2.4 DISEÑO DE TECNOLOGÍA. BTS-MPDRY

La tecnología desarrollada por el grupo BGasTech para la eliminación de tales compuestos es una tecnología basada en la combinación de operaciones y denominada tecnología multipropósito por las diferentes tareas que desempeña para la limpieza del biogás. En ella, se combinan diferentes operaciones unitarias de la industria química con el objetivo de obtener una limpieza de biogás de alta calidad, entre ellas se pueden citar: enfriamiento (térmico y mecánico), condensación, lavado con el propio condensado, filtración y adsorción sobre carbón activo.

La tecnología fue desarrollada para el Vertedero de Arico-Tenerife. Islas Canarias en el 2008 para dar solución a la problemática antes planteada.

Para el diseño y selección de equipos de la tecnología para la limpieza del biogás se desarrollaron diferentes analíticas relacionadas con la composición del biogás y tomas de datos como: flujo de biogás a tratar, presión y temperatura de trabajo. Para poder comparar los resultados que reporta la tecnología y poder conocer su eficacia se desarrollaron también analíticas del gas después de instalar la tecnología.

La comparativa entre las analíticas permite conocer que componentes se deben eliminar y el grado de eliminación de los componentes perjudiciales en el flujo del biogás una vez aplicada la tecnología, así como conocer la eficacia de eliminación alcanzada por está según las condiciones de operación establecidas. Esta analítica también es útil para conocer el tipo de adsorbente a utilizar, en caso del uso de carbón activo, su cantidad y el tiempo de vida útil del mismo. Los filtros de carbón activo son dos (2) de doble lecho y trabajan en paralelo, es decir, mientras uno opera el otra está en parada y/o recambio del medio filtrante.

La tecnología se ha concebido para trabajar en la línea de aspiración, es decir, antes de los soplantes de biogás lo que garantiza que el biogás que entra a la soplante es un biogás limpio lo que garantiza el buen funcionamiento y el cumplimiento de la vida útil de estas maquinas que son el corazón del sistema de captación del biogás del vertedero.

Las condiciones de diseño se muestran en la tabla 2. La temperatura de enfriamiento del biogás se estableció en 2 °C que de acuerdo con la figura 1 permite reducir la humedad del biogás y a su vez el porcentaje de siloxanos hasta un valor cercano al 40 % principalmente los del tipo D₄ y D₅ (cadena cíclica) mayoritarios en el biogás de vertederos.

3 RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en la aplicación práctica de esta tecnología en la limpieza del biogás del vertedero (vertedero de Arico, isla de Tenerife). En

el mismo se presentan a su vez la eficiencia de remoción de cada componente y el ahorro energético que se obtiene con el uso de recuperador de energía (economizador).

Los resultados reportados en la tabla 2 muestran la calidad del biogás alcanzada en su limpieza y el ahorro energético que se obtiene al incorporar el economizador a esta tecnología. Por ello, la calidad del biogás lograda garantizará, por un lado, el buen funcionamiento del sistema de cogeneración y una mejora en la calidad de los gases de escape emitido a la atmósfera por el motor de generación. Todo esto se traduce en la reducción de los costes operativos de todo el sistema de cogeneración, así como, en el cuidado del medioambiente. Por otro lado, al estar ubicada la tecnología antes del sistema de bombeo del biogás (soplantes), corazón de estas instalaciones, se garantiza, tanto una operación segura y estable de estas máquinas, así como, el cumplimiento de su vida útil.

La tabla 2. Resultados alcanzados con la aplicación de la tecnología BTS-MPdry.

Flujo	3.000,00	Nm ³ /h		
Temp _{Entrada}	50 °C			
Presión _{Entrada}	- 200mbar			
Componentes				
	Entrada	Salida	$\eta_{Remoción}$	Ahorro energía
	(mg/Nm ³)	(mg/Nm ³)	%	%
Siloxanos	38	< 1	> 97,3	21
H ₂ S	120	< 1	> 99,2	
BTEX	750	< 5	> 99,3	
Hidrocarburos	3957	< 20	> 99,5	
Peso CA	10.000,00	kg		
Nº Filtros	2			
Vida útil	> 2	meses		
Costo CA	1,9	€/kg		

De la tabla 2 se observa que la eficacia de remoción de los diferentes componentes está en todos los casos por encima del 97 % permitiendo alcanzar valores de concentración de siloxanos en el biogás inferiores al 1 %, así como, menores del 20 % en el caso de los hidrocarburos valores lo que significa que es un biogás que cumple con los estándares para ser utilizado en la producción de energía vía motor a gas.

4 CONCLUSIONES

1. La combinación de técnicas de limpieza como el enfriamiento de diferentes tipos y la adsorción en carbón activado son técnicas que, combinadas, constituyen un método adecuado para tatar gases multicomponentes como el biogás. Con esta combinación de técnica se alcanza una remoción de siloxano superior al 97 % y el porcentaje de remoción de otros componentes algo superior al 99 %.
2. Que el uso del economizador (recuperador-lavador) además de minimizar el consumo energético, permite cierta remoción de componentes tales como: H_2S y NH_3 debido al lavador de borboteo incorporado al mismo y a condiciona el biogás para su entrada a la etapa de filtración lo cual favorece la eficacia de esta operación.
3. El mayor logro de este proyecto ha sido introducir en el mercado de la limpieza del biogás una tecnología multipropósito BTS-MPdry para el tratamiento del biogás, que combinando etapas y a veces de forma simultánea permite eliminar diferentes componentes dañinos del biogás, entregando un biogás de alta calidad constituyendo una materia prima para la producción de energía u otros productos como el Biometano.

REFERENCIAS

Reina Hernández, Joaquin. (2021). El biogás una ecológica y económica fuente de energía. Instalaciones de captación, limpieza y acondicionamiento del biogás. Maquinas, equipos y tecnologías. Barcelona España. Editorial círculo Rojo.

BIOGAS UPGRADING AND UTILISATION. IEA Bioenergy. Task 24: Energy from biological conversion of organic waste.

Reina, J. (2002). Plant for biogas treatment for its use as biofuel. 9º Congreso Mediterráneo de Ingeniería Química. Barcelona- Spain.

Reina, J. (2006). Humedad y siloxanos en el biogás generado en vertederos y depuradoras. 99-100. Infoenviron. Octubre.

Reina, J. (2008). Biolimp-Siloxa. Planta multipropósito para la limpieza del biogás. 85-86. Infoenviron. Julio/agosto.

Reina, J. (2014). Biogas cleaning/conditioning. A requirement for optimal working of CHP Systems. Futureenviro. July-August.

Reina, J. (2015). Los siloxanos en el Biogás. Origen, Efecto y Tratamientos. 30-34. Industria química.

Reina, J. (2018). Estudio de la influencia de la limpieza del biogás en las prestaciones del sistema de cogeneración. Tecnología BTS-Biolimp-MPdry. 40-46. Industria química.

Reina, J. (2020). Cómo afectan los componentes indeseables del biogás (H_2S , Siloxanos e Hidrocarburos) en los auxiliares del motor. Catalizador, silencioso y Chimenea. 64-72. Industria química.

SOBRE O ORGANIZADOR

Xosé Somoza Medina (1969, Ourense, España) Licenciado con Grado y premio extraordinario en Geografía e Historia por la Universidad de Santiago de Compostela (1994). Doctor en Geografía e Historia por la misma universidad (2001) y premio extraordinario de doctorado por su Tesis “Desarrollo urbano en Ourense 1895-2000”. Profesor Titular en la Universidad de León, donde imparte clases desde 1997. En la Universidad de León fue Director del Departamento de Geografía entre 2004 y 2008 y Director Académico de la Escuela de Turismo entre 2005 y 2008. Entre 2008 y 2009 ejerció como Director del Centro de Innovación y Servicios de la Xunta de Galicia en Ferrol. Entre 2007 y 2009 fue vocal del comité “Monitoring cities of tomorrow” de la Unión Geográfica Internacional. En 2012 fue Director General de Rehabilitación Urbana del Ayuntamiento de Ourense y ha sido vocal del Consejo Rector del Instituto Ourenseño de Desarrollo Local entre 2011 y 2015. Ha participado en diversos proyectos y contratos de investigación, en algunos de ellos como investigador principal, con temática relacionada con la planificación urbana, la ordenación del territorio, las nuevas tecnologías de la información geográfica, el turismo o las cuestiones demográficas. Autor de más de 100 publicaciones relacionadas con sus líneas de investigación preferentes: urbanismo, turismo, gobernanza, desarrollo, demografía, globalización y ordenación del territorio. Sus contribuciones científicas más importantes se refieren a la geografía urbana de las ciudades medias, la crisis del medio rural y sus posibilidades de desarrollo, la evolución del turismo cultural como generador de transformaciones territoriales y más recientemente las posibilidades de reindustrialización de Europa ante una nueva etapa posglobalización. Ha participado como docente en masters y cursos de especialización universitaria en Brasil, Bolivia, Colombia, Paraguay y Venezuela y como docente invitado en la convocatoria Erasmus en universidades de Bulgaria (Sofía), Rumanía (Bucarest) y Portugal (Porto, Guimarães, Coimbra, Aveiro y Lisboa). Ha sido evaluador de proyectos de investigación en la Agencia Estatal de Investigación de España y en la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Como experto europeo en Geografía ha participado en reuniones de la Comisión Europea en Italia y Bélgica. Impulsor y primer coordinador del proyecto europeo URBACT, “come Ourense”, dentro del Programa de la Unión Europea “Sostenibilidad alimentaria en comunidades urbanas” (2012-2014). Dentro de la experiencia en organización de actividades de I+D+i se pueden destacar la organización de diferentes reuniones científicas desarrolladas dentro de la Asociación de Geógrafos Españoles (en 2002, 2004, 2012 y 2018).

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimiento energético 158

Agricultura 1, 2, 3, 4, 6, 9, 16, 52, 226, 276

Agua 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 35, 66, 72, 83, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 97, 99, 100, 101, 152, 153, 154, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 175, 179, 180, 208, 209, 281, 282, 283

ANN 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 37

Arqueología 149, 151, 156, 157

Arsénico 207, 208, 209, 210, 213, 214, 215

B

Bioenergía 158, 164

Biogás 84, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Biomasa 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 64, 83, 84, 158, 266, 269, 271, 277, 278

C

Cauce 1, 5, 6, 7, 11, 15, 16, 17

Caudal mínimo 1, 10, 28

Cementos alternativos 174

Ciudad igualitaria 125, 126, 127, 144

Coahuila 1, 2, 3, 5, 7, 14, 18, 38

Comarca Lagunera 1, 2, 3, 4, 6, 15, 16, 17, 18

Conservación 2, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 64, 74, 75, 77, 78, 90, 91, 92, 232, 234, 235

COVID-19 86, 102, 103, 113, 114, 288, 289, 290, 291, 308, 309, 311

Cuenca 1, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 27, 154

Cultura ambiental 65, 74, 75, 78

D

Daucus carota 207, 208, 209, 213, 215

Dendroenergía 265

Densidad anhidra 279, 283, 284, 285

Densidad básica 279, 283, 284, 285

Densidad de la pared celular 279, 281, 282, 283, 284, 285, 286

Derechos 1, 2, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 90, 128, 130

Desarrollo cognitivo 228, 243
Desarrollo de competencias 89, 95
Desarrollo local 80
Difusión 77, 86, 207, 209, 213, 214
DIN EN ISO 13849 245, 262
Diseño de productos 65
Diterpenoids 216, 218, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227
Durango 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 296, 311
DWSIM 288, 289, 290, 292, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310

E

Economía 4, 64, 66, 69, 73, 80, 82, 91, 151, 158, 170, 174, 176, 177, 178, 179, 181, 276
Economía circular 66, 69, 73, 158, 174, 176, 177, 178, 179, 181
Ecosistema 1, 2, 4, 9, 10, 12, 16, 80, 81
Educación 15, 18, 65, 67, 80, 83, 85, 87, 88, 90, 93, 97, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 113, 114, 124, 125, 135, 137, 145, 289, 309, 310, 311
E-learning 102, 103, 107, 113, 114
Electrochemical etching 185, 186, 196, 197
Emprendedorismo 80, 81, 82, 83, 85, 86, 88
Endophytic bacteria 39
Energía 21, 72, 80, 81, 84, 85, 88, 158, 159, 160, 162, 165, 166, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 179, 180, 228, 232, 233, 234, 235, 238, 240, 266, 278
Energías renovables 67, 80, 81, 83, 85, 88, 159, 160
Espacio 50, 53, 86, 103, 104, 108, 137, 140, 141, 142, 143, 147, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 237
España 18, 87, 88, 112, 125, 127, 128, 131, 135, 136, 139, 140, 144, 146, 147, 156, 164, 173, 243, 279

F

Failure Mode and Effects Analysis 245, 262
Feminismo en la ciudad 125
FMEA 245, 246, 249, 250, 253, 254, 255, 257, 259, 260, 261, 262, 263
Fuerza de trabajo 115, 120
Functional foods 199

G

Gas sensors 185, 186, 189

Geopolímeros 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Gestión 1, 2, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 66, 74, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 99, 100, 101, 108, 114, 125, 136, 145, 159, 178, 311

Gestión educativa 89

Grado de terneza 207, 209, 211, 212

H

Híbrido 19, 21, 26, 30, 33, 34, 264, 267, 270, 271, 278

Historia 18, 125, 126, 147, 149, 151, 155, 156, 157

Hydrocarbons 39, 43, 45, 48

I

Instrucción 228, 229, 230, 231, 233, 237, 243

L

Laguna 1, 3, 4, 7, 18, 48, 73

Lepidoptera 216, 217, 225, 226, 227

Lethal and sublethal effects 216, 225, 227

Líneas de producción 115, 118, 121, 122, 123

M

Macroporous silicon 185, 186, 187, 188, 189, 190, 192, 196, 197

Materiales inteligentes 174, 181

Mathematical modeling 199, 201, 202

Medio ambiente 1, 2, 4, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 64, 73, 78, 79, 81, 85, 88, 90, 132, 133, 134, 159, 163, 174, 181

Métodos de trabajo 115, 118, 121, 122, 123

Mezquite 65, 66, 67, 68, 69, 73

Mid Infrared 185, 190, 197

Mineralization 39, 40, 43, 47, 208

Modelo matemático 22, 228, 231, 233, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 241

Modelos de simulación 115, 116, 124

Municipio 4, 6, 66, 74, 75, 76, 77, 135, 138, 158, 160, 161

O

Olives 198, 199, 200, 201, 202, 203, 205, 206

P

Perspectiva de género 125, 126, 127, 130, 131, 132, 134, 136, 138, 143, 144, 145, 146, 147

Plants 38, 39, 41, 47, 216, 217, 227, 265, 277, 292, 300

Poda 65, 66, 67, 68, 264, 265, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275

Porosidad 180, 279, 281, 283, 284, 285, 286

Potassium chloride 199, 200, 201, 205

Presa 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 18

Process simulation 288, 290, 291, 292, 293, 299, 300, 301, 302, 306, 308

Profesionalización en el sector hídrico 89

Programa 10, 19, 54, 63, 66, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 89, 91, 92, 95, 97, 98, 99, 103, 116, 137, 140, 161, 268, 276, 283

Pronóstico a corto plazo 19

Propiedad física 279

Purificación 164, 169

R

Recepa 264, 265, 269, 275

Remediación ambiental 174

Remote emergency teaching 288

Rendimiento escolar 102, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114

Residuos sólidos 65, 158, 159, 160, 163

Residuos sólidos urbanos 158, 159, 160, 163

Riego 1, 3, 4, 5, 7, 13

Río 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 28, 30, 34, 150, 152, 218, 226

Río Amazonas 19, 21, 27, 28, 30, 34

S

Safety Function-FMEA 245

Secuestro de carbono 51, 52, 59

Sendero 149, 150, 151, 153, 154, 155

Servicio ambiental 51, 52, 60, 61

Siloxanos 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173

Silvicultura 265
Sistema agroforestal 51, 61, 62, 64
Soil 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 51
Sticherus quadripartitus 216, 217, 218

T

Tecnologías 4, 82, 107, 140, 158, 159, 164, 166, 167, 173, 180, 312
Teorías prescriptivas 228
Tiempo de cocción 207, 209, 211, 212, 214
Tierra 1, 51, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 66, 154, 156
Transformación 65, 137, 138, 149, 152, 158, 281, 309
Transformada wavelet 19, 21, 24, 30

U

Urbanismo no sexista 125

V

Vertederos 158, 160, 164, 165, 167, 171, 173

Y

YouTube channel 288, 290, 299, 300, 302, 304, 306, 310