



# JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA 2020 “50° ANIVERSARIO”

**23 Y 24 DE SEPTIEMBRE 2020**  
**UTN FACULTAD REGIONAL SAN FRANCISCO**

**Jornadas de Ciencia y Tecnología 2020**

**“50 aniversario”**

de la

Universidad Tecnológica Nacional,

Facultad Regional San Francisco

Memoria de Trabajos

## **Autoridades**

### **Universidad Tecnológica Nacional – República Argentina**

**Rector:** Ing. Héctor Eduardo Aiassa

**Vicerector:** Ing. Haroldo Tomás Avetta

### **Facultad Regional San Francisco – UTN**

**Decano:** Ing. Esp. Alberto Toloza

**Vice Decano y Director Dpto. Ingeniería en Sistemas de Información:** Ing. Esp. Gabriel Cerutti

**Subsecretaria General y Coordinadora Ingeniería Industrial:** Ing. Carolina Apendino

**Secretario Académico:** Ing. Juan Calloni

**Secretario de Extensión Universitaria y Cultura:** Ing. Adrián Pagliano

**Secretaria de Ciencia y Tecnología:** Dra. Alfonsina E. Andreatta

**Secretario Administrativo:** Ing. Cesar D. Mina

**Secretario de Asuntos Estudiantiles:** Ing. Paulo Gianoglio

**Subsecretario de Vinculación Tecnológica:** Ing. Javier Saldarini

**Subsecretario de Posgrado:** Mag. Oscar Rete

**Subsecretaria de Planeamiento Académico:** Lic. Vanina Fraire

**Subsecretario de Tec. de la Comunicación y la Información:** Ing. Sergio Felissia

**Directora de Recursos Humanos:** Tca. María Angélica Navarro

**Directora Académica:** Tca. Analía Armando

**Directora Administrativa:** Lic. Patricia Marchetti

**Director de mantenimiento y servicios generales:** Tco. Froilán Juan Gimenez

**Director Dpto. Ingeniería Electromecánica:** Ing. Ernesto Galiano

**Director Dpto. Ingeniería Electrónica:** Mag. Gastón C. Peretti

**Directora Dpto. Ingeniería Química:** Ing. Paula Garnero

**Director Dpto. Licenciatura en Administración Rural:** Cdor. Daniel Roberto Ricci

**Director Dpto. de Materias Básicas:** Ing. Gustavo Yoaquino

**Organiza:**



## **MIEMBROS DEL COMITÉ ORGANIZADOR**

Alfonsina Ester Andreatta

Claudia del Valle Mercol

Jessica Pamela Pettiti

Carina Beatriz Fernández

## **MIEMBROS DEL COMITÉ ACADÉMICO O CIENTÍFICO**

Ing. Eduardo Galiano

Ing. Paula Garnero

Ing. Gustavo Yoaquino

Mg. Gastón Peretti

Cr. Daniel Ricci

Ing. Gabriel Cerutti

Dr. Diego Martín Ferreyra

Ing. Walter Tonini

Dra. Verónica Nicolau

Dra. María Eugenia Taverna

Ing. Raúl Marlatto

Ing. Matías Raspo

Ing. Emanuel Bernardi

Dr. Javier Redolfi

Mg. Juan Carlos Calloni

Ing. Javier Vignolo

Cra. Maricel Rovasio

Ing. Carolina Apendino

Ing. Stella Baravalle

Ing. Diego Cocconi

Dra. Alfonsina Ester Andreatta

Ing. Guillermo Velazquez

**Jornadas de Ciencia y Tecnología 2020**

**“50 aniversario”**

de la

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad  
Regional San Francisco

**Memoria de Trabajos**

Alfonsina Ester Andreatta, Jessica Pamela Pettiti, Claudia del Valle Mercol,  
Carina Beatriz Fernández  
(Compiladoras)

San Francisco, Córdoba - Argentina, Septiembre de 2020

Jornadas de Ciencia y Tecnología 2020 50 aniversario de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco: 23 y 24 de Septiembre de 2020 / A.E. Andreatta, J.P. Pettiti, C.dV. Mercol, C.B. Fernández; compilado por A.E. Andreatta, J.P. Pettiti, C.dV. Mercol, C.B. Fernández.- 1a ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional San Francisco, 2020.  
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-950-42-0201-1

1. Ingeniería. 2. Ciencias Tecnológicas. I. A.E. Andreatta, J.P. Pettiti, C.dV. Mercol, C.B. Fernández, comp.  
CDD 607.3

Jornadas de Ciencia y Tecnología 2020 “50 aniversario” de la Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional San Francisco  
23 y 24 de Septiembre de 2020

Memorias de trabajo

Diseño de Tapa: María Laura Vaudagna

ISBN 978-950-42-0201-1



# PRÓLOGO

Las Jornadas de Ciencia y Tecnología 2020 “50 aniversario” de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, se presentan en un año muy especial dado que celebra sus 50 años de vida como institución educativa, brindando siempre la mejor calidad y excelencia académica. Además, en esta oportunidad, el contexto mundial de la pandemia por COVID 19 que se expandió sin distinción de razas, idioma, ideología política, situación económica, educación, etc. hizo que las instituciones educativas se tuvieran que reestructurar y adaptar a la virtualidad considerada como la nueva normalidad.

Es así, como la UTN Facultad Regional San Francisco adaptó toda su estructura para poder continuar con las actividades de manera virtualmente normal, y es por ello que en esta oportunidad las Jornadas de Ciencia y Tecnología 2020 “50 aniversario” se presentan en modalidad virtual; más precisamente a través de la plataforma Zoom y mediante transmisión en vivo por el canal de youtube de la Facultad Regional San Francisco. En esta ocasión, los trabajos de investigación se presentarán en modo de póster virtual que abarcarán diversos tópicos sobre una amplia gama de disciplinas de interés para la tecnología y los procesos industriales; además de las charlas de especialistas especialmente seleccionadas en cada una de las temáticas involucradas.

Los principales beneficios esperados son:

- Conocer y generar proyectos conjuntos de investigación coordinados entre distintas áreas especializadas de la Facultad y Facultades vecinas.
- Desarrollo de proyectos de transferencia entre el área académica y la industria.
- Fortalecimiento de las actividades de investigación de los docentes de la Facultad.





# **I. Cronograma de actividades**



## CRONOGRAMA

### MIÉRCOLES 23 DE SEPTIEMBRE

- 13:30hs.** Dra. Alfonsina Andreatta  
Dr. Horacio Leone  
Decano Ing. Alberto Toloza Palabras de bienvenida
- 14hs.** Dra. Yurany Andrea Villada Villada Diseño eficiente de fluidos de perforación en base agua (WBM) con ventajas ambientales, económicas y de performance aplicados a formaciones "shale" de Argentina: estudio de nuevos aditivos poliméricos. **QUÍMICA**
- 14:45hs.** Dr. Juan Manuel Milanesio Obtención de polímeros de producción nacional para su aplicación en recuperación mejorada de petróleo (EOR).
- 15:45hs.** Exposición virtual de posters de Ing. **QUÍMICA** y Lic. **ADMINISTRACIÓN RURAL**
- 16:10hs.** Mg. Marcelo Menezes Morato Control Predictivo Óptimo de Microredes Renovables. **ELECTRÓNICA**
- 17:00hs.** Ing. Gustavo Fabián Zarranz Protección por descargas atmosféricas pararrayos
- 18hs.** Exposición virtual de posters de Ing. **ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**
- 18:20hs** Dra. Verónica Nicolau I+D+i: ¿Del laboratorio a la Industria?

## CRONOGRAMA

### JUEVES 24 DE SEPTIEMBRE

- 13hs.** Prof. Doc. Marlon Dumas Analítica de datos e inteligencia artificial para procesos de negocio. **SISTEMAS**
- 14hs.** Mg. José A. Cascallana Arroyo Introducción a la ciber(in)seguridad industrial y oportunidades.
- 15hs.** Exposición virtual de posters de Ing. en **SISTEMAS de INFORMACIÓN**
- 15:20hs.** Ing. Leonardo Daniel Sánchez ¿Cómo se verifica la seguridad de los productos eléctricos y electrónicos en Argentina? **ELECTROMECAÁNICA**
- 16hs.** Mg. Alejandro Haim Energía Undimotriz - Tecnología Argentina para su aprovechamiento
- 17hs.** Exposición virtual de posters de Ing. **ELECTROMECAÁNICA** y otras **ESPECIALIDADES**
- 17:20hs.** Ing. Micaela Mulassano De las matemáticas a las industrias inteligentes. **INDUSTRIAL**
- 17:50hs.** Ing. Andrés Cuberli Agricultura, deforestación e inundaciones: ¿Es posible aumentar la producción y ser sustentable al mismo tiempo? Experiencia con modelos de simulación de demanda de agua aplicados al Norte Argentino.

## **II. CONFERENCIAS PLENARIAS**

## Diseño eficiente de fluidos de perforación en base agua (WBMs) con ventajas ambientales, económicas y de performance aplicados a formaciones “shale” de Argentina: estudio de nuevos aditivos poliméricos

**Dra. Yurany Andrea Villada Villada**

yvillada@santafe-conicet.gov.ar

Se aborda el diseño de fluidos de perforación en base agua (WBMs) basados en el empleo de nuevos aditivos poliméricos provenientes tanto de fuentes renovables como sintéticas. Los estudios que se presentan incluyen: i) la síntesis y/o aislamiento de los polímeros; ii) el diseño de WBMs con propiedades fisicoquímicas similares a los fluidos de perforación en base aceite (OBMs) utilizados en formaciones shale de Argentina; iii) el efecto de los aditivos poliméricos en las principales propiedades funcionales de los WBMs (reológicas, de filtración, térmicas y estructurales); iv) la evaluación de las interacciones superficiales de los aditivos; y v) el reemplazo de aditivos tradicionalmente utilizados por otros con características ambientalmente más amigables.

Yurany Andrea Villada Villada es Doctora en Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina) e Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia (Sede-Medellín). Durante su formación académica ha incursionado en dos líneas de investigación tales como la “Utilización de Residuos Agroindustriales como Potenciales Adsorbentes para el Tratamiento de Efluentes Coloreados”, y “Nuevos Polímeros para su Empleo como Aditivos en Fluidos de Perforación para Formaciones Shale”. En 2011 trabajó como joven Investigador Colciencias en el tema “Estudio del Proceso de Remoción en Continuo del Colorante Azul de Metileno sobre Cascarilla de Arroz. En 2014 obtuvo una beca doctoral con el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), con la cual desarrolló el tema de investigación “Polímeros Basados en Fuentes Renovables como Aditivos en Fluidos de Perforación en Base Agua para Formaciones Shale de Argentina”. Cuenta con experiencia en investigación y desarrollo de proyectos, diseño de experimentos, caracterización de materiales poliméricos, diseño y caracterización de fluidos de perforación, caracterización y evaluación de polímeros provenientes de fuentes renovables como aditivos en fluidos de perforación para formaciones shale. Actualmente posee una beca posdoctoral con CONICET y continúa con el tema de investigación abordado durante sus estudios doctorales, pero con un enfoque de transferencia tecnológica basada en análisis económicos para su aplicación en la industria.



## Obtención de polímeros de producción nacional para su aplicación en recuperación mejorada de petróleo (EOR)

**Dr. Juan Manuel Milanesio**

juan.milanesio@gmail.com

La producción tradicional primaria y secundaria de petróleo deja aproximadamente dos tercios del producto crudo en el yacimiento. Es por esto que existe una demanda creciente del sector energético en mejorar las metodologías de trabajo usadas para la extracción de petróleo de pozos agotados. La aplicación de tecnologías para la recuperación mejorada de petróleo (EOR, del inglés Enhanced Oil Recovery) ha ido ganando lugar en la industria petrolera. Una operación muy frecuente es la inyección de soluciones acuosas de polímeros como fluidos de desplazamiento en yacimientos maduros. Para que estas operaciones de EOR sean económicamente rentables, los polímeros utilizados deben incrementar la viscosidad de la solución acuosa a concentraciones muy bajas (del orden de partes por millón). La solución inyectada, además, debe crear un frente de desplazamiento uniforme. La familia de polímeros más utilizada ha sido la de las poliacrilamidas (PAM) y poliacrilamidas modificadas. El polímero más utilizado en EOR es una poliacrilamida modificada por hidrólisis parcial (HPAM). Este polímero es un copolímero de acrilamida y ácido acrílico (PAM-co-AA) obtenido por hidrólisis parcial de la PAM o por copolimerización conjunta de ambos monómeros. El porcentaje de monómeros acrílico es de entre el 25% y el 35%. Las HPAM toleran altos esfuerzos de corte (presentes en las operaciones de inyección), tienen un bajo costo y son resistentes al ataque de bacterias. Además, incrementan su viscosidad aparente con el tiempo. Entre sus desventajas se puede mencionar su baja estabilidad a temperaturas por encima de 75 C, su susceptibilidad a la presencia de sales, y su adsorción en las rocas de yacimiento. En este trabajo, abordaremos un nuevo grupo de materiales, las poliacrilamidas modificadas hidrofóbicamente (HMPAM), que buscan solucionar los desafíos fisicoquímicos presentes en los yacimientos argentinos.

Juan Manuel Milanesio es ingeniero Químico, recibido en 2005 en la UNC y Doctor en Ingeniería Química de la UNS desde 2010. Actualmente trabaja como docente de Termodinámica para Ingeniería Química y Ambiental de la UNC y como Investigador Adjunto del CONICET. Su trabajo se centra en el procesamiento de polímeros utilizando solventes novedosos, menos dañinos para el medio ambiente como lo son los fluidos supercríticos. Cuenta con experiencia en medición de equilibrio entre fases a alta presión, utilización de fluidos supercríticos como solvente de extracción y como medio de reacción. Además, cuenta con experiencia en el diseño de equipos experimentales de alta presión para distintas aplicaciones.



## Control Predictivo Óptimo de Microredes Renovables

**Mg. Marcelo Menezes Morato**

marcelomnzm@gmail.com

Las microrredes (redes inteligentes) renovables representan una opción factible para la generación de energía limpia y asequible, coincidiendo con la agenda de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas para 2030. En esta charla, se analiza la generación de energía y el cumplimiento de demandas eléctricas con redes inteligentes renovables. Se formaliza un modelo de control jerárquico para la coordinación del despacho de energía en microrredes y se propone una estructura de control óptimo, incrustada en la técnica del Control Predictivo basado en Modelo (MPC). Demuestra-se cómo formular, implementar y probar algoritmos de gestión de carga a través del MPC. El cumplimiento de la demanda y la confiabilidad se analizan utilizando simulación numérica realista para diferentes escenarios, donde se demuestra que una microred produce energía de formas confiables cuando se coordina a través de MPC, ofreciendo robustez y asegurando la fiabilidad.

Marcelo Menezes Morato es investigador en Automatización y Sistemas en la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC, Brasil) y en la Universidad Grenoble-Alpes (UGA, Francia). Está vinculado al Grupo de Investigación en Energía Renovable (GPER / UFSC) y al gipsa-lab, Francia. Es Ingeniero de Control y Automatización (2018, Summa Cum Laude) y Maestro en Ingeniería de Automatización y Sistemas (2019). En 2020, enseñó como profesor en el Departamento de Automatización y Sistemas de la UFSC. Actualmente, también es revisor de periódicos



internacionales: Annual Reviews in Control, International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Control Engineering Practice, Renewable Energy, IEEE Control Systems Letters, International Journal of Robust and Nonlinear Control, entre otros. En 2019, fue otorgado con el premio Green Talents del gobierno alemán, dirigido a jóvenes científicos con investigaciones relevantes en el área de la sostenibilidad. En 2020, fue honrado por el Ayuntamiento de Florianópolis con la Medalla Lima "João David Ferreira", por servicios relevantes prestados a la educación de la ciudad.

## Protección por descargas atmosféricas pararrayos

**Ing. Gustavo Fabián Zarranz**

zarranzgustavo@gmail.com

- I. Clasificación de las protecciones: activas - pasivas
- II. Protecciones pasivas: punta Franklyn - malla de protección/jaula de Faraday - sistema de puntas - uso de la estructura metálica como elemento captor.
- III. Protecciones activas, dispositivo de emisión temprana de trazadores: de chispas - de pulsos de tensión.
- IV. Equipotencialización.
- V. Puesta a tierra de las estructuras.

Gustavo Zarranz es ingeniero electricista electrónico, graduado de la Universidad Nacional de Córdoba, facultad de ciencias exactas físicas y naturales. Con 27 años de antigüedad reconocida en la docencia universitaria (UTN), actualmente, es Profesor asociado ordinario en las cátedras “electrónica aplicada I” y “electrónica aplicada II”. Fue consejero docente titular en el consejo departamental de ingeniería electrónica para el período 2003 – 2016. Fue director del departamento de ingeniería electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco, desde el 28/04/2006 hasta el 01/10/2007. Participó como jurado docente titular en seis concursos docentes desarrollados en distintas regionales de la UTN. Desarrolla proyectos eléctricos de: subestaciones y líneas de transmisión de 13,2 y 33 kv, loteos, edificios, plantas industriales, edificios multifamiliares, edificios comerciales, edificios institucionales, redes urbanas de telefonía y fibra óptica, estudios técnicos para empresas.



## I+D+i: ¿Del laboratorio a la Industria?

**Dra. Verónica V. Nicolau**

vnicolau@sanfrancisco.utn.edu.ar

Es habitual hablar de I+D+i pero menos común es que conozcamos las diferencias entre los conceptos que componen esta sigla. La investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación están íntimamente relacionados, pero existen diferencias sustanciales.

La charla tiene como principal objetivo sensibilizar a investigadores, estudiantes, empresarios, personal de la industria y hacedores de políticas en ciencia y tecnología en la importancia de propiciar la interacción Universidad-Industria a fin de garantizar la generación de conocimiento, la resolución de problemas, y la innovación de productos y procesos. Se abordarán las distintas aristas relacionadas a la temática a partir de la exposición de tres casos de desarrollos tecnológicos llevados a cabo por el grupo I+D+i de Polímeros de la UTN Facultad Regional San Francisco en colaboración con empresas locales. Visualizaremos las necesidades técnicas y los desafíos que pueden enfrentar los diferentes actores que participan de los procesos de producción industrial y de generación de conocimiento destacando el rol de la Industria y de la Universidad, la importancia en el uso de datos científicos, y reflexionaremos sobre ello.

Verónica V. Nicolau se graduó de Licenciada en Química (UNL) en el año 1996 y trabajó en Centro SA como analista de laboratorio y responsable de Diseño y Desarrollo hasta el año 2011. Además, en el año 1998 inició sus actividades docentes en la UTN, Facultad Regional San Francisco y en el año 2006 obtuvo su título de Dra. en Química (UNL) en el marco de una beca CONICET cofinanciada con la empresa Centro SA. En el año 2011 abandonó el sector privado para ingresar a la Carrera de Investigador Científico y Tecnológico de CONICET manteniendo el vínculo con la empresa a través de convenios de colaboración con la Universidad.



En el período 2001-2015 dirigió el grupo Facultad I+D de Polímeros de la UTN San Francisco y desde el año 2015 dirige el grupo UTN I+D+i de Polímeros. Actualmente se desempeña como Profesora Titular e Investigadora Adjunta de CONICET en la UTN Regional San Francisco. Ha dirigido numerosos proyectos de investigación y dirige recientemente un proyecto que integra el Banco Nacional de Proyectos de Desarrollo Social y Tecnológico que administra el Mincyt de la Nación. Sus principales actividades de investigación se enmarcan en la síntesis, caracterización y modelado matemático de polímeros, así como el desarrollo de nuevos polímeros bio-basados y procesos de polimerización sustentables. Ha publicado trabajos en revistas nacionales e internacionales indexadas y posee más de 20 informes a industria. Dirigió 3 tesis doctorales y está dirigiendo otras 2 en el marco de desarrollos tecnológicos asociados a distintas empresas.



## Analítica de datos e inteligencia artificial para procesos de negocio

**Prof. Dr. Marlon Dumas**

marlon.dumas@ut.ee

En esta charla, presentaré aplicaciones emergentes de análisis de datos e inteligencia artificial en el ámbito de la gestión de procesos de negocio (BPM), en particular métodos de minería de procesos (process mining) y de monitoreo predictivo de procesos. La minería de procesos de negocios es un conjunto de métodos para analizar los datos generados por la ejecución de procesos de negocios con el fin de extraer información sobre cuellos de botella, fuentes de desperdicio y de defectos, y otras oportunidades de mejora. Estos métodos nos permiten entender: ¿cómo se ejecuta realmente un proceso de negocio dado?, ¿cómo se desvía su ejecución con respecto a los caminos normativos? y ¿qué factores contribuyen al rendimiento deficiente de un proceso dado? Durante la charla, daré una introducción a los principales métodos en esta área. En una segunda parte, introduciré técnicas de monitoreo predictivo de procesos y concluiré con una discusión sobre tendencias en el área de inteligencia operacional.



Marlon Dumas es profesor de Sistemas de Información en la Universidad de Tartu (Estonia) y cofundador de Apromore, una empresa australiana dedicada al desarrollo y comercialización de software de código abierto para la minería de procesos. Durante las últimas dos décadas el profesor Dumas ha realizado investigaciones en el campo de la gestión de procesos de negocios, que han resultado en avances en el área del modelado y la minería de procesos. Sus resultados académicos han dado lugar a más de 200 artículos en revistas y conferencias científicas, nueve patentes, y el libro "Fundamentos de gestión de procesos de negocios", el cual es usado como libro de texto en más de 250 universidades alrededor del mundo y ha sido traducido a varios idiomas, incluyendo el castellano. Actualmente, el profesor Dumas lidera un equipo de 10 investigadores dedicados al desarrollo de técnicas de inteligencia artificial para la mejora automática de procesos de negocio, y al mismo tiempo trabaja en el desarrollo de métodos de monitoreo predictivo y de análisis automático de causas raíces en el contexto de la herramienta Apromore.

## Introducción a la ciber(in)seguridad industrial y oportunidades.

**Mag. José A. Cascallana Arroyo**

joseantonio.cascallanaarroyo@telefonica.com

La conexión a Internet de las fábricas (Industria 4.0/Smart Factories) abre un abanico de oportunidades para la empleabilidad en el futuro más cercano, al ampliarse la superficie de ataque. Veremos qué es la Industria Conectada, sus problemas de ciberseguridad y sus posibles soluciones.

José A. Cascallana Arroyo es economista especializado en la economía pública, formación complementaria en ciberseguridad y ciberinteligencia y, actualmente finalizando máster de Ciberseguridad Industrial. Lleva trabajando en ciberseguridad desde 2007 cuando llegó al actual Instituto Nacional de Ciberseguridad de España (INCIBE), realizando tareas de promoción de la industria española de ciberseguridad, estudios de tendencias, internacionalización etc. También participó en la puesta en marcha de las iniciativas emprendedoras CiberEmprende, CyberSecurity Ventures. Desde 2018 desarrolla su actividad profesional en ElevenPaths, la empresa de ciberseguridad global del Telefónica (Telefónica CyberSecurity TECH) siendo, desde 2019, Director de C4IN Cybersecurity Center en León, centro de I+D+i de Telefónica especializado en ciberseguridad industrial a nivel global.



## ¿Cómo se verifica la seguridad de los productos eléctricos y electrónicos en Argentina?

**Ing. Leonardo Sánchez**

dsanchez@ing.unrc.edu.ar

En la Argentina está vigente una resolución de cumplimiento obligatorio que exige que todos los productos eléctricos y electrónicos de BT que se comercializan dentro del territorio nacional cuenten con un certificado de seguridad del cumplimiento de los requisitos de seguridad esenciales emitido por un organismo de certificación de productos. De esta forma, se brinda una garantía al usuario final que la Seguridad Eléctrica del producto consumido, cumple con Normas Técnicas Nacionales o Internacionales de requisitos mínimos de seguridad ya que los ensayos también contemplan otros tipos de riesgos como ser el mecánico y el del fuego. En dicho marco la conformidad de un producto se obtiene mediante la certificación del mismo mediante ensayos Normalizados en Laboratorios Acreditados por el OAA. Este es el caso del Laboratorio LEC-IPSEP de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Río Cuarto.

Leonardo Sánchez es ingeniero Electricista, recibido en la Universidad Nacional de Río Cuarto en el 2011. Actualmente está cursando el Doctorado en Ciencias de la Ingeniería y la Diplomatura Superior en Docencia Universitaria en Ingeniería. Su experiencia Laboral la desarrolló en: DAQ Ingeniería S.R.L., estudio de Ingeniería, donde se realizaron proyectos e ingenierías de diferentes características y áreas; como paralelo de Generadores, Subestaciones a nivel, planimetrías, etc. En Kimberly Clark Argentina S.A., donde desarrolló labores de Supervisar y/o realizar tareas técnicas necesarias para mantener la actividad



continua de las líneas de producción. También se desempeñó como laboratorista del LEC (Laboratorio de Ensayos y Certificaciones), perteneciente al IPSEP, dependiente de la Facultad de Ingeniería de la UNRC. Es docente en el Departamento de E y E de la Facultad de Ingeniería de la UNRC desde 2008. Participa de las cátedras de “Máquinas Eléctricas II”, “Mediciones Eléctricas”, “Mediciones e instrumentación electrónica”, “Protecciones de Sistemas Eléctricos”, “Generación Distribuida y Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica”. Es docente del taller de formación para rendir Electricista Categoría III-ERSeP en el marco del Programa Universidad Barrial. Año 2018 y 2019.

## Energía Undimotriz - Tecnología Argentina para su aprovechamiento

**Mg. Alejandro Haim**

alehaim@hotmail.com

Introducción a las energías marinas (Mareomotriz, Undimotriz, corrientes marinas, mareomotérmica, osmótica marina). Energía Undimotriz: definición, principio de generación, recurso mundial y argentino, tecnologías actuales y en funcionamiento, desarrollo tecnológico UTN.BA.

Alejandro Haim se recibió de ingeniero Mecánico en el 2008 y Magister en Energía Renovables en la Universidad Tecnológica Nacional. Actualmente es docente en la materia "Energías Renovables", jefe de trabajos prácticos en la materia Ingeniería "Mecánica II" y en la Maestría de Energía Renovables, dictando el seminario de energía solar térmica en la UTN.BA. Actualmente está desarrollando su Tesis Doctoral en Ingeniería Mecánica sobre energía solar, becario CONICET. Es director del Laboratorio de Estudios sobre Energía Solar (LESES) en la UTN.BA y Jefe de Laboratorio de Energías Alternativas dependiente del departamento de Ingeniería civil. Integra el Comité de Energía Solar Térmica en IRAM. Desde el 2009 realiza tareas de investigación, desarrollo e innovación, dirige 2 proyectos de investigación, uno de energía solar y otro sobre energía undimotriz. Ha disertado distintos seminarios y congresos nacionales e internacionales sobre las energías marinas y solar. Además, ha publicado en el INPI 2 patentes sobre una máquina que transforma la energía de las olas en energía eléctrica.



## De las matemáticas a las industrias inteligentes

**Ing. Micaela Mulassano**

mulassano.micaela@gmail.com

Las soluciones más innovadoras que se desarrollan para las empresas; tanto para el sector productivo como para las prestadoras de servicios, son basadas en las matemáticas. Constantemente se busca formular técnicas, modelos matemáticos y algoritmos para implementar soluciones inteligentes a los distintos sectores de las industrias, tanto en los procesos productivos como así también transferir conocimientos a los distintos niveles de gerencia, y de esta forma se logra un aporte significativo al crecimiento industrial. Se expondrán distintas herramientas basadas en las matemáticas aplicadas que ofrecen desde la posibilidad de predecir negociaciones comerciales, precios de productos y tendencias de consumo hasta optimizar un proceso productivo.

Micaela Mulassano es ingeniera en Sistemas de Información. Actualmente, está realizando tesis de la maestría en Ingeniería de Software. Es Profesora Adjunta de la cátedra “Álgebra y Geometría Analítica” y Jefe de Trabajos Prácticos de la cátedra “Inteligencia Artificial” en la Facultad Regional San Francisco de la Universidad Tecnológica Nacional. Es Docente Investigadora con categoría D, en las áreas de Matemáticas, Ciencias de Datos, Inteligencia y Visión Artificial e Industria 4.0 de la Universidad Nacional Tecnológica Facultad Regional San Francisco. Es analista funcional en la empresa E-Partners y asesora de empresas en el área de ciencia de datos e Inteligencia artificial.



## **Agricultura, deforestación e inundaciones: ¿Es posible aumentar la producción y ser sustentable al mismo tiempo? Experiencia con modelos de simulación de demanda de agua aplicados al Norte Argentino.**

**Mg. Andrés Cuberli**

andresjcuperli@gmail.com

A medida que la población mundial se acerca a los 8.500 millones de seres humanos dentro de cinco años, la única certeza que tenemos es que cada vez habrá más bocas para alimentar, y para alimentar se necesita cultivar, y para cultivar, además de semillas, fertilizantes, máquinas, se necesitan dos recursos de los cuales sólo tenemos una cantidad limitada: TIERRA y AGUA. Ese es el gran desafío que afrontamos como especie: aprovechar ambos recursos de la mejor manera, garantizando la seguridad alimentaria sin comprometer futuras generaciones en el proceso. Nuestro país, se estima, produce alimento para 10 veces su población, y con miras de duplicar dicha cifra debido a este aumento de la demanda agrícola. Una de las formas de aumentar la producción es la ampliación del área sembrada, lo que particularmente viene ocurriendo hace veinte años en forma de desmontes en el norte argentino. Los efectos de la deforestación, pérdida de biodiversidad, agotamiento de recursos y degradación de suelos están a la vista. Cuando ésta se combina con prácticas de monocultivo o baja rotación de los mismos estos efectos son aún más graves: aumentos en las escorrentías de agua, sobrecarga de las napas, excesos hídricos mal manejados y finalmente inundaciones. Las consecuencias: pérdidas humanas, de áreas sembradas, y de ganado. Todo esto se ve acentuado debido a que nuestra región se ve afectada por variabilidad climática. El objetivo es introducir a los oyentes sobre la temática, y ponerlos en conocimiento de que sí existe la posibilidad de evitar mayores problemáticas a mediano y corto plazo, utilizando las herramientas que la ciencia y la tecnología nos ponen a disposición.

Andrés José Cuberli, 30 años, es ingeniero industrial de la UTN de Córdoba, con posgrado en ambiente y territorio, nacido en San Francisco. Hijo de industriales metalúrgicos, criado entre máquinas y chapas dobladas, trabajó en Tenaris Siderca haciendo caños para el petróleo. A pesar de ese marcado perfil industrial, a los 26 años puso en pausa sus planes y se fue a Italia a “conocer el mundo”, y de paso capacitarse, logrando un título de máster en el Politécnico de Milán en Ingeniería Ambiental y Ordenamiento Territorial. Economía Circular, Industria 4.0, Energías Renovables, Tratamiento de Residuos son conceptos que vio ampliamente implementados en el viejo mundo. Independiente y desarrollista por naturaleza, estando del otro lado del charco reconoció que la “estabilidad” y el “todo está resuelto” no era su estilo de vida, sino más bien el “desafío” y el “acá puede pasar de todo” era su terreno predilecto. A pesar de que colegas, amigos y compatriotas piensen lo contrario, cree que no hay mayor suerte que haber nacido y vivir bajo cielo celeste y blanco: un mate caliente, un buen asado regado con Malbec, una guitarra criolla y una tarde a caballo practicando polo son testigos de ello. Actualmente profesor de la cátedra de Pensamiento Sistémico de Ingeniería Industrial en la UTN San Francisco, y trabaja en Industrias PAC, firma familiar dedicada al procesamiento de la chapa de acero.



### **III. Trabajos de investigación**

# Ingeniería Electromecánica



# SIMULACIÓN DEL FLUJO DE PARTÍCULAS EN UN TRANSPORTADOR HELICOIDAL USANDO MODELOS DE ELEMENTOS DISCRETOS

S. Bertone<sup>(1)</sup> y G. Puccini<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratorio de Métodos y Simulaciones Computacionales,  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela, Acuña 49, Rafaela, Santa Fe.  
E-mail: sergio.bertone@fra.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

Los procesos de manipulación de sólidos a granel son muy importantes en la industria de productos agrícolas. En este campo son ampliamente utilizados los transportadores helicoidales, tanto para el desplazamiento como para la dosificación de estos materiales.

El método de elementos discretos (DEM) permite modelar el flujo de materiales granulares teniendo en cuenta su interacción con el medio que los rodea (Cundall, 1979). Si bien este método es computacionalmente costoso, el modelado mediante el uso de partículas esféricas permite realizar simulaciones realistas con un costo computacional aceptable, lo que permite incorporar la simulación al proceso de cálculo y diseño de transportadores.

En el presente trabajo se presentan los resultados de las simulaciones para el transporte de un fertilizante granulado (urea perlada) por medio de un transportador helicoidal, y se comparan con los valores dados por la expresión empírica usada habitualmente para el cálculo y diseño de estos equipos.

## MÉTODOS

Se usaron modelos DEM de partículas esféricas para simular el flujo de urea perlada (fertilizante granulado) en un transportador helicoidal. Se usaron esferas de diámetro 10 mm para simular las partículas de urea (diámetro 2,5 a 3,5 mm), incrementando artificialmente su tamaño para reducir el número de partículas en el dominio de simulación y así reducir los tiempos computacionales. Se simularon 5 segundos físicos con partículas de 4mm y 10mm de diámetro. En el primer caso las simulaciones involucraron 770307 partículas con un tiempo de cómputo igual a 17,7 hs. En el segundo caso el número de partículas fue igual a 53590 con un tiempo de cómputo de 46,7 minutos para el mismo CPU (procesador I7 de 6 núcleos).

La densidad aparente  $\rho$  se determinó en base al cubicado y pesaje de urea granulada. El coeficiente de restitución se obtuvo de bibliografía. El módulo de Young se modificó para reducir el paso de tiempo, ya que los resultados de las simulaciones no dependen significativamente de estas modificaciones (Bertone et al., 2018). Los valores usados se observan en la Tabla 1.

Se usó un paso de tiempo de  $5 \times 10^{-5}$  segundos, de modo que este valor sea menor al 20% del número de

Rayleigh para asegurar la estabilidad del método. Todas las simulaciones se realizaron con el software de simulación DEM LIGGGHTS (Kloss et al., 2012).

**Tabla 1.** Microparámetros de partículas DEM

Parámetro	Valores
Diámetro (mm)	10
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1245
Coefficiente de restitución	0,4
Módulo de Young (Pa)	$1,25 \times 10^7$
Coefficiente de Poisson	0.25

Se calibraron los coeficientes de fricción partícula-partícula  $\mu_{PP}$  y partícula-pared  $\mu_{PW}$  y los coeficientes de fricción rotativa partícula-partícula  $r_{PP}$  y partícula-pared  $r_{PW}$  (usados para simular la falta de esfericidad de las partículas reales). Se midió experimentalmente el ángulo de reposo estático de una muestra de urea (descarga de tolva experimental) y el ángulo de reposo dinámico de una muestra similar (pruebas en tambor rotativo). Se realizaron simulaciones DEM de estos dos experimentos usando distintas combinaciones de los microparámetros  $\mu_{PP}$ ,  $\mu_{PW}$ ,  $r_{PP}$  y  $r_{PW}$  hasta encontrar el conjunto de valores que mejor ajustaron los resultados del modelo DEM a los experimentos.

Se simuló el flujo de partículas en un transportador helicoidal de paso constante. Las dimensiones del transportador se observan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Dimensiones del transportador helicoidal

Dimensión	Valores
Diámetro helicoide (mm)	250
Diámetro eje (mm)	60
Paso helicoide (mm)	250
Longitud helicoide (mm)	2000

En la Fig. 1 se muestra el modelo DEM utilizado. Se usó una malla estacionaria para simular la geometría correspondiente a la batea del transportador, y una malla rotativa para simular el helicoide y su eje.

Se realizaron simulaciones para tres condiciones de llenado de la sección transversal del transportador: 45% (la recomendada por las normas para fertilizante granulado), 35% y 55% (ANSI/CEMA 350). Para cada condición de

llenado se simuló la rotación del transportador a distintas velocidades (60 a 120 rpm).

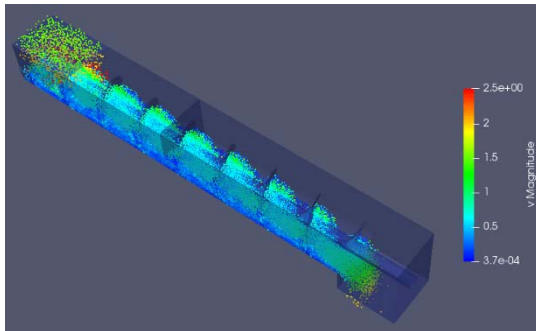


Fig. 1. Modelo DEM del transportador helicoidal.

La expresión teórica que relaciona el caudal másico  $Q$  con el factor de llenado  $K$ , los diámetros del helicoides  $D$  y del eje  $d$ , el paso  $S$ , y la velocidad  $N$  está dada por (Spivakovsky, 1965):

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)SK\rho N}{240} \quad (1)$$

A partir de la ec. (1) se calcularon los caudales para cada una de las condiciones de llenado y velocidad de giro del helicoides según lo indicado por normas (ANSI/CEMA).

### RESULTADOS

De la fase de calibración se obtuvo que las combinaciones de parámetros para los cuales se obtienen resultados similares a los reales son  $\mu_{PP} = 0,40$ ;  $\mu_{PW} = 0,60$ ;  $r_{PP} = 0,20$ ; y  $r_{PW} = 0,30$ .

En la Fig. 2 se muestran los valores de los caudales medidos para las distintas configuraciones de llenado y velocidades de giro, y se compara con la curva teórica. La diferencia entre los valores simulados y los calculados es inferior al 2%, siendo en promedio del orden del 1%.

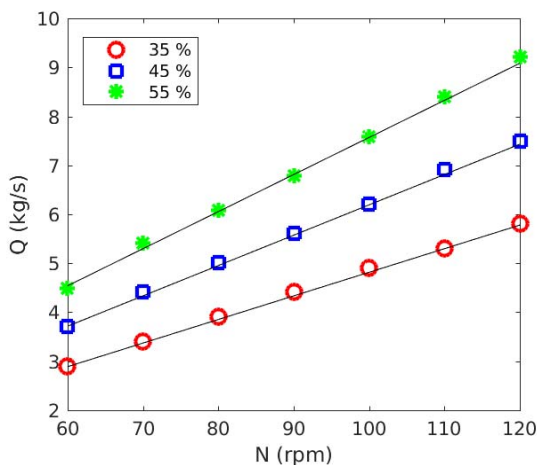


Fig. 2. Caudales máxicos teóricos y obtenidos por simulación para distintos niveles de llenado. Línea sólida es el ajuste teóric.

En la Fig. 3 se muestra una sección típica del transportador donde se observa que las partículas adoptan una distribución similar a la que se observa durante la operación de un transportador helicoidal. También se observa que para los valores de llenado recomendados para este tipo de material (45%) se aprovecha mejor la sección que para el llenado de 35%, mientras que las velocidades de las partículas son más uniformes que para el llenado con 55%.

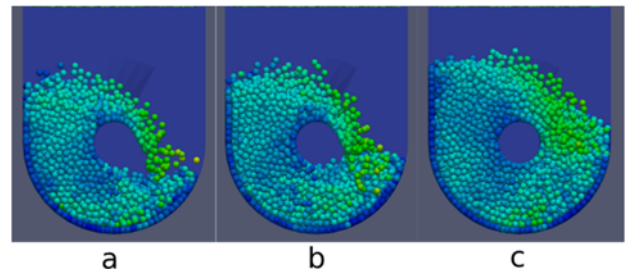


Fig. 3. Sección típica del transportador con llenado del a) 35%, b) 45%, c) 55%.

### CONCLUSIONES

En este trabajo se desarrolló un modelo DEM para simular el transporte de urea perlada por medio de un tornillo helicoidal. Los granos se modelaron como partículas esféricas de diámetro mayor que el real y sus parámetros microscópicos fueron calibrados mediante experimentos simples conteniendo un número reducido de partículas. Se calcularon los caudales máxicos para distintas velocidades y configuraciones de llenado, y los resultados se compararon con los obtenidos mediante un modelo teórico. Los resultados muestran un acuerdo satisfactorio (con un error del orden del 1%) entre el modelo DEM propuesto y la curva teórica. Por último, el uso de partículas de tamaño mayor al real permite realizar simulaciones para modelos de tamaño industrial con un costo computacional aceptable.

### REFERENCIAS

Cundall P. y Strack O., "A discrete numerical model for granular assemblies", *Geotechnique*, 29:47-65 (1979).

Kloss C., Goniva C., Hager A., Amberger S., y Pirker S., "Models, algorithms and validation for opensource DEM and CFD-DEM". *Progress in Computational Fluid Dynamics, an International Journal*, 12:140-152 (2012).

Bertone S., Puccini, G., Monier E., Jappert S., "Simulación de flujos de sólidos a granel en tolvas utilizando modelos de elementos discretos", *Mecánica Computacional*, 36, ISSN 2591-3522, 473-482 (2018).

ANSI/CEMA Standard No.350, "Screw Conveyors for Bulk Materials".

Spivakovsky A. y Dyachkov, V., "Conveyors and Related Equipment", Peace Publishers, Moscú (1965).

## SENSORES “MEMS” EN MOTORES ELÉCTRICOS PARTE I

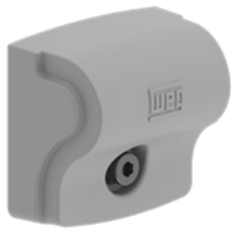
Omar D. Gallo \*<sup>(1)</sup>; Alberto J. Díaz<sup>(1)</sup>; Andrés I. Vachetta<sup>(2)</sup>

<sup>(1,2)</sup>. UTN FR San Francisco. Av de la Universidad 501. San Francisco, Córdoba.

\*E-mail del autor de contacto: odgallo@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación consiste en verificar el comportamiento de sensores de estado sólido (de tecnología MEMS: sistemas micro-electro-mecánicos, siglas en inglés), que se amarran a la carcasa de un motor eléctrico para capturar y almacenar los niveles de vibraciones y las temperaturas durante largos períodos de tiempo (Fig. 1). Los datos almacenados se pueden subir a la nube virtual, para luego ser rescatados a través de un software de aplicación en cualquier PC o celular (Galindo Valenzuela, 2010)



**Fig. 1.** Un típico sensor MEMS para motores eléctricos

Esta tecnología, Internet de las Cosas (Internet of Things, IoT), es nueva en el país y su perspectiva de uso industrial es muy amplia: Ej. se puede aplicar en procesos continuos de fabricación otros, para prevenir o evitar las fallas inesperadas en motores eléctricos.

Los MEMS “son definidos típicamente como dispositivos de pequeñas dimensiones compuestos por elementos activos y pasivos microfabricados y que realizan diferentes funciones como percepción, procesado de datos, comunicación y actuación sobre el entorno. Los tipos de dispositivos MEMS pueden variar desde estructuras relativamente simples que no tienen ninguna parte móvil, hasta sistemas electromecánicos muy complejos en la que múltiples elementos se mueven bajo el control de la electrónica integrada” (Torrejón Yuste, 2011)

### MÉTODOS

El objetivo de este trabajo es comprobar la respuesta de sensores MEMS, junto a su software de aplicación, cuando se los somete específicamente a su trabajo normal y con la presencia de factores externos que pueden afectarlos. El método es el siguiente:

*1) Búsqueda, selección y estudio de investigaciones o trabajos similares en la red (tarea de fundamentación del proyecto).*

A los fines de comparar, posteriormente, los datos publicados con los obtenidos en los ensayos e identificar las posibles variables que inciden sobre los resultados.

*2) Ensayo de los sensores disponibles a distintas temperaturas del ambiente.*

La finalidad es determinar la respuesta a los distintos niveles de exigencia térmica y determinar valores límites.

*3) Ensayo de los sensores con vibraciones inducidas, alimentando el motor con tensión senoidal y usando, eventualmente, un convertidor de frecuencia.*

Esto permite comprobar el comportamiento y la respuesta y obtener valores extremos.

*4) Recopilación y análisis de datos de la nube. Repetición y/o rectificación eventual de pruebas*

En caso de que las conclusiones iniciales arrojen dudas respecto al proceso de pruebas o registro realizado, se modificará o repetirá el mismo, hasta lograr resultados confiables.

*5) Comparaciones y obtención de conclusiones.*

Para identificar o plantear hipótesis sobre posibles causas de comportamientos o respuestas.

*6) Preparación de material para presentar en congresos y/o publicaciones.*

La información obtenida se transfiere a la comunidad, presentándola en eventos científicos y/o publicándola en revistas o sitios web.

### RESULTADOS

Se brindan en esta parte algunos resultados generales de las experiencias preliminares realizadas en el laboratorio.

El MEMS se sujetó, en la posición aconsejada por el fabricante, a un motor de 7,5 kW y 4 polos, 60 Hz, acoplado a un dinamómetro o con un dispositivo excéntrico en el extremo del eje. Las temperaturas y vibraciones se tomaron en zonas críticas o preestablecidas, cercanas o alejadas del sensor, con instrumentos calibrados (Fig. 2), que son considerados como patrones.

Estas primeras pruebas fueron realizadas con el propósito de verificar, a rasgos generales, el funcionamiento de uno de los sensores bajo distintas condiciones de exigencia, además de adquirir destrezas en la interpretación e interacción con el software y perfeccionar los métodos de ensayo.

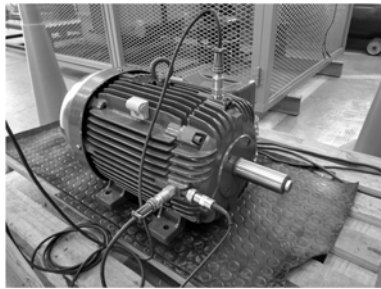


Fig. 2. Motor con el MEMS sujeto y sensores de vibraciones en 3 ejes

Los ensayos de temperatura se realizaron con el motor funcionando a potencia nominal, con su ventilación obstruida y se tomaron valores cada 15 minutos. La Tabla 1 se muestran algunos de los valores obtenidos.

Tabla 1. Comparación de valores de temperaturas

Hora	Patrón (°C)	Scan (°C)	Error (%)
08:45	27,2	26,9	-1,10
09:15	46,6	45,1	-3,20
09:45	58,2	56,9	-2,20

En lo referente a las vibraciones, se hicieron dos pruebas: la primera de ellas con los instrumentos registrando directamente en la misma posición del MEMS (se muestran algunos valores horizontales en la Tabla 2) y la segunda ubicando los instrumentos alejados, en la zona de rodamiento delantero, como se ve en la Fig. 2 (se muestran algunos valores horizontales en la Tabla 3).

Tabla 2. Comparación de niveles de vibraciones  
Misma posición del MEMS

Hora	Patrón (mm/s)	Scan (mm/s)	Error (%)
09:45	3,30	3,32	0,73
10:15	3,12	3,35	7,28
10:45	2,96	3,13	5,88

## CONCLUSIONES

Aunque la aplicación de estos MEMS aún es incipiente en el país y el software del fabricante presentó detalles iniciales de operatividad, las mediciones realizadas en el mismo lugar de sujeción, demuestran que las respuestas arrojadas resultan suficientemente satisfactorias para las funciones a las que aquellos se destinan.

Lo que destaca por sus importantes diferencias, es el lógico error que se produce cuando se miden vibraciones en la zona de rodamiento delantero, que es el lugar en donde los niveles son importantes, por su incidencia en la vida útil de aquél.

Los resultados de estos estudios aportan a las técnicas de monitoreo predictivo que las grandes industrias de procesos continuos, desde hace muchos años aplican a los equipos de producción (Suratsavadee Korkua et al, 2010; Partha Sarathee Bhowmik et al, 2013).

Tabla 3. Comparación de niveles de vibraciones  
Posición alejada, en rodamiento delantero

Hora	Patrón (mm/s)	Scan (mm/s)	Error (%)
09:45	7,58	1,94	-74,4
10:15	9,96	2,29	-77,0
10:45	11,50	2,43	-78,9

El aporte del proyecto a los estudiantes y profesionales que trabajan en él es involucrarlos a una tecnología de punta, que se usará prontamente en las industrias de tipo IoT, de manera masiva.

La ampliación de los estudios a MEMS de otras marcas y características, a los fines de obtener datos estadísticos que arrojen conclusiones más generales sobre las bondades de estos sensores, será expuesta en futuras publicaciones.

## REFERENCIAS

Torrejón Yuste, O. *Diseño, fabricación y caracterización de un sensor de caudal para aplicaciones PCB-MEMS*. Universidad de Sevilla (2011).

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4966/fichero/e.+Tecnologia+MEMS.pdf>

Galindo Valenzuela, G. *Construcción y validación de un sensor de vibraciones usando un sistema micro-electromecánico (mems)*. Tesis de Licenciatura en Acústica. Universidad Austral de Chile (2010).

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcig158c/doc/bmfcig158c.pdf>

Suratsavadee Korkua; Himanshu Jain; Wei-Jen Lee; Chiman Kwan. *Wireless Health. Monitoring System for Vibration Detection of Induction Motors*. 978-1-4244-5602-4/09/\$25.00 © IEEE 2010 (2010).

<https://ieeexplore.ieee.org/document/5489899>

Partha Sarathee Bhowmik, Sourav Pradhan, Mangal Prakash. *Fault Diagnostic and monitoring methods of induction motors: a review*. International Journal of Applied Control, Electrical and Electronics Engineering (IJACEEE) Volume 1, Number 1, May 2013.

[https://www.researchgate.net/publication/281035892\\_Fault\\_diagnostic\\_and\\_monitoring\\_methods\\_of\\_induction\\_motor\\_a\\_review](https://www.researchgate.net/publication/281035892_Fault_diagnostic_and_monitoring_methods_of_induction_motor_a_review)

# ANÁLISIS DE DATOS DE REPARACIONES PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN MANTENIMIENTO

O.D.Gasparotti <sup>(1,2)</sup> y E.C.Monier <sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela. <sup>(2)</sup>Grupo GIAMNCI  
 Acuña 49, (2300) Rafaela, Santa Fe  
 \*E-mail: [omarbgasparotti@gmail.com](mailto:omarbgasparotti@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación trata sobre la importancia del conocimiento del operario en las reparaciones correctivas de mantenimiento y de la construcción de reglas que permitan documentar patrones de decisiones.

En esta oportunidad se analizaron, a modo de aproximación al tema, las variables que relacionan la experiencia del operario de mantenimiento con la calidad y el tiempo de la resolución de las averías. El objetivo es analizar los datos disponibles para identificar el valor del conocimiento tácito de los operarios de mantenimiento.

Para este fin, se identificaron las soluciones adoptadas, en los distintos casos documentados por los propios expertos. Esto permitió esbozar algunas reglas que, a futuro, podrían alimentar la base de hechos de los asistentes inteligentes.

Las variables que se tomaron en cuenta para identificar los patrones fueron:

- el tipo de reparación,
- Número Total de reparaciones de Mantenimiento Correctivo (NTMC),
- Tiempo Medio Para la Reparación (TMPR),
- la calificación de los operarios,

La importancia de esta investigación está en la relevancia que se necesita darle a la gestión del conocimiento tácito en el mantenimiento industrial. Después de la Segunda Guerra Mundial y sobre todo en las últimas décadas se han estudiado con gran profundidad los procesos de fallas de los componentes técnicos. Esto ha permitido cuantificar y mejorar muchos sistemas asegurando una alta fiabilidad de operación. En años más recientes, y teniendo un enfoque en el Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad (RCM), se ha dejado a la vista la importancia del factor humano en la reparación de averías de mantenimiento correctivo. También, se ha puesto de manifiesto la necesidad de aumentar la velocidad con que se transmite el conocimiento tácito dentro de un área de mantenimiento de una industria. Es en este punto donde el uso de sistemas expertos (SE), materializados en Asistentes Inteligentes (AI) en conjunto con sistemas de Realidad Aumentada (RA) y

realimentados por patrones validados por expertos, encuentran una posible aplicación.

## MÉTODOS

La metodología empleada fue la de análisis de base de datos con herramientas de distribución libre. Se utilizó una base de datos de reparaciones de equipos del taller mecánico de la región centro.

Se hizo un filtro sobre los vehículos “Camiones Compactadores”. Se eligió este equipo para realizar el estudio debido a la alta disponibilidad que requiere y la cantidad de registros disponibles.

Las consideraciones tomadas para definir el ámbito de estudio fueron:

- el sistema hidráulico, fue elegido para el estudio por el grado de especialización que se requiere.
- el tiempo de registros tomados fue de 3 años,
- la cantidad de “Camiones Compactadores” fueron 4,
- se incluyeron todos los operarios que intervinieron sobre esos equipos.

Se utilizaron tres tablas de la base de datos de mantenimiento, las mismas fueron:

- la tabla principal de registro de reparaciones

### T\_REPARACIONES

NRO	FECHA	UNIDAD	DESCRIPCION	HORAS_N	CAT_OP
-----	-------	--------	-------------	---------	--------

- la tabla de agentes

### T\_AGENTES

NRO	LEGAJO	AGENTE	CAT_OP
-----	--------	--------	--------

- la tabla de unidades

### T\_UNIDADES

UNIDAD	TIPO	DESCRIPCION	AREA	MODELO
--------	------	-------------	------	--------

Los pasos seguidos para hacer el estudio fueron los siguientes:

- Aplicación de filtros sobre la tabla T\_REPARACIONES.

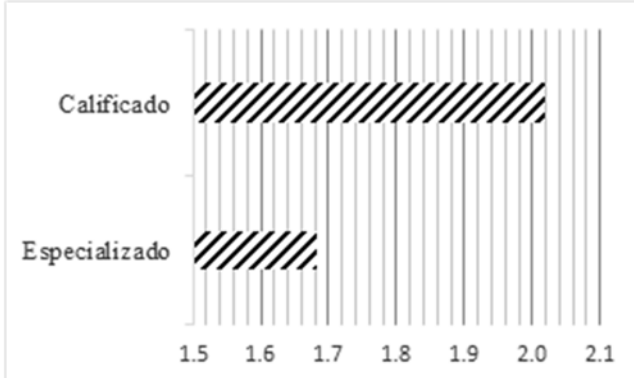
Se seleccionaron los registros relacionados con reparaciones de fallas correspondientes a mantenimiento correctivo del sistema hidráulico y de los “Camiones Compactadores” en un período de tres años.

- b) Determinación de las variables tomadas en cuenta. Se pudieron distinguir dos tipos de reparaciones relacionadas con el tipo de mantenimiento, las cuales fueron:
- las programadas y las denominamos Tipo P,
  - y las correctivas y las denominamos Tipo C.
- La cantidad y distribución de las reparaciones analizadas se encuentran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Tipo y cantidad de reparaciones analizadas.

Reparación Tipo	Cantidad	Descripción
Programada Preventivo	21	Cambio o reparación de bombas, comando, filtro, depósito, cilindro
Programada Preventivo	22	Cambios o mejoras en conexiones
Correctiva	80	Reparación en conexiones s (NTMC)

Otra variable como el tiempo medio para reparación (TMPR) fue determinado para cada calificación de operario haciendo el cociente entre las horas totales de reparaciones correctivas y la cantidad total de reparaciones correctivas para una determinada unidad. La calificación de los operarios fue tomada del convenio colectivo de UOM (Unión Obrera Metalúrgica) y son las siguientes categorías: Operario, Calificado, Especializado.



**Figura 1.** TMPR promedio en horas para averías Tipo C.

El Tiempo Medio Entre Fallas de Tipo C (TMEF)

$$TMEF = 216 \text{ horas}$$

## CONCLUSIONES

Los Operarios que efectuaron las tareas de reparaciones fueron Operarios Calificados u Operarios Especializados por tratarse de un sistema técnico muy específico como el hidráulico. Los Operarios Calificados resultaron ser agentes con una antigüedad entre 5 y 10 años y los Especializados tenían más de 10 años de antigüedad. En el Gráfico 1 se puede observar una tendencia de que las

reparaciones de Tipo C se resolvieron en un tiempo menor por Operarios Especializados que por los Operarios Calificados.

El análisis cualitativo de las sintaxis de los registros de reparaciones, fue posible armar reglas que sirvan de patrones de decisión en los algoritmos que guíen a Asistentes Inteligentes. Un ejemplo hallado fue el siguiente:

HECHO: una conexión floja produce una pérdida de aceite

REGLA: SI una conexión está floja, ENTONCES una pérdida de aceite se producirá.

En resumen, hay una tendencia que la calificación del operario incide en el resultado de las reparaciones de las averías sobre todo cuando está en juego el tiempo de respuesta. El conocimiento tanto tácito como explícito de una persona en mantenimiento es de adquisición en un largo tiempo a través de formación y experiencia incorporando habilidades que hacen a una manera eficiente de reparar las averías. En tanto la posibilidad de construir reglas en las reparaciones mediante una correcta documentación de las soluciones es posible.

## REFERENCIAS

- Cárcel-Carrasco, F. (2015). Ingeniería del mantenimiento industrial y gestión del conocimientos. Mejora en la eficiencia de las empresas. *Revista Elementos*(5), 121-130.
- Creus Solé, A. (1991). *Fiabilidad y seguridad de procesos industriales*. Barcelona: Marcombo .
- Handbook of Realibility Prediction Procedure for Mechanical Equipment. Chapter 22, 2.-2.-1. (2010). Fluid conductors. En Carderockdiv, *Handbook of Realibility Prediction Procedure for Mechanical Equipment*. (págs. Chapter 22, 1-14). West Bethesda, Maryland, Estados Unidos: NSWC-10. Obtenido de [http://everyspec.com/USN/NSWC/download.php?spec=NSWC-10\\_RELIABILITY\\_HDBK\\_JAN2010.045818.pdf](http://everyspec.com/USN/NSWC/download.php?spec=NSWC-10_RELIABILITY_HDBK_JAN2010.045818.pdf)
- Hidalgo, L. A. (1996). Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos. En L. A. Hidalgo. Córdoba (España): Universidad de Córdoba. <http://www.mantenimientomundial.com/calculos/clase-mundial.aspx> . (s.f.).

## DISEÑO CON OPTIMIZACIÓN TOPOLÓGICA EN INGENIERÍA MECÁNICA

Héctor Mina<sup>\*(1)</sup>; Alejandro Bailo<sup>(1)</sup>, Emanuel Giordano<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>UTN Facultad Regional San Francisco (Córdoba)  
Avenida de la Universidad 501 (2400) San Francisco (Córdoba)  
<sup>\*</sup>hector.omar.mina@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

El estudio de topología realiza una optimización de la topología no paramétrica de las piezas.

A partir de un espacio de diseño máximo y considerando todas las cargas, sujeciones y restricciones de fabricación aplicadas, la optimización de la topología busca una nueva distribución de materiales dentro de los límites de la geometría máxima permitida mediante la redistribución del material.

La optimización topológica (OT) es una herramienta matemática que le permite al diseñador sintetizar topologías óptimas. En Ingeniería Mecánica se entiende como topología óptima a una pieza o parte mecánica diseñada especialmente para maximizar o minimizar alguna característica deseada. Por ejemplo, cuando se diseña el ala de un avión se desea obtener el menor peso posible, asegurando una rigidez y resistencia adecuadas. El problema de la máxima rigidez con restricción de volumen es de gran importancia en Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Estructuras, pues permite reducir el peso final del elemento mecánico o estructural, conservando su rigidez y funcionalidad. Partes mecánicas de bajo peso implican menores costos por material y menor consumo de combustible en el caso de vehículos de transporte [1]. En general, la reducción de la inercia en partes en movimiento, sea maquinaria o vehículos, disminuye la cantidad de energía necesaria para su operación.

La OT es un campo de investigación de rápido crecimiento, donde intervienen distintas áreas como son las matemáticas, la mecánica y las ciencias computacionales, y que cuenta con importantes aplicaciones prácticas en la industria y en el sector de manufactura. En la actualidad, la OT es usada en las industrias aeroespacial, automotriz, de obras civiles, entre otras.

La Figura 1 (derecha) muestra una carcasa con restricciones en la zona de fijación mediante espárragos roscados y una carga (F) en los alojamientos de los rodamientos. Entonces, el enunciado de un problema de máxima rigidez (o mínima flexibilidad) con restricción de volumen es:

*¿Cuál es la distribución de material que proporciona la máxima rigidez (o mínima flexibilidad) para el estado de carga impuesto y un máximo volumen de material determinado?*

También se muestra (izquierda) la topología óptima obtenida para el estado de carga mostrado y el volumen final de la estructura igual al 80% del volumen inicial.

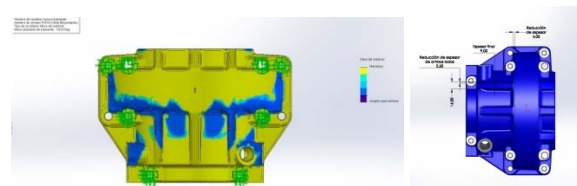


Fig. 1. Problema de máxima rigidez con restricción de volumen. Fuente: elaboración propia.

### METODO

La optimización de topología es el tipo más común de optimización estructural. Se utiliza en la fase inicial del diseño para predecir la distribución óptima del material dentro de un determinado espacio de diseño inicial de una estructura, y tiene en cuenta las especificaciones funcionales y las restricciones de fabricación.

El método matemático más popular para la optimización de topología es el método de material isotrópico sólido con penalización (SIMP). Bendsoe y Kikuchi (1988) y Rozvany y Zhou (1992) propusieron inicialmente el método SIMP. El método SIMP predice una distribución óptima del material dentro de un espacio de diseño determinado, para casos de carga determinados, condiciones de contorno, restricciones de fabricación y requisitos de rendimiento.

Según Bendsoe (1989): "la optimización de la forma en su configuración más general debe consistir en una determinación para cada punto del espacio, independientemente de que haya material en ese punto o no". El enfoque tradicional para la optimización de topología es la individualización de un dominio en una rejilla de elementos finitos denominados microestructuras sólidas isotrópicas. Cada elemento se rellena con material para regiones que requieren material, o se vacía de material para regiones donde se puede eliminar material (que representa vacíos). La distribución de densidad del material dentro de un dominio de diseño,  $\rho$ , es individual, y a cada elemento se le asigna un valor binario:

$$\rho_{(e)} = 1, \text{ donde se requiere material}$$

$$\rho_{(e)} = 0, \text{ donde se elimina material}$$

### Implementación numérica

El sistema de ecuaciones lineales que se obtiene en la solución de un problema de elasticidad lineal usando el método de los elementos finitos (MEF) es de la forma:

$$\mathbf{K}\mathbf{u}=\mathbf{f} \quad (1)$$

Donde  $\mathbf{u}$  y  $\mathbf{f}$  son los desplazamientos y fuerzas externas aplicadas en los nodos, respectivamente. El término  $\mathbf{K}$  es la matriz de rigidez global, que está dada por la suma coherente (también llamado proceso de ensamble de la matriz global) de las matrices de rigidez de cada elemento:

$$\mathbf{K}^e = \sum \mathbf{K}^e \text{ para } i=1,2,\dots,N_e \quad (2)$$

Donde  $N_e$  es el número total de elementos finitos usados para discretizar el dominio. La matriz de rigidez de cada elemento se obtiene de la siguiente expresión:

$$\mathbf{K}^e = \int \mathbf{B}^T \mathbf{D} \mathbf{B} d\Omega \quad (3)$$

Donde  $\mathbf{D}$  es la matriz de material para el caso de esfuerzo plano [7],  $\mathbf{B}$  es la matriz de las derivadas de las funciones de forma y  $\Omega$  representa el dominio de diseño [8].

Como la idea de la OT es distribuir cierta cantidad de material en el dominio, de tal forma que la rigidez sea la máxima posible, se necesita un mecanismo para modelar la presencia o ausencia de material. En este trabajo se usó el modelo de material sólido isotrópico con penalización (SIMP). En este modelo, cada elemento finito tiene asociada una variable llamada pseudodensidad ( $\rho$ ), que multiplica la matriz de rigidez del elemento de la siguiente manera:

$$\tilde{\mathbf{K}}_i = \rho_i^p \mathbf{K}_i \quad (4)$$

Donde  $p$  es un factor de penalización usado para reducir los valores intermedios de las pseudodensidades. Estas presentan valores entre cero y uno, donde cero representa ausencia total de material y uno representa la presencia del material de base usado en el diseño. Por cuestiones de implementación numérica, las pseudodensidades no pueden tener valores discretos de 0 y 1, sino una variación continua entre estos dos valores ( $0 \leq \rho \leq 1$ ).

La energía de deformación aumenta a medida que la estructura se deforma, por tanto, el proceso de optimización consiste en hallar el conjunto de valores  $\rho_i$  que la minimizan.

### CONCLUSIONES

En este trabajo, el problema de máxima rigidez con restricción de volumen fue implementado usando el

método SIMP de la optimización topológica.

La solución utilizada para el desarrollo del cálculo proporcionó resultados coherentes con los reportados en la literatura.

Finalmente, una pieza mecánica fue rediseñada con el propósito de reducir su peso. La solución generó una estructura óptima con una geometría, que fue interpretada para obtener un modelo CAD de la pieza mecánica optimizada. El programa de CAD permitió calcular una reducción de peso de 20 %. El software Solidworks Simulation permitió calcular los factores de seguridad, donde el valor final aún cumple las especificaciones de diseño.

Los resultados obtenidos muestran que la OT es una técnica muy útil en el diseño de piezas mecánicas de peso reducido. Las topologías obtenidas llevan, después de un proceso de interpretación, a piezas mecánicas más livianas, manteniendo una resistencia mecánica comparable, según el análisis estático. Las geometrías complejas que se obtienen con la OT pueden ser fácilmente fabricadas con las técnicas modernas de manufactura aditiva.

### REFERENCIAS

- [1] Bendsoe, M. P. & Sigmund, O. (2003). *Topology Optimization: Theory, Methods and Applications*. Berlín: Springer Verlag.
- [2] Kikuchi, N., Nishiwaki, S., Fonseca, L. S. O. & Silva, E. C. N. (1998). Design optimization method for compliant mechanisms microstructure. *Comput. Methods Appl. Mech. Engrg.* 151, 401 -417.
- [3] Nishiwaki, S., Frecker, M. I., Min, S. & Kikuchi, N. (1998). Topology optimization of compliant mechanisms using the homogenization method. *Int. J. Numer. Meth. Engrg.* 42, 535 -559
- [4] Timoshenko, S. & Goodier, J. (1970). *Theory of Elasticity*. New York: Mc Graw-Hill.
- [5] Logan, D. L. (2007). *A First Course in the Finite Element Method*. Thompson, Canada.
- [6] Carbonari, R. C. (2003). *Projeto de atuadores piezoelétricos flexionais usando o método de otimização topológica*. Master's thesis, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- [7] Timoshenko, S. & Goodier, J. (1970). *Theory of Elasticity*. New York: Mc Graw-Hill.
- [8] Logan, D. L. (2007). *A First Course in the Finite Element Method*. Thompson, Canada.
- [9] Lin, J., Luo, Z. & Tong, L. (2010). A new multi-objective programming scheme for topology optimization of compliant mechanisms. *Struct Multidisc Optim* 40, 241 - 255.



## BOMBEO SOLAR PARA RIEGO: FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA UN EMPRENDIMIENTO ARROCERO DE ENTRE RÍOS

Marcelo F. Moyano\* <sup>(1)</sup>; Diego M. Ferreyra <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Energía de Entre Ríos, Sociedad Anónima (ENERSA). Buenos Aires 87. Paraná, Entre Ríos

<sup>(2)</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco (UTN-FRSFCO).

Av. de la Universidad 501. San Francisco, Córdoba

\*E-mail del autor de contacto: mmoyano@enersa.com.ar

### INTRODUCCIÓN

La producción de arroz cáscara en el país, del orden de 1 500 000 tn anuales, se concentra en el litoral argentino, donde Entre Ríos genera un 36 % de ese volumen. Cerca de la mitad de la producción nacional se exporta, lo que implica una participación del 0,4 % en las exportaciones totales de Argentina y un puesto 15 en el ranking de exportación mundial (Ministerio de Hacienda, 2017).

Lo particular de este cultivo es que requiere agua de riego, que en nuestro país se suele aplicar por inundación, sistema que favorece un uso eficiente de los insumos. Ya sea con aguas superficiales, profundas o de represa, el riego es el rubro de mayor impacto en el costo de producción, con una incidencia del 30 % al 45 %. Adicionalmente, el bombeo de agua de pozo con motor eléctrico solía ser mucho más económico que con motor diésel pero, en unos 10 años, el bombeo con energía eléctrica ha perdido gran parte de esa ventaja (AACREA, 2018) (INTA, 2016).

Dada esta situación y el actual impulso de las energías renovables en el país, en este trabajo se evalúa la factibilidad económica de implementar generación solar fotovoltaica para accionar la bomba de riego de un emprendimiento arrocero de unas 80-90 ha en Entre Ríos, a una latitud aproximada de 31° 34'.

### MÉTODOS

Se evaluó la normativa y el cuadro tarifario aplicables a este emprendimiento arrocero como usuario de la distribuidora de energía ENERSA. Por la marcada estacionalidad del consumo para riego (cuatro meses al año) y la imposibilidad de adherir a la modalidad de pequeño generador en este caso (demanda mayor a 50 kW), se orientó el análisis a un sistema que permita conmutar la alimentación de la bomba entre la generación solar y la red disponible (Provincia de Entre Ríos, 2016) (EPRE, 2019).

Con los registros de consumo eléctrico, los datos de la bomba instalada (Fig. 1 y Tabla 1), y los antecedentes y referencias regionales de cálculo fotovoltaico, se seleccionaron los paneles fotovoltaicos necesarios y un convertidor electrónico apto para bombeo solar (Ferreyra et ál, 2017), (Ferreyra et ál, 2018) (WEG SA, 2019).



Fig. 1. Equipo de bombeo instalado actualmente.

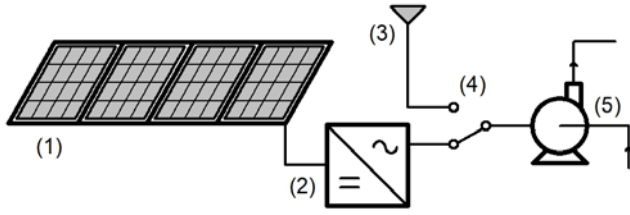
Tabla 1. Datos nominales del equipo de bombeo

Potencia nominal motor [kW]	90
Velocidad nominal motor [min-1]	1485
Transmisión	A correa
Características de la bomba	Centrífuga multietapa
Profundidad del pozo [m]	25-30
Capacidad de bombeo [L/h]	400 000-500 000

Con estas referencias, se realizó el cómputo y presupuesto completo de obra para un sistema solar que permita energizar el equipo de bombeo alternadamente con la red. Con el cálculo de la inversión total necesaria y el ahorro de energía previsto, se determinaron el valor actualizado neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).

### RESULTADOS

Se adopta la configuración de la Fig 2, que permite conmutar la alimentación entre el convertidor y la red.



(1) Paneles fotovoltaicos. (2) Convertidor de frecuencia. (3) Red eléctrica. (4) Conmutador (incorporado en el convertidor). (5) Equipo de bombeo.

**Fig. 2.** Configuración de bombeo solar adoptada.

Con los cálculos realizados, se determinaron las características detalladas en la Tabla 2. Para el proyecto de inversión, se obtuvieron los resultados de la Tabla 3, para una vida útil de 25 años del sistema y una tasa de interés anual del 12 %. Por el actual nivel inflacionario del país, se registraron los valores en moneda estadounidense (USD).

**Tabla 2.** Características de paneles y convertidor

Paneles	
Potencia nominal unitaria [W]	340
Cantidad total de paneles [und.]	450
Potencia nominal total [kW]	153
Convertidor	
Modelo	CFW700E0180T4
Potencia nominal de motor [kW]	90
Corriente nominal de salida [A]	180

**Tabla 3.** Resumen del proyecto de inversión

Ítem	Resultado
Monto aprox. de la inversión [USD]	150 000
Ahorro anual aprox. [USD]	1800
VAN [USD]	-135 000
TIR [%]	-7,53

Los cálculos detallados se encuentran en el Trabajo Final Integrador de la Especialización en Energía Eléctrica elevado en 2020 por Marcelo Moyano a la UTN Fac. Reg. Santa Fe: “Abastecimiento eléctrico para riego arrocero mediante utilización de paneles solares fotovoltaicos”.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La implementación del proyecto técnico es factible con elementos comerciales, pero los resultados negativos del VAN y la TIR demuestran que el proyecto de inversión no es rentable. Esto es esperable por lo estacional de la actividad y la restricción de acceso al régimen de pequeño generador. La seria dificultad financiera mostrada indica la necesidad de evaluar alternativas para reducir la incidencia del costo de la energía sobre esta actividad.

Un paliativo sería que ENERSA admita al régimen de pequeño generador a estos emprendimientos, cuya demanda es mayor a 50 kW. Otra posibilidad sería implementar medidas de apoyo adicionales financieras o impositivas que favorezcan estos proyectos de inversión

específicos. Para este fin, el valor de la TIR obtenida puede ser un insumo de utilidad.

Como trabajo a futuro, podrían analizarse también otras alternativas técnicas de racionalización:

- verificación de desempeño del motor y del sistema mecánico de bombeo en su rango de funcionamiento
- bombeo fraccionado en varias unidades menores, para que cada conexión de menos de 50 kW funcione en la modalidad de pequeño generador (análisis de factibilidad según las potencias habituales de estos equipos de bombeo)
- posibilidad de acumular o aprovechar en otras aplicaciones la energía excedente o el agua bombeada (análisis de factibilidad según las distancias y otras demandas de energía)

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer al Ing. Guillermo Muller, a la empresa WEG Equipamientos Eléctricos SA, y a su firma representante en Paraná, Noro Raffaelli SA, por la amplia información técnica y comercial facilitada.

## REFERENCIAS

AACREA (2018), *Informe macroeconómico nro. 249*. Buenos Aires: AACREA

Ente Provincial Regulador de la Energía (EPRE) de Entre Ríos (2019), *Resolución nro. 262/2019*. Paraná: EPRE

Ferreira, D. M., Bertossi, M. L.; Rocchia, N. J.; Szwarc, G. D., “Energía solar fotovoltaica con conexión a red en la zona central de Argentina”, *CLADI 2017. Congreso Latinoamericano de Ingeniería*, Paraná, Argentina, 994-997 (2017)

Ferreira, D. M.; Sarmiento, A. C.; Szwarc, G. D.; Rocchia, N. J., “Experiencia en la implementación, operación y divulgación de una instalación solar fotovoltaica piloto en Argentina”, *Tecnología y Ciencia*, **16**, nro. 31, 163-172 (2018)

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Centro Regional Corrientes (2016). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para el cultivo de Arroz en Corrientes*. Corrientes: INTA

Ministerio de Hacienda. Subsecretaría de Programación Microeconómica (2017). *Informes de cadena de valor. Año 2. Nro. 33. Noviembre 2017. Arroz*. Buenos Aires: Presidencia de la Nación

Provincia de Entre Ríos (2016). *Decreto 4315/16 MPIyS. Anexo: Reglamento de las condiciones para que las pequeñas generaciones puedan incorporarse a la red eléctrica de distribución en baja tensión e inyectar sus excedentes*. Paraná: Gobierno de Entre Ríos

WEG SA (2019). *Solar Pump Drive CFW700. Manual de aplicación*. San Francisco: WEG SA

# VALIDACIÓN DE LAS MEDICIONES DE ENERGÍA DEL INVERSOR DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED

Gerardo D. Szwarc <sup>\*(1)</sup>, Nicolás J. Rocchia <sup>(1)</sup>, Diego M. Ferreyra <sup>(1)</sup>

(1) U.T.N. Facultad Regional San Francisco. Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba  
<sup>\*</sup>gerardoszwarc@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Desde el 31 de julio de 2015, en U.T.N. Facultad Regional San Francisco, se encuentra en funcionamiento una instalación solar fotovoltaica piloto interconectada a red. La misma cuenta con 12 paneles solares fotovoltaicos y un equipo inversor, el cual cumple la función de convertir la energía eléctrica de corriente continua proveniente de los paneles en energía eléctrica de corriente alterna, con características compatibles con la red a la cual se encuentra conectado. Esto da la posibilidad de entregar la energía generada a la red de distribución eléctrica. Además, el inversor realiza mediciones de las diferentes variables de funcionamiento de la instalación, tanto para corriente continua como para corriente alterna (Ferreyra, Sarmiento, Szwarc y Rocchia, 2018).

Una instalación solar fotovoltaica cuenta con tres partes fundamentales: los paneles solares, el inversor, y las protecciones para CC y CA, independientemente de si la instalación es aislada o interconectada a la red. En el primer caso, además de los elementos mencionados, se tendrían baterías con un regulador de carga para almacenar parte de la energía generada, mientras que, en el segundo caso, la energía generada y no consumida no se almacena, sino que se entrega a la red de distribución eléctrica.

En la instalación de la U.T.N. Facultad Regional San Francisco, se tiene un equipo de telemedición adicional, disponible por comodato, mediante un convenio específico firmado entre la U.T.N. y la empresa DISCAR S.A (DISCAR S.A, 2015). Dicho equipo permite realizar las mediciones de las variables de funcionamiento de la instalación solar en CA. Tales mediciones son acordes a la normativa exigida por la empresa provincial de energía (Empresa Provincial de Energía de Córdoba [EPEC], 1996) (EPEC, 1984) (EPEC, 1973).

Debido a que el equipo inversor no se encuentra certificado como medidor de energía, pero entrega valores de la cantidad generada, se decide realizar una comparación entre los valores entregados por ambos equipos (inversor y telediodo). De este modo se validarán las mediciones realizadas por el inversor, lo que permitirá reforzar las investigaciones afines realizadas con las mismas. Realizar investigaciones con los datos del inversor es de interés debido a su menor período de integración (3 minutos).

## MÉTODOS

El inversor posee un período de integración de 3 minutos, mientras que en el telediodo es de 15 minutos. Esto quiere decir que, en el tiempo en el que el telediodo entregue un dato de la cantidad de energía generada, el inversor entregará 5 datos. Si bien el período de integración configurado en el inversor puede modificarse con relativa facilidad, surgen temas interesantes para analizar al tener una mayor granularidad en las mediciones. Esto puede observarse en la Fig. 1, donde existen picos cercanos a las 9:30 h, 14:30 h y 16:30 h, que son captados por el inversor (línea negra), pero no por el telediodo (línea blanca). Sin embargo, para el día siguiente (Fig. 2) la curva corresponde a un día despejado y se puede ver que las mediciones realizadas por ambos equipos son similares (Szwarc, G. y Rocchia N., 2016).

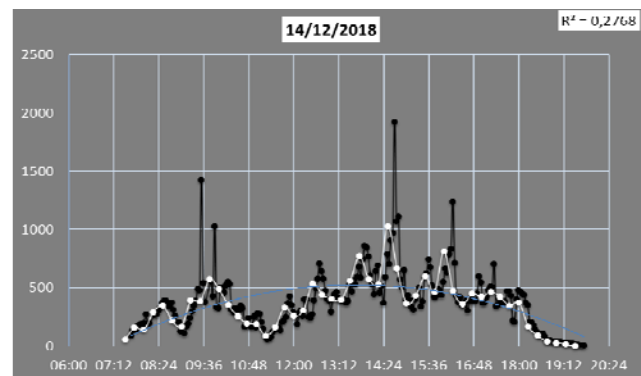


Fig. 1. Generación 14/12/2018, día nublado.

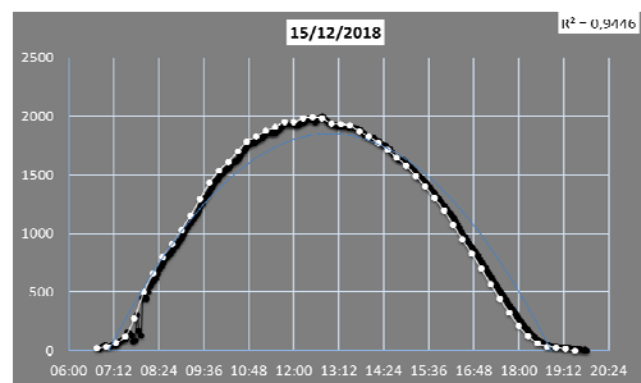


Fig. 2. Generación 15/12/2018, día despejado.

Además de esto, una correcta contrastación requeriría que la relación de incertidumbres de las mediciones sea del orden de 4:1 entre el instrumento a verificar y el instrumento patrón, relación que no cumplen los

instrumentos en cuestión (Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, 2000).

También se debe considerar que el telediodor funciona las 24 h del día de forma continua, mientras que el inversor inicia su funcionamiento cuando los paneles tienen un cierto nivel de tensión en sus bornes y, por lo tanto, los horarios de inicio de la generación y de las mediciones, no siempre coinciden. Es por ello que no es posible la correcta sincronización entre los equipos, de modo que se garantice que 5 períodos de integración consecutivos del inversor, coincidan con el período de 15 minutos de integración del telediodor.

En este análisis, se considera el total de la energía contabilizada por ambos equipos mes a mes durante el 2018, así como también el promedio diario para cada mes y el total al finalizar el año en cuestión.

Para validar las mediciones se comparan los valores mencionados anteriormente, obteniendo el porcentaje de variación de las mediciones del inversor con respecto al equipo de telediodación. Si este porcentaje se encuentra por debajo de lo exigido por la normativa de Metrología Legal, sancionada por la Secretaría de Comercio Interior en 2012, (Secretaría de Comercio Interior, 2012), se podrá reforzar la validez de las investigaciones realizadas con dichos datos.

En la Tabla 1 se muestran los valores de la energía contabilizada mes a mes y, el promedio diario mes a mes para el año 2018.

**Tabla 1.** Mediciones mensuales de energía y promedios diarios para cada mes de 2018

Período	Mediciones mensuales (kW·h)		Promedios diarios (kW·h)	
	TM <sup>1</sup>	INV <sup>2</sup>	TM <sup>1</sup>	INV <sup>2</sup>
ene-18	384,46	381,30	12,40	12,30
feb-18	350,25	347,30	12,51	12,40
mar-18	364,04	361,20	11,74	11,65
abr-18	226,25	225,40	7,54	7,51
may-18	192,40	192,00	6,21	6,19
jun-18	244,66	243,40	8,16	8,11
jul-18	188,29	188,10	6,07	6,07
ago-18	325,70	323,60	10,51	10,44
sep-18	306,60	304,70	10,22	10,16
oct-18	289,89	288,80	9,35	9,32
nov-18	306,85	305,10	10,23	10,17
dic-18	342,58	340,50	11,05	10,98
<b>Total</b>	<b>3521,96</b>	<b>3501,40</b>	-----	-----

<sup>1</sup>TM: Telediodor

<sup>2</sup>INV: Inversor

## RESULTADOS

Al analizar los datos de la Tabla 1, se puede notar que las mediciones mensuales de energía realizadas por el

inversor, difieren en un valor inferior al 1 % con respecto a la energía mensual contabilizada por el telediodor, lo mismo se cumple en los promedios diarios. Por otro lado, la energía anual contabilizada por el equipo de telediodación fue de 3521,96 kW·h, mientras que para el inversor fue de 3501,40 kW·h, dando una diferencia de 20,56 kW·h anuales. Es decir, el inversor contabilizó un 0,56 % menos de energía anual que el equipo de referencia a lo largo del año 2018.

## CONCLUSIONES

Si bien este método de comparación presenta limitaciones debido a la gran similitud en la incertidumbre de medición de los dos elementos considerados, y no constituye una calibración formal del inversor, se confirma que el equipo en cuestión arroja valores de medición en el mismo orden de magnitud que un instrumento normalizado.

Dado que el error es menor que el máximo permitido para este tipo de instrumentos en el uso residencial, se determina que las mediciones de energía realizadas por el equipo inversor son aptas para ser utilizadas en trabajos de investigación, reforzando de este modo la validez de las investigaciones afines que se han realizado.

## REFERENCIAS

- DISCAR SA. (2015) "DIMET. Guía rápida de instalación V5.0", Córdoba, Argentina.
- Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC). (1996). Especificación técnica N° OE-302-A4.
- Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC). (1984). Medidores de energía eléctrica de corriente alterna. ET 11.
- Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC). (1973). Sistemas de medición para usuarios del servicio eléctrico, en BT, MT y AT. ET 1020.
- Secretaría de Comercio Interior. (2012). Reglamento técnico y metrológico para los medidores de energía eléctrica activa en corriente alterna. (Resolución 114/2012).
- Szwarc, G. y Rocchia, N. (2016) "Caracterización de parámetros de funcionamiento de una instalación solar fotovoltaica en función del tiempo" VII Jornada de Ciencia y Tecnología CyTAL. Villa María, Córdoba.
- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (2000) "Lista general actualizada de laboratorios de calibración acreditados y aprobados hasta el 31 de marzo de 2000". México.
- Ferreira, D. M.; Sarmiento, A. C.; Szwarc, G. D.; Rocchia, N. J. (2018) "Experiencia en la implementación, operación y divulgación de una instalación solar fotovoltaica piloto en Argentina", "Tecnología y Ciencia", ISSN 1666-6917, Rectorado UTN.

# Ingeniería Química

## AVANCES EN EL DESARROLLO DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE FINURA EN FIBRA DE LLAMA Y VICUÑA CON ESPECTROSCOPIA NIR

J. I. Amorena\*<sup>(1)</sup>; A. Ortega<sup>(2)</sup>; D. M. E. Álvarez<sup>(2)</sup>; E. Fernández de Ahumada<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> CONICET - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). RP. 33, km 5, Sumalao, Catamarca.

<sup>(2)</sup> Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ-CONICET). Universidad Tecnológica Nacional. Av Cruz Roja 300, Córdoba, Argentina.

<sup>(3)</sup> Departamento de Matemáticas. Universidad de Córdoba. Av. Medina de Azahara 5, Córdoba, España

\*E-mail del autor de contacto: amorena.jose@inta.gob.ar

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la producción mundial de plástico supera los 400 millones de toneladas anuales, y se calcula que desde 1950 se han acumulado casi 10.000 millones de toneladas de residuos plásticos (Geyer et al., 2017). Del total anual, 50 millones de toneladas son producidas por la industria textil, de las cuales el 75% se transforma en residuos (Geyer et al., 2017). Esto se debe a que la vida útil promedio de los plásticos provenientes de esta industria es de 2 años. Las fibras naturales adquieren un papel primordial como alternativa sostenible para reemplazar materiales derivados del plástico. Las fibras especiales de llama (*Lama glama*) y vicuña (*Vicugna vicugna*), se caracterizan por su capacidad de aislamiento, higroscopicidad, balance térmico y resistencia, mientras que su calidad comercial está dada principalmente por la finura (Adot & Frank., 2012). A fin de medir estas y otras variables de calidad, la industria textil ha desarrollado un sinfín de técnicas, pero la mayoría son complejas, lentas y costosas (Sommerville, 2007). La Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS, por sus siglas en inglés, Near Infrared Reflectance Spectroscopy) se ha convertido en una técnica analítica atractiva para el sector industrial debido a su versatilidad, facilidad de uso y bajo costo de análisis (Canaza-Cayo et al., 2013). Su funcionamiento se basa en la interacción de la luz en el infrarrojo cercano (780 a 2500 nm) con la materia de la muestra a analizar. Producto de dicha interacción se obtiene un espectro de absorción que se correlaciona con parámetros físicos, químicos o con aspectos cualitativos del analito, denominados datos de referencia. El resultado de esta correlación es un modelo predictivo que permitirá determinar el parámetro evaluado. Con el fin de adaptar esta tecnología al análisis de calidad de fibra, se lleva a cabo la tesis doctoral "Desarrollo de metodología NIRS para la evaluación cuantitativa y cualitativa de fibras especiales de origen animal". El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer los avances realizados durante la etapa de desarrollo y evaluación de modelos de predicción de la Finura en muestras de llama y vicuña.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron 169 muestras de vellones de llama y 122 de vicuña de ambos sexos, de entre 1 y 6 años de edad. Las muestras fueron tomadas del costillar medio de animales esquilados durante los años 2017 y 2018 en distintas localidades de Jujuy y Catamarca. El análisis de referencia de Finura de las muestras se realizó con el instrumento *Optic Fiber Diameter Analyzer 2000*, en el Laboratorio de Fibras Textiles de INTA en Bariloche, Río Negro, Argentina. Las muestras fueron escaneadas en un espectrómetro NIRS DS 2500 (FOSS Analytical Systems). Éstas fueron analizadas sin y con cardado (peinado realizado con cepillo de carda). Los espectros se almacenaron como unidades de absorbancia ( $A = \log_{10} I/R$ ), donde R corresponde a la energía reflejada. Los espectros se obtuvieron por reflectancia en la región visible (VIS) e infrarrojo cercano (NIR) (400 a 2500 nm) a intervalos de 0,5 nm, contabilizando 4200 datos de absorbancia por espectro. Se empleó el *software* WinISI (ver. 4.10; Infrasoft International) para el análisis de los datos. Los tratamientos derivativos empleados fueron: 0-0-1-1, 1-5-3-1 y 2-5-3-1, donde el primer dígito indica el orden de la derivada; el segundo, los términos de la ecuación de derivación y los últimos dos, los términos usados para suavizar la curva. Estos tratamientos derivativos se combinaron con tratamientos de corrección de *scattering* (*Weighted Multiplicative Scatter Correction -WMSC-* y *Standard Normal Variate and Detrend -SNVD-*), y sin corrección de *scattering* (STCS). Se aplicaron combinaciones entre los tratamientos mencionados y los espectros en el rango completo VIS-NIR (4200 datos) o la fracción NIR (2800 datos). El desarrollo de los modelos de predicción se llevó a cabo con el método de regresión *Modified-Partial Least Squares* (M-PLS). La capacidad predictiva de cada modelo se evaluó en base al coeficiente de determinación  $R^2$ ; Error de la Validación Cruzada (SECV, *Standard Error of Cross Validation*); Error de la Validación Externa (SEV, *Standard Error of Validation*) y Valor Predictivo Residual (RPD, *Residual Predictive Value*). Un modelo con RPD mayor a 3 se considera adecuado para fines analíticos, mientras que valores entre 2 y 3 indican que el modelo tiene menor capacidad predictiva y podría utilizarse para clasificaciones generales (Gishen & Cozzolino, 2007).

### RESULTADOS

Los análisis estadísticos de los datos de referencia de Finura se muestran en la tabla 1. Se desarrollaron 72 modelos de predicción para cada especie. En la tabla 2 se presentan los modelos que exhibieron el mayor valor de R<sup>2</sup>

para los tratamientos sin cardado y con cardado. Estos modelos se obtuvieron con el mínimo (STCS 1-5-3-1) o ningún (STCS 0-0-1-1) tratamiento espectral en las muestras. Resultados similares se encontraron en ensayos realizados con fibra de alpaca (Canaza-Cayo et al., 2013).

**Tabla 1.** Análisis estadístico de datos de Finura en muestras de llama y vicuña.

Variable	Especie	Prom. (µm)	DE (µm)	CV (%)	Mín (µm)	Máx (µm)
Finura (µm)	Llama	13,85	3,35	24,19	11,31	47,97
	Vicuña	22,15	3,75	14,93	17,82	37,91

Prom.= valor promedio de Finura, en micras; DE= desvío estándar promedio; CV= coeficiente de variación; Mín.= Finura mínima; Máx.= Finura máxima.

**Tabla 2.** Modelos predictivos de Finura por especie y tratamiento.

Variable	Especie	Tratamiento	Cantidad de datos	Tratamientos espectrales	R <sup>2</sup>	SECV (µm)	SEV (µm)	RPD
Finura (µm)	Llama	Sin Cardado	2800	STCS 1-5-3-1	0,70	2,19	3,12	1,71
		Con Cardado	2800	STCS 1-5-3-1	0,70	2,11	2,17	1,78
	Vicuña	Sin Cardado	4200	STCS 0-0-1-1	0,61	0,73	0,62	1,71
		Con Cardado	4200	STCS 0-0-1-1	0,75	0,60	0,72	2,06

R<sup>2</sup>: coeficiente de determinación; SECV: error estándar de la validación cruzada; SEV: error estándar de la validación externa; RPD: valor predictivo residual.

Se observa que la mayor capacidad predictiva que se obtuvo con los modelos desarrollados a partir de muestras cardadas (R<sup>2</sup>=0,70; RPD=1,78 y R<sup>2</sup>=0,75; RPD=2,06 para llama y vicuña respectivamente), en comparación a las muestras sin cardar. Esto podría deberse a que el cardado desenreda el vellón y a su vez le quita impurezas, lo que estaría mejorando la repetibilidad espectral de las muestras. Comparativamente, los resultados de los modelos que presentaron mayor coeficiente de correlación (R<sup>2</sup>=0,70 y R<sup>2</sup>=0,75 en llama y vicuña), fueron menores a los obtenidos en fibra de alpaca (R<sup>2</sup>= 0,90), y lana de oveja limpia, (R<sup>2</sup>= 0,90) (Canaza-Cayo et al., 2013; Gishen & Cozzolino, 2007); pero mayores en lana sucia (R<sup>2</sup>= 0,50) (Cozzolino et al., 2005). Los valores más bajos de SECV de llama (2,11µm) y de vicuña (0,60µm), fueron menores a los reportados en alpaca y lana de oveja sucia (SECV=2,62µm y 11,2 µm respectivamente) (Canaza-Cayo et al., 2013; Cozzolino et al., 2005). Finalmente, los valores de RPD más altos en ambas especies (1,78 y 2,06 en llama y vicuña respectivamente), fueron menores a 3.

### CONCLUSIONES

Los modelos obtenidos dan una idea de su capacidad para ser utilizados en clasificaciones generales de Finura tanto en vellones de llama como de vicuña. Además, el tratamiento de cardado del vellón, así como la nula o mínima aplicación de pre-tratamientos espectrales aumentaron la capacidad predictiva de los modelos.

### REFERENCIAS

- Alomar, D., Alarcón Buhofér, M. M. I., & Kusanovic, A., "Predicción de la calidad de lana mediante Espectroscopía de Reflectancia en el Infrarrojo Cercano (NIRS)", *Agro Sur*, **43**(1), 19–24 (2015).
- Adot, O., Frank, E. N., "Industrialisation and commercialisation of the fibre of South American camelids in Argentina", *J. of Scientific Research and Innovative Technology*, **2**(1), 1-8 (2012).
- Canaza-Cayo, A. W., Alomar, D., & Quispe, E., "Prediction of alpaca fibre quality by near-infrared reflectance spectroscopy", *Animal*, **7**(7), 1–7, (2013).
- Cozzolino, D., Montossi, F., & San Julian, R., "The use of visible (VIS) and near infrared (NIR) reflectance spectroscopy to predict fibre diameter in both clean and greasy wool samples", *Animal Sc.*, **80**(03), 333–337 (2005).
- Geyer, R., Lambeck, J., Law, K., "Production, use and fate of all plastics ever made", *Sc. Advances*, **3**, 1-5 (2017).
- Gishen, M., & Cozzolino, D., "Feasibility study on the potential of visible and near infrared reflectance spectroscopy to measure alpaca fibre characteristics", *Animal*, **1**(6), 899–904 (2007).
- Sommerville, P., "Fundamental Principles of Fibre Fineness Measurement", Kensington, Australia: Australian Wool Testing Authority Publisher (2007).

# DISEÑO DE NANOARCILLAS SINTÉTICAS PARA SU UTILIZACIÓN EN LA VALORIZACIÓN DE GLICEROL A CARBONATO DE GLICERILO

D.S. Argüello\*<sup>(1)</sup>; N.F. Bálsamo<sup>(1)</sup>; G.A. Eimer<sup>(1)</sup>; M.E. Crivello<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Tecnología Química, CONICET, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, CP 5016ZAA, Córdoba, Argentina.

\*darguello@frc.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

La producción de biodiesel se acompaña de un 10% en peso de glicerol como subproducto, por lo que resulta factible que pueda ser utilizado como materia prima renovable para favorecer económicamente el proceso. La conversión catalítica de glicerol hacia un producto de mayor valor agregado, como el carbonato de glicerilo (CG) es una opción atractiva porque se lo considera como un sustituto verde de importantes compuestos derivados del petróleo. Debido a su baja toxicidad, índice de evaporación, inflamabilidad y a su capacidad de hidratación presenta numerosas aplicaciones en la industria química, farmacéutica, cosmética, etc. Como alternativa sustentable para producirlo se propone la transesterificación entre el glicerol y un alquil carbonato empleando catalizadores sólidos como los óxidos metálicos mixtos (OMM) derivados de hidróxidos doble laminares (HDL), un tipo de nanoarcillas aniónicas sintéticas (Climent et al., 2010). Los HDL son de estructura laminar, cuando su composición es sólo Mg y Al, se los denomina hidrotalcita, de fórmula general:  $[M^{2+}_{(1-x)} M^{3+}_x (OH)_2]^{x+} [A^{n-}_{x/n} mH_2O]^{x-}$  donde  $M^{2+}$  y  $M^{3+}$  son cationes metálicos mono, di, tri y tetravalentes, mientras que A representa el anión compensador de cargas, generalmente carbonato, que junto con "m" moléculas de agua se ubican en el espacio interlaminares; x puede variar entre 0,17 y 0,33, dependiendo de la combinación de metales di y trivalentes. Las propiedades de los HDL están fuertemente influenciadas por la composición y naturaleza de los aniones y cationes. La incorporación de un tercer metal en la estructura permite modificar su comportamiento catalítico tanto en la actividad como en la selectividad. Los OMM alcanzan una composición homogénea a escala molecular y muestran un comportamiento particular comparado con los óxidos metálicos puros, debido a la combinación de distintas fases en la red molecular, presentan alta área superficial, estabilidad térmica y dispersión homogénea de la fase activa. En este trabajo se estudió la conversión catalítica de glicerol y etilencarbonato a CG utilizando OMM con distinto contenido de cobre, como catalizadores.

## MÉTODOS

Los HDL sintetizados por el método de coprecipitación fueron calcinados a 450°C por 9 h para obtener los OMM. Se incorporaron 15, 20 y 25% de moles

de Cu con respecto a los moles de Mg en el material, manteniendo una relación catiónica molar,  $(Mg^{2+} + Cu^{2+})$ :  $Al^{3+}$  igual a 3 (Argüello, 2019). Los OMM se denominaron según el contenido de Cu incorporado: Cu<sub>0</sub> (sólo contiene Mg y Al), Cu<sub>15</sub>, Cu<sub>20</sub> y Cu<sub>25</sub>.

Los materiales fueron caracterizados por análisis de difracción de rayos X (DRX) para estudiar la estructura cristalina y la presencia de fases. Se empleó el método BET para medir la superficie específica. Utilizando desorción a temperatura programada con molécula sonda de CO<sub>2</sub> (DTP) se determinó la basicidad de la superficie de los OMM.

Para la síntesis de CG por transesterificación de glicerol (Gly) con etilencarbonato (EC) se utilizó una relación molar 2:1 de EC:Gly. Las reacciones se realizaron a 45 °C, en ausencia de disolvente con atmósfera de nitrógeno, 2,55% en peso de catalizador y los tiempos de reacción evaluados fueron: 45, 60 y 90 min. Después del tiempo de reacción, el catalizador sólido se separó mediante centrifugación y el líquido sobrenadante se analizó por cromatografía gaseosa. Para los cálculos de conversión, rendimiento y selectividad se usó el método de normalización de área empleando factores de respuesta.

## RESULTADOS

En la Figura 1 se muestran los DRX de los OMM con diferentes contenidos de Cu. En los difractogramas se detecta la fase periclasa del MgO. La ausencia de picos intensos característicos de los óxidos de Cu sugiere la presencia de pequeñas partículas dispersas homogéneamente en la superficie de la matriz de óxidos de Mg y Al o partículas de CuO amorfas (Marimuthu et al., 2018). Una reflexión débil y un ensanchamiento del pico a  $2\theta = 35,5^\circ$  se puede atribuir a la fase de CuO.

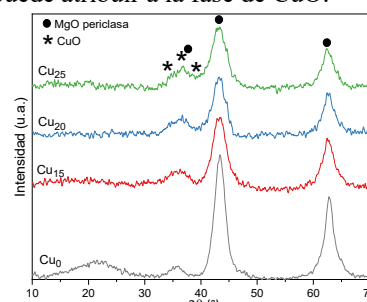


Fig. 1. Difractogramas de rayos X de los OMM sintetizados.



En la Tabla 1 se observa, como es de esperarse, el aumento en el área de los óxidos debido a la destrucción de la estructura de capas tipo brucita de los HDL, junto con la eliminación, en forma de CO<sub>2</sub>, de los aniones carbonatos del espacio interlamilar, promoviendo la formación de poros o pequeños canales en el sólido (Bálsamo et al., 2019). Las áreas disminuyen con el aumento en el contenido de Cu, que se puede atribuir a la aglomeración de CuO en la estructura del OMM y también a mayores cargas de Cu propensas al bloqueo de poros. En cuanto a la composición de las muestras se observó que los datos experimentales se ajustaron en gran medida a los teóricos.

**Tabla 1.** Áreas superficiales y composición química

Muestra	Área superficial (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )		% moles Cu <sup>2+</sup>	
	HDL	OMM	Teóricos	AES
Cu <sub>0</sub>	110	253	--	--
Cu <sub>15</sub>	120	248	15,00	15,25
Cu <sub>20</sub>	127	241	20,00	20,35
Cu <sub>25</sub>	118	233	25,00	24,87

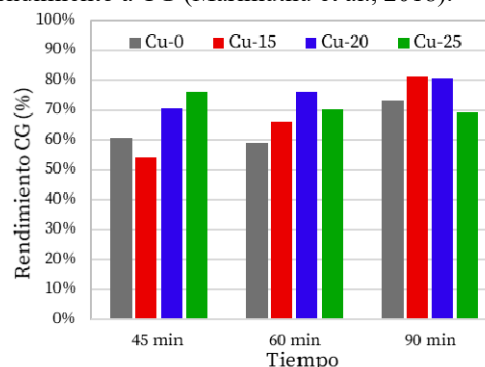
La basicidad del catalizador juega un rol clave en la transesterificación entre glicerol y EC. En la Tabla 2 se detalla el tipo y densidad de sitios básicos de la superficie de los OMM, determinado por DTP de CO<sub>2</sub>. Los sitios básicos de Brönsted (débiles) y Lewis (fuertes) son producidos por la presencia de los grupos OH<sup>-</sup> y los iones O<sup>2-</sup>, respectivamente. Los sitios moderadamente básicos se asignaron a pares de metal-oxígeno. Se observó un pico de desorción a alta temperatura (835 °C) con el aumento del contenido de Cu que se puede atribuir a la generación de sitios básicos muy fuertes por la presencia de una óptima cantidad de especies de Cu.

**Tabla 2.** Propiedades básicas de los catalizadores

OMM	Sitios básicos (mmol/g)				
	Débil	Medio	Fuerte	Muy fuerte	Total
Cu <sub>0</sub>	1,13	0,46	0,63	-	2,21
Cu <sub>15</sub>	0,71	0,49	0,42	0,16	1,78
Cu <sub>20</sub>	1,10	0,47	0,27	0,34	2,16
Cu <sub>25</sub>	0,54	0,41	0,11	0,26	1,32

Los catalizadores fueron activos en esta reacción ya que mostraron altos valores de conversión de glicerol y de selectividad a carbonato de glicerol para los tiempos evaluados. Se produjo glicidol (GD) como un subproducto debido a la descarbonilación del CG que ha sido reportado previamente por otros autores sobre catalizadores con elevada fuerza básica. Las conversiones aumentaron con el incremento del contenido de Cu de los OMM, mientras que disminuyeron levemente las selectividades para CG. Los rendimientos a CG para todos los OMM aumentaron a medida que se incrementó el tiempo de reacción, excepto en Cu<sub>25</sub> (Figura 2). Estos comportamientos podrían explicarse por la elevada área superficial (reflejada en más sitios activos accesibles para catalizar la reacción) y

características básicas que poseen todos los catalizadores. Los resultados actuales apuntan a que los sitios básicos fuertes de los OMM de Cu juegan un papel importante en el alto rendimiento a CG (Marimuthu et al., 2018).



**Fig. 2.** Rendimiento a CG de los catalizadores OMM en la reacción de transesterificación.

## CONCLUSIONES

Se pudieron obtener OMM con distinto contenido de Cu por descomposición térmica de los HDL correspondientes. Se generó la formación de MgO y CuO, aunque los picos característicos de estos últimos no fueron evidentes atribuyéndose a la buena dispersión de los mismos. Se evidenció el aumento en las áreas superficiales de los óxidos con respecto a las nanoarcillas precursoras. Todos los OMM presentaron basicidad de diferente intensidad, y se observó un incremento en sitios fuertes con el aumento del contenido de Cu. El óxido mixto con 15% de Cu incorporado presentó el mayor rendimiento a CG (81,5 %) a los 90 minutos de reacción bajo condiciones suaves de reacción. Esto se atribuye a que este material presenta una adecuada distribución de la basicidad de superficie y una gran área superficial, por lo tanto, posee más sitios activos accesibles para catalizar la reacción.

## REFERENCIAS

- Argüello, D. (2019). Nanoarcillas sintéticas para ser empleadas en la valorización de glicerol a carbonato de glicerilo. IV Jornada de Intercambio y Difusión. *AJEA*, 4, 81-87.
- Bálsamo, N., Mendieta, S., Heredia, A., & Crivello, M. (2019). Nanoclays as dispersing precursors of La and Ce oxide catalysts to produce high-valued derivatives of biodiesel by-product. *Mol. Catal.*, 0-1.
- Climent, M. J., Corma, A., De Frutos, P. y otros. (2010). Chemicals from biomass: Synthesis of glycerol carbonate by transesterification and carbonylation with urea with hydrotalcite catalysts. The role of acid-base pairs. *J. Catal.*, **269**(1), 140-149.
- Marimuthu, M., Marimuthu, P., Ashok y otros. (2018). Tuning the basicity of Cu-based mixed oxide catalysts towards the efficient conversion of glycerol to glycerol carbonate. *Mol. Catal.*, **460**, 53-62.

## EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA BIOMASA EN UNA INDUSTRIA DE ACEITUNAS DE MESA

N.F. Bálsamo\*<sup>(1)</sup>; A.M. Mansilla<sup>(1)</sup>; D.M. Álvarez<sup>(1)</sup>; D.O. Labuckas<sup>(2)</sup>; M.E. Crivello<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Tecnología Química, CONICET, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Maestro Marcelo López esq. Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, X5016ZAA, Córdoba, Argentina.

<sup>(2)</sup> IMBIV (Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal-CONICET-UNC). Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Universidad Nacional de Córdoba, Avenida Vélez Sarsfield 1611, Ciudad Universitaria, X5016GCA, Córdoba, Argentina

\*nbalsamo@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

En una agroindustria olivícola la biomasa corresponde a las partes del olivo (hojas, frutos, semillas, ramas) y también a las resultantes de los procesos realizados para la elaboración del producto final. El tratamiento /o disposición final de biomasa residual de la agroindustria olivícola es uno de los problemas ambientales más graves que sufre este sector productivo (Siciliano et al., 2016).

Su constitución se puede dividir en cuatro macromoléculas principales; 75 % de la biomasa total se corresponde a hidratos de carbono (entre ellos celulosa y hemicelulosa) y un 20 % está formado por polímeros aromáticos más complejos (denominados lignina), sólo un 5 % corresponde a productos minoritarios, como aceites, grasas y proteínas. Según el tipo de biomasa residual que se considere como materia prima, se ha de determinar cada una de estas fracciones, para posteriormente desarrollar procesos más específicos que permitan su conversión en productos químicos plataforma y productos químicos finales de elevado valor agregado o energía con el fin de lograr una solución sustentable de la problemática de esta agroindustria.

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la biomasa residual generada en una industria de aceitunas de mesa de la provincia de Córdoba, mediante técnicas físico-químicas específicas para diseñar posibles vías de valorización mediante transformaciones sustentables.

### MÉTODOS

Se tomaron muestras de la biomasa residual estacional (hojas, carozos y pulpa) proveniente de los distintos puntos de procesamiento (frutos y aceitunas). Se determinaron los porcentajes de humedad, lípidos, proteínas, hidratos de carbono cenizas, y fenoles totales. Para la determinación del contenido en lípidos se desecó el material previamente en estufa (100 °C) y luego fue sometido a un proceso de extracción continua sólido-líquido en equipo Soxhlet, durante 8 horas, utilizando

como disolvente n-hexano, el aceite se cuantificó por diferencia de pesos previo y posterior a la extracción según norma AOAC (2002). El contenido de proteínas se determinó sobre la muestra previamente desecada y sin lípidos, a través del método de Kjeldahl según norma AOAC (1995), utilizando 6,25 como factor de conversión de nitrógeno en proteínas (Fernández Díez et al., 1985). El porcentaje de cenizas se determinó siguiendo la metodología descrita por Fernández Díez et al. (1985). La determinación de Fenoles totales se llevó a cabo por Método colorimétrico, basado en la oxidación con el reactivo Folin- Ciocalteu según coloración de óxidos de wolframio y molibdeno. El análisis termogravimétrico (TGA y DTGA) se realizó para determinar la cantidad de lignina, celulosa y hemicelulosas en la muestra de carozos del proceso de descarozado, debido a que representan el mayor porcentaje de la biomasa residual.

### RESULTADOS

La biomasa residual se genera principalmente en dos etapas: la de recepción de los frutos y en la línea de producción. Y se compone de: hojas y frutos que se acumulan en la zona de recepción de los camiones y de carozos con pulpa, hojas y aceitunas en la línea de producción (selección, descarozado y envasado). Aunque los tipos de residuo son los mismos, sus características cambian ya que corresponden a las etapas de pre y post proceso de contacto con NaOH y fermentación.

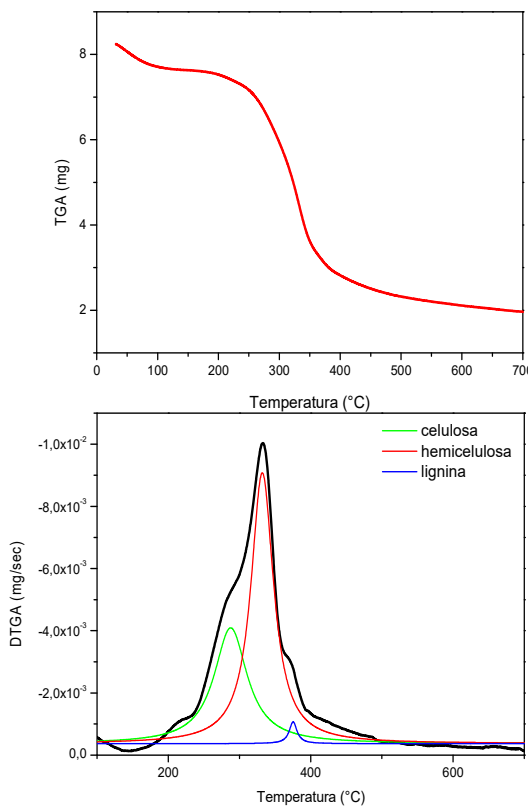
A raíz de esa clasificación, se han realizado las caracterizaciones físico-químicas que se muestran en la Tabla 1, de humedad y sólidos secos. Y sobre la base seca (sbs) se determinaron % de Lípidos, Proteínas, Cenizas e Hidratos de carbono, y fenoles totales (mg GAE/g), Tabla 2. En función de los valores de composición química hallados, se observa que la biomasa residual proveniente de la elaboración de aceitunas de mesa se destaca por su elevada concentración de materia orgánica y de compuestos fenólicos. Estos últimos son difíciles de degradar y poseen carácter fitotóxico para el suelo.

**Tabla 1.** Composición porcentual de humedad y sólidos de la biomasa residual de la elaboración de aceitunas de mesa

	Muestra	% Humedad	% Sólidos
Pulpa	Fruto verde	64,2 ±0,8	35,8 ±0,8
	Aceitunas verdes	80,3 ±0,2	19,7 ±0,2
Hojas	Línea de producción	69,1±0,01	30,9±0,01
Carozos	Molidos (~177µm)	3,8 ±0,4	96,2±0,4

**Tabla 2.** Composición química porcentual de la biomasa residual de la elaboración de aceitunas de mesa

Muestra		Contenido (sobre base seca)				
		% Lípidos	% Proteínas	% Cenizas	% Hidratos de carbono	fenoles totales (mg GAE/g sbs)
Pulpa	Fruto verde	22,6±1,0	5,5±1,0	4,4±0,1	67,4±2,	13,1 ±5,5
	Aceitunas verdes	36,8±0,7	10,3±0,1	17±1	54,7±0,2	1,1 ±0,1*
Hojas	Línea de producción	6,0±0,4	8,25±0,1	26,6±0,1	57±0,0	8±1
Carozos	Molidos (~177µm)	4,38±1,20	s/d	0,50±0,01	s/d	2,73±0,37



**Fig. 1.** Gráficas de TGA y DTGA de los carozos de aceitunas verdes.

Sin embargo, poseen, a su favor, un elevado poder antioxidante, lo que los hace muy valiosos para la industria farmacéutica, alimentaria y cosmética. Por tanto, la recuperación de los componentes de la biomasa, considerada residuo industrial en el proceso de elaboración de aceitunas de mesa, los transformaría en nuevos productos aptos para la comercialización.

Por otra parte, la curva de TGA de los carozos muestra que el proceso de desvolatilización comienza a 150 °C y la pérdida de peso máxima ocurre en el rango de 200-350 °C. Por encima de los 350 °C, se produce un cambio brusco en

la pendiente del TGA conduciendo a una pérdida de peso más lenta en el rango de temperatura 350-400 °C. La evaluación de la pérdida de peso de las muestras a 120 °C, corresponde al final de la evaporación de agua, y a 500 °C, indica que más del 70% en peso de la materia volátil fue perdido en este intervalo (Figura 1). La deconvolución de la curva de DTGA permitió la identificación de los macrocomponentes: celulosa, hemicelulosa y lignina. Las intensidades relativas de los picos están relacionadas con las cantidades globales de las mismas presentes en los carozos, donde el componente mayoritario es la hemicelulosa. La presencia de estos componentes aseguraría la transformación de los carozos por pirólisis catalítica en compuestos plataforma o building blocks de mayor valor agregado como ácidos carboxílicos, aldehídos y cetonas.

## CONCLUSIONES

La evaluación preliminar de la composición de la biomasa residual de la elaboración de aceitunas de mesa permitió determinar composición porcentual de los compuestos principales. Los valores de composición hallados de compuestos tales como polifenoles, celulosa, hemicelulosa y lignina, permitirán proyectar la transformación de la biomasa residual en compuestos de mayor valor agregado, mediante procesos que contribuyan a producción sustentable de esta agroindustria de interés socio-económico regional.

## REFERENCIAS

- Siciliano A., Stillitano M.A., De Rosa S., “Energetic Valorization of Wet Olive Mill Wastes through a Suitable Integrated Treatment: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> with Lime and Anaerobic Digestion”, *Renew. Energy* **85**, 903-916 (2016).
- Fernández Díez M.J., et al. (1985). *Biocología de las aceitunas de mesa*. Instituto de la Grasa y sus Derivados. Ed. CSIC, Sevilla, España.

## CONVERSIÓN CATALÍTICA DE ÁCIDO LEVULÍNICO SOBRE UIO-66-NH<sub>2</sub>

Bravo Fuchineco Daiana\* <sup>(1)</sup>; Heredia Angélica <sup>(1)</sup>; Rodríguez Castellón Enrique <sup>(2)</sup>; Crivello Mónica <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) / CONICET / UTN-FRC, Córdoba, Argentina.

<sup>(2)</sup> Departamento de Química Inorgánica, Cristalografía y Mineralogía / Universidad de Málaga, Málaga, España.

\* E-mail: dbravo@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

La conversión de moléculas plataforma en productos químicos de alto valor es una estrategia importante para la utilización de los recursos de biomasa. El ácido levulínico ha sido reconocido como el puente químico entre la biomasa y el petróleo. Ha demostrado un gran potencial para producir biocombustibles y aditivos de alta calidad, como los ésteres levulínicos (Yu et al., 2019). Estos ésteres generalmente son sintetizados mediante catálisis homogénea con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl y H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> generando inconvenientes en el reciclaje del catalizador, la separación de productos y problemas ambientales. Los catalizadores ácidos sólidos son una buena alternativa para superar estos inconvenientes (Guo et al., 2019). Los materiales metal orgánico estructurados (MOFs) están constituidos por la unión de unidades metálicas a través de moléculas orgánicas que actúan como ligandos, dando lugar a estructuras cristalinas tridimensionales de extraordinarias propiedades texturales. El material UiO-66-NH<sub>2</sub> desarrollado por Kandiah et al., 2010, está constituido por clústeres metálicos, compuestos por seis átomos de zirconio Zr<sub>6</sub>O<sub>4</sub>(OH)<sub>4</sub>, unidos entre sí por grupos μ<sub>3</sub>-O y μ<sub>3</sub>-OH, procedentes del ligando orgánico 2- aminotereftalato. El elevado grado de coordinación del clúster metálico, confiere al MOF una gran estabilidad química (Abid et al., 2013).

### MÉTODOS

#### Síntesis del material

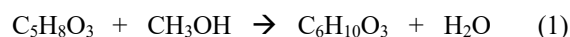
Los materiales fueron sintetizados por el método solvotermal. La agitación se realizó de forma magnética a temperatura ambiente y con ultrasonido a temperatura de 60 °C. El solvente principal dimetilformamida (DMF) fue reemplazado en un 0 y 50% v/v por acetona. Las muestras se identificaron como MOF<sub>x</sub>% y MOF<sub>x</sub>% U-T, donde la "X" indica el contenido de DMF y U-T indica ultrasonido a temperatura de 60 °C. El procedimiento consistió en disolver ZrCl<sub>4</sub> en DMF sola o mezclada con acetona, según corresponda; agitando magnética o ultrasónicamente la solución por 5 minutos. Luego se incorporó ácido aminotereftálico (NH<sub>2</sub>-BDC), se agitó durante 30 minutos y se llevó a un reactor de teflón recubierto en acero inoxidable a 120 °C durante 24 h. El material obtenido se sumergió en DMF, luego se lavó con acetona, se separó el sólido por centrifugación y se secó a 90 °C por 24 h obteniéndose un polvo de color amarillo.

#### Caracterización de las muestras

DRX: difractómetro Xpert' PANalytical de radiación Cu-Kα, a una velocidad de 1/4 min en 2θ. FTIR: con KBr, en el rango de 4000-400 cm<sup>-1</sup> con un espectrofotómetro Smartomi-Transmission Nicolet IS10 Thermo Scientific. BET: instrumento ASAP 2000 (Micromeritics).

#### Reacción Catalítica

Los MOFs fueron evaluados catalíticamente en la reacción de esterificación (reacción 1) del ácido levulínico (AL) con metanol (relación molar 1:15) (Cirujano et al., 2015). Se incorporaron 0.05 g del catalizador en un reactor batch de vidrio con agitación magnética a 65 °C, acoplado a un condensador de reflujo. La reacción se llevó a cabo en 5 h y se tomaron muestras cada hora, las mismas se analizaron por cromatografía gaseosa (Agilent 7820A). Para confirmar la identificación de los compuestos, se realizó espectroscopia de masa (Perkin Elmer Clarus 560).



### RESULTADOS

#### Caracterización físico-química

La figura 1 muestra el patrón de difracción de rayos X de los catalizadores sintetizados. Se destacan 2 señales características producidas a los 7.4° y 8.5°, asignadas a los planos cristalográficos (1 1 1) y (2 0 0) de la estructura MOF UiO-66-NH<sub>2</sub>. (Lin et al., 2016). Se observa que todos los materiales presentan un buen ordenamiento y cristalinidad.

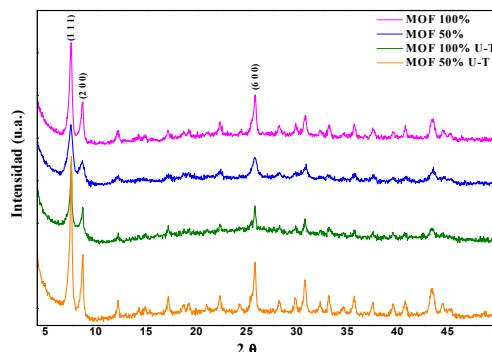


Fig. 1. DRX de las muestras sintetizadas

La figura 2 muestra los espectros de FTIR, donde se destacan a los 3456 y 3350 cm<sup>-1</sup> las bandas de tensión simétrica y asimétrica de las aminas, y otras a los 1259 y

1384  $\text{cm}^{-1}$  debida a absorción del enlace C-N. Para el grupo  $\text{COO}^-$  las bandas a los 1657, 1575 y 1434  $\text{cm}^{-1}$ , asociadas con las vibraciones de estiramiento asimétrico y simétrico del grupo carboxilo de la BDC- $\text{NH}_2$  y una banda más pequeña (1494  $\text{cm}^{-1}$ ) que representa la vibración del C=C del anillo benzénico. Las dos señales de menor frecuencia (a los 574 y 477  $\text{cm}^{-1}$ ) se deben a los estiramientos Zr-O en el cluster (Arrozi et al., 2015).

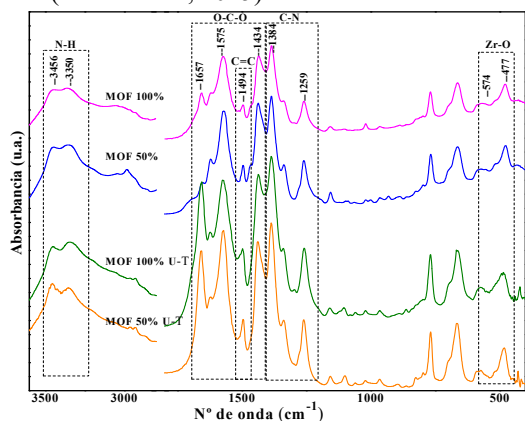


Fig. 2. FTIR de las muestras sintetizadas

En la tabla 1 se puede observar que las áreas superficiales de los  $\text{MOF}_x\%$  U-T son superiores en un 22 y 53 % con respecto a las muestras sintetizadas sin ultrasonido. En todos los casos el reemplazo de DMF por acetona disminuye el área superficial. Analizando las isotermas BET de los  $\text{MOF}_{100\%}$  y  $\text{MOF}_{50\%}$  se determinó que presentan isotermas de Tipo Ib, según IUPAC, y que, por tamaño de poro, aprox. 2 nm, corresponde a materiales microporosos. (Ploskonka et al., 2017)

#### Evaluación catalítica

La tabla 1 presenta los porcentajes en moles de conversión de AL y selectividad a levulinato de metilo (LM) para cada material. Es de notar que la aplicación de ultrasonido y temperatura de 60°C en la síntesis genera materiales con mejores rendimientos al producto principal. Se comprobó la existencia de un producto secundario (b-angélica lactona), proveniente de la deshidratación del AL. Los mejores resultados se obtuvieron con la muestra  $\text{MOF}_{100\%}$  U-T.

Tabla 1. Área Sup. Datos de actividad catalítica

Catalizador	Área [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]	Conversión %	Selectividad %
$\text{MOF}_{100\%}$	399	21.08	73.10
$\text{MOF}_{50\%}$	268	16.32	0.5
$\text{MOF}_{100\%}$ U-T	597	63.57	92.22
$\text{MOF}_{50\%}$ U-T	557	25.81	4.38

A fin de mejorar el rendimiento catalítico, se lavó previamente en ultrasonido el  $\text{MOF}_{100\%}$  U-T con acetona, para retirar la DMF que aún se encontraba ocluida en los poros del catalizador. Con esto se logró aumentar la conversión de un 63.57% a un 70.87%.

## CONCLUSIONES

Se lograron obtener fases puras de  $\text{UiO-66-NH}_2$  en condiciones solvotérmicas suaves, reemplazando hasta un 50% v/v de la tradicional DMF por acetona, con destacadas propiedades cristalinas y porosas. La implementación de ultrasonido y temperatura en la síntesis promovió la formación estructura cristalina más ordenada y mayores áreas superficiales. En cuanto a la evaluación catalítica, los materiales  $\text{MOF}_x\%$  U-T exhibieron las mayores conversiones, siendo la muestra  $\text{MOF}_{100\%}$  U-T la que presentó la mejor actividad catalítica, con una conversión del 70.87%. Estos resultados están asociados a la mayor área superficial y dispersión de sitios ácidos disponibles, para catalizar la reacción. Finalmente, puede decirse que el remplazo de éstos catalizadores por los homogéneos en reacciones de esterificación, es una alternativa sumamente viable, que permite llevar adelante reacciones eco-compatibles con el medio, con una fácil separación de los productos de interés.

## REFERENCIAS

- Yu, Z., Lu, X., Xiong, J., & Ji, N. "Transformation of Levulinic Acid to Valeric Biofuels: A Review on Heterogeneous Bifunctional Catalytic Systems". *ChemSusChem* (2019)
- Tianmeng Guo, Mo Qiu, Xinhua Qi. "Selective conversion of biomass-derived levulinic acid to ethyl levulinate catalyzed by metal organic framework (MOF)-supported polyoxometalates". *Applied Catalysis A: General*, **572**, 168-175 (2019).
- Kandiah M., Nilsen MH, Usseglio S., Jakobsen S., Olsbye U., Tilset M., Larabi C., Quadrelli EA, Bonino F., Lillerud KP. *Chem Mater*, **22-24**, 6632-6640 (2010).
- Abid, H. R., Shang, J., Ang, H.-M., & Wang, S. "Amino-functionalized Zr-MOF nanoparticles for adsorption of  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$ ". *International Journal of Smart and Nano Materials*, **4**, 72-82 (2013).
- F. G. Cirujano, A. Corma, F. X. Llabrés i Xamena. "Conversion of levulinic acid into chemicals: Synthesis of biomass derived levulinate esters over Zr-containing MOFs". *Chemical Engineering Science*, **124**, 52-60 (2015).
- Lin, K.Y. A., Liu, Y.T., & Chen, S.Y. "Adsorption of fluoride to  $\text{UiO-66-NH}_2$  in water: Stability, kinetic, isotherm and thermodynamic studies". *Colloid and Interface Science*, **461**, 79- 87 (2016).
- Ubed SF Arrozi, Husni W. Wijaya, Aep Patah, Yessi Permana. Efficient acetalization of benzaldehydes using  $\text{UiO-66}$  and  $\text{UiO-67}$ : Substrates accessibility or Lewis acidity of zirconium. *Applied Catalysis*, **506**, 77-84 (2015).
- Ann M. Ploskonka, Stephanie E. Marzen, and Jared B. DeCoste. "Facile Synthesis and Direct Activation of Zirconium Based Metal-Organic Frameworks from Acetone". *Industrial & Engineering Chemistry Research*, **56**, 1478-1484 (2017).

## LA GESTIÓN AMBIENTAL EN ARGENTINA Y EL MERCOSUR (2001-2018). ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA FALTA DE UN ECOETIQUETADO DE ARGENTINA EN EL COMERCIO EXTERIOR EN RELACIÓN A LOS MIEMBROS DEL MERCOSUR

Caminos, Constanza C.\*; Specchia, Nelsón; Carrizo, Blaca R., Funes, Valeria

UTN – FRC. Maestro M. Lopez esq. Cruz Roja, Córdoba  
\*coty\_caminos@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

En el marco del “**Proyecto de Investigación: Globalización, Comercio Internacional y Medio Ambiente**”, que tiene como objetivo general “Diagnosticar y evaluar la coordinación de la gobernabilidad ambiental internacional llevado a cabo en el MERCOSUR y en la Argentina (1991 -2018) orientadas al comercio internacional”, se pretende presentar este escrito que busca presentar el grado de avance del primer objetivos específicos que atiende a “Determinar la coordinación de la gobernabilidad ambiental internacional, regional y nacional desde 1991 al 2018. Teniendo en cuenta las reglamentaciones, prácticas, políticas e instituciones creadas a tal fin en los tres ordenamientos.

La justificación del tema abordado no solo surge frente a la tendencia internacional de proteger el medio ambiente y de generar un desarrollo sostenible y sustentable mediante una economía verde, sino también es importante no perder de vista, desde un análisis micro social, el comportamiento de los consumidores que, según diversos estudios relevados están mayormente dispuestos a comprar productos verdes.

Sumado a ello se encuentra que desde la firma del “Acuerdo de Asociación Estratégica Mercosur- UE” el 28 de junio del 2019 entre las múltiples declaraciones de los países contrarios a su ratificación en el otro continente, amplios sectores sostienen que los productos agroindustriales procedentes de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay son de una calidad inferior a la por ellos producida lo cual repercutiría en la salud de sus ciudadanos Teniendo en cuenta que Pero en el caso de la Argentina, la realidad de las empresas, es que tienen una pérdida relativa de su competitividad frente a los mercados externos ya que no cuentan con un organismo que otorgue certificaciones orientados a la sustentabilidad por medio de ecoetiquetados como los otros países. Esta certificación determina que productos tienen menor influencia sobre el medio ambiente y son provistas por políticas públicas estatales y regionales.

### MÉTODOS

Para el cumplimiento del primer objetivo de este Proyecto se realizó un análisis de contenido de artículos científicos y documentos publicados en la OMC y en el PNUMA (ordenamiento internacional), en el MERCOSUR (ordenamiento regional) y en la Secretaría del Ambiente y actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo con el objeto de dar cuenta de los cambios que se han llevado a cabo en los tres niveles. En un segundo momento se tiene la intención de desarrollar un análisis causal para comprobar si existe una relación cronológica, de temas y regulaciones entre ellos.

### RESULTADOS

Desde 1991 a la actualidad se encontró que el año 2015 es un año claven en la esfera internacional puesto que se llevó a cabo el Acuerdo París organizado por el PNUMA de la Organización de Naciones Unidas (ONU), el cual volvió a situar en la agenda internacional la preocupación por el medio ambiente. Frente a este escenario, se comenzó a indagar acerca de cómo el MERCOSUR en general y Argentina en particular han llevado a cabo reglamentaciones, prácticas, políticas e instituciones orientadas a coordinar la gobernabilidad medioambiental y se encontró que, en cuanto a las políticas públicas desarrolladas:

Los regímenes comerciales que actualmente se llevan a cabo en América del Sur y particularmente en el bloque del MERCOSUR, por incluir a una extensa área territorial, tiene la deuda pendiente de contribuir a preservar la integridad ambiental al identificar y respetar los límites de la capacidad regenerativa de los ecosistemas, y a evitar los daños irreversibles de las especies de plantas y animales que hoy corren un gran peligro.

Frente a esta realidad, a nivel internacional así como otros procesos de integración como por ejemplo el de la Unión Europea (UE) llevan a cabo como política pública concreta los Sistemas de certificación ambiental (ecoetiquetado) porque atiende a los principios de sostenibilidad, de empoderamiento del consumidor, de

prevención, de soberanía, de apertura de mercado, de internalización de costos, de voluntariedad, de viabilidad, de transparencia, de participación ciudadana informada, de objetividad, de incentivo a la innovación científica, de manejo social integral y de temporalidad técnica.

Frente a esta realidad, de manera comparada se puede afirmar que el MERCOSUR y Argentina en particular están lejos de desarrollar en un periodo inmediato certificaciones que tengan las mismas características a la de la Flor Europea, solo para mencionar un ejemplo.

No obstante es necesario remarcar que con el reciente “Acuerdo Histórico de Asociación Estratégica entre la Unión Europea y el MERCOSUR” firmado el 28 de junio del 2019 se suma un elemento más que requiere del trabajo y compromiso de los países del Mercosur en general y de Argentina en particular para lograr certificaciones de eco-etiquetado puesto que uno de los puntos sobre los cuales los grupos opositores al acuerdo en Europa sientan sus motivos, se encuentra en la repercusión que los productos provenientes del Mercosur pueden generar en la salud de los ciudadanos europeos puesto que no cuentan con los mismos estándares de calidad.

Frente a este panorama existe una real desventaja puesto que no hay certificaciones de calidad propias del MERCOSUR que garanticen el cumplimiento y control de calidad de los procesos productivos de los bienes agropecuarios e industriales, lo cual es una gran deuda del MERCOSUR para los sectores dedicados al comercio exterior, dado que el alto costo de las certificaciones de calidad internacionales repercute de manera directa en la accesibilidad a mercados externos, lo cual se traduce en barreras para arancelarias difíciles de sortear.

No obstante, no hay que perder de vista que Argentina ha comenzado a desarrollar políticas públicas orientadas a la contar con instrumentos de certificación propia, como por ejemplo, a través del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) se creó en el año 2001 al Organismo de Certificación mediante la Resolución del Consejo Directivo N° 32/2001, que si bien en un primer momento su objetivo fue certificar productos en el ámbito voluntario y regulado; posteriormente extendió sus actividades para certificar procesos y competencias laborales por personas.

Sumado a ello, la experiencia de Brasil en la materia también puede servir como antecedente para pensar en órganos supranacionales. Por ejemplo, se encuentra que Brasil es el estado más avanzado en cuanto a sistemas de eco-etiquetado, ya que posee el Rótulo ABNT Qualidade Ambiental en funcionamiento. En el resto de los países los mismos tienen que acceder a dichos estándares mediante la contratación de empresas privadas que evalúan sus procesos productivos a un alto costo.

## CONCLUSIONES

Como conclusión a lo presentado en el escrito se puede decir que existe una deuda pendiente de Argentina en particular y del Mercosur en general en lo que atiene a las políticas llevadas a cabo para lograr una gobernabilidad

ambiental acorde a los requerimientos y a los compromisos asumidos desde el 2015 en adelante. No obstante, la institucionalidad creada con el Organismo de Certificación del INTI y la experiencia del Rótulo ABNT de Brasil pueden ser antecedentes principales para lograr una política regional (MERCOSUR) en aras de desarrollar procesos semejantes a los de la Flor Europea (UE) y de esa manera lograr la ratificación del “Acuerdo de Asociación Estratégica Mercosur- UE”.

## REFERENCIAS

- Organización Internacional de Normalización.
- Guillet (2013). “Eco etiquetado en el Mercosur: Potencialidades del enfoque regional de modalidades de producción y consumo sustentable”. Universidad de Buenos Aires
- Irish, Jhon (2019). “France will not sign up to Mercosur deal at any price: ministers”. Reuters. UK.
- <https://www.reuters.com/article/us-eu-mercosur-france/france-will-not-sign-up-to-mercosur-deal-at-any-price-ministers-idUSKCN1TX1PN>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).
- Maneiro Jurjo y Burguillo Cuesta (2007). “El ecoetiquetado ¿Un instrumento eficiente de política ambiental?”. Boletín Económico de ICE N°2915.España, p. 39.50.
- Mera y Palacios (2003). La industria española y el etiquetado ecológico. Boletín económico de ICE, Información Comercial Española, p. 13-22.
- Martínez Rodríguez (2018), “Eco-etiquetado y productos verdes: Desarrollo y competitividad”. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Organización Internacional de Normalización (ISO).

# SÍNTESIS DE MATERIALES MESOPOROSOS ORDENADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE ARROZ Y SU APLICACIÓN EN LA DEGRADACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES

P.M. Carraro<sup>\*(1)</sup>; T.B. Benzaquén <sup>(1)</sup>; G.A. Eimer <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> CITeQ – CONICET – UTN, Maestro López y Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, 5016 Córdoba, Argentina.

\*E-mail del autor de contacto: [pmcarraro@frc.utn.edu.ar](mailto:pmcarraro@frc.utn.edu.ar)

## INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, varias investigaciones se han centrado en la posibilidad de desarrollar nuevos materiales seguros, no tóxicos y ambientalmente sostenibles utilizando desechos y procesos más respetuosos con el medio ambiente. Así, la biomasa constituye la alternativa ideal para sustituir los recursos fósiles como materia prima para la obtención de combustibles y productos químicos. Los residuos de cultivos representan uno de los mayores recursos de biomasa a nivel mundial. Entre ellos, la cáscara de arroz es una biomasa de residuo abundante y disponible en el mundo. Según el informe de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), la producción mundial de arroz fue de alrededor de 759,6 toneladas en 2018 (arroz, paja y cáscara), donde la cáscara representa entre 0,2 y 0,33 kilogramos por kilogramo de arroz cosechado Duque Ortiz S. (2019).

Por otro lado, últimamente ha aumentado la preocupación por la perturbación del sistema endocrino de los organismos vivos por compuestos orgánicos sintéticos. Las sustancias químicas alteradoras del sistema endocrino (DEs) son contaminantes ambientales que tienen consecuencias adversas para las comunidades humana y animal. Entre ellos se incluyen plastificantes, retardantes de llama, productos químicos industriales como los alquifenoles y metales, contaminantes atmosféricos como los hidrocarburos aromáticos policíclicos, drogas y pesticidas.

Los materiales mesoporosos ordenados, como el soporte MCM-41, son interesantes por su excelente estructura de poros y su gran área específica. Esto último los hace adecuados para su uso en la degradación de contaminantes, ya que pueden permitir una buena dispersión de la fase activa, así como un fácil acceso de moléculas voluminosas a los sitios activos dentro de los poros. En los últimos años, con la innovación de los procesos de oxidación avanzada (PAO's), ha habido un creciente interés en este campo de investigación. Entre ellos, el proceso Fenton heterogéneo (que utiliza la reacción entre el hierro de soporte y el peróxido de hidrógeno) en combinación con la luz UV-vis, llamado proceso foto-Fenton heterogéneo, ha aparecido como una alternativa interesante y viable para el tratamiento de las aguas residuales Benzaquén et al. (2019).

En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue sintetizar materiales mesoporosos síliceos del tipo MCM-41 utilizando una fuente natural, no tóxica y barata de sílice. El soporte se modificó con diferentes cargas de Fe y se caracterizó utilizando diversas técnicas. Se evaluaron los catalizadores obtenidos en la degradación fotocatalítica de diferentes DEs en medio acuoso, como herbicidas (atrazina, ATZ), compuestos derivados de la industria del plástico (bisfenol A, BPA) y de la industria farmacéutica (paracetamol, PCT), aplicando la reacción heterogénea foto-Fenton.

## MÉTODOS

### Síntesis de MCM-41-RHA

La cáscara de arroz proporcionada por una empresa local fue lavada y calcinada a 800 °C por 6 h. El material obtenido se utilizó para la extracción de la sílice.

Los silicatos mesoporosos del tipo MCM-41 se sintetizaron por el método de tratamiento hidrotérmico utilizando el precursor de sílice obtenido anteriormente y CTAB como template. El soporte sintetizado MCM-RHA se modificó con 2,5, 5 y 10 %p/p de Fe por el método de impregnación húmeda. Los materiales resultantes se nombraron Fe/MCM-RHA(x), donde x es la concentración inicial de la solución de impregnación en %p/p.

### Caracterización de los catalizadores

Los materiales sintetizados se caracterizaron por isotermas de adsorción-desorción de N<sub>2</sub> a 77 K y espectroscopia ultravioleta Visible con Reflectancia Difusa.

### Dispositivo experimental

El fotoreactor experimental donde se evaluó la acción catalítica de los materiales se detalla en trabajos anteriores Benzaquén et al. (2017).

### Determinaciones Analíticas

Las muestras de reacción fueron analizadas (i) por cromatografía Líquida de Alta Resolución en un cromatógrafo Perkin Elmer, equipado con detector UV y con columna de fase reversa C18; (ii) peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) mediante una técnica iodométrica modificada con determinaciones en un espectrofotómetro, UV-VIS Jasco y (iii) Fe<sup>2+</sup> y Fe total, en el caso de la reacción foto-Fenton homogénea, empleando el método colorimétrico 1,10-fenantrolina a 510 nm.



## RESULTADOS

La tabla 1 muestra las propiedades texturales de los materiales estudiados obtenidos de las isothermas de adsorción-desorción de N<sub>2</sub> a 77 K. Todos los sólidos presentaron isothermas de tipo IV, con alta superficie específica (S<sub>BET</sub>) y volumen de poros (V<sub>TP</sub>), típicos de materiales mesoporosos. Sin embargo, una ligera disminución de estos valores se observa con el aumento en la carga de Fe. Esto se puede atribuir al bloqueo de algunos poros debido al aumento en la presencia de clústers y/o pequeñas partículas de óxidos metálicos finamente dispersos dentro de los canales, como así también grandes partículas en la superficie externa.

**Tabla 1.** Propiedades texturales de los materiales.

Muestras	S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	V <sub>TP</sub> (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )	Dp (Å)
MCM-RHA	1022	0.91	30
Fe/MCM-RHA(2.5)	889	0.74	26
Fe/MCM-RHA(5)	877	0.66	28
Fe/MCM-RHA(10)	761	0.62	26

En los espectros UV-vis RD de todas las muestras investigadas, se pueden observar tres bandas a 220–250, 300–380 and 450–550 nm aproximadamente, las cuales corresponden a átomos de hierro unidos los O de la superficie, grupos de óxido de hierro (FeO)<sub>n</sub> o nanopartículas de muy pequeño tamaño y nanopartículas de óxido de mayor tamaño, respectivamente. Un corrimiento de estas bandas a mayores longitudes de onda en las muestras con altas cargas de hierro se debe al efecto cuántico de tamaño de partícula, lo que indica una mayor presencia de nanopartículas de óxido de Fe más grandes.

Se investigó la viabilidad de degradación de diferentes contaminantes, aplicando la reacción tipo foto-Fenton Heterogénea con diferentes cargas de Fe sobre el soporte MCM-RHA, bajo las mejores condiciones de reacción previamente establecidas en trabajos anteriores Benzaquén et al. (2017)

En la tabla 2 se presentan los % de la degradación de ATZ, BPA y PCT de los diferentes catalizadores sintetizados, utilizando radiación UV-visible, temperatura ambiente, un pH cercano al neutro y manteniendo constante la concentración inicial de catalizador (C<sup>0</sup><sub>CAT</sub>), la concentración inicial de peróxido de hidrógeno (C<sup>0</sup><sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) y la radiación. Los catalizadores con las mayores cargas de metal mostraron una disminución importante en la actividad catalítica para todos los contaminantes evaluados. Cuando el contenido de Fe fue del 2.5 % p/p (Fe/MCM-RHA(2.5)), la degradación de todos los contaminantes alcanzó su valor máximo. En base a estos resultados, como se puede observar, el bifenol A fue el contaminante que alcanzó el mayor grado de degradación.</sub>

Como se ha señalado anteriormente, las muestras con altas cargas de hierro presentaron una mayor presencia de

nanopartículas de óxido de hierro de mayor tamaño. Dichas especies, podrían estar bloqueando algunos sitios responsables de la actividad de los catalizadores. Así, en la muestra con menor contenido de Fe, las especies de activas de metal estarían finamente dispersas en la estructura de sílice y activas para la fotodegradación.

**Tabla 2.** % de degradación de Des.

Muestras	ATZ Conv (%)	BPA Conv (%)	ACE Conv (%)
Fe/MCM-RHA(2.5)	75.63	99.18	59.90
Fe/MCM-RHA(5)	37.55	20.44	35.72
Fe/MCM-RHA(10)	34.80	23.72	18.18

Por último, previo a cada reacción se buscó alcanzar el equilibrio de adsorción de contaminante sobre el material. Esto se llevó a cabo poniendo en contacto la cantidad deseada de catalizador con la solución de contaminante bajo agitación, flujo de aire y oscuridad, por un período de 60 min. Finalmente, en todos los casos se estudió el posible “leaching” de metal, luego de finalizada la reacción. Los resultados obtenidos arrojaron valores menores a 0,8 ppm, por lo que, los materiales presentarían una considerable estabilidad.

## CONCLUSIONES

Los catalizadores de sílice se sintetizaron utilizando cáscaras de arroz como precursor de silicio. Esta metodología de síntesis resulta eficaz, sencilla y más respetuosa con el medio ambiente.

Todos los catalizadores mostraron una buena regularidad estructural preservando la mesoporosidad después de la incorporación del metal. La muestra con menor carga de Fe presentó el mayor porcentaje relativo de iones Fe<sup>3+</sup> aislados. Mientras tanto, para las muestras con mayores cargas de metal se observó una mayor proporción de especies de óxido de Fe de mayor tamaño. La mayor eficiencia fotocatalítica (Fe/MCM-RHA(2.5)) es consistente con la mayor presencia de especies de Fe finamente dispersas y estabilizadas en el soporte.

Por último, la cáscara de arroz aparece como una fuente de sílice ecológica y barata para el desarrollo de catalizadores heterogéneos ecológicos para la degradación de diferentes DEs.

## REFERENCIAS

- Benzaquén T.B et al. “Degradation of Atrazine over a heterogeneous photo-fenton process with iron modified MCM-41 materials” *Catat. Today* **29**, 51-58 (2017)
- Benzaquén, T.B. et al. “Nanostructured catalysts applied to degrade atrazine in aqueous phase by heterogeneous photo-Fenton process” *Environ Sci Pollut Res* **26**, 4192–4201 (2019)
- Duque Ortiz S. et al. Línea base cadena productiva del cultivo de arroz. Bogotá: UPRA. (2019)

# CARACTERIZACIÓN ESPECTROSCÓPICA POR RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DE RESINA DE UREA-FORMALDEHÍDO

M. A. Caula <sup>1\*</sup>, D. A. Estenoz <sup>2</sup>, V. V. Nicolau <sup>1</sup>

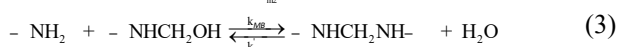
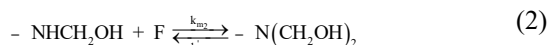
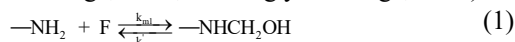
<sup>(1)</sup> GPOL-Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional San Francisco, U.T.N, San Francisco 2400, Córdoba, Argentina

<sup>(2)</sup> INTEC (CONICET and U.N.L), Güemes 3450, Santa Fe 3000, Argentina

\* autor de contacto: andrea\_caula@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

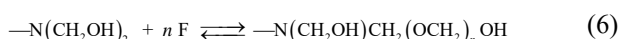
Las resinas base de urea formaldehído (U-F) se obtienen por reacción entre la urea (U) y el formaldehído (F) y se utilizan principalmente como adhesivos en la fabricación de paneles de madera. El mecanismo de reacción consiste en una hidroximetilación-condensación (De Jong y De Jonge, 1952, De Jong y De Jonge, 1953):



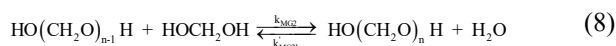
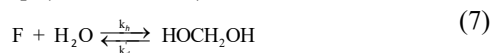
De modo similar a las reacciones de formación de uniones metileno y uniones éter sin sustituir [(—NHCH<sub>2</sub>NH— y —NHCH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>NH—, Ecs. (3) y (4)], se pueden generar uniones metileno y éter del tipo monosustituido (—NRCH<sub>2</sub>NH— y —NRCH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>NH—) y disustituido (—NRCH<sub>2</sub>NR— y —NRCH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>NR—).

Además, se generan uniones éter cíclicas con formación de urones (Steinhof *et al.*, 2014).

Por otra parte, los grupos monohidroximetilamino (—NHCH<sub>2</sub>OH) y dihidroximetilamino [—N(CH<sub>2</sub>OH)<sub>2</sub>] [Ecs. (1) y (2)] reaccionan con el F para generar hemiformales de grupo mono y dihidroximetilamino (Steinhof *et al.*, 2014):



El sistema es complejo y el F sufre hidratación/deshidratación y polimerización con generación de metilenglicol (HOCH<sub>2</sub>OH) y oligómeros [HO(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>OH] (Walker, 1964):



En este trabajo se caracterizaron los productos de reacción generados durante la síntesis de resinas de U-F en condiciones ácidas y alcalinas en un rango de temperatura

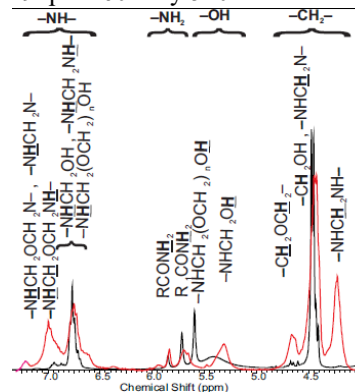
entre 38 y 90 °C. Para la caracterización se empleó resonancia magnética nuclear de protones y carbono [<sup>1</sup>H y <sup>13</sup>C) RMN] y estudios de correlación nuclear (<sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C gHSQC).

## MÉTODOS

Se llevaron a cabo 7 experimentos con relaciones molares iniciales F/U ≅ 2 a partir de una solución de F (17% p/p) libre de metanol. Cinco de los experimentos se llevaron a cabo a pH = 9 y temperaturas de 38 °C, 48 °C, 60 °C, 70 °C y 90 °C, y dos experimentos a pH = 4 y temperaturas de 48 °C y 60 °C. Para el ajuste de pH se emplearon soluciones de NaOH y HCl 0.1N. Se tomaron muestras a lo largo de las reacciones y se secaron a T = 40 °C en estufa de vacío. Para el análisis espectroscópico, las muestras se disolvieron en dimetilsulfóxido deuterado (DMSO-d<sub>6</sub>). Los espectros de (<sup>1</sup>H y <sup>13</sup>C) RMN y de correlaciones nucleares <sup>1</sup>H-<sup>13</sup>C gHSQC se adquirieron en un espectrómetro Bruker Avance II 300 MHz provisto de sonda multinuclear de gradiente.

## RESULTADOS

En la Fig. 1 se muestran los espectros de <sup>1</sup>H RMN a pH = 4 y pH = 9 para 60 °C y 510 min. de reacción.



R:—CH<sub>2</sub>—, —CH<sub>2</sub>OCH<sub>2</sub>—; R<sub>1</sub>: —NH<sub>2</sub>, —NHCH<sub>2</sub>OH, —NHCH<sub>2</sub>(OCH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>OH.

Fig. 1. Exp. a 60 °C y 510 min.: <sup>1</sup>H RMN a pH = 4 (→) y pH = 9 (←).

Las asignaciones de los picos se muestran en las Tablas 1 y 2.

**Tabla 1.**  $^1\text{H}$  RMN: Asignación de estructuras en DMSO- $d_6$ .

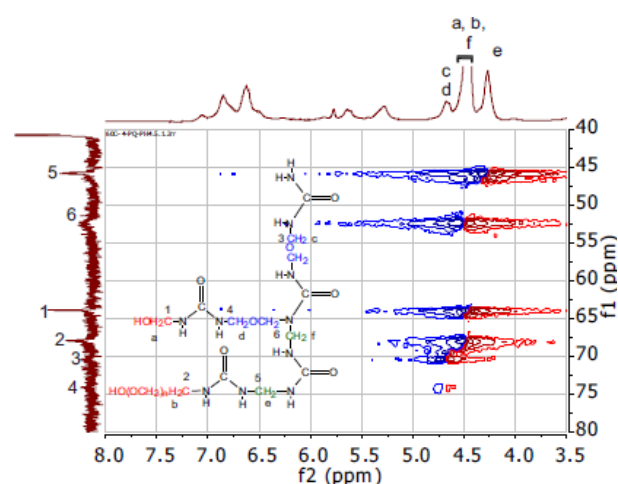
Grupo amino	Estructura	$\delta$ (ppm)	Observaciones
monosustituído	$-\text{NHCH}_2\text{N}-$	7.0-7.4	
	$-\text{NHCH}_2\text{OCH}_2\text{N}-$	7.0-7.4	
Grupos amino sin sustituir	$-\text{NHCH}_2\text{OCH}_2\text{NH}-$	6.8-7.0	
	$-\text{NHCH}_2\text{OH}$	6.5-6.8	Sin correlación en gHSQC
	$-\text{NHCH}_2(\text{OCH}_2)_n\text{OH}$	6.5-6.8	
	$-\text{NHCH}_2\text{NH}-$	5.7-6.5	
	$-\text{CH}_2\text{CONH}_2$	5.7-6.5	
Grupo hidroxilo	$-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CONH}_2$	5.6-5.7	
	$\text{NH}_2\text{CONH}_2$	5.6-5.7	
	$\text{OHCH}_2\text{NHCONH}_2$	5.6-5.7	
Grupo metileno	$\text{HO}(\text{OCH}_2)_n\text{CH}_2\text{NHCONH}_2$	5.4-5.6	
	$-\text{NHCH}_2(\text{OCH}_2)_n\text{OH}$	5.4-5.6	
Grupo metileno	$-\text{NHCH}_2\text{OH}$	5.25-5.4	
	$-\text{CH}_2\text{OCH}_2-$	4.55-4.9	Correlación con carbonos a
	$\text{OHCH}_2\text{OH}$	4.55-4.9	63.84-64.55, 67.94-68.55,
	$-\text{NHCH}_2(\text{OCH}_2)_n\text{OH}$	4.4-4.55	54, 59, 69, 74,
	$-\text{NHCH}_2\text{N}-$	4.4-4.55	77, 82.3 y 86 ppm en eHSQC
	$-\text{HNCH}_2\text{NH}-$	4.1-4.4	

**Tabla 2.**  $^{13}\text{C}$  RMN: Asignación de estructuras en DMSO- $d_6$ .

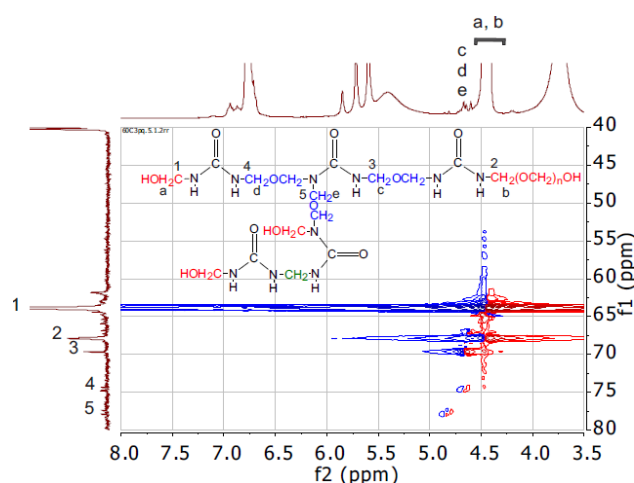
Grupo	Estructura:	$\delta$ (ppm)
Grupo carbonilo	$\text{NH}_2\text{CONH}_2$	160.63 - 161.06
	$\text{NH}_2\text{CONH}-$	159.11 - 159.55
	$-\text{NHCONH}-$	157.82 - 158.50
	$-\text{NHCON}=\text{O}$	157.82 - 158.50
Grupo monohidroximetilamino	$-\text{NHCH}_2\text{OH}$	63.84 - 64.55
Hemiformales de grupo monohidroximetilamino	$-\text{NHCH}_2(\text{OCH}_2)_n\text{OH}$	67.94 - 68.55
Uniones metileno	$-\text{NHCH}_2\text{NH}-$	46
	$-\text{N}(\text{CH}_2)\text{CH}_2\text{NH}-$	54
	$-\text{N}(\text{CH}_2)\text{CH}_2\text{N}(\text{CH}_2)-$	59
Uniones éter	$-\text{NHCH}_2\text{OCH}_2\text{NH}-$	69
	$-\text{NHCH}_2\text{OCH}_2\text{N}(\text{CH}_2)-$	74
	$-\text{N}(\text{CH}_2)\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{N}(\text{CH}_2)-$	77
Metilenglicol y derivados	$\text{HOCH}_2\text{OH}$	82.3
	$\text{HOCH}_2\text{OCH}_2\text{OH}$	86
	$-\text{NHCH}_2(\text{OCH}_2)_n\text{OH}$	86

En la Fig. 2 y en la Fig. 3 se muestran los espectros 2D  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  gHSQC correspondientes a las muestras obtenidas a 60 °C en condiciones ácidas y alcalinas. En condiciones ácidas (Fig. 2) se favorece la formación de uniones metileno. En condiciones alcalinas (Fig. 3) se generan uniones éter monosustituído y disustituído por rápida reacción de grupos dihidroximetilamino. No se evidenciaron compuestos tales como grupos dihidroximetilamino, hemiformales de grupo dihidroximetilamino ni urones en las condiciones estudiadas.

El detallado análisis de los espectros de ( $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$ ) RMN y de los espectros 2D de correlaciones nucleares  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  gHSQC permitió una mayor diferenciación de señales dentro de los grupos de señales característicos reportados en la literatura (Steinhof et al., 2014).



**Fig. 2.** Exp. a 60 °C y 510 min.: Espectro  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  gHSQC a pH = 4.



**Fig. 3.** Exp. a 60 °C y 360 min.: Espectro  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  gHSQC a pH = 9.

## CONCLUSIONES

Los estudios de correlación nuclear ( $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  gHSQC) resultaron ser una herramienta poderosa en la caracterización de resinas de U-F.

En futuros trabajos se empleará esta herramienta para establecer la relación entre la estructura de las resinas de U-F y las propiedades finales de los materiales obtenidos.

## REFERENCIAS

- De Jong J. I.; De Jonge, J., *Rec. Trav. Chim*, **71**, 643-660 (1952).
- De Jong, J. I.; De Jonge, J., *Rec. Trav. Chim*, **72**, 139-156 (1953).
- Steinhof, O.; Kibrik, É.; Scherr, G. and Hasse, H., *Magn. Reson. Chem.*, **52**, 138-163 (2014).
- Walker, J. F.; *Formaldehyde* 3<sup>rd</sup> edition, ACS Monograph Series, Reinhold, New York (1964).

## IMPACTO DE LA EMISIONES GASEOSAS DE AFISA SOBRE LA LOCALIDAD DE PORTEÑA (CBA.)

Cristian R. Ceberio\*<sup>(1)</sup>; Dr. Javier Britch<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad Regional San Francisco - UTN. Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba

<sup>(2)</sup> Director de la Especialización en Ingeniería Ambiental. Facultad Regional San Francisco - UTN

\*cristianceberio@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

La propuesta de este trabajo surge en el marco del Trabajo Final Integrador de la Especialización en Ingeniería Ambiental de la UTN Regional San Francisco, con el cual se estudió la incidencia de los gases generados por la planta industrial AFISA sobre la localidad de Porteña (Córdoba).

Arla Foods Ingredients (AFISA) es una unidad operativa del grupo Arla Amba que se encuentra ubicada a 10 km de la localidad de Porteña, Córdoba. Con una capacidad de procesamiento de 3000 m<sup>3</sup> de lactosuero diarios, la planta cuenta actualmente con 3 chimeneas para evacuar los gases producto de la combustión de fuel oil y se proyectó la instalación de una cuarta chimenea que permitirá el incremento de la materia prima procesada actualmente, la cual es considerada un serio problema medioambiental cuando no es tratada adecuadamente (Parra Huertas, 2009).

La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud, según datos de OMS se estima que 4,2 millones de muertes prematuras en todo el mundo por año se deben a este problema; esta morbilidad se debe a exposiciones a partículas pequeñas de 2,5 micrones o menos que causan enfermedades cardiovasculares y respiratorias y cáncer.

En 2016, aproximadamente el 58% de las muertes prematuras relacionadas con la contaminación atmosférica se debieron a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, mientras que el 18% de las muertes se debieron a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron a cáncer de pulmón. (Organización Mundial de la Salud, 2018).

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire publicadas en 2005 ofrecen una orientación general relativa a umbrales y límites para contaminantes atmosféricos claves que entrañan riesgos sanitarios. Las mismas se aplican en todo el mundo y se basan en la evaluación, realizada por expertos, de las pruebas científicas actuales concernientes a: partículas (PM), ozono (O<sub>3</sub>), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).

Dado este contexto, se ejecutaron las siguientes tareas:

- Estimación de las concentraciones de los principales productos de la combustión del fuel oil (CO, NO<sub>x</sub>, VOC's, SO<sub>2</sub> y material particulado) sobre la zona urbana.

- Proyección del efecto que tendría poner en funcionamiento una cuarta chimenea.
- Comparación de los resultados obtenidos con lo establecido en la Ley Provincial N°10.208 (Decreto 247/15-Res. 105/17) de Política ambiental sobre los estándares de calidad de aire y con recomendaciones de la Organización Mundial de Salud (OMS) ya que actualmente Porteña no cuenta con una Ordenanza Municipal que establezca límites de inmisión.

### MÉTODOS

Para estimar el impacto de los contaminantes en aire se utilizan modelos de dispersión Gaussianos. Un modelo de este tipo puede predecir la concentración de un determinado contaminante bajo determinadas condiciones atmosféricas. En la Figura N° 1 puede observarse la pluma (área sombreada) representando las emisiones de la chimenea que son sometidas al viento con una determinada velocidad (u). La dispersión se produce en las 3 direcciones y la meteorología juega un papel importante en ello. (Zhongchao Tan, 2014).

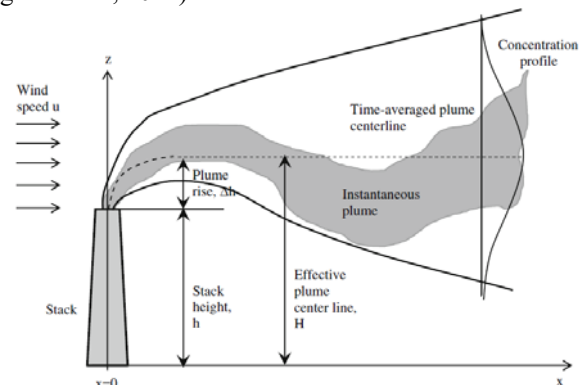


Fig. 1. Representación esquemática de la pluma de dispersión Gaussiana.

Uno de los modelos recomendados por EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) se denomina ISC3 (EPA, 1995), mediante el cual se georeferenciaron los "puntos calientes" donde se producen los valores máximos de concentración considerando las condiciones meteorológicas de la zona.

En la Figura N°2 se muestra el área afectada actualmente.

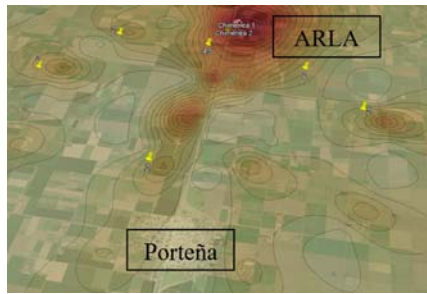


Fig. 2. Representación del impacto de las emisiones gaseosa.

El segundo modelo utilizado, Screen 3 (EPA, 2000), es más conservador que el anterior por lo cual se obtienen valores de concentración más elevados y en lugar de utilizar datos meteorológicos utiliza una matriz que relaciona la estabilidad con la velocidad del viento sin considerar la dirección. En la Figura N°3 se grafica el perfil de concentración del SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) desde el origen (Planta Industrial) a la distancia de 10 km donde se encuentra el centro urbano considerando diferentes estabildades meteorológicas.

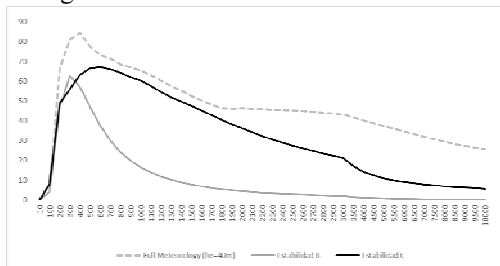


Fig.3. Perfil de concentración del SO<sub>2</sub> considerando diferentes estabildades del viento.

### RESULTADOS

Considerando ambos métodos, se realizó una tabla comparativa de las concentraciones máximas y promedios. Para el caso de Screen 3 se consideró la estabilidad más desfavorable. (Full Meteorology)

Tabla 1. Valores máximos y promedios en la zona urbana de los productos de la combustión del Fuel oil.

Compuesto	ISC 3		Screen	
	Porteña	Máx.	Porteña	Máx.
CO	0.015	0.66	1.29	4.27
NO <sub>x</sub>	0.237	10.72	21.16	70.02
SO <sub>2</sub>	0.274	12.17	25.53	84.53
PM <sub>10</sub>	0.043	1.89	3.97	12.47
VOC's	0	0.00044	0.0007	0.0025

Claramente se confirma que el modelo Screen es más conservador, por lo cual se tienen en cuenta dichos valores en la Tabla 2 para compararlos con los niveles guías de estándares de calidad de aire establecidos en la Ley Provincial N°10.208 (Dec. 247/15-Res.105/17) y con las Directrices de la OMS.

Tabla 2. Comparación de los valores más conservadores obtenidos con los límites establecidos por la normativa vigente y la OMS.

Comp.	Modelo Screen (µg/m <sup>3</sup> )		Límites (µg/m <sup>3</sup> )	
	Porteña (1h.)	Máximo (1h.)	Res. 105 Anexo I Tabla A	Directrices OMS
CO	1,29	4,27	40.082 (1h.)	-
SO <sub>2</sub>	25,53	84,53	80 (1h.)	20 (24hs.)
PM10	3,97	12,47	150 (24 hs.)	50 (24hs.)
NO <sub>x</sub>	21,16	70,02	400 (1h.)	200 (1h.)
VOC's	0,0007	0,0025	3 (30min.)	-

### CONCLUSIONES

Se puede concluir que ninguno de los componentes analizados excede el límite establecido en el centro urbano. En el caso del SO<sub>2</sub> el valor máximo está comprometido pero por ISC<sub>3</sub> observamos que dicho punto se encuentra alejado de la población (Fig. 2). Por otro lado, es favorable mencionar que la planta cuenta con las instalaciones necesarias para reemplazar Fuel oil por gas natural en un futuro cercano, lo cual reduciría notablemente la emisión de SO<sub>2</sub>.

Además, es importante destacar el cumplimiento de la empresa con ciertos objetivos de desarrollo sostenible propuestos por la ONU para la Agenda 2030 como lo son Salud y Bienestar, Trabajo decente y crecimiento económico, Industria, innovación e infraestructura.

### REFERENCIAS

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. "Guía del usuario para el modelo de dispersión de complejo de fuente industrial, ISC3" (1995).

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. "Guía del usuario del modelo Screen3" (2000).

Organización Mundial de la Salud. "Calidad del aire y salud". Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

Parra Huertas, R.A. "Whey, importance in the food industry". Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín 62(1): 4967-4982. (2009)

Zhongchao Tan. "Air Pollution and Greenhouse gases. From basic concepts to engineering applications for air emission control" (2014).

## LA ENSEÑANZA COMO ACTIVIDAD PRÁCTICA Y DIDÁCTICA: ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL

Paula Colombero <sup>(1)</sup> ; Micaela Peralta <sup>(1)</sup> ; Vanina A. Guntero <sup>\*(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo Productos Naturales, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco  
Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba

<sup>(2)</sup> Laboratorio Fester, Instituto de Química Aplicada del Litoral (UNL-FIQ-CONICET)  
Santiago del Estero 2829, Santa Fe, Santa Fe

\*E-mail: vguntero@sanfrancisco.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Se conoce que uno de los pilares para mejorar la calidad del proceso educativo asociado a la ciencia y la tecnología, es introducir innovaciones y métodos de enseñanza, mediante la actualización de quienes tienen la responsabilidad social, como actores directos, de participar en la educación de los jóvenes del país, así como de despertar vocaciones tempranas y contribuir al desarrollo cultural de la población<sup>1,2</sup>.

En este sentido, el grupo Productos Naturales perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco participa desde el año 2017 en un programa destinado a promover y gestionar la divulgación científica, denominado “Científicos con Vos y Voz”, el cual se basa en el tratamiento de temas sociales, ambientales, técnicos, tecnológicos y es impulsado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba (MinCyT).

Bajo dicho programa, el proyecto desarrollado por el grupo se denomina “Alcohol en gel aromatizado: desde el laboratorio a su desarrollo industrial” y con el mismo se intenta contribuir al desarrollo de acciones educativas que permitan la apropiación de nuevos saberes y el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas, tratando de captar el interés de estudiantes de todas las modalidades y niveles educativos.

El tema propuesto se eligió teniendo como base que se trata de un producto sanitario, de uso corriente, muy efectivo para reducir la presencia de bacterias patógenas en las manos y además, presenta una demanda cada vez mayor en la población<sup>3</sup>.

### METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la metodología de trabajo se trató de incluir la práctica y la didáctica en el proceso de aprendizaje, ya que son el conjunto de actividades que favorecen el acceso al conocimiento, y en donde intervienen el estudiante y la disciplina de trabajo.

Es por ello que desde el grupo de investigación, se hizo gran énfasis en permitir a los estudiantes que participen en

el proceso de elaboración del alcohol en gel. Para comenzar se brindó una exposición en la cual se informó sobre la composición del mismo, su correcto uso y los materiales y reactivos necesarios para su realización.

En dicha presentación se explicó que el alcohol en gel es formulado a base de alcohol etílico para proporcionar una eficaz acción limpiadora y sanitizante en las manos, sin necesidad de enjuague. La cantidad de alcohol en su composición puede variar entre un 60% y un 65%. Antes de su uso, es importante lavarse las manos con un jabón desinfectante (antiséptico).

También, es necesario saber que se está trabajando con un producto inflamable, por lo tanto se debe guardar en una zona segura, alejado de cualquier fuente de calor como la estufa o cocina.

Para llevar a cabo su elaboración, los materiales que se utilizaron fueron: agua destilada, carbopol, glicerina, trietanolamina (TEA) y alcohol etílico al 96%.

El carbopol es un polímero hidrofílico y, por lo tanto, no repele el agua. En su estructura molecular cuenta con gran cantidad de grupos carboxilo, propiedad que le permite aumentar su volumen en presencia de agua.

Para proporcionar humectación y suavidad a las manos se adiciona al alcohol una cierta cantidad de glicerina y por último, unas gotitas de trietanolamina la cual proporciona la consistencia adecuada del gel.

La mezcla de todos los materiales se realiza en un vaso de precipitados de 600 mL. Otros instrumentos que se utilizan para la elaboración son la varilla de vidrio, cuya función principal es mezclar o disolver sustancias con el fin de homogenizar y la pipeta Pasteur para transferir pequeñas cantidades de líquidos.

Una vez conocidos los materiales y equipamiento que se necesitan y los cuidados que se deben tener en sus usos, se llevaron a cabo los siguientes pasos para elaborar el alcohol en gel, basados en un trabajo previo desarrollado por el grupo<sup>3</sup>, los cuales se detallan a continuación y se observan en la Figura 1:

- 1) Se pesa 1 g de carbopol y se lo lleva al vaso de precipitados en donde se agrega 140 mL de agua destilada lentamente.

- 2) Con ayuda de la varilla de vidrio se agita durante unos minutos hasta que el carbopol se encuentra totalmente disuelto.
- 3) Luego se agregarán 250 mL de alcohol y 5 gotitas de TEA.
- 4) Se continúa con la agitación hasta que se alcanza la consistencia del gel.

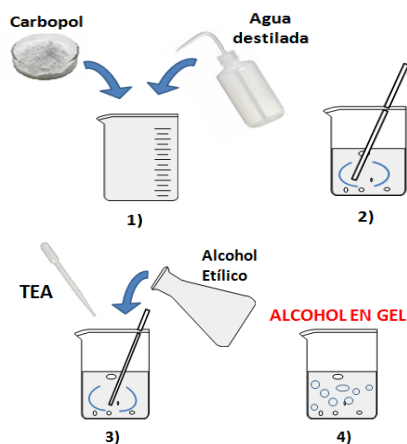


Fig. 1: Pasos para la elaboración de alcohol en gel.

## RESULTADOS

A través de este trabajo se realizaron diversas presentaciones, llevadas a cabo por integrantes del grupo Productos Naturales pertenecientes a la carrera de Ingeniería Química. Entre ellas se puede mencionar las siguientes:

- Legislatura de la Provincia de Córdoba.
- Colegio Superior San Martín, 3° año Química.
- Colegio Superior San Martín, 5° año, Física.
- Instituto FASTA Inmaculada Concepción, en la carrera de Enfermería.

En la Figura 2 se puede observar la participación de los estudiantes en el trabajo de laboratorio, en las diferentes escuelas, las cuáles asistió el grupo de investigación.

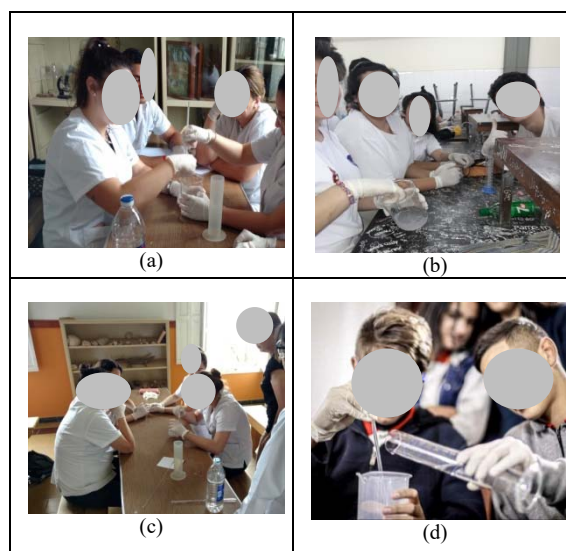


Fig. 2: Presentaciones realizadas: (a) Instituto FASTA, (b) y (c) Colegio Superior San Martín, (d) Legislatura de la Provincia de Córdoba.

## CONCLUSION

El proyecto fue muy fructífero ya que permitió generar un vínculo más cercano entre el grupo de investigación de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco y diferentes sectores de la provincia de Córdoba, tales como escuelas de nivel medio, carreras del nivel terciario y la Legislatura.

Los estudiantes se mostraron motivados y atentos respondiendo de la mejor manera a todas las actividades que se les asignó, preguntando y participando tanto en la explicación teórica como en la parte experimental; lo cual fue muy gratificante ya que se logró, desde la práctica, acompañar y despertar en ellos la capacidad de observación, indagación y análisis de los contenidos y saberes sobre la Investigación y el desarrollo Tecnológico. Por ello desde el grupo se continuará realizando presentaciones en dicho programa.

## REFERENCIAS

1. Figueroa Martínez, E. J., Fajardo, Z. E., Bravo Santos, O., Estrella Acencio, "Los escenarios educativos en la actualidad", P. *INNOVA Res. J.*, 2017, 2, 175–188.
2. Contreras A., Díaz Quero V., "La Enseñanza De La Ciencia", 2007, vol. 13.
3. Guntero, V. A., Kneeteman, M. N., Mancini, P. M. "Preparation of Gel Alcohol Flavored with Essential Oils. An Employ of Laboratory Techniques in the Organic Chemistry Study" *World J. Chem. Educ.*, 2017, 5, 86–90.

## MÉTODO SENCILLO PARA LA FORMACIÓN DE MAGNETITA EN SBA-15

Natalia Cuello\*<sup>(1)</sup>; Mercedes Arana<sup>(2)</sup>; Verónica Elías<sup>(1)</sup>; Griselda Eimer<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) (UTN-CONICET), Córdoba, Argentina

<sup>(2)</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Recife, Brasil

\*Nataliaquimica@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

Es bien sabido que la magnetita es el mineral más fuertemente magnético de la Tierra. Además, las nanopartículas de magnetita son biocompatibles, biodegradables y potencialmente no tóxicas para los seres humanos. Sin embargo, debido a que las propiedades magnéticas del óxido dependen de los procesos de síntesis, su optimización es necesaria para una mejor aplicación. Los métodos que se han utilizado hasta el momento tienen algunas desventajas, como alta complejidad o dificultad para controlar la distribución de tamaño. Además de otros problemas asociados a los altos costos y el alto riesgo de contaminación, especialmente por el uso de tensioactivos o disolventes orgánicos, que a menudo se adsorben en la superficie de las nanopartículas. En este trabajo se propone un método atractivo para la producción de nanopartículas magnéticas soportadas sobre sílice mesoporosa a través de un simple paso, evitando el uso de álcalis o un solvente orgánico (que podría ser difícil de eliminar por completo para una posterior aplicación), y sin la complejidad de control riguroso del pH. En particular, se optó como matriz huésped el tamiz mesoporoso de sílice llamado SBA-15 debido a su alta área específica, estructura hexagonal de canales ordenados, alta resistencia a la temperatura y biocompatibilidad.

### MÉTODOS

El hospedador SBA-15 se sintetizó como hemos informado anteriormente, Elías et al. (2016), luego se modificó mediante el método de impregnación húmeda usando una solución etanólica de  $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  como precursor del metal para alcanzar una carga nominal del 10% en peso. En una síntesis típica, se dispersó SBA-15 sólido (0,75 g) en la solución precursora a temperatura ambiente y luego se eliminó lentamente el etanol mediante evaporación rotatoria a 333 K durante 20 min. El residuo se dividió en dos porciones. Uno se calentó durante 6 h a 773 K bajo atmósfera de  $\text{N}_2$  (Fe/SBA- $\text{N}_2$ ) y el otro se calcinó durante 6 h a 773 K en aire (Fe/SBA-Aire).

### RESULTADOS

Los materiales presentan isotermas de adsorción-desorción de  $\text{N}_2$  del tipo IV, característica de los tamices moleculares mesoporosos. La isoterma de la matriz pura mostró un bucle de histéresis H1, que generalmente se encuentra para materiales con un rango de tamaño estrecho de mesoporos uniformes. Mientras tanto, las isotermas de las muestras modificadas con Fe muestran un bucle de tipo H5, asociado con la presencia tanto de mesoporos abiertos como parcialmente bloqueados, Thommes et al (2015)

**Table 1:** Propiedades estructurales de las muestras sintetizadas.

Muestra	Area <sup>a</sup> (m <sup>2</sup> /g)	Pd <sup>b</sup> (nm)	V <sub>TP</sub> <sup>c</sup> (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> )
SBA-15	893	7.0	1.10
Fe/SBA- $\text{N}_2$	470	6.7	0.64
Fe/SBA-Aire	629	6.0	0.71

<sup>a</sup> Determinado por BET. <sup>b</sup> Diámetro de poro determinado por método BJH. <sup>c</sup> Volumen Total de poro determinado por método BJH.

Los patrones DRX de alto ángulo se exponen en la Fig. 1. La muestra Fe/SBA- $\text{N}_2$  muestra picos en 30,0 °, 35,4 °, 43,0 °, 56,9 ° y 62,5 °, comúnmente asignado a la magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ). La muestra de Fe/SBA-Aire mostró picos alrededor de 24,1 °, 33,1 ° y 35,6 °, comúnmente asignados a hematita ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ). Es notable que, aunque ambas muestras tenían un contenido nominal de hierro de aproximadamente el 10% en peso, la intensidad de los picos varió según la atmósfera de calentamiento utilizada.



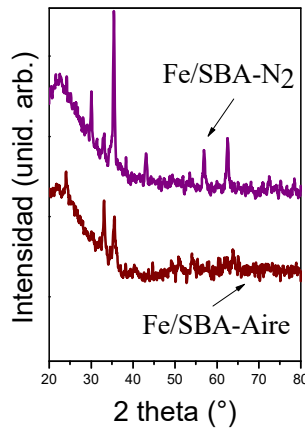


Fig. 1. Patrones de Difracción de Rayos X (DRX)

Finalmente, se empleó la espectroscopia de fotoelectrones de rayos X para diferenciar entre  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , la figura 3 muestra los patrones XPS de las muestras sintetizadas. Ambos espectros presentan el característico doblete de Fe 2p<sub>3/2</sub> a nivel de núcleo y 2p<sub>1/2</sub> de óxidos de hierro. Sin embargo, se sabe que la señal de Fe 2p de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  muestra un satélite entre estos picos y, por tanto, se puede utilizar para diferenciar entre los dos óxidos, Tian et al. (2011). La Fig. 2A muestra el espectro de la muestra de Fe/SBA-Aire, que podría ajustarse con varios picos asignados al estado químico de  $\text{Fe}^{3+}$ . Por tanto, la energía de enlace del Fe 2p<sub>3/2</sub> surge alrededor de 709,1 eV, acompañada de una línea de satélite 7 eV más alta, alrededor de 716,1 eV. El pico de Fe 2p<sub>1/2</sub> se observa alrededor de 13,8 eV más alto que el pico de Fe 2p<sub>3/2</sub> (722,9 eV) acompañado de una línea de satélite visible alrededor de 730,3 eV. Esta característica, de acuerdo con la literatura, se espera para el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Mills et al. (1983).

La Fig. 2B muestra el espectro de la muestra de Fe / SBA-N<sub>2</sub>, que podría ajustarse con varios picos asignados a los estados químicos  $\text{Fe}^{3+}$  y  $\text{Fe}^{2+}$ . El ensanchamiento de los picos se debe a la existencia de ambos estados de oxidación, en comparación con los de la hematita, que solo contiene  $\text{Fe}^{3+}$ . Según los resultados de ajuste para esta muestra, las energías de unión de Fe 2p<sub>3/2</sub> y Fe 2p<sub>1/2</sub> medidas fueron, respectivamente, 709,6 eV y 723,8 eV para  $\text{Fe}^{2+}$ , y 711,6 eV y 726,9 eV para  $\text{Fe}^{3+}$ . Estos resultados concuerdan bien con los espectros de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  informados anteriormente, Barbieri et al. (1994). Además, el pico principal de Fe 2p<sub>3/2</sub> correspondiente al  $\text{Fe}^{2+}$  de la magnetita está acompañado por un pico satélite 5,5 eV más alto en energía (715,1 eV), Grosnover et al. (2004). Teniendo en cuenta que algunos autores han informado de la ausencia o disminución notable de un satélite 2p<sub>3/2</sub> para  $\text{Fe}^{3+}$  como evidencia de la presencia de magnetita, Tian et al. (2011), la marcada disminución de este pico en el espectro de Fe / SBA- N<sub>2</sub> podría indicar la formación de este óxido en esta muestra. Finalmente, el contenido de Fe superficial fue menor que la del bulk para ambas muestras, evidenciando la

incorporación de especies metálicas a los canales mesoporosos.

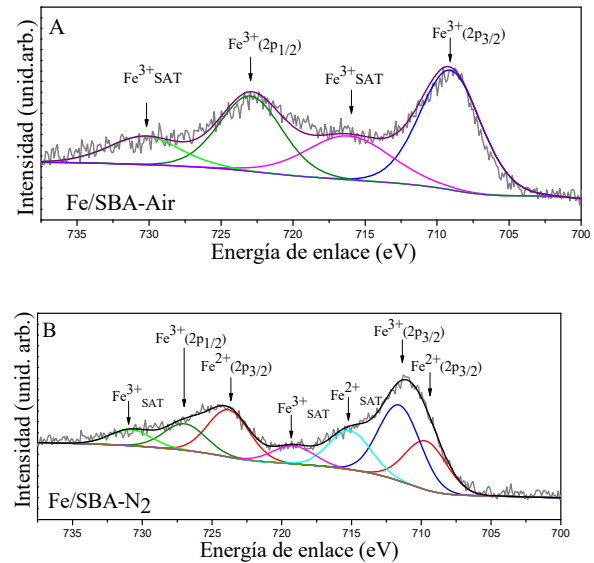


Fig. 2. A) XPS muestra Fe/SBA-Aire y B) muestra Fe/SBA-N<sub>2</sub>

## CONCLUSIONES

Se sintetizaron con éxito nanopartículas de magnetita por medio de un método sencillo y susceptible a ser utilizado como soporte de fármacos ya que el proceso es inocuo para el medio ambiente y biocompatible.

## REFERENCIAS

- Barbieri A., Weiss W., Van Hove M., Somorjai G., Magnetite  $\text{Fe}_3\text{O}_4(111)$ : surface structure by LEED crystallography and energetics; *Surface Science* 302 (1994) 259–279
- Eliás V., Ferrero G., Oliveira R., Eimer G.; Improved stability in SBA-15 mesoporous materials as catalysts for photo-degradation processes; *Micropor. Mesopor. Mater.* 236 (2016) 218–227.
- Grosnover A., Kobe B., Biesinger M., McIntyre N.; Investigation of multiplet splitting of Fe 2p XPS spectra and bonding in iron compounds; *Surf. Interface Anal.* 136 (2004) 1564–1574.
- Mills P., Sullivan J., A study of the core level electrons in iron and its three oxides by means of X-ray photoelectron spectroscopy. *J. Phys. D* 16 (1983) 723–732.
- Thommes M., Kaneko K., Neimark A. V., Olivier J. P., Rodriguez-Reinoso F., Rouquerol J., Sing K. S., *Pure Appl. Chem.* 87(9-10) (2015) 1051–1069
- Tian Y., Yu B., Li X., Li K.; Facile solvothermal synthesis of monodisperse  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanocrystals with precise size control of one nanometre as potential MRI contrast agents; *Mater. Chem.* 21 (2011) 2476.

## NANOCOMPOSITE APLICADOS A LA LIBERACION CONTROLADA DE FARMACOS.

J. Cussa\*<sup>(1)</sup>; A.M. Prados<sup>(1)</sup>; M.B. Gomez Costa<sup>(1)</sup>; J.M. Juarez<sup>(1)</sup>; O.A. Anunziata<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (NANOTEC), Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Maestro López y Cruz Roja Argentina, 5016, Córdoba, Argentina.

\*E-mail del autor de contacto: jcussa@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

La importancia de la tecnología de liberación controlada de fármacos en la medicina moderna y las industrias farmacéuticas está aumentando. La nanotecnología hace que la liberación de fármacos sea mínimamente invasiva porque puede fabricar dispositivos a nanoescala cuyas dimensiones permiten que estos dispositivos atraviesen los poros y las membranas celulares (Tran et al., 2009). La nanotecnología aplicada en la administración de fármacos, el diagnóstico y el desarrollo de fármacos representan el cambio en la medicina de este siglo. (Wang, 2009). Este campo producirá resultados significativos. Por tanto, dependiendo de la enfermedad a tratar, los fármacos se controlan durante días o incluso semanas. Los vehículos de suministro de fármacos de nanopartículas pueden ser sólidos orgánicos o inorgánicos, biocompatibles y no tóxicos. Estos nuevos sistemas permiten la absorción de fármacos de forma controlada y reducen los efectos secundarios adversos (Bawa, 2007). En los últimos años, la atención de las investigaciones se ha centrado en la nanociencia y la nanotecnología. Investigadores académicos e industriales enfatizaron la gestión de medicamentos basada en nanomateriales (Cussa et al., 2017; Juarez et al., 2018).

El objetivo principal de este estudio es determinar la capacidad adsorción y las propiedades de almacenamiento de la LP-SBA-15/KETO y la liberación logrando la eficacia terapéutica requerida.

### MÉTODOS

#### 1. Material:

Síntesis del LP-SBA-15: Con el objetivo de sintetizar el material mesoporoso SBA-15 con tamaños de poros de mayor tamaño que para una SBA-15 convencional, se siguió un método que utiliza un agente expansor de miscelas (Cao et al., 2009). Brevemente, se disolvieron 2,4g del agente plantilla (en este caso, el copolímero Pluronic 123, Aldrich) y 0,027g de NHF en 85mL de HCl (1,3M) a temperatura ambiente. La solución resultante se transfirió a un baño de agua a 17°C. Después de 1h, se añadieron 5,5mL de

tetraetilortosilicato (TEOS, Aldrich) y 1,2ml de 1,3,5-triisopropilbenceno (TIPB, Aldrich). Las soluciones se agitaron mecánicamente durante 24h en condiciones de temperatura constante. Las suspensiones blancas resultantes se envejecieron a 100°C (LP) en condiciones estáticas y presión autógena durante 24h. Los productos sólidos se recuperaron por filtración, y para eliminar el agente plantilla se calentó el sólido obtenido bajo un flujo de N<sub>2</sub>, a 20mL / min a 470°C y luego se calcina a 550°C en aire durante 6h.

#### 2. Impregnación y liberación del Fármaco:

**Impregnación:** El fármaco (ketorolac trometamina) se disolvió en 20mL de etanol con agitación vigorosa a 37°C (35 mg/ml). Después de disolución completa, se añadió el material mesoporoso de sílice (15 mg/ml) con agitación vigorosa. La mezcla se mantuvo bajo agitación continua a temperatura ambiente durante 24h en un reactor cerrado para evitar la evaporación de etanol. Después, la muestra se filtró y se secó durante 24 horas a 37°C. Las muestras fueron nombrados LP-SBA-15 / KETO.

**Liberación:** La liberación del fármaco se evaluó reproduciendo las condiciones fisiológicas, sumergiendo el composite en una solución de HCl (0,1M) las primeras dos horas y en solución Buffer pH=7 las horas siguientes, para reproducir las condiciones del organismo; todo el ensayo a 37°C bajo agitación continua. Se realizaron estudios de liberación con el fin de evaluar la eficacia terapéutica requerida. En diferentes momentos, se recogieron y se filtraron muestras de 5mL. El análisis se realizó por espectrofotometría UV-Vis para evaluar la cantidad de KETO liberado a  $\lambda=346$  nm. Además, una solución de referencia en solución de HCl (0,1M) y Buffer pH=7, con diferentes cantidades de KETO se preparó con el fin de generar la curva patrón de absorbancia frente a la concentración.

#### 3. Caracterización:

La tabla 1 resume las propiedades texturales del hospedaje LP-SBA-15 y del composite LP-SBA-15/KETO, incluyendo área superficial (BET), Volumen de poros y diámetro de poro. Como se puede observar hay una reducción significativa de esos parámetros lo que

indicaría que el fármaco se encuentra en los poros del hospedaje.

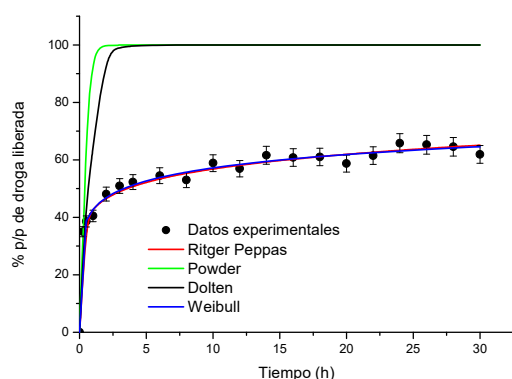
**Tabla 1.** Propiedades texturales de las muestras.

Muestra	Área BET m <sup>2</sup> /g	V <sub>P</sub> (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> ) Volumen mesoporo	Diámetro de poro (nm)
LP-SBA-15	436	1,1	12
LP-SBA-15/KETO	250	0,8	7,5

## RESULTADOS

Los modelos utilizados para ajustar el mecanismo de liberación de Ketorolac de la matriz de la LP-SBA-15 son el modelo cinético de primer orden, el modelo de Higuchi, 1961, 1963; el modelo de Schott, 1992; el modelo de Weibull, 1951 y el modelo de Ritger y Peppas, 1987 a,b. Estos modelos matemáticos son los más comunes y los más utilizados para determinar el mecanismo de liberación de un medicamento desde un sistema de administración.

En la figura 1 podemos ver la liberación del Ketorolac-Trometamina de la matriz porosa de la LP-SBA-15 en el tiempo en los dos medios de liberación presentando dos controles, el de administración desde pastillas (Dolten) y la disolución directa del fármaco.



**Figura 1.** Liberación de ketorolac contenida en LP-SBA-15 con el ajuste de Ritger-Peppas y Weibull y controles.

Como podemos ver existe una liberación rápida al principio para luego seguir liberando de manera más lenta.

La liberación inicial es rápida y puede atribuirse al hecho de que moléculas de Ketorolac están ubicadas en la superficie externa de la sílice o están a la salida de los mesoporos. Sin embargo, después de la entrega rápida inicial, se encuentra una liberación más lenta del medicamento residual más voluminoso. La morfología de

la superficie y la matriz LP-SBA-15 permite una liberación gradual a tiempos altos. Los grupos químicos de la superficie (como los grupos Si-OH) (Anunziata et al., 2008), los sitios de anclaje de la superficie y la posición de los grupos oxigenados en la estructura de los poros de los silicatos nanoestructurados determinan su fuerza de adsorción cuando se usan como adsorbentes en soluciones acuosas. Es interesante observar que la velocidad de liberación está influenciada por los enlaces formados a través de las moléculas y el material del fármaco y por la difusión a través de la porosidad del hospedaje.

## CONCLUSIONES

En este trabajo, demostramos un material de almacenamiento de fármacos prometedor que puede encapsular y controlar eficazmente la liberación de KETO para lograr la eficacia terapéutica deseada. La LP-SBA-15/KETO muestra bandas características de ambos materiales, la droga y el macro-inorgánico. Esto indica que el KETO se adsorbió en la superficie del canal de la LP-SBA-15 sin afectar la estructura o composición química del KETO. El estudio también demuestra la capacidad de almacenamiento y propiedades de liberación de la LP-SBA-15 que contienen KETO. La liberación de KETO contenida en LP-SBA-15 puede mejorar significativamente la liberación controlada de fármacos y mejorar el efecto analgésico.

## AGRADECIMIENTOS

JC, JJ, MGC and OAA, CONICET researchers, UTN-FRC. The authors thank PICT 2014-1740 PICT 2016-1135

## REFERENCIAS

- Anunziata, O.A.; Gómez Costa, M.B.; Martínez, M.L. *Catal. Today*, **133-135**, 897- 905, (2008).
- Bawa, R. *Nanomed. NBM.*, **2,3**, 351–374, (2007).
- Cussa, J., Juárez, J.M., Gómez Costa, M.B., Anunziata, O.A., *J. of Materials Sci: Mater in Medic.* **28**, 113 (2017).
- Higuchi, T., *J. Pharm. Sci.* **50**, 874–875 (1961).
- Higuchi, T., *J. Pharm. Sci.* **52**, 1145–1149. (1963).
- Juárez, J.M., Cussa, J., Gómez Costa, M.B., Anunziata, O.A., *Current Nanoscience*, **14**, 1-8 (2018).
- Man, L. T., Kruk, M. *Chem. Mater*, **21**, 1144-1153 (2009).
- Philip L. Ritger and Nikolaos A. Peppas. *J. of Controlled Release*, **5** 23-36, (1987).
- Philip L. Ritger and Nikolaos A. Peppas. *J. of Controlled Release*, **5**, 37-42, (1987).
- Schott H. *J. of Pharm. Sci.* **81**, 467-470, (1992).
- Tran, P.A., Zhang, L., Webster, T.J. *Ad. Drug Delivery Reviews*, **61**, 1097–1114 (2009).
- Wang, S. *Microp. and Mesop., Mat.* 117 (2009).
- Weibull, W. *J. Appl. Mech.* **18**, 293–297 (1951).

# ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PROVOCADA POR LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN UTN FACULTAD REGIONAL SAN FRANCISCO

Ing. Leonardo Depetris<sup>(1)</sup>; Dr. Ing. Diego Ferreyra<sup>(2)</sup>; Dr. Lic. Javier Britch<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Investigador de apoyo en Grupo GISEner UTN F. R. San Francisco, San Francisco, Córdoba

<sup>(2)</sup> Director Grupo GISEner UTN F. R. San Francisco, San Francisco, Córdoba

<sup>(3)</sup> Director Académico de la Maestría en Ingeniería Ambiental UTN F. R. San Francisco, San Francisco, Córdoba  
ldepetris@sanfrancisco.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

En Argentina, como en otros países de América Latina, se viene acompañando la tendencia mundial hacia la implementación de medios renovables para la generación de energía eléctrica. (Ferreyra et al., 2018). De manera paralela, se han desarrollado numerosas soluciones para la gestión eficiente de la energía. Esto implica que no solo se ha fortalecido el planteo de estos medios de generación alternativos, sino que se ha propiciado el uso racional de la energía que efectivamente se consume.

Desde los diferentes organismos gubernamentales se busca la promoción de los medios renovables de generación de energía eléctrica, en particular en la modalidad distribuida. En el orden provincial, Córdoba tiene la Ley Provincial N°10604, que determina la adhesión a la Ley Nacional N°27424; fomentando la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública.

Puntualmente, desde julio de 2015 el Grupo de Investigación GISEner de UTN Facultad Regional San Francisco realizó la instalación y puesta en funcionamiento de una planta de generación solar fotovoltaica piloto en su predio, que inyecta la energía generada a la red interna de la institución. Desde un punto de vista técnico, consta de 12 paneles de 235 W de potencia nominal marca Brandoni Solari (Italia), conectados a la red eléctrica a través de un inversor de 2800 W de potencia nominal marca AEG Power Solutions (España).

La implementación de energías alternativas como los paneles solares abren paso a la eficiencia en la conservación y protección de los recursos naturales. (Rodríguez Buitrago y Gutiérrez-Fernández, 2017). Con respecto al impacto que produce la energía fotovoltaica existe una gran cantidad de información, pero no se encuentra estandarizada y no todos los estudios comparan factores similares [...]. En realidad, si comparamos el impacto ambiental que produciría la generación de energía fotovoltaica en España y en Ecuador, no encontraríamos mayores diferencias. Lo que es más interesante es evaluar el impacto ambiental producido por la generación fotovoltaica y compararlo con el resto de las fuentes de generación de energía eléctrica. (Romero, 2015)

El presente informe aborda el análisis de ciclo de vida que es una herramienta metodológica que sirve para medir el impacto ambiental de un producto, proceso o sistema;

desde que se obtienen las materias primas hasta su eliminación o reciclaje. (Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial Gobierno Vasco, 2009). Se toma al análisis de la Huella de Carbono (HC) como instrumento que permita estimar las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) emitidos durante el ciclo de vida. Por lo expuesto, es necesario considerar la matriz energética de la Provincia de Córdoba para la estimación de la reducción de estas emisiones. En la Fig. 1 se observa esta matriz, donde se aprecia que predomina la energía generada con combustibles fósiles, lo que trae aparejado una importante emisión de CO<sub>2</sub>. También se aclara que el factor de emisión resultante de la provincia es de 0.551 [tCO<sub>2</sub> / MWh]

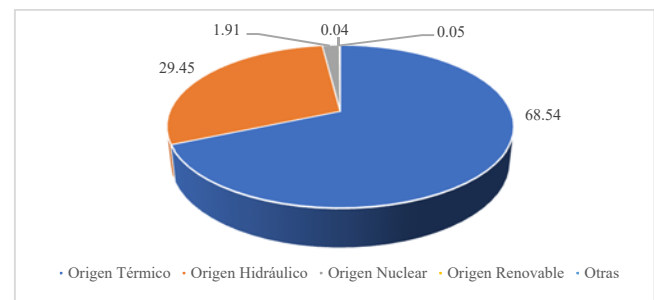


Fig. 1. Matriz resultante de consumo de Energía Eléctrica de la Provincia de Córdoba, año 2010. (Devalis, 2013)

## MÉTODOS

El ciclo de vida tomado como base de cálculo (Guzman Niño, 2017), que se observa en la Fig. 2, explica los procesos por el que pasa la materia prima hasta obtener el panel solar en sí; una vez obtenido debe adicionarse los procesos de transporte, instalación, funcionamiento y deposición final. En cada etapa debe obtenerse información necesaria para realizar el inventario, tanto de las entradas y las salidas del proceso de manufactura, incluyendo materiales y energías involucradas.

Cabe aclarar, que se han realizado las siguientes consideraciones iniciales para el cálculo: se eliminan los supuestos ocasionados por los cálculos de generación de energía, ya que se tiene información a posteriori de la generación durante todo el año 2018, siendo ésta de 3501

kwh anual. No se consideran desglosadas las etapas de fabricación del inversor trifásico, ya que los valores de energía y emisiones resultarían despreciables al ser considerados por separado, en el cálculo se lo incluye como un bloque único, que abarca todo su proceso de manufactura. Se considera como origen el puerto más cercano a la radicación de la empresa fabricante de los paneles solares utilizados; mientras que su destino es el puerto de Buenos Aires, utilizando una ruta marítima real sin escalas. Para el transporte nacional se toma como vehículo camiones y se considera como origen un depósito en el puerto de Buenos Aires y como destino la ciudad de San Francisco, Córdoba.

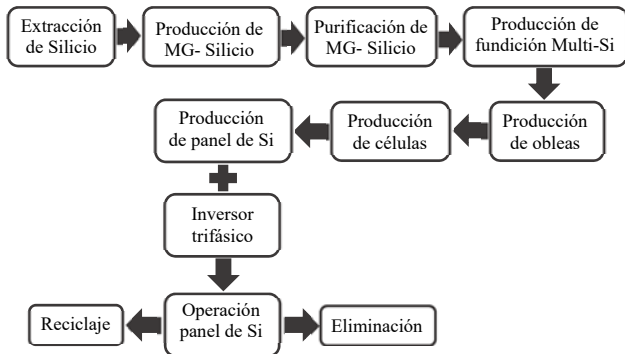


Fig.2. Ciclo de vida de un panel solar. (Guzman Niño, 2017)

Para mayor rapidez y precisión en los cálculos, los valores de flujo de materiales y energía son cargados en un software que permita variar las cantidades de cada uno y evaluar su incidencia. Para esta tarea se utilizó Open LCA, que es un software de código abierto, por lo que no tiene restricciones de uso. Capaz de importar nuevas bases de datos de un repositorio online y exportar los resultados como un archivo Excel.

## RESULTADOS

Luego de generar los procesos, incluyendo las entradas y salidas mencionadas previamente en el ciclo de vida, el software generó automáticamente el árbol de procesos que se ejecutó como simulación de ciclo de vida.

La simulación determina que durante todo el ciclo de vida de la planta de generación fotovoltaica se han generado aproximadamente 2840 kg CO<sub>2</sub> equivalente. Mientras que la energía consumida durante el ciclo de vida es de 9754 kWh.

Considerando, además de los resultados de la simulación, el factor de emisión provincial y la energía producida anual por los paneles, es posible determinar que en 1.5 años se compensan las emisiones provocadas por el ciclo de vida en relación con la utilización de energías de origen térmico y que en 2.78 años se compensa la energía consumida con la energía proporcionada por los paneles.

Además de la simulación realizada se realizó la contrastación de los resultados con estudios similares realizados por M.J. Mariska (2013) y Rojas-Hernandez (2018), los cuales revelan resultados similares. Por otra

parte, se consideraron peores escenarios en cuantos a métodos de instalación y transporte, revelando que en el peor de los casos analizados la compensación de energía demoraría poco más de 4 años.

## CONCLUSIONES

En función de los resultados obtenidos, se concluye que el estudio revela resultados favorables para la utilización de energía fotovoltaica interconectada a la red eléctrica. Es evidente la reducción de las emisiones en su utilización, considerando la matriz energética provincial, además de las emisiones causadas por su ciclo de vida. Incluso, en casos más desfavorables sigue manteniéndose el orden de magnitud de los resultados obtenidos inicialmente. Considerando que la vida útil de los paneles se estima en 25 años, siguen teniéndose más de 20 años de generación limpia y más de 28 tCO<sub>2</sub> reducidas con la instalación implementada. Debido a la contrastación con estudios similares, se tiene un alto nivel de confianza de las simulaciones realizadas, y por ende de los resultados.

## REFERENCIAS

- Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial Gobierno Vasco. (2009). "Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono". IHOBE.
- Devalis, S. (2013). "Matriz de recursos energéticos de la Provincia de Córdoba". Córdoba. Ed. Copiar.
- Ferreira, D., Sarmiento, A., Szwarc, G., Rocchia, N. (2018). "Experiencia en la implementación, operación y divulgación de una instalación solar fotovoltaica piloto en Argentina". Tecnología y Ciencia, 163-172.
- Guzman Niño, C. A. (2017). "Análisis del impacto ambiental de diferentes tipos de paneles solares según los materiales utilizados y los componentes tóxicos generados". Bogotá D.C.
- Mariska de Wild-Scholten. (2013). "Energy payback time and carbon footprint of commercial photovoltaic systems". Solar Energy Materials and Solar Cells, 296-305.
- OpenLCA disponible en: <http://www.openlca.org/>
- Rodríguez Buitrago, A. M., y Gutiérrez-Fernández, F. (2017). "Reducción de la huella de carbono por medio de la implementación de un sistema fotovoltaico en el sector hotelero. Caso de estudio anaira hostel (Leticia- Amazonas - Colombia)". Revista de Tecnología | Journal of Technology | Volumen 16 | Número 1, Págs. 169-182.
- Rojas-Hernández, I., y Lizana Moreno, F. (2018). "Tiempo de recuperación de la energía para sistemas fotovoltaicos basados en silicio cristalino en Costa Rica". Revista de Ingeniería Energética, 195-202.
- Romero, J. C. (2015). "Análisis del funcionamiento de paneles fotovoltaicos y su utilización en las regiones de la costa y sierra del Ecuador. Caso de estudio: Biblioteca Pompeu Fabra de Mataró". Barcelona.

## SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BIO-CARBONES OBTENIDOS A PARTIR DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS

Carla S. Fermanelli \*<sup>(1)</sup>; Natacha Rodríguez <sup>(2)</sup>; Liliana B. Pierella<sup>(2)</sup>; Silvina Vargas Gil<sup>(1)</sup>; Clara Saux<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Unidad de Fitopatología y Modelización Agrícola (UFyMA – CONICET ). Camino 60 Cuadras km 5 1/2 s/n, Córdoba, Córdoba.

<sup>(2)</sup> Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ – CONICET – UTN). Maestro López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba, Córdoba.

\*E-mail del autor de contacto: cfermanelli@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Las provincias de Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos integran la Región Centro Pampeana Norte. En ella, las actividades económicas predominantes, se concentran en la producción agropecuaria y en las industrias procesadoras de materias primas de origen agropecuario. Estas últimas, luego de los procesos de producción, generan una serie de residuos que cuando no son debidamente gestionados, se liberan al medio ocasionando serios problemas de contaminación ambiental (Bragachini y Mathier, 2016). En este contexto, la industrialización del maní, el arroz y el trigo revisten particular importancia debido al volumen de residuos que generan, dado que no en todos los casos son adecuadamente dispuestos o no tienen un uso económico rentable.

Como bio-carbón se conoce a la fracción sólida de la pirólisis de biomasa. Además de su papel como un adsorbente eficaz, el bio-carbón es ampliamente reconocido como un importante sumidero de carbono en el ciclo biogeoquímico y aplicado al suelo podría disminuir o controlar la emisión de gases de efecto invernadero, secuestrando el carbono orgánico presente en el suelo, o disminuyendo su mineralización (Majumder *et al.*, 2019; Basalirwa *et al.*, 2020).

La búsqueda de la sustentabilidad lleva asociado el concepto de economía circular, el cual refiere a una sociedad en la cual los materiales son reciclados y reutilizados y pocos residuos finales son generados (Geissdoerfer *et al.*, 2017). En este sentido, el objetivo del presente trabajo fue valorizar la biomasa residual de la agroindustria local, a través de la síntesis y caracterización de los bio-carbones obtenidos de la pirólisis de las mismas.

### MÉTODOS

La biomasa lignocelulósica utilizada en este estudio consistió en cáscara de arroz (CA), cáscara de maní (CM) y salvado de trigo (ST).

Las reacciones de pirólisis se realizaron en un reactor de vidrio de lecho fijo (23 mm de diámetro interno por 290 mm de largo) a 500 °C. El calor fue proporcionado por un horno eléctrico y el reactor se colocó dentro de él una vez que se alcanzó la temperatura de pirólisis. La muestra de biomasa (2 g) se situó sobre 7 g de un lecho de cuarzo, utilizado para mejorar la transferencia de calor. El flujo de nitrógeno (60 ml/min) fue medido por un controlador de flujo másico El-Flow Base de Bronkhorst. Antes de cada experimento, se purgó el oxígeno del reactor para asegurar una atmósfera inerte y para evitar la combustión de la muestra. Todas las reacciones duraron 10 minutos.

Los carbonos se analizaron para obtener sus correspondientes valores de Poder Calorífico Superior - PCS- (Bomba Calorimétrica de Berthelot) y área superficial BET (Pulse Chemisorb 2700 Micromeritics). Se caracterizaron, también, a través de difracción de rayos X de polvos -DRX- (X'pert PANalytical), espectroscopia infrarroja -FTIR- (Thermo Nicolet iS10) y microscopia electrónica de barrido -SEM- (FE-SEM Sigma). En el caso de PCS y área BET, también se proveen los valores de las biomásas de partida.

### RESULTADOS

La **Figura 1** muestra los patrones de difracción DRX de los bio-carbones obtenidos, donde se observa una banda ancha localizada entre  $2\theta = 20-30^\circ$  que es característica de compuestos amorfos (Arcanjo *et al.*, 2017). El pico que se observa a  $2\theta = 23,5^\circ$  corresponde a los planos (002) del grafito (Lin *et al.*, 2020). Las señales a  $42^\circ$ ,  $44^\circ$ ,  $49^\circ$  y  $51^\circ$  corresponden al aluminio del porta muestras.

Los resultados de PCS y área BET de los materiales se presenta en la Tabla 1. Los valores de PCS (kcal/kg) de CA, CM y ST fueron respectivamente: 4288, 4923 y 4146. Como se puede observar, la pirólisis disminuyó el contenido de energía en CA-bio-carbón, pero lo aumentó en los otros dos casos. CM-bio-carbón presentó el mayor valor de PCS, siendo incluso superior al del carbón mineral

nacional (4900 kcal/kg) (Ministerio de Energía y Minería, 2016). Las áreas superficiales de CA-bio-carbón y CM-bio-carbón fueron considerablemente mayores que otras reportadas en la literatura, para bio-carbones de biomasa a la misma temperatura de pirólisis (Xu *et al.*, 2019). Sin embargo, el área superficial puede ser aumentada por tratamientos físicos o químicos, con uso potencial como carbones activados (Fu *et al.*, 2019).

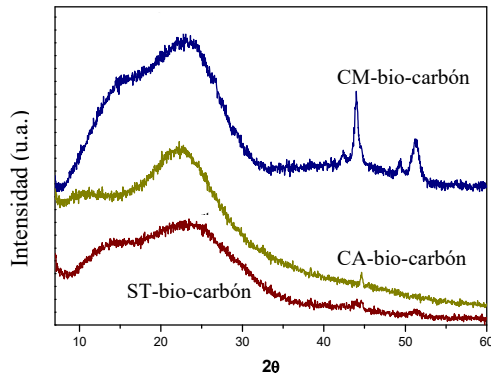


Fig. 1. Patrón DRX de bio-carbones.

Tabla 1. Caracterización de bio-carbones.

	CA-bio-carbón	CM-bio-carbón	ST-bio-carbón
PCS (kcal/kg)	3890	7250	5580
S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)	207	215	20

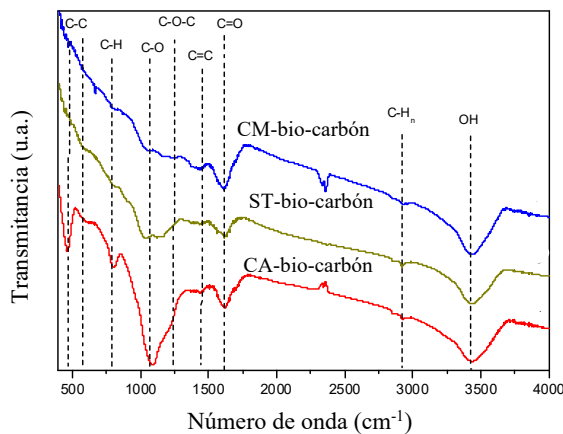


Fig. 2. Espectro FTIR de bio-carbones.

El espectro FTIR de los bio-carbones se presenta en la Figura 2, donde se pudo observar una baja concentración de grupos funcionales. De acuerdo a Meng *et al.* (2013) esto se debe a la generación de gases y compuestos volátiles que ocurre durante la pirólisis.

Las micrografías SEM de los bio-carbones se muestra en la Figura 3. Las tres muestras presentaron estructura heterogénea con tamaño y distribución de poros irregulares.

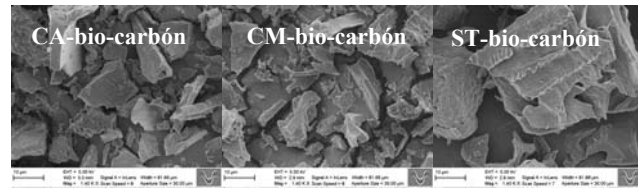


Fig. 3. Micrografías SEM de bio-carbones.

### CONCLUSIONES

En este estudio se sintetizaron y caracterizaron bio-carbones a partir de la pirólisis de CA, CM y ST. Se observaron altas áreas superficiales y altos niveles de CPS, principalmente para el bio-carbón de CM.

### REFERENCIAS

Arcanjo, M. R. A. *et al.* "Conversion of glycerol into lactic acid using Pd or Pt supported on carbon as catalyst", *279*, 317-326 (2017).

Basalirwa, D. *et al.* "Assessment of crop residue and palm shell biochar incorporation on greenhouse gas emissions during the fallow and crop growing seasons of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*)", *Soil and Tillage Research*. **196**, 104435 (2020).

Bragachini, M. y Mathier, D. "La Bioenergía en el Sector Agropecuario Argentino como Herramienta para el Agregado de Valor en Origen", en Manfredi, I. (ed.) *15° Curso Internacional de Agricultura y Ganadería de Precisión con Agregado de Valor en Origen*. Manfredi (2016).

Fu, Y. *et al.* "Activated bio-chars derived from rice husk via one- and two-step KOH-catalyzed pyrolysis for phenol adsorption", *Science of the Total Environment*. **646**, 1567-1577 (2019).

Geissdoerfer, M. *et al.* "The Circular Economy – A new sustainability paradigm?", *Journal of Cleaner Production*. **143**, 757-768 (2017).

Lin, H. *et al.* "A new method of synthesizing hemicellulose-derived porous activated carbon for high-performance supercapacitors", *Microporous and Mesoporous Materials*. **292**, 109707 (2020).

Majumder, S. *et al.* "The impact of biochar on soil carbon sequestration: Meta-analytical approach to evaluating environmental and economic advantages", *Journal of Environmental Management*. **250**, 109466 (2019).

Meng, F. *et al.* "Characteristics of Chars from Low-Temperature Pyrolysis of Lignite". **28** (1), 275-284 (2013).

Ministerio de Energía y Minería, P. de la N. "Balance Energético Nacional 2015", *Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico*, pp. 1-40 (2016).

Xu, D. *et al.* "Effect of pyrolysis temperature on characteristics of biochars derived from different feedstocks: A case study on ammonium adsorption capacity", *Waste Management*. **87**, 652-660 (2019).

## PIROLISIS DE RESIDUOS DE LA AGROINDUSTRIA FRUTIHORTICOLA

N.O. Guiñazu\*<sup>(1)</sup>; L. C. Cabana Saavedra<sup>(1)</sup>; S.F. Mayer<sup>(2)</sup>; C. Poncio<sup>(1)</sup>; S. Renzini<sup>(1)</sup>; H. Falcón<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> CITEQ (Centro de Investigación y Tecnología Química), Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba, Córdoba, Córdoba

<sup>(2)</sup> NANOTEC (Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología), Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba, Córdoba.

\*E-mail del autor de contacto: hfalcon@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

La biomasa lignocelulósica por ser la biomasa más abundante y bio-renovable en la tierra, ha atraído cada vez más atención y es reconocida como una plataforma alternativa a los recursos fósiles (Perea-Moreno et al., 2019). La Biomasa se genera a partir de CO<sub>2</sub> atmosférico, agua y luz solar, disponibles a través de la fotosíntesis biológica. Por lo tanto, ha sido considerada como la única fuente sostenible de carbono orgánico en la tierra y el equivalente perfecto al petróleo, con una emisión neutra de carbono (Sharma et al., 2019). Uno de los problemas más graves que enfrenta hoy la humanidad es el de la preservación del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático, como consecuencia de ello nace la necesidad de proporcionar una solución científica y tecnológica a partir de nuevas fuentes de energía renovables (Gielen et al., 2019). La pirólisis es una de las tecnologías más prometedoras que permite la conversión de biomasa en un producto líquido, llamado bioaceite o bio-oil, que se puede utilizar como materia prima para combustibles y productos químicos valiosos (Aranda Moraes et al., 2012).

En este trabajo se investigó la producción de biolíquido mediante pirólisis rápida de residuos agroindustriales provenientes del procesamiento de frutas, sobre un sistema catalítico compuesto por un material con estructura del tipo pirocloro (H<sub>3</sub>O)SbTeO<sub>6</sub>.

### MÉTODOS

La biomasa utilizada en este estudio fueron residuos de pera, provenientes de la fabricación de mermeladas, provistos por la empresa DULCOR S.A. de la provincia de Córdoba. Previo a los experimentos, las muestras sólidas fueron molidas y llevadas a estufa a T = 60°C durante 24 h con el propósito de eliminar la humedad y volátiles.

El precursor KSbTeO<sub>6</sub> se obtuvo por reacción en estado sólido, a partir de K<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, Sb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y TeO<sub>2</sub> de grado analítico, calentando en el aire a temperaturas crecientes desde 550 hasta 750 °C durante 12 h (Alonso et al., 2005). El intercambio iónico se llevó a cabo con un tratamiento posterior del precursor en ácido sulfúrico concentrado en

exceso (50 cm<sup>3</sup>) a 280 °C durante 24 h. La muestra (H<sub>3</sub>O)SbTeO<sub>6</sub> se caracterizó por difracción de rayos X.

La pirólisis de los residuos se llevó a cabo en un reactor de cuarzo de lecho fijo horizontal a escala de laboratorio, ubicado en el interior de un horno, como se esquematiza en la Figura 1, el tiempo de reacción de estos fue de 20 min.

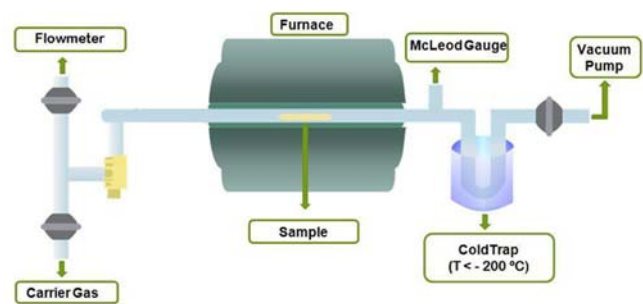


Fig. 1. Esquema simplificado del equipo de pirólisis rápida.

En primer lugar, se pesó aproximadamente 1 g de biomasa seca y se adicionó una determinada cantidad de catalizador ácido (5 – 2,5 %P/P). Ambos sólidos se mortearon hasta obtener una mezcla homogénea. Se trabajó a dos temperaturas diferentes: 250 y 350 °C, presiones de 50 mTorr y flujo de N<sub>2</sub> de 0,2 mL/s. En estas condiciones, se introdujo la cápsula dentro de la zona de calentamiento del reactor y el tiempo de reacción fue de 20 minutos. Transcurrido ese tiempo, se enfrió y se retiraron la cápsula y la trampa colectora de líquido.

El biolíquido se extrajo de la trampa de condensación con acetona y se utilizó un evaporador rotatorio para separar el solvente de la muestra. La composición química de los biolíquidos se determinó mediante cromatografía de gases en un equipo Varian 3800 acoplado con un detector de espectrómetro de masas con una columna capilar HP-5 de 30m x 0,250 mm Agilent. La caracterización de los productos se realizó por comparación con la biblioteca NIST considerando un match superior a 80 %. Para cada reacción, se establecieron las cantidades de fracción líquida y sólida por peso directo y se calculó la fracción gaseosa por diferencia gaseosa por diferencia.



## RESULTADOS

El catalizador  $(\text{H}_3\text{O})\text{SbTeO}_6$ , obtenido mediante intercambio iónico de  $\text{KSbTeO}_6$ , así como éste precursor, exhibieron una excelente cristalinidad, como lo evidencia la anchura de picos de las reflexiones de XRD. El patrón de XRD se indexó con una celda cúbica con  $a = 10.1510 (1) \text{ \AA}$ , característico de una estructura de pirocloro.

La distribución de productos de pirólisis rápida del proceso catalítico y no catalítico se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Porcentaje de los diferentes productos de pirólisis en ausencia y presencia del catalizador ácido.

Muestra	Temperatura (°C)	% p/p de Catalizador	Porcentaje de productos (%)		
			Sólido	Líquido	Gas
Pulpa de pera	350	-	27	11	62
	350	5	1	7	92
	250	5	48	7	45
	250	2,5	45	15	40

Se observó que el catalizador generó una ligera disminución del porcentaje de biolíquido, pero esta disminución fue compensada por el aumento en la selectividad de productos. También se observó que aumentó significativamente el porcentaje de producto gaseoso, a expensas del residuo sólido.

La temperatura en las pirólisis no-catalíticas y catalíticas tuvo un importante efecto en la distribución de productos en el biolíquido. La pirólisis no catalítica dio como resultado un biolíquido con una gran variedad de compuestos oxigenados de tipo furanos, fenoles y anhidroazúcares. También se observó la presencia de ésteres de ácidos de cadena carbonada corta, aunque en mucha menor proporción.

Cuando el catalizador se introdujo en el proceso de pirólisis, la mayor parte de los productos disminuyeron significativamente, conduciendo a una selectividad hacia ciertos compuestos tipo furanos y algunos ésteres de ácido, reduciendo significativamente la complejidad de la mezcla.

## CONCLUSIONES

Se estudió la pirólisis rápida de residuos agroindustriales, con la incorporación de un sistema catalítico como estrategia tendiente a mejorar la producción y calidad del biolíquido. El catalizador pirocloro utilizado fue sintetizado y caracterizado exhaustivamente, previo a su utilización.

Durante el proceso, la presencia del catalizador, en una proporción de 2.5% P/P, produjo un aumento del biolíquido obtenido a 250°C, incrementado la selectividad hacia determinados productos de importancia, como p.e. furanos. También se observó una elevada producción de fracción gaseosa, lo cual indicaría que el catalizador favorece la fragmentación de los productos a moléculas pequeñas y gaseosas.

## REFERENCIAS

- Perea-Moreno, M.A., Samerón-Manzano, E. Perea-Moreno, A.J., “Biomass as Renewable Energy: Worldwide Research Trends Sustainability”, 11(3), 863, 1-19 (2019).
- Sharma, M., Singh, J., Baskar, C., kumar, A., “A Comprehensive Review of Renewable Energy Production from Biomass-derived Bio-Oil”, Journal of Biotechnology, Computational Biology and Bionanotechnology, 100(2), 179–194 (2019).
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M., Wagner, N., Gorini, R., “The role of renewable energy in the global energy transformation”, *Energy Strategy Reviews*, 24, 38-50 (2019).
- Aranza Moraes, M.S., Georges, F., Rodrigues Almeida, S., Cardoso Damasceno, F., Pereira da Silva Maciel, G., Alcaraz Zini, C., Assis Jacques, R., Caramão, E.B., “Analysis of products from pyrolysis of Brazilian sugar cane straw”, *Fuel Processing Technology*, 101, 35-43 (2012).
- Alonso, J.A., Turrillas, X., “Location of  $\text{H}^+$  sites in the fast proton-conductor  $(\text{H}_3\text{O})\text{SbTeO}_6$  pyrochlore Dalton Transactions, 7(5), 865-867 (2005).

# EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS TÉRMICOS OCASIONADOS POR UNA BOLA DE FUEGO DE PROPANO. OBTENCIÓN DE UNA CORRELACIÓN SIMPLE PARA ESTIMAR DISTANCIAS EN PLANES DE EVACUACIÓN.

R. A. Kraft<sup>\*(1)</sup>; P. L. Mores<sup>(1)</sup>; N. J. Scenna<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> CAIMI Centro de Aplicaciones Informáticas y Modelado en Ingeniería, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rosario, Zeballos 1346, S2000BQA Rosario, Argentina.

\*romina.kraft@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

El propano, es una sustancia que frecuentemente se encuentra en el inventario de numerosas industrias por ser el combustible alternativo más utilizado a nivel internacional. A temperatura ambiente, es un gas incoloro e inodoro, fácilmente licuable por lo que en general se almacena/transporta en estado líquido a esta temperatura en recipientes a presión.

La explosión tipo BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion) seguida de la ocurrencia de una bola de fuego, tiene efectos devastadores sobre las personas (muerte, daños irreversibles) como así también sobre las estructuras y las instalaciones industriales, en función de la distancia del suceso a la que se encuentren dichos receptores. De acuerdo al análisis de accidentes históricos reportado por Hemmatian et al. (2019), el propano es una de las sustancias típicas involucradas en este tipo de eventos.

En la mayoría de los casos, los efectos térmicos ocasionados por la bola de fuego tienen consecuencias más severas sobre las personas que aquellos asociados con la onda expansiva generada por la explosión (Birk et al., 2013). A causa de esto, es imperante establecer planes de evacuación eficaces, delimitando las zonas de planificación en función de la dosis de radiación recibida, relacionando la intensidad de radiación incidente con tiempos máximos de exposición y contemplando modelos de respuesta de la población ante la génesis de incendios.

El objetivo de este trabajo es obtener una correlación simple y eficaz que relacione distancias seguras con variables operativas/ de diseño y niveles de vulnerabilidad de los receptores, basándose en el análisis de un modelo de referencia (MR<sub>f</sub>): modelo de llama sólida.

## MÉTODOS

Para la propuesta de una correlación simple se parte de la parametrización de variables operativas de interés: volumen de recipiente ( $V_{Ri}=5, 40, 135, 320, 625, 1080, 1715, 2560 \text{ m}^3$ ); nivel del líquido en el reservorio ( $F_{Lj}=0.25, 0.40, 0.55, 0.70, 0.85$ ), presión de falla ( $P_{rk}=1.25,$

1.50, 1.75, 2 MPa) y el nivel de vulnerabilidad medido como flujo de radiación térmica incidente ( $q_{rp}=3, 5, 7 \text{ kW/m}^2$ ). Los subíndices corresponden a un intervalo particular de la parametrización efectuada teniendo en consideración los escenarios habituales de este evento de acuerdo a datos de accidentes históricos como así también de series de experimentos o planteos de casos hipotéticos realistas.

### Implementación del Modelo de Referencia

El modelo de llama sólida (MR<sub>f</sub>), un modelo ampliamente aceptado en la literatura especializada (CCPS, 2010; Casal, 2008; TNO 2005) consiste en la selección de un cuerpo geométrico que abarque todo el volumen visible de las llamas, en este caso una esfera, representada como un cuerpo gris inmóvil que emite radiación térmica uniformemente desde su superficie.

La intensidad de radiación térmica,  $q_{rp}$ , a la que se expone el receptor es:

$$q_{rp} = E_{pw_{i,j,k}} \cdot F_{v_{i,j,k,p}} \cdot \tau_{i,j,k,p} \quad (1)$$

representando  $E_{pw}$ , el poder emisivo,  $F_v$  el factor de visión y  $\tau$  la transmisividad atmosférica, que se estiman de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$E_{pw_{i,j,k}} = \frac{0,27 \cdot P_{rk}^{0,32} \cdot m_{T_{i,j,k}} \cdot H_C}{\pi \cdot D_{FB_{i,j,k}}^2 \cdot t_{FB_{i,j,k}}} \quad (2)$$

$$F_{v_{i,j,k,p}} = \frac{0,25 \cdot D_{FB_{i,j,k}}^2}{H_{FB_{i,j,k}}^2 + D_{s_{i,j,k,p}}^2} \quad (3)$$

$$\tau_{i,j,k,p} = 2,02 \cdot \left[ P_w \left( \sqrt{H_{FB_{i,j,k}}^2 + D_{s_{i,j,k,p}}^2} - 0,5D_{FB_{i,j,k}} \right) \right]^{0,09} \quad (4)$$

siendo  $m_T$  la masa total en el recipiente que se obtiene en función de su volumen y el nivel de líquido,  $\Delta H_c$  el calor normal de combustión del propano,  $D_s$  es la distancia a la que debe estar el receptor de acuerdo al flujo de radiación incidente especificado,  $P_w$  la presión de vapor de agua que

depende de la humedad relativa y la temperatura ambiente, que se asumen iguales a 50% y 293.15 K por corresponder a la peor condición dentro de los escenarios más frecuentes.

Por otro lado,  $D_{FB}$ ,  $t_{FB}$  y  $H_{FB}$  representan las características de la bola de fuego: diámetro, tiempo de deflagración y elevación sobre el suelo respectivamente:

$$D_{FB_{i,j,k}} = 6,14 \cdot m_{T_{i,j,k}}^{0,325} \quad (5)$$

$$t_{FB_{i,j,k}} = 0,41 \cdot m_{T_{i,j,k}}^{0,340} \quad (6)$$

$$H_{FB_{i,j,k}} = 0,75 \cdot D_{FB_{i,j,k}} \quad (7)$$

El  $MR_f$ , que no presenta grados de libertad, se implementa en GAMS (General Algebraic Modeling System) y se resuelve en modo simulación.

### Análisis de la influencia de las variables de interés

De acuerdo a la parametrización efectuada, se evalúan 160 puntos para cada nivel de vulnerabilidad, es decir la simulación da como resultado un total de 480 valores de distancia.

Se analiza la influencia de cada una de las variables consideradas dentro del rango contemplado, observándose una relación lineal entre la presión de falla y la distancia calculada, mientras que para el volumen de recipiente y el nivel de líquido se tiene una relación potencial. A partir de estas relaciones funcionales, se propone una única correlación, representativa del fenómeno, para la estimación de distancias seguras.

### Propuesta de correlación simple

A partir del análisis previo se propone una correlación simple (Ec. 8), se implementa en GAMS junto con el  $MR_f$  y se minimiza el error la raíz cuadrada de la sumatoria de los cuadrados de los errores relativos entre los valores calculados por el  $MR_f$  y los obtenidos por la Ec. 8 con el objeto de determinar  $a_1$ ,  $a_{2p}$ ,  $a_3$  y  $a_4$  (variables de optimización).

$$D_{a_{i,j,k,p}} = (a_1 \cdot P_{r_k} + a_{2p}) \cdot F_{L_j}^{a_3} \cdot V_{R_i}^{a_4} \quad (8)$$

Se asume que la distancia estimada debe ser mayor o igual a la obtenida por  $MR_f$ . A su vez, se calcula el coeficiente de determinación como parámetro adicional de evaluación de la bondad del ajuste.

## RESULTADOS

La función objetivo adopta un valor óptimo igual a 0.009 y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de la función propuesta es igual a 1. Los valores de los parámetros se presentan en la Tabla 1.

Se aplica la correlación desarrollada en este trabajo para el caso de un accidente de tránsito que involucra un camión cisterna de propano de 64 m<sup>3</sup> de capacidad con un

nivel de líquido de 81%, cuya explosión BLEVE seguida de una bola de fuego ocurre cuando el recipiente falla a 2 MPa (Hemmatian et al., 2017). Los resultados se presentan en la Tabla 2. Las distancias calculadas para distintos niveles de flujo radiante delimitan curvas de iso-radiación, pudiéndose identificar de esta forma las zonas de intervención y de alerta de acuerdo a un modelo de respuesta de la población ante incendios. Para todos los casos, se observa un buen ajuste de la correlación, siendo la máxima sobreestimación de 1,6%.

Cada nivel de flujo radiante se encuentra asociado a un tiempo de exposición, en función de las dosis que definen a las zonas de planificación de acuerdo a la Directriz básica de protección civil (BOE-A-2003-18682).

**Tabla 1.** Variables de optimización

$a_1$	$a_{2\_3kW/m^2}$	$a_{2\_5kW/m^2}$	$a_{2\_7kW/m^2}$	$a_3$	$a_4$
15.735	168.152	124.257	101.211	0.290	0.315

**Tabla 2.** Distancias que delimitan las zonas de planificación de acuerdo al tiempo de exposición

Flujo de radiación (kW/m <sup>2</sup> )	Distancia (m)		Tiempo de exposición (s)	
	$MR_f$	Ec. 8	Zona de Intervención	Zona de Alerta
3	694.7	696.0	60	30
5	539.3	543.0	30	15
7	455.0	462.6	20	10

## CONCLUSIONES

La correlación obtenida presenta un buen ajuste, siendo ventajoso su empleo debido a su simplicidad, pudiéndose utilizar para delimitar zonas de planificación.

## REFERENCIAS

- Birk, A.M., Dusserre, G., Heymes, F. "Analysis of a propane sphere BLEVE", *Chem. Eng. Trans. France*, **31**, 481–486 (2013).
- Casal, J., Evaluation of the Effects and Consequences of Major Accidents in Industrial Plants, 1st ed. Elsevier, Spain (2008).
- CCPS, Guidelines for Vapor Cloud Explosion, Pressure Vessel Burst, BLEVE and Flash Fire Hazards, 2nd ed. Wiley- AICHE, New York (2010).
- Directriz Básica de Protección Civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas, BOE-A-2003-18682.
- Hemmatian, B., Casal, J., Planas, E., "Essential Points in the Emergency Management in Transport Accidents which Can Lead to a BLEVE-Fireball", *Chem. Eng. Trans. Spain*, **57**, 439–444 (2017).
- Hemmatian, B., Casal, J., Planas, E., Rashtchian, D. "BLEVE: The case of water and a historical survey", *J. Loss Prev. Process Ind.* **57**, 231–238 (2019).
- TNO, Methods for the Calculation of Physical Effects (yellow Book), 3rd ed, The Hague (2005).

## DESARROLLO DE CATALIZADORES NANOTUBULARES FOTODEGRADACIÓN DEL GLIFOSATO

Laura C. Lericí\*; Liliana B. Pierella

Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ-CONICET-UTN), Córdoba, Argentina

\*E-mail del autor de contacto: llerici@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

El glifosato es un herbicida organofosforado no selectivo, ampliamente usado en la agricultura para el control de malezas. En el año 2015, la International Agency for Research on Cancer (IARC) lo clasificó como probablemente cancerígeno para los humanos (Tang et al. 2020). Como consecuencia de su uso generalizado, el glifosato se puede encontrar en el medio acuático donde llega a través de las aguas residuales domésticas e industriales. La fotocatalisis se ha considerado una alternativa tecnológica sostenible para la degradación de contaminantes orgánicos. Por consiguiente, también es un método prometedor para la degradación del glifosato (Lv et al. 2019).

En particular, la fotocatalisis heterogénea, a diferencia de la mayoría de los procesos fotoquímicos, puede emplearse para tratar mezclas complejas de contaminantes con la posibilidad de utilización de la radiación solar como fuente primaria de energía (Li et al. 2015; Sivagami et al. 2014; de Andrade et al. 2015)

Existen diversos materiales con propiedades adecuadas para actuar como fotocatalizadores, tales como los óxidos de titanio ( $\text{TiO}_2$ ), hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), estaño ( $\text{SnO}_2$ ), zinc ( $\text{ZnO}$ ), y sulfuros de zinc ( $\text{ZnS}$ ) y de cadmio ( $\text{CdS}$ ), entre otros. La búsqueda continua de mejoras para los sistemas fotocatalíticos heterogéneos ha llevado al uso de semiconductores soportados con el fin de incrementar el área específica y así la actividad por sitio activo, además de evitar el fenómeno de sinterización.

En el presente trabajo se sintetizan y caracterizan materiales a base de alúmina nanoestructurada impregnados con 6 y 10 % de hierro (Fe-NT x %) en la fotodegradación del glifosato (GLI).

### MÉTODOS

La síntesis de la  $\text{Al}_2\text{O}_3$  nanotubular se realizó por método modificado reportado por Lu y col. (Lu et al. 2009).

La incorporación de hierro se realizó por impregnación húmeda con  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  para alcanzar un contenido de Fe (II) de 6 y 10% en peso. Finalmente, las muestras se secaron a 110 °C durante la noche y se calcinaron bajo una atmósfera oxidante durante 8 h.

Los materiales catalíticos fueron caracterizados por la técnica de difracción de rayos X (DRX). Las áreas superficiales (SBET) de los nanotubos fueron determinadas por BET. El porcentaje de hierro fue determinado por absorción atómica. Se realizaron los espectros de reflectancia difusa (DRS) de los materiales en el rango de 200 a 800 nm. Los ensayos de fotodegradación se llevaron a cabo en un reactor cilíndrico de vidrio provisto de una camisa de refrigeración para mantener la temperatura a 25-30 °C. El reactor fue irradiado por una lámpara de mercurio de alta presión de 125 W (con un máximo de emisión alrededor de 365 nm) que se ubicó en el interior de la camisa refrigerante y se sumergió en la solución. El catalizador se mantuvo en suspensión por medio de agitación magnética y se burbujeó con aire en forma continua durante todo el ensayo. Se retiraron alícuotas de la solución que fueron filtradas y analizadas en un cromatógrafo iónico marca DIONEX ICS-1100 equipado con columna aniónica y supresor a distintos tiempos de reacción. El tiempo total de reacción fue de 240 minutos y la concentración inicial de glifosato y catalizador fue de 80 mg/L y 500 mg/L, respectivamente. El porcentaje de degradación de la molécula fue calculado como:  $\text{Degradación (\%)} = (1 - C/C_0) \cdot 100$ , donde  $C_0$  concentración inicial de glifosato y  $C$  la concentración de glifosato al tiempo  $t$ .

### RESULTADOS

En todos los casos se detectan las difracciones típicas para  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  las que no se ven perturbadas por la incorporación de la fase activa. Así mismo se detecta sólo para el catalizador Fe-NT 10% la difracción a ángulos  $2\theta$  de 32° atribuida a las fase  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (índice hkl 104) asumiéndose que a contenidos superiores al 6% en peso de Fe en el soporte se obtienen partículas del óxido superiores a 5.0 nm que es el límite de detección de la técnica (Figura 1).

Las energías de band gap de los materiales catalíticos fueron determinadas usando la función de remisión de Kubelka-Munk. Los valores de band gap para los materiales fueron cercanos al reportado en bibliografía para el  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  (2,2 eV) (Jaafar et al. 2012).

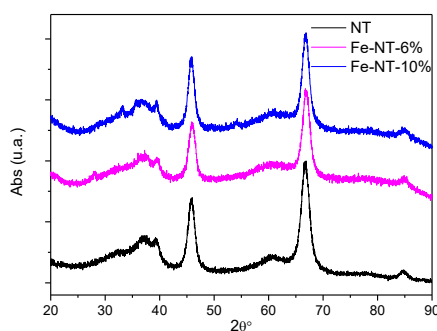


Figura 1. Patrones de difracción del NT y sus expresiones modificadas con Fe.

**Fig.1.** Patrones de difracción del NT y sus expresiones modificadas con Fe.

En la Tabla 1 se presenta, la caracterización fisicoquímica de los catalizadores. Como puede observarse, el aumento del contenido hierro genera una disminución del área superficial de los nanotubos. Este efecto es atribuido al bloqueo que produce la agregación de la fase activa sobre la superficie interna del nanotubo (Gomez et al. 2017). El contenido de Fe en los nanomateriales, determinada por AA, fue muy similar a la cantidad teórica.

**Tabla 1.** Caracterización de los catalizadores

Catalizadores	S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)	AA (Fe%)
Fe-NT 6%	105	6.10
Fe-NT 10%	87	9.82

Previamente a los ensayos fotocatalíticos, se realizaron tres ensayos de control que contribuyeron a identificar el efecto de la actividad de los nanocatalizadores: fotólisis (en ausencia de catalizador, GLI + UV), adsorción (en ausencia de luz, GLI + Fe-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 6%) y el ensayo en ausencia de hierro (GLI + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + UV). Las tres experiencias produjeron una degradación de la molécula inferior al 1%.

Por otra parte, se analizó la actividad catalítica de los naocatalizadores impregnados con un 6% y 10% de hierro. Los resultados obtenidos mostraron un porcentaje de degradación del 53 % el Fe-NT 6%, mientras que una mayor proporción del metal produjo una caída de la degradación al 35 % para la experiencia con Fe-NT 10%. Este fenómeno podría estar asociado con la disminución del área superficial producida como consecuencia del bloqueo parcial de la superficie interna de los nanotubos debido al mayor contenido de Fe.

### CONCLUSIONES

Fue posible sintetizar, caracterizar catalizadores de hierro soportados en nanotubos de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> para la oxidación fotocatalítica del glifosato empleando una

fuente de emisión en el rango del UV. La reacción mostró valores de degradación comparables con los reportados en bibliografía. El aumento de fase activa sobre la superficie de la alúmina nanotubular produjo una caída en el porcentaje de degradación, lo que puede estar relacionado con la disminución del área superficial debido a la formación de aglomeraciones de fase activa que bloquea parcialmente los nanotubos.

### REFERENCIAS

De Andrade, F. V. et al., A novel TiO<sub>2</sub>/autoclaved cellular concrete composite: From a precast building material to a new floating photocatalyst for degradation of organic water contaminants. *Journal of Water Process Engineering*, 7, pp.27–35 (2015).

Gomez, S. et al., Applied Catalysis B: Environmental Fe/ZSM-11 as a novel and efficient photocatalyst to degrade Dichlorvos on water solutions. *Applied Catalysis B, Environmental*, 202, pp.580–586 (2017).

Jaafar, N.F. et al., Photodecolorization of methyl orange over α-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-supported HY catalysts: The effects of catalyst preparation and dealumination. *Chemical Engineering Journal*, 191, pp.112–122 (2012).

Li, J. et al., A new HgSe photocatalyst for degradation of organic dyes under visible light irradiation. *Materials Letters*, 161, pp.591–594 (2015).

Lu, C.L. et al., Crystalline nanotubes of γ-AlOOH and γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>: Hydrothermal synthesis, formation mechanism and catalytic performance. *Nanotechnology*, 20(21) (2009).

Lv, Y. et al., Fabrication of hierarchical copper sulfide / bismuth tungstate p-n heterojunction with two-dimensional (2D) interfacial coupling for enhanced visible-light photocatalytic degradation of glyphosate. *Journal of Colloid And Interface Science* (2019).

Sivagami, K., Krishna, R.R. & Swaminathan, T., Photocatalytic degradation of pesticides in immobilized bead photo reactor under solar irradiation. *Solar Energy*, 103, pp.488–493 (2014).

Tang, Q. et al., Separation and Purification Technology Novel Z - scheme In<sub>2</sub>S<sub>3</sub> / BiVO<sub>4</sub> composites with improved visible-light photocatalytic performance and stability for glyphosate degradation. *Separation and Purification Technology*, 248(May), p.117039 (2020).

# ESTUDIO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA CÁLCULO DEL BIOGÁS PRODUCIDO EN UN VERTEDERO

Martinez Sandra <sup>(1)</sup>; Torres Santiago<sup>(1)</sup>; Albarracin Patricia<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>CEDIA, Facultad Regional Tucuman. Rivadavia 1050, San Miguel de Tucuman, Tucuman  
\*martinezs27@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico y el incremento de la prosperidad de la población generan un mayor consumo de energía a nivel mundial, a su vez existe la necesidad de impulsar una transición más rápida hacia un futuro con menos emisiones de carbono y la posibilidad de incorporar energías renovables sustentables (BP 2019). En la actualidad se está incrementando el empleo de las energías de origen renovable en relación con el siglo anterior y está previsto que su utilización sea cada vez mayor (IEA 2017).

Por otro lado, el problema de los residuos sólidos urbanos (RSU), en la gran mayoría de los países y particularmente en determinadas regiones, se viene agravando como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y concentración en las áreas urbanas, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo y mejor nivel de vida, así como también debido a otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017).

Los actuales sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos incorporan tecnologías con el fin de valorizar el pasivo energético de los RSU. (Waste-to-Energy-WTE).

La conversión de RSU en energía es hoy una actividad extendida en países del primer mundo, con el objetivo fundamental de disponer en forma eficiente los residuos producidos por las comunidades, minimizando así la contaminación ambiental asociada a su inadecuado manejo y disposición (Castellón Zelaya y Rivera Madriz, 2015). En este sentido, en el mundo, se estudia el potencial de valoración energética directa de los residuos sólidos urbanos (RSU), y la optimización del aprovechamiento energético de los RSU con miras a la inclusión de este vector energético en el plan de energías renovables (IDAE, Madrid 2011).

Este trabajo trata sobre el aprovechamiento sustentable del potencial energético de los gases provenientes de la disposición de los residuos sólidos urbanos (RSU) generados en el municipio de Tafí Viejo mediante la tecnología de vertederos controlados y forma parte de una tesis de Maestría en Ingeniería Bioenergética.

En este estudio se evalúa el potencial energético del biogás producido por el componente inorgánico de los RSU desechados en la planta de reciclaje y el componente orgánico y de degradabilidad rápida (papel cartón, madera

y textiles) de los RSU, (gestionados por el municipio de Tafí Viejo), mediante la tecnología de vertedero controlado.

Se estimó la producción de metano mediante el uso de modelados matemáticos y se usó el más aceptado por IPCC (Intergovernment Panel on Climate Change) que es el LandGEM (v.3.02) - EPA E.E.U.U; considerando las características físicas del entorno; la cantidad y calidad de residuo vertido anualmente. Estos datos servirán luego para calcular la energía eléctrica que se puede generar con el biogás captado.

## METODOLOGÍA

Para poder proyectar el potencial de generación de biogás desde los RSU se estudiaron y compararon tres modelos matemáticos

- Modelo de Scholl Canyon o LandGem simplificado
- LandGEM (v.3.02) - EPA E.E.U.U.
- Modelo Mexicano de Biogás, 2.0 - EPA.
- GasSim (UK) Modelo MDL-UNFCCC (Herramienta para determinar las emisiones de metano evitadas en CDF RSU)

El Modelo de Scholl Canyon o LandGem simplificado es una ecuación exponencial de decaimiento de primer orden que se basa en que la tasa de generación de gas en un instante determinado es función de la masa disponible de residuos (M), el potencial de generación de gas (L0), la tasa de generación de gas (k) y la edad de los residuos. Este modelo ignora las tres primeras etapas de la actividad bacteriana y se basa simplemente en las características observadas del crecimiento de las bacterias en los sustratos. Los parámetros del modelo son determinados empíricamente por medio de la correlación de datos de campo con mediciones en la variación de la humedad y otras condiciones dentro del vertedero.

El Modelo LandGEM (Landfill Gas Emisión Model) v. 3.02 es un programa desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. Está basado en la ecuación de Scholl-Canyon, con la particularidad de que la masa de residuos aceptada en el año i-ésimo es dividida en submasas con el objetivo de lograr un mayor refinamiento del modelo, diferenciándose del modelo de Scholl-Canyon en que este integra la producción de gas anualmente, en tanto que la última versión del modelo LandGEM v3.02 integra la generación de metano en

incrementos de un décimo de año produciendo menores valores de emisiones respecto de las versiones precedentes para un mismo valor de k (coeficiente de velocidad de generación de metano)

Según Amini et al. (2012) el modelo es relativamente insensible a la variación de los parámetros k y L0. Para mejorar la sensibilidad del modelo, es necesario incluir la adición otros parámetros o utilizar un modelo de mayor orden. Sin embargo, estos cambios podrían comprometer una de las principales ventajas de este modelo, su simplicidad (Amini et al, 2012).

El Modelo Mexicano de Biogás Versión 2.0 provee automáticamente valores para índice de generación de metano (k) y el potencial de generación de metano L0 (SCS Engineers 2009). Estos pueden ser modificados de acuerdo con las características *in situ*.

En estos modelos pueden tomarse valores preestablecidos de K y L0, pero también pueden calcularse según las características particulares de sitio y residuos

Se puede asimilar en cantidad de lluvia a la zona centro interior con precipitaciones entre 750- 1000 mm, con características climáticas similares y considerando la degradación del residuo DRMR (moderadamente rápida ya que, se consideran orgánicos y rechazos de residuo reciclable de cartón, papel en gran porcentaje.

Se aplico los modelos a los datos de RSU del Municipio de Tafí Viejo, Tucumán

Se asumió que la composición del gas en volumen es de 50% metano y 50% dióxido de carbono (US EPA 2.005; Sharma y Reddy, 2004)

Se asumió que la producción de gas encuentra su máximo justo después de su emplazamiento, considerando un determinado tiempo de retraso en el cual se considera que se establecen las condiciones anaeróbicas, y luego la producción decrece exponencialmente, dado que el contenido de materia orgánica en el residuo es consumido

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1 según los distintos modelos aplicados.

**Tabla 1:** Cuadro comparativo con resultados de QCH4 m3/año según las distintas metodologías aplicadas.

Año	modelo Landgem simplificado		modelo Landgem 3.02 a)	modelo Landgem 3.02 b)	modelo Mexicano
	Q (m3de CH4)	Qm3 anual	Q m3/añual	Q m3/añual	Q m3/añual
2020	42654,28	42654,28	0,00	0,00	0
2021	39374,96	82029,24	95252,57	74307,72	117655,53
2022	36347,76	118377,00	185859,62	142902,39	226591,59
2023	33553,29	151930,28	272047,71	206223,25	327454,38
2024	30973,66	182903,95	354032,35	264675,78	420842,21
2025	28592,36	211496,31	432018,56	318634,26	507309,06
2026	26394,14	237890,45	506201,34	368444,21	587367,84
2027	24364,92	262255,38	576766,18	414424,59	661493,45
2028	22491,71	284747,09	643889,53	456869,84	730125,60
2029	20762,52	305509,61	707739,24	496051,73	793671,42
2030	19166,27	324675,87	768474,96	532221,19	852507,84
2031	17692,74	342368,61	826248,56	565609,80	906983,89
2032	16332,49	358701,10	881204,51	596431,37	957422,71
2033	15076,83	373777,93	933480,23	624883,27	1004123,50
2034	13917,70	387695,63	983206,44	651147,68	1047363,29
2035	12847,69	400543,32	1030507,46	675392,79	1087396,57

Se encontró que la mayoría de los modelos tienden a sobreestimar la generación de biogás, sin embargo, se ha registrado que el modelo LandGEM tiende a subestimar dichas emisiones (Amini et al, 2012) Esto puede considerarse como comportamiento conservador del modelo desde el punto de vista del aprovechamiento del

biogás frente a las incertidumbres asociadas a los procesos físicos, químicos y biológicos de la generación de biogás.

Otra modificación de LanGem considera la siguiente ecuación donde se estima la generación máxima de metano teniendo en cuenta los años posteriores al cierre.

## CONCLUSIONES

Como conclusión de este trabajo observamos que se puede determinar mediante modelos matemáticos la cantidad de metano producido en el vertedero controlado propuesto para luego estimar su conversión a energía eléctrica.

La variación en la producción de biogás de un vertedero es sensible a las condiciones ambientales y operativa del mismo, y el análisis de las posibilidades debe particularizarse para cada caso

El modelo más aceptado por IPCC (Intergovernment Panel on Climate Change).es el LandGEM (v.3.02) - EPA E.E.U.U.

## REFERENCIAS

- Amini H., Reinhard D., Mackie K. (2012). “Determination of first-order landfill gas modeling parameters and uncertainties”. Waste Management 32, 305 316. February 2012Waste Management 32(2):305-16
- US-EPA. Global anthropogenic Non-CO2 greenhouse gas emissions: 1990-2020. U.S. EPA, 2005, Washington DC.
- Sharma H.D. y Reddy K.R. (2004). “Geoenvironmental Engineering. John Wiley & Sons, New Jersey).
- SCS Engineers. (2009). Manual de Usuario Modelo Mexicano de Biogás Versión 2.0 [en línea:[http://www.epa.gov/lmop/documents/pdfs/manual\\_del\\_usuario\\_modelo\\_mexicano\\_de\\_biogas\\_v2\\_2009.pdf](http://www.epa.gov/lmop/documents/pdfs/manual_del_usuario_modelo_mexicano_de_biogas_v2_2009.pdf) 22/02/2014
- BP. 2019. BP (British Petroleum) Energy Outlook 2019 edition. Disponible en:<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2019.pdf>.
- IEA (2017). IEA. 2017. Global oil supply to lag demand after 2020 unless new investments are approved soon. International Energy Agency. 6 de marzo de 2017. Disponible en:<https://www.iea.org/>.Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017.
- Castellón Zelaya y Rivera Madriz, (2015). Aprovechamiento energético y estabilización de residuos sólidos urbanos tratados en digestores anaeróbicos de la planta de biogás de San Marcos, Nicaragua. XXIX Congreso Centro Americano [https://www.anisanic.org/documentos/Aprovechamiento\\_energetico.pdf](https://www.anisanic.org/documentos/Aprovechamiento_energetico.pdf)
- IDAE, Madrid 2011. Situación y potencial de valoración directa de los residuos Estudio técnico PR 2011-2020. Disponible en [https://www.documentos\\_11227\\_e15\\_residuos\\_c3ead071.pdf](https://www.documentos_11227_e15_residuos_c3ead071.pdf)

## ÓXIDOS MIXTOS MODIFICADOS CON ZINC, PARA LA OBTENCIÓN DE CHALCONAS SUSTITUÍDAS

S.N.N. Mendieta\*<sup>(1)</sup>, F.E. Romanin Llovel<sup>(1)</sup>, J.D. Fernández<sup>(1)</sup>, C.F. Pérez<sup>(1)</sup>, M.E. Crivello<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Centro de Investigación y Tecnología Química -CITeQ-UTN-CONICET. Maestro López esq. Av. Cruz Roja Argentina. Ciudad Universitaria. CP 5016. Córdoba, Argentina.

\*[smendieta@frc.utn.edu.ar](mailto:smendieta@frc.utn.edu.ar), [snmendieta@gmail.com](mailto:snmendieta@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

Las chalconas son compuestos naturales, metabolitos secundarios precursores de los flavonoides, compuestos de gran interés y muy abundantes en las plantas, legumbres, frutas, hortalizas, aceite, y especias. Los compuestos con estructura de chalconas poseen diversas bioactividades, como por ejemplo antiinflamatoria, antituberculosa, antimaláricas, antitumoral, y fungistática. Estas numerosas propiedades farmacológicas, han motivado la investigación en variaciones estructurales, que resultaron útiles para el desarrollo de nuevos medicamentos con mejor potencial y menor toxicidad (Harbone, 1986; Rahman, 2011).

Los hidróxidos dobles laminares (HDL) son arcillas aniónicas sintéticas, con estructura tipo hidrotalcita. Dichas arcillas presentan características básicas; que pueden ser modificadas cambiando la naturaleza del catión laminar o de los aniones interlaminares. Cuando se descomponen a temperaturas superiores a los 400°C, se obtienen óxidos mixtos. Esta basicidad se pone de manifiesto al someterlas a calcinación ya que se deshidroxilan y descarbonatan mostrando propiedades de básicas de Lewis. Pero también las hidrotalcitas se pueden rehidroxilar por lo que mostrarían propiedades básicas de Brønsted moderada, suficiente para poseer propiedades catalíticas en algunas reacciones como condensación aldólica, reacción de Michael, entre otras. El procedimiento tradicional de síntesis de chalconas es por condensación de Claisen-Schmidt con hidróxido de sodio, hidróxido de potasio o soluciones alcohólicas alcalinas como catalizador, con tiempos prolongados y bajos rendimientos y generan grandes cantidades de residuos. En este sentido los óxidos mixtos sintetizados a partir de HDL, se presentan como excelentes sustitutos de catalizadores homogéneos.

En este trabajo se presenta la caracterización y evaluación catalítica de óxidos mixtos de Mg-Zn-Al como catalizador, en la obtención de chalconas sustituidas.

### MÉTODOS

Los precursores tipo HDL se sintetizaron tomando en base a la experiencia del grupo, publicado previamente por Mendieta et. al (2016). Los cationes divalentes utilizados fueron Mg y Zn cuya carga se varió en 25 y 40 % molar, manteniendo constante el catión trivalente Al. La relación molar  $M^{2+}/M^{3+}$ , se mantuvo en 3. Los mismos se calcinaron

a 450°C, para ser utilizados como catalizadores en la reacción de obtención de chalconas sustituidas. Los materiales obtenidos se caracterizaron mediante Difracción de rayos X (DRX) en un equipo Philips PW3830, con radiación Cu-K $\alpha$  ( $\lambda=1,54 \text{ \AA}$ ). El Área superficial BET se utilizó un equipo Micromeritics Pulse Chemisorb 2700. La densidad de sitios básicos se midió mediante desorción a temperatura programada (TPD) de una masa conocida, y molécula sonda CO<sub>2</sub>, en Micromeritics Chemisorb 2720<sup>a</sup> y analizados mediante un detector de conductividad térmica (TCD). La reacción se llevó a cabo a 100 y 150°C, utilizando una relación molar 4-ClBenzaldehído/Acetofenona de 1 a 1, la masa de catalizador empleada fue del 5% de la masa del total de los reactivos. Los reactivos utilizados fueron 4-ClBenzaldehído, Sigma Aldrich (99,9%); Acetofenona, Riedel-Haën (99%) y Hexanos e Iso-octano, Cicarelli (Proanálisis). La misma se llevó a cabo en atmósfera de N<sub>2</sub>, para evitar la oxidación de 4-Clbenzaldehído. El análisis de los productos de reacción se utilizó un cromatógrafo gaseoso Agilent 7820, equipado con una columna HP-1 tipo capilar (30 metros de longitud, 0,53 mm de diámetro interno y 2,65  $\mu\text{m}$  de espesor de film), con detector FID. La pureza del producto obtenido se estudió en un espectrofotómetro Nicolet iS10 (FT-IR).

### RESULTADOS

En la Figura 1 se muestran los difractogramas obtenidos de los materiales sintetizados. En ambos se observaron la estructura tipo hidrotalcita (PCPDFWIN 70-2151) con buenas fases cristalinas, pero al aumentar el contenido de Zn (40%) se segregan fases de óxido puro. En los óxidos obtenidos por calcinación a 450°C, se observó las fases correspondientes al MgO (PCPDFWIN 78-043) y ZnO (PCPDFWIN 80-0075), ver Figura 2. En la tabla 1 se presentan los datos de área superficial el mismo aumenta con respecto a su precursor, excepto en el Zn<sup>40</sup>, donde prácticamente no se observan variaciones. Este comportamiento puede ser atribuido, a la previa formación de ZnO en los precursores.

**Tabla 1.** Áreas superficiales de HDL sintetizados

Muestra	Precursor[m <sup>2</sup> /g]	Óxido Mixto[m <sup>2</sup> /g]
Zn <sup>25</sup>	149	199
Zn <sup>40</sup>	147	151



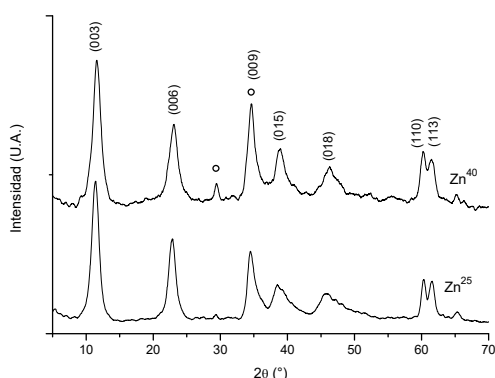


Fig. 1. DRX precursores HDL. (○) ZnO.

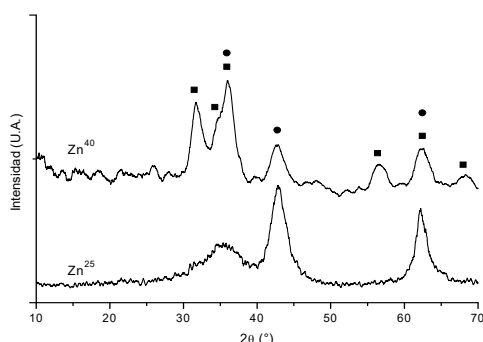


Fig. 2. DRX óxidos mixtos a partir de HDL. (●) MgO, (■) ZnO.

En la tabla 2 se muestran los valores obtenidos del análisis de TPD. Los óxidos mixtos presentan buenas propiedades básicas, las cuales son comparables con el MgO, el cual es considerado un óxido básico fuerte. Como se puede apreciar el contenido de Zn influye en el tipo de sitio que se desarrolla en el material. Siendo en ambos de importancia los sitios fuertes, además los sitios débiles asociados a grupos OH<sup>-</sup>, se hace más preponderantes en la Zn<sup>25</sup>.

Tabla 2. Caracterización de sitios básicos por TPD.

Muestra	Consumo CO <sub>2</sub> [mmol CO <sub>2</sub> g <sup>-1</sup> ]			Total
	Débil OH <sup>-</sup>	Medio M-O	Fuerte O <sup>2-</sup>	
MgO	0,8	0,9	2,3	4,0
Zn <sup>25</sup>	1,1	0,6	2,2	3,9
Zn <sup>40</sup>	0,5	0,7	2,7	3,9

En cuanto a la actividad catalítica, se evaluaron dichos materiales en reacciones de condensación a dos temperaturas, 100 y 150 °C. Se realizó una reacción en blanco, en ausencia de catalizador, en la que no se observaron cambios en la concentración de reactivos. El tiempo tomado como referencia fue una hora, ya que en uno de los ensayos el sistema se torna sólido, no permitiendo continuar el seguimiento de la misma. En esta etapa la coloración del medio cambia indicando la formación de producto. En la tabla 3 se presentan las

conversiones obtenidas a tiempo final para cada catalizador y temperatura. La conversión se analizó en función de la desaparición de acetofenona y se utilizó el isooctano como estándar interno para la cuantificación del mismo.

Tabla 3. Conversiones de reacción en función de desaparición de acetofenona.

Muestra	Temperatura °C	Conversión a 1 h
Zn <sup>25</sup>	150	59%
Zn <sup>40</sup>	150	31%
Zn <sup>40</sup>	100	19%

Se analizaron dos temperaturas de reacción en Zn<sup>40</sup> y hasta el momento se ha estudiado la Zn<sup>25</sup> solo a 150°C. Se puede observar que se obtienen mayores conversiones de acetofenona, lo que se puede inferir que el mecanismo de la misma precisa de una mayor presencia de sitios básicos débiles. Es importante mencionar que dichos catalizadores presentaron alta selectividad, no observándose subproductos y el producto obtenido presenta buena pureza, observada mediante FT-IR.

## CONCLUSIONES

Se logró obtener óxidos mixtos a partir de HDL, con buena estructura cristalina y área superficial. Se caracterizó los sitios básicos presentes en ambos materiales, observándose mayor presencia de sitios débiles en la Zn<sup>25</sup>, lo que sugiere ser de importancia para la obtención de chalconas sustituidas como la 4-clorochalcona. Se obtuvieron altas selectividades hacia a chalcona deseada, con ausencia de subproductos y presentó una buena pureza observada por FT-IR. Cabe destacar que los estudios continúan realizándose y se trabajan para obtener mejores conversiones.

## REFERENCIAS

- Harborne, J.B., *The Flavonoids. Advances in Research Science*; Ed. Chapman and Hall, London (1986)
- Rahman, M. A., *Chemical Sciences Journal*, CSJ-29, 1. (2011)
- Mendieta S.N., Fernandez-Marenchino J., Oliva M.I., Fernández J. D., Perez C. F., Crivello M.E. "Obtención de Chalconas, Catalizada por Óxidos Mixtos de Al-Mg Modificadas con Metales Básicos" RTyC - Año 15 - N° 30. 242-246. (2016)

**Agradecimientos:** Los autores agradecen al Consejo Interuniversitario Nacional, por la beca Estímulo a las Vocaciones Científicas otorgada a Facundo durante el período 2019-2020, bajo la cual se realizó las experiencias presentadas.

# LAMINADOS DECORATIVOS DE ALTA PRESIÓN A PARTIR DE LIGNINA KRAFT SULFONADA CON PROPIEDADES FINALES SIMILARES A LOS LAMINADOS CONVENCIONALES

S. Ontivero<sup>(1)</sup>; M. Forlini<sup>(1)</sup>; L.R. Chiappero<sup>(1)</sup>; V.V. Nicolau\*<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> GPol, Departamento de Ingeniería Química, Facultad Regional San Francisco, Universidad Tecnológica Nacional., Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba, Argentina.

\*E-mail del autor de contacto: vnicolau@sanfrancisco.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

Las resinas de fenol-formaldehído (PF) son polímeros sintéticos termoestables, obtenidos por reacción entre el fenol (P) y el formaldehído (F). Los resoles se obtienen empleando un exceso de F y en condiciones alcalinas. En general, los resoles son estables a temperatura ambiente, pero se curan mediante aplicación de calor, generando polímeros de peso molecular infinito, infusibles e insolubles.

Una de las principales aplicaciones de los resoles es en la producción de laminados decorativos de alta presión. Un laminado decorativo de alta presión es un material compuesto constituido de papeles impregnados con resinas base y curados a alta temperatura y presión. Básicamente, el proceso de obtención de laminados decorativos involucra tres etapas: i) la sintetización de las resinas base; ii) la impregnación y secado de los papeles; y iii) el curado de los papeles impregnados con resina.

La reducción del consumo de P en la síntesis de resinas de PF es de gran interés tecnológico y académico debido a las implicaciones económicas y ambientales asociadas al empleo de esta materia prima. En este sentido, la sustitución parcial de P (tóxico, costoso y de importación) por lignina (LG) y sus derivados aparece como una alternativa atractiva, debido a la similitud estructural entre este polímero natural y las resinas de PF. La LG es un biopolímero que junto con la celulosa y la hemicelulosa constituyen la pared celular de las plantas. A diferencia del P que presenta tres sitios reactivos en posiciones *orto*- y *para*-, los restos aromáticos de la LG presentan 1, 2 o ningún sitio reactivo *orto*- por anillo (restos G, HH y S; respectivamente), ya que las posiciones *para*- se encuentran sustituidas. El aislamiento de la LG natural es imposible ya que todo método de separación conlleva a la degradación y obtención de LGs técnicas. La relación molar de los restos aromáticos varía según el tipo de madera, las condiciones de pulpado y las condiciones de reacción (Peng et al., 1993).

Las principales LGs obtenidas de los procesos de pulpado son: la LG Kraft y los lignosulfonatos. Los lignosulfonatos son solubles en agua y por lo general poseen pesos moleculares muy superiores a las LGs Kraft.

La baja reactividad química de las LGs hace necesaria su modificación química. La hidroximetilación de la LG es

uno de los métodos más empleados para su uso como reemplazo de P en resoles (Taverna et al., 2019). Sin embargo, la LG sufre reacciones de polimerización durante la hidroximetilación disminuyendo así la cantidad de sitios activos para reaccionar con el F (Habashi et al., 2020).

La sulfonación de LG Kraft mejora su solubilidad en agua y conduce a una depolimerización por oxidación con generación de fragmentos de LG de menor peso molecular y más sitios activos (Ouyang et al., 2009).

En este trabajo se empleó una LG Kraft sulfonada para la síntesis de un resol modificado y se compararon sus propiedades con las propiedades de un resol convencional. Para la caracterización de la LG se emplearon métodos gravimétricos, espectroscópicos y cromatográficos. Durante la síntesis de las resinas se monitoreó el F libre y se midieron propiedades finales tales como densidad, viscosidad, pH y sólidos totales. Los resoles sintetizados se emplearon para la obtención de laminados decorativos de alta presión. Para la caracterización de los laminados se midieron propiedades finales tales como tracción y resistencia al agua hirviendo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

Los materiales utilizados para la síntesis de resinas fueron: formaldehído 37%*m/m* (Alto Paraná), fenol 91%*m/m* (Dalgac S.A) y lignina Kraft sulfonada libre de azúcares y proveniente de madera de pino (Polyfon®-O, Ingevity, EEUU). En las mediciones se utilizó hidróxido de sodio (NaOH) en perlas Cicarelli, cloruro de hidroxilamina (NH<sub>2</sub>OH.HCl) Anedra, solución de ácido clorhídrico (HCl 0,1 N y HCl 1 N) Cicarelli, y metanol Cicarelli. Para la obtención de laminados se utilizó papel Kraft 180g/m<sup>2</sup> Stora Enzo

### Caracterización de la lignina

La caracterización de la LG consistió en la determinación de los contenidos en sustancia seca, OH fenólicos por UV-Vis (Zakis, 1994) y pesos moleculares por cromatografía líquida de exclusión por tamaños.

### Síntesis y caracterización de resoles base

Se sintetizaron dos resoles a T=90 °C, pH=9 y 500 rpm durante 3,5 h [Fig. 1.A)]. Para la síntesis de la resina tradicional (PF) se empleó una relación molar F/P=1,07.

Sobre la base de la receta anterior, se sintetizó una resina con reemplazo de 20%*m/m* de P por LG (LPF).

Para el monitoreo de las reacciones se realizaron mediciones de F libre según norma ISO 11402. Se midieron propiedades finales como viscosidad en Copa Ford N° 4, sólidos totales a 105 °C durante 2 h, densidad con densímetro a 20 °C, y pH con un pHmetro HANNA.



**Figura 1.** A) Síntesis de resina base; B) Impregnación y secado de papeles; y C) Laminados decorativos.

### Obtención y caracterización de laminados

Las resinas base (PF y LPF) se emplearon para la impregnación de papeles del tipo Kraft de 40x40 cm [Fig. 1.B)]. Los papeles impregnados se secaron en estufa a 120 °C durante 10 min. La carga de resina fue de 35,3% y 30,1%, y el contenido de volátiles fue de 8,02 y 9,52% para los papeles impregnados con PF y LPF, respectivamente.

El curado se llevó a cabo en una prensa de laboratorio que emplea vapor de agua como fluido calefactor y agua para el enfriamiento. Se prensaron 2 papeles impregnados y secos a 150 °C durante 20 min. teniendo en cuenta la orientación de las fibras del papel. La caracterización final de los laminados obtenidos [Fig. 1.C)] involucró mediciones de resistencia al agua hirviendo (IRAM 13367) y tracción en máquina universal SHIMADZU (ASTM D 3039 M-00). Para el ensayo de tracción se cortaron al menos cinco muestras de 13 x 2,5 cm de cada laminado en la dirección longitudinal (L) y en la dirección transversal (T) de las fibras.

## RESULTADOS

Los resultados de la caracterización de la LG se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Caracterización de LG sulfonada.

% Humedad	6,26	G (% m/m)	3,75
% Cenizas	25,82	S (% m/m)	1,70
$M_w$ (g mol <sup>-1</sup> )	1935	OH Total (%m/m)	5,02
$M_n$ (g mol <sup>-1</sup> )	1090		

Como era de esperar la LG Kraft sulfonada posee una alta relación G/S y un bajo peso molecular en comparación con otras LGs Kraft (Taverna et al., 2019) lo que sugiere mayor reactividad con el F.

En la Tabla 2 se muestran los valores de F libre medidos durante la síntesis de resinas.

**Tabla 2.** F libre (%*m/m*) (ISO 11402).

Resina	0 h	1,75 h	3,5 h
PF	15,34	0,71	0,39
LPF	15,19	2,67	1,61

El contenido de F libre resultó superior para LPF en comparación a PF como resultado de la menor reactividad de la LG en comparación con el P.

Los resultados de la caracterización de las resinas base se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Caracterización de resinas base.

Resina	ST (% <i>m/m</i> )	pH	Viscosidad (s)	Densidad (g cm <sup>-3</sup> )
PF	50,25	8,62	18,5	1,08
LPF	56,19	8,16	34	1,11

No se observaron diferencias apreciables en los valores de sólidos totales, pH y densidad. Sin embargo, la incorporación de LG mostró un incremento en la viscosidad de LPF en comparación a PF.

Los valores de módulo elástico (L y T) en tracción y las mediciones obtenidas en el ensayo de resistencia al agua hirviendo se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Propiedades finales de los laminados.

Resina	Modulo elástico L (MPa)	Modulo elástico T (MPa)	Incremento de masa (%)	Incremento de espesor (%)
PF	7713 ± 63	6723 ± 43	9,06	12,34
LPF	7991 ± 94	6228 ± 83	11,23	14,22

Como era de esperar, el módulo elástico de los laminados resultó superior en dirección longitudinal en comparación a la dirección transversal debido a la anisotropía de los materiales. No se observaron cambios apreciables en los módulos elásticos de los laminados obtenidos a partir de PF y LPF. Por otra parte, los incrementos de masa y espesor luego del ensayo de resistencia al agua hirviendo resultaron mayores para LPF como posible resultado de la higroscopicidad de la LG sulfonada.

## CONCLUSIONES

Se obtuvieron laminados decorativos de alta presión a partir de una resina de LPF con reemplazo de un 20%*m/m* de P por LG Kraft sulfonada. Los laminados modificados exhibieron propiedades finales comparables con las correspondientes a los laminados convencionales.

En futuros trabajos se optimizará la formulación del resol a fin de garantizar contenidos finales de F libre menores al 1%.

## REFERENCIAS

- Habashi, R. y Abdollahi, M. (2020) Wood Science and Technology, 54, 615.
- Ouyang, X.; Ke, L.; Qiu, X.; Guo, y Pang, Y (2009) Journal of Dispersion Science and Technology, 30, 1.
- Peng; W.; Riedl, B y Barry, A. O (1993). Journal of Applied Polymer Science, 48 (10), 1757.
- Taverna, M.E.; Felissia, F.; Area, M.C.; Estenoz, D.A. y Nicolau, V.V (2019) Journal of Applied Polymer Science, 136 (26), 47712.
- Zakis, G.F. (1994) Tappi Press, Atlanta, Estados Unidos.

# ALGORITMO PARA EL DISEÑO DE LAYOUT CONSIDERANDO EL RIESGO

Orellano Santiago\*<sup>(1)</sup>; Rodríguez Néstor H.<sup>(1)</sup>; Scenna Nicolás J.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>CAIMI - UTN. Zeballos 1346 2° piso, Rosario, Santa Fe

\* santiago.orellano93@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta una sistematización de un conjunto de modelos de optimización en vistas de determinar el layout óptimo de planta. El objetivo es el desarrollo de un algoritmo eficiente que permita la obtención de la distribución óptima de las unidades de proceso y de los departamentos presentes en el complejo industrial considerando el diseño inherentemente seguro. Además, se pretende lograr determinar en simultáneo variables asociadas a las primeras etapas del diseño.

La principal complejidad que se presenta es que los problemas derivados del Facility Layout Problem, aún en sus versiones más simples, pertenecen a los NP-hard. En este contexto, se publicaron trabajos que abordaron esta problemática mediante la utilización de métodos de optimización tanto determinísticos como heurísticos, ambos con sus ventajas y desventajas. Con el objetivo de lograr distribuciones eficientes (sin la consideración del riesgo), distintos autores recurrieron al desarrollo de estrategias secuenciales de optimización mediante programación mixta entera lineal (MILP).

## MÉTODOS

En base a la metodología desarrollada por Xu y Papageorgiou (2009), hemos propuesto una nueva metodología basada en la resolución secuencial de la optimización del layout considerando la estrategia de diseño inherentemente seguro (Orellano et al., 2020).

Es factible, además vincular ciertas variables de diseño con importante repercusión en el riesgo con la optimización del layout. Es necesario resaltar que para poder vincular una variable de diseño con el problema de layout es necesario contar con modelos reducidos para la determinación de distancias mínimas aceptables (de modo de garantizar un nivel de impacto máximo sobre los receptores dado un potencial evento accidental). Estos modelos deben ser lo suficientemente sencillos para poder incorporarlos en un modelo de optimización y a la vez, lo suficientemente precisos, ya que de ello depende la bondad de la solución óptima obtenida. Considerando esto, se han desarrollado modelos para la estimación de la distancia/ impacto dado distintos eventos accidentales.

Este trabajo pretende plantear la problemática, resumir el estado del arte, los avances desarrollados y bosquejar una primera aproximación para la generalización de la metodología propuesta.

## RESULTADOS

A continuación, y en forma sintética, se presenta la estructura lógica del algoritmo jerárquico propuesto para el diseño óptimo del layout de planta considerando el diseño inherentemente seguro.

### **Etapa 0: Pre-procesamiento**

En la etapa de pre-procesamiento es necesario caracterizar la etapa de diseño en que se desarrolla el layout y la descripción del entorno del complejo industrial (definir si existen puntos de interés externos, y en caso de existir, sus coordenadas y dimensiones en función del sistema de referencia que se adopte).

### **Etapa 1: Identificación de bloques**

El objetivo es agrupar las unidades (UP) en bloques a partir de una serie de criterios para minimizar la probabilidad de efecto dominó (CCPS, 2003 y Mannan S., 2004). Luego, es factible independizar la optimización rigurosa del layout interno de dichos bloques y la del layout general de planta (blockout). Esto permite reducir el número de modelos que se resuelven en simultáneo. Los grupos o bloques usuales en que se pueden agrupar las diversas UP son: *Bloque de Proceso (i)*, *Bloque de Almacenamiento (j)*, *Bloque de Personal (k)*, *Bloque de Servicios auxiliares (m)*.

A partir de este agrupamiento de unidades UP en los distintos bloques, se debe definir la secuencia de problemas o modelos de optimización según la etapa jerárquica de resolución que corresponda.

### **Etapa 2: Identificación de variables de diseño críticas y modelo de optimización en que intervienen**

En esta etapa, se pretende identificar mediante un Análisis Preliminar de Riesgos (PHA) los puntos sensibles y variables relevantes en cada bloque (o sub-bloque). Se busca identificar aquellas variables de diseño que tienen el potencial de influir en la posterior optimización del layout.

Además de definir las variables de diseño que ingresan en el modelo de optimización de layout, es necesario identificar en qué orden jerárquico se define su optimización. Es decir, si la definición de esta variable impacta mayormente en el layout del bloque en sí mismo, o bien, a nivel de la definición del blockout. Es indispensable contar con modelos reducidos para la determinación de distancias mínimas aceptables dados diversos eventos accidentales.

### **Etapa 3: Orden jerárquico**

Se requerirá resolver en primer lugar la estructura (layout interno) de todos los bloques en que se han agrupado las UP del complejo. Se mencionan a continuación algunas estrategias adoptadas en función de los distintos bloques:

- *Bloque de Proceso (i)*: La combinación de las estrategias propuestas por (Xu y Papageorgiou, 2009) y por (Mannan, 2004) resulta conveniente para el desarrollo de un eficiente layout del mismo. Esto es: agrupar los equipos según la operación unitaria (o conjunto de ellas) a la que pertenezcan (Mannan, 2004). Una vez realizado esto, si el número excede la cantidad de unidades (UP) posibles de “manejar” por un algoritmo de optimización de layout determinístico, será necesaria la aplicación de la metodología propuesta por (Xu y Papageorgiou, 2009). La secuenciación de esta metodología dependerá del tipo de proceso: si el proceso es suficientemente lineal, la secuenciación siguiendo el flujo será eficiente; mientras que, si el proceso presenta un alto grado de interconectividad, la secuenciación mediante el algoritmo desarrollado en (Orellano et al., 2020) será más adecuada.

- *Bloque de Almacenamiento (j)*: Este bloque requiere particular atención dado que la masa involucrada puede desencadenar potenciales eventos accidentales que afecten no sólo el interior de la planta, sino también el entorno de la misma. La optimización en simultáneo de su diseño en conjunto con el blackout parece ser la alternativa más viable.

- *Bloque de Personal (k)*: Dado que se pretende la localización de los bloques con frecuente presencia de personas en posiciones alejadas de los sitios con cierto riesgo asociado, es conveniente incluir estos bloques en las últimas etapas de la secuenciación del blackout.

- *Bloque de Servicios Auxiliares (m)*: Particularmente en aquellos bloques con cierto riesgo asociado (sala de calderas, por ejemplo) será determinante la inclusión en los modelos de layout ciertas variables de diseño.

**Etapas 4: Resolución del layout-blockout.**

De existir variables de diseño cuya determinación se realizan en simultáneo, será conveniente la incorporación de las mismas en las primeras etapas jerárquicas (primeros conjuntos de bloques) a optimizar, puesto que la región factible para estas será más relajada, con el consecuente beneficio económico.

Por otro lado, la incorporación de las unidades más “riesgosas” en las primeras etapas permite la incorporación al modelo de optimización de distancias de seguridad variables en etapas posteriores considerando variables estocásticas características del lugar donde se instala la planta (sentido y velocidad del viento) que influyen en distintos eventos accidentales (dispersión de tóxicos, UVCE y en menor medida en incendios).

**Etapas 5: Verificación**

Una vez finalizado el layout, el método tradicional del diseño consiste en la examinación crítica. Esto es, responder a las siguientes preguntas para cada unidad: ¿Dónde está localizada la unidad? ¿En qué otro lugar

podría colocarse? (Mannan, 2004). Las respuestas a estas preguntas son fácilmente implementadas en el algoritmo de optimización, no sólo por unidad sino también por grupos. Es factible en este punto, no sólo liberar estas variables, sino también las variables de diseño.

**Aplicación:** Se observa en la Fig. 1 la aplicación de parte de la metodología a la optimización del layout-blockout de una planta de biodiesel. Consideraciones por etapa: E0: No se considera la vulnerabilidad del entorno / E1: *Bloques de Proceso (4), Bloques de Almacenamiento (4), Bloques de Personal (4), Bloques de Servicios auxiliares (3)* / E2: Variable crítica (nivel blackout): número de tanques de metanol / E3: Layouts internos ya definidos.

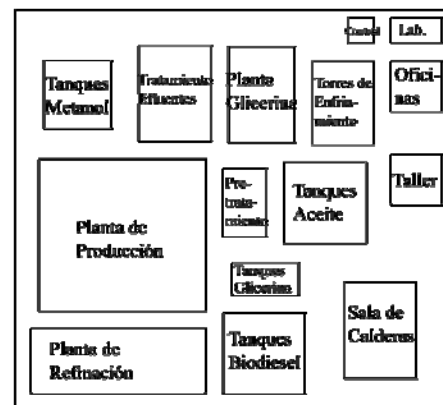


Fig. 1. Caso de aplicación: planta de biodiesel

**CONCLUSIONES**

Los modelos de optimización de manera aislada constituyen significativos avances en la búsqueda de estrategias para la implementación de la metodología de diseño inherentemente seguro. El desarrollo de la metodología descrita en el trabajo junto con ellos traerá aparejado la posibilidad de sistematizar el diseño del layout y el desarrollo de plantas más seguras. El beneficio no será sólo desde la perspectiva del riesgo, sino también económico.

**REFERENCIAS**

Center for Chemical Process Safety, (2003). Guidelines for siting and layout of facilities. New York, Wiley.  
 Mannan, S. (2004). Lees Loss Prevention in the Process Industries. Hazard Identification, Assessment and Control (3rd ed.). Texas, Elsevier Inc.  
 Orellano, S., Rodríguez, N., & Scenna, N. (2020). Metodología Algorítmica para el Diseño Inherentemente Seguro de Planta. Revista Tecnología y Ciencia, 38:1-17.  
 Xu G.; Papageorgiou L. G. (2009). Process plant layout using an improvement-type algorithm. Chemical Engineering Research and Design. 87: 780-788.

## TRANSESTERIFICACIÓN DE ACEITE DE RICINO

E. E. Origlia<sup>(1)</sup>, E. V. Sabre<sup>(1)</sup>, A. L. Cánepa<sup>(1)</sup>, S. G. Casuscelli<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ-UTN-CONICET), Maestro López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba - Argentina  
E-mail: eliasoriglia@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

La producción de energía y productos químicos a partir de recursos sustentables ha promovido que la valorización de la biomasa se convierta en una importante área de investigación (Climent et al., 2014). Entre las diferentes fuentes de biomasa se encuentra el aceite de ricino, el cual se obtiene de la semilla de tártago y no tiene uso agrícola o ganadero actual debido a que es tóxico para su consumo. El tártago, se puede desarrollar en tierras semiáridas que requieren poco mantenimiento y fertilidad del suelo. Esta semilla produce una buena cantidad de aceite, entre el 40 y 55 % en peso y se caracteriza por su elevado contenido de ácido ricinoleico ~85-90% ( $C_{18}H_{34}O_3$  con una insaturación en el carbono 9 y un grupo hidroxilo en el carbono 12). La aparición del doble enlace y el grupo hidroxilo en el ácido ricinoleico hace que el aceite de ricino sea químicamente muy diferente de los otros aceites; especialmente su elevada viscosidad y polaridad lo hacen extremadamente valioso para la producción industrial de recubrimientos, plásticos y cosméticos, etc. (da Costa Barbosa et al., 2010).

La importancia del aceite de ricino como materia prima para la industria química se debe a que los triglicéridos, sus principales constituyentes, pueden funcionalizarse a través de diferentes reacciones químicas (Sinadinovic-Fiser et al., 2012). En el presente trabajo se realizó la transesterificación de los triglicéridos de ricino para obtener la mezcla de FAME's (biodiesel).

La transesterificación generalmente se lleva a cabo utilizando alcoholes primarios y secundarios (Onukwuli et al., 2017). El metanol es el alcohol más usado porque es el menos costoso y muestra ventajas químicas como su cadena más corta y su naturaleza polar. La transesterificación se puede llevar a cabo utilizando ácidos (heterogéneos), álcalis (homogéneos) o enzimas como catalizadores de la reacción. En el presente estudio se utilizó la transesterificación con metanol (metanólisis) en una catálisis homogénea con KOH.

### MÉTODOS

Se pesó 25 g de aceite de ricino y se calentó suavemente por 60 minutos para evaporar la humedad presente. Una masa determinada de metanol y de KOH, necesarios para proporcionar la relación molar deseada de metanol:aceite y la concentración de catalizador,

respectivamente, se mezclaron para su disolución. El aceite de ricino se sumergió parcialmente en un baño de agua (a una temperatura de reacción de 60 °C) con un agitador magnético. La mezcla de metanol-KOH se introdujo en el aceite de ricino agitando inmediatamente durante un período de tiempo. La reacción se controló de acuerdo con la siguiente variación en el tiempo de reacción 30, 45, 60, min, manteniendo constante la relación molar, la cantidad de catalizador, la temperatura de reacción y la velocidad de agitación. Después de la reacción, el exceso de metanol se evaporó a una temperatura suave (70 °C) bajo vacío moderado en un evaporador rotativo. La mezcla se transfirió a un embudo y se dejó reposar para la separación entre la fase liviana (FAME's) y la fase pesada (Glicerol), ambos como productos de reacción en la transesterificación. La fase liviana se lavó con agua destilada a temperatura ambiente para eliminar trazas de jabón y/o catalizador restante. Finalmente, la mezcla se secó a 90 °C por 30 minutos en evaporador rotativo.

Previo a la reacción, se midió la humedad del aceite de ricino por el método Karl-Fischer, según ISO 12937:2000, y además su contenido de acidez y ácidos grasos libres (FFA). El grupo funcional principal presente en el aceite de ricino y FAME se determinó por FTIR, utilizando el equipo Thermo Scientific Nicolet iS10 con reflectancia total atenuada (ATR), en el rango de espectro entre 400-4000  $cm^{-1}$  con una resolución de 4  $cm^{-1}$ .

### RESULTADOS

Se tomaron 5 variables a controlar en el proceso: la relación molar metanol:aceite, el % en peso de catalizador, la velocidad de agitación, la temperatura y el tiempo de reacción. Para una primera aproximación se utilizó una relación molar 6:1, 0,8% en peso de KOH a 60°C durante 60 min, con una velocidad de agitación de entre 200 y 250 rpm. Dicha reacción no condujo a un resultado satisfactorio debido a la formación de cantidades significativas de jabones.

Para la siguiente prueba se midió, previamente a la reacción, la cantidad de ácidos grasos libres (FFA) y el porcentaje de acidez. Cuando ambos valores superan el 1% se debe optar por una reacción ácida (empleando  $H_2SO_4$  como catalizador) para neutralizar los ácidos grasos libres que en grandes cantidades favorecen a la saponificación, es decir, a la formación jabones (Halder et al., 2015). El porcentaje de FFA medido fue de 0,16% y la acidez del

0,33 %. Por lo cual, se descartó que la presencia de jabones sea consecuencia de la acidez del aceite. Por lo tanto, se trabajó con una relación molar mayor 12:1, para asegurarse que el exceso de metanol desplace la reacción hacia la formación de FAME desfavoreciendo la reacción secundaria (indeseada) de saponificación. No se obtuvieron resultados favorables.

Otra hipótesis de la formación de jabones es la cantidad de humedad que pueda tener el aceite, lo que estaría favoreciendo la saponificación. Por lo tanto, se midió la humedad del aceite por el método Karl-Fischer y se obtuvo un valor de aproximadamente 3500 ppm (0,35%), el cual es considerablemente superior al recomendado (0,06%). Con lo mencionado anteriormente, se optó previamente por secar el aceite por 60 minutos a temperaturas suaves (90°C), obteniéndose así un valor de humedad de 600 ppm de agua (0,06%). Además, se disminuyó la cantidad de catalizador a 1% en peso, ya que el aumento de KOH también puede favorecer la saponificación. En resumen, las condiciones operativas seleccionadas fueron: relación molar metanol:aceite 12:1, 1% de KOH a 225 rpm, 60°C por 60 minutos. Se pudo obtener una mezcla, en la que se aprecia la fase liviana (FAME) y la fase pesada (Glicerol), con escaso contenido de jabón.

El espectro FTIR del aceite de ricino y su biodiesel (o FAME) se presenta en la Fig. 1. De acuerdo con Rabelo et al. (2015), la principal región espectral que permite la distinción química entre el aceite y su biodiesel resultante es 1500-1000  $\text{cm}^{-1}$ , que se conoce como “región de huella digital”. Las bandas características del aceite se encuentran en  $\sim 1097 \text{ cm}^{-1}$ , debido al estiramiento axial asimétrico del grupo O-CH<sub>2</sub>-C, y a  $\sim 1377 \text{ cm}^{-1}$ , estiramiento del grupo O-CH<sub>2</sub> correspondiente al mono, di y triglicérido. Las bandas características de FAME se ubican en  $\sim 1436 \text{ cm}^{-1}$ , que corresponde a la flexión asimétrica de -CH<sub>3</sub>, y a  $\sim 1197 \text{ cm}^{-1}$  debido al estiramiento O-CH<sub>3</sub>.

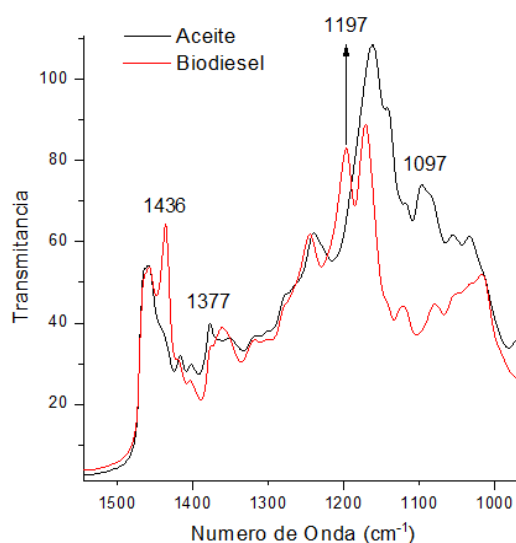


Fig. 1. FTIR del aceite de ricino y su biodiesel (FAME)

## CONCLUSIONES

Se controlaron diferentes variables en el proceso: la relación molar metanol:aceite, el % en peso de catalizador, la humedad del aceite, la velocidad de agitación, la temperatura y el tiempo de reacción. Por lo que se pudo observar, las variables más determinantes fueron la relación molar, la cantidad de catalizador y la humedad presente en el aceite. Como la velocidad de reacción viene determinada por el ataque de un nucleófilo, ya sea el ion alcóxido en la transesterificación o bien el hidróxido en la saponificación, es de suma importancia la utilización de reactivos anhidros para minimizar la presencia de agua permitiendo que el ataque del ion alcóxido sea el determinante en la velocidad de reacción, esto, sumado a un exceso de alcohol que desplaza el equilibrio hacia la formación de ésteres metílicos, permitió atenuar el efecto de la reacción de saponificación, la cual no es reversible.

Al analizar y cuantificar los resultados obtenidos del espectro de FTIR (Fig. 1), podemos confirmar que se ha logrado sintetizar el FAME del aceite de ricino con una conversión del 93%.

## REFERENCIAS

- Climent M.J., Corma A. and Iborra S., “Conversion of biomass platform molecules into fuel additives and liquid hydrocarbon fuels”, 16, 516-547 (2014). doi: 10.1039/C3GC41492B
- da Costa Barbosa D., Serra T., Meneghetti S.M.P. and Meneghetti M.R., “Biodiesel production by ethanolysis of mixed castor oil and soybean oil”, 89, 3791-3794 (2010). doi: 10.1016/j.fuel.2010.07.016
- Halder S., Dhawane S.H., Kumar T. and Halder G., “Acid-catalyzed esterification of castor (*Ricinus communis*) oil: optimization through a central composite design approach”, ISSN: 1759-7269 (2015). doi: 10.1080/17597269.2015.1078559
- Onukwuli D.O., Emembolu L.N., Ude C.N., Aliozo S.O. and Menkiti M.C., “Optimization of biodiesel production from refined cotton seed oil and its characterization”, 26, 103-110 (2017). doi: 10.1016/j.ejpe.2016.02.001
- Rabelo S.N., Ferraz V.P., Oliveira L.S., Franca A.S., “FTIR analysis for quantification of fatty acid methyl esters in biodiesel produced by microwave-assisted transesterification”. International Journal of Environmental Science and Development, 6(12), 964-969 (2015). doi: 10.7763/IJESD.2015.V6.730
- Sinadinovic-Fiser S., Jankovic M. and Borota O., “Epoxidation of Castor oil with peracetic acid formed in situ in the presence of an ion exchange resin”, 62, 106-113 (2012). doi: 10.1016/j.cep.2012.08.005

# OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS DE REACCIÓN EN LA OXIDACIÓN CATALÍTICA DE METIL FENIL SULFURO

G.P. Orteni; L.B. Pierella; C. Leal Marchena\*

Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) – CONICET – UTN-FRC. Av. Cruz Roja Argentina esq. Maestro Marcelo López, Ciudad Universitaria, Córdoba.

\*E-mail de contacto: cleal@frc.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

La oxidación selectiva de sulfuros para la obtención del correspondiente sulfóxido y/o sulfona es una transformación importante en química fina. Los sulfóxidos y las sulfonas son moléculas intermediarias de síntesis de otros compuestos de gran utilidad, como antiulcerosos, antibacterianos y antifúngicos, entre otros (Drabowski et al., 1994). Resultan de particular interés ambiental las sulfonas, dado que la misma posee mayor biodegradabilidad que el correspondiente sulfuro de partida (De Weber y Verachert, 1997). Desde un punto de vista ambiental y económico el uso de peróxido de hidrógeno como oxidante es particularmente útil debido a la seguridad de almacenamiento y operación, bajo costo y sólo genera agua como subproducto. Sin embargo, sin la presencia de un catalizador la oxidación de moléculas órgano-sulfuradas con peróxido de hidrógeno requiere altas temperaturas y tiempos de reacción prolongados (Frenzel et al., 20108).

Se ha reportado el empleo de numerosos catalizadores en la oxidación de moléculas orgánicas: heteropoliácidos, zeolitas y óxidos mixtos, entre otros (Frenzel et al., 2018; Kon et al., 2013). Los óxidos mixtos con estructura perovskita presentan diferentes distribuciones que generan vacancias de oxígeno, las cuales juegan un papel importante en las reacciones de óxido-reducción. Conjuntamente con el desarrollo de los materiales catalíticos, la importancia de optimizar las condiciones de reacción nos permite que los procesos sean más rápidos, se requieran menores temperaturas, cantidades de reactivos y oxidantes, además de mejorar la conversión y selectividad hacia el producto deseado en condiciones de reacción suaves.

En el presente trabajo se presenta el estudio de optimización de condiciones de reacción empleando un óxido mixto con estructura perovskita ( $\text{KTaO}_3$ ) como catalizador en la oxidación selectiva de metil fenil sulfuro. Para optimizar la selectividad hacia la sulfona, se evaluarán: concentración de oxidante, reacción temperatura, cantidad de catalizador, naturaleza del oxidante y el solvente.

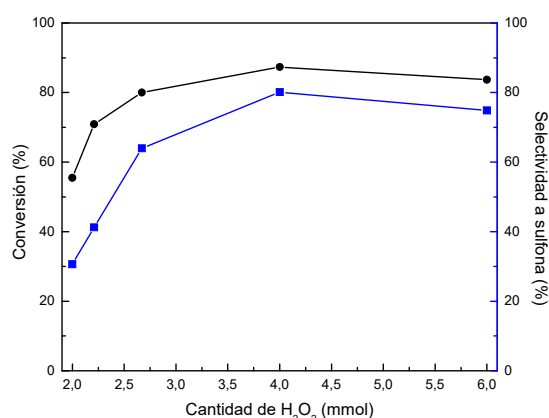
## MÉTODOS

La oxidación catalítica de metil fenil sulfuro (MFS, Sigma-Aldrich) con peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$  30%*p/v*, Cicarelli) se llevó a cabo en un reactor de vidrio Pyrex (capacidad 25  $\text{cm}^3$ ), sumergido en un baño termostático

equipado con un condensador a reflujo, termómetro y con agitación magnética vigorosa. Todos los reactivos se usaron sin purificación adicional. Los productos fueron extraídos del reactor con una jeringa a través de un septum y antes de ser analizados fueron filtrados para separar el catalizador. Los productos orgánicos se analizaron y cuantificaron por cromatografía en fase gaseosa (CG) empleando un cromatógrafo Perkin Elmer 500 y por espectrometría de masas empleando un equipo GC-Masas (Shimadzu QP 5050 GC-17 A). El óxido mixto con estructura perovskita ( $\text{KTaO}_3$ ) se sintetizó por otra línea de trabajo de nuestro laboratorio.

## RESULTADOS

### Efecto de la cantidad de oxidante



**Fig. 1.** Efecto de la cantidad de oxidante en la conversión de MFS y selectividad. *Condiciones de reacción:* T: 60°C; MFS: 2mmol; Solvente: acetonitrilo; cant. de catal.: 20 mg; tiempo: 240 min.

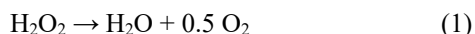
Se varió la concentración de oxidante ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) de 2 mmol a 6 mmol, y los resultados se presentan en la Fig. 1. La efectividad del  $\text{H}_2\text{O}_2$  como oxidante activo fue corroborado debido a que casi no se logró la conversión en su ausencia (~1.5%). Para bajas concentraciones de  $\text{H}_2\text{O}_2$  la conversión final de MFS, así como la selectividad hacia metil fenil sulfona resultaron bajas. Esto se atribuye a la disminución de la efectividad de oxidante en el medio de reacción. La conversión final aumentó de 55.5% a 87.4%, y la selectividad hacia la sulfona de 30.7% a 80.1%, cuando la concentración de oxidante aumentó de 2 mmol a 4 mmol respectivamente. Cuando se usaron 6 mmol de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , la conversión y selectividad disminuyeron ligeramente debido



a una dilución de la mezcla de reacción por la presencia de una mayor cantidad de moléculas de agua en solución (Maurya et al., 2007).

#### Efecto de la temperatura de reacción

Se evaluaron cinco temperaturas de reacción diferentes y los resultados se presentan en la Tabla 1. La conversión final resultó mayor cuando la temperatura de reacción aumentó de 20°C a 60°C, además se mejoró la selectividad hacia la sulfona, en línea con lo reportados por otros autores. A bajas temperaturas, en la oxidación catalítica de sulfuros se obtienen altas selectividades hacia sulfóxidos y a elevadas temperaturas, hacia las sulfonas (Martausová et al., 2018). A pesar de que la selectividad hacia metil fenil sulfona aumenta ligeramente a 80°C, la disminución en la conversión total se atribuye al consumo de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en una reacción de autodescomposición paralela, favorecida a altas temperaturas.



**Tabla 1.** Conversión y selectividades en función de la temperatura de reacción

Temperatura (°C)	Conversión (%)	Selectividad (%)	
		Sulfóxido	Sulfona
20	60	40	60
40	66	36	64
50	77	29	71
60	87	20	80
80	84	17	83

Condiciones de reacción: MFS: 2mmol; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>: 4 mmol, Solvente: acetonitrilo, cant. de catal.: 20 mg; tiempo: 240 min.

#### Efecto de la cantidad de catalizador

Para la reacción no catalítica, la conversión final fue de ~10%, con una selectividad de 52.7% hacia el sulfóxido y 47,3% hacia sulfona, atribuido a la naturaleza de electrófilo débil del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Al agregar 20 mg de catalizador, la conversión final se incrementó significativamente alcanzando la más alta conversión (87,4%) con una selectividad de 80,1%. Por lo tanto, el catalizador no sólo mejoró la conversión final, sino también la selectividad hacia el sulfona. Un aumento adicional en la cantidad de catalizador (50mg y 100mg) no generó ninguna mejora en la conversión final; por el contrario, la disminuyó (60% y 22%, respectivamente). Bezaatpour et al. (2007) informaron que mayores cantidades de catalizador producen descomposición de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (según (1)).

#### Efecto de la naturaleza del solvente

Se evaluaron solventes con diferentes polaridades: agua, metanol, 2-propanol, n-hexano, acetona y acetonitrilo. Cuando se utilizó n-hexano y agua como solventes, no fue posible obtener una fase líquida homogénea y casi no se obtuvo conversión, 15,2% y 19,5% respectivamente. Para los otros solventes, la conversión final sigue el siguiente orden: acetonitrilo (87,4%)> metanol (78,2%)> etanol (61,9%)> 2-propanol (58,5%), atribuido a la valores de constantes dieléctricas: 37.5D,

32.6D, 24.3D y 18.7D, respectivamente. La mayor conversión obtenida en acetonitrilo con el respeto a otros solventes puede explicarse en términos de polaridad, dado que mayor valor de constante dieléctrica favorece el contacto gracias al carácter hidrofílico de las perovskitas, independientemente de la aproticidad o proticidad de la solvente.

## CONCLUSIONES

Se evaluaron diferentes condiciones de reacción en la oxidación selectiva de metil fenil sulfuro a los fines de optimizar las mismas, con el propósito de maximizar la conversión y selectividad a la correspondiente sulfona, empleando como catalizador óxido mixto con estructura perovskita. Se determinó que empleando 4mmol de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como agente oxidante, 60°C de temperatura de reacción, 20 mg de catalizador y acetonitrilo como solvente se obtiene la mayor conversión (87,4%) con una selectividad de 80,1% hacia el producto de interés, sulfona.

## REFERENCIAS

- Bezaatpour, A., Askarizadeh, E., Akbarpour, S., Amiria, M. and Babaei, B. "Green oxidation of sulfides in solvent-free condition by reusable novel Mo(VI) complex anchored on magnetite as nanocatalyst with eco-friendly H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>", *Mol. Catal.*, **436**, 199-209, (2007).
- De Wever, H. and Verachtert, H. "Biodegradation and toxicity of benzothiazoles", *War. Res.* **31**, 2673-2684 (1997).
- Drabowski, J., Kielbasinski, P., Mikolajczyk, M., *Synthesis of Sulfoxides*, John Wiley and Sons, New York, (1994).
- Frenzel, R, Romanelli, G. and Pizzio, L. "Novel catalyst based on mono- and divanadium substituted Keggin polyoxometalate incorporated in poly(acrylic acid-coacrylamide) polymer for the oxidation of sulfides", *Mol. Catal.* **457**, 8-16 (2018).
- Kon, Y, Yokoi, T., Yoshioka, M., Uesaka, Y., Kujira, H., Sato, K. and Tatsumi, T. "Selective oxidation of sulfides to sulfoxides over titanosilicates having an MWW structure with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> under organic solvent-free conditions", *Tetrahedron Lett.* **54**, 4918-4921 (2013).
- Martausová, I., D., Cvejn, D., Martaus, A., Lacný, Z. and Přeč, J. "Catalytic activity of advanced titanosilicate zeolites in hydrogen peroxide S-oxidation of methyl (phenyl)sulfide", *Catal. Today* **324**, 144-153 (2018).
- Maurya, M., Chandrakar, A. and Chand, S. "Zeolite-Y encapsulated metal complexes of oxovanadium(VI), copper(II) and nickel(II) as catalyst for the oxidation of styrene, cyclohexane and methyl phenyl sulfide", *J. Mol. Catal. A: Chem.* **274**, 192-201 (2007).

# FITORREMEDIACIÓN DE DIFERENTES EFLUENTES BIOLÓGICOS EMPLEANDO HUMEDALES CONSTRUIDOS

Panigatti, M.C.\*<sup>(1)</sup>, Schierano M.C.<sup>(1)</sup>, Boglione, R.<sup>(1)</sup>, Griffa, C.<sup>(1)</sup>, Gutierrez, G<sup>(1)</sup>

(1) Grupo de Estudios de Medio Ambiente (GEM).  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela.  
Acuña 45. Rafaela (2300), Santa Fe, Argentina.  
labquimicautn@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Los humedales construidos (HC's) son una tecnología de tratamiento sustentable y ecológica, y han demostrado ser una alternativa efectiva a los sistemas de tratamiento de efluentes tradicionales (Wu et al., 2018). Su aplicación se ha difundido ampliamente ya sea para el tratamiento de aguas residuales domésticas, agrícolas-ganaderas e industriales, como para la escorrentía de aguas pluviales, principalmente debido a un conjunto de características beneficiosas, que incluyen la preservación de la calidad ambiental, la conservación del paisaje y la conveniencia económica (Ingrao, et al., 2020). Un tipo particular de HC es el de flujo subsuperficial horizontal (HSSH). Esta tecnología es aplicada a nivel mundial como tratamiento terciario de diversos efluentes industriales y agrícolas debido a su bajo costo de instalación, simplicidad de operación y buenas eficiencias de remoción de contaminantes (Jasper et al., 2014). El objetivo del trabajo fue estudiar a escala laboratorio la versatilidad de HSSH's para el tratamiento de diferentes efluentes, comparando las eficiencias de remoción obtenidas en cada caso.

## MÉTODOS

Se realizaron diferentes experimentos en invernadero empleando microcosmos (0,40 m largo x 0,25 m ancho x 0,30 m profundidad) que simulaban HSSH. En todos los casos se empleó *Typha domingensis* como macrófita y canto rodado como sustrato. Se utilizaron efluentes de diferentes orígenes para estudiar la versatilidad y adaptación del sistema a diferentes condiciones (Tabla 1). Como tratamiento control se utilizaron en cada experimento sistemas con sustrato y sin macrófita. Se realizaron tres experimentos donde cada tratamiento ("Con Plantas" y "Sin plantas") fue evaluado por cuadruplicado. En cada experimento se utilizó un efluente diferente, realizándose cuatro volcados consecutivos. En cada volcado se midió la concentración de diferentes contaminantes en el líquido al inicio y al final del tratamiento, luego de un tiempo de residencia de 7 días. Los parámetros analizados fueron pH, Sólidos Suspendidos Totales (SST), Amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), Fósforo Total (PT), Demanda Química de Oxígeno (DQO). Para todos los análisis se utilizó la metodología propuesta por APHA (2017).

**Tabla 1.** Características de los efluentes en estudio y diseño experimental.

Características	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3
Origen del Efluente	Tambo	Empresa Láctea	Cloacal
Tratamiento previo del efluente	Lagunas de estabilización	12 lagunas aeróbicas dispuestas en serie	Pretratamiento con rejillas
Macrófita	<i>Typha domingensis</i>		
Sustrato	Canto rodado		
Microcosmos Control	SI		
Estación del año	Invierno	Otoño	Verano

En todos los casos las macrófitas fueron aclimatadas previo al inicio de los experimentos, regándolas durante un mes con agua de red, y luego durante un segundo mes, con los efluentes en estudio. Luego de este período se comenzaron a realizar las mediciones en los efluentes.

De acuerdo al diseño experimental se utilizó ANOVA de una vía a fin de evaluar la influencia del factor "experimento" (factor con 3 niveles) en una variable de interés (eficiencia de remoción) para cada contaminante. Se chequeó a priori homocedasticidad de variancias y normalidad de datos. Se aplicó tests de diferencia de medias cuando fue necesario. Para todos los cálculos se utilizó el software Statgraphics Centurion XVI.

## RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan los valores iniciales de los parámetros analizados correspondientes a los efluentes en estudio, observándose que existe una importante diferencia entre las características de los mismos, presentando el efluente de tambo las mayores concentraciones para la mayoría de los contaminantes estudiados.

En el transcurso de los experimentos, las plantas evolucionaron satisfactoriamente, presentando buen desarrollo de biomasa y crecimiento en altura, principalmente a partir del agregado de los efluentes en estudio.

**Tabla 2.** Concentraciones iniciales promedio correspondientes a los efluentes estudiados.

PARÁMETROS	Promedio ± Desviación Estándar		
	Exp. 1 Tambo	Exp. 2 Empresa láctea	Exp. 3 Cloacal
pH	8,1 ± 0,1	8,6 ± 0,1	7,2 ± 0,4
SST (mg/l)	301 ± 17	137,8 ± 12,5	101 ± 47
Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	124 ± 9	42,7 ± 8,1	60,6 ± 22,5
Nitrato (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l)	24,3 ± 0,2	121,28 ± 76,5	205,4 ± 106,7
DQO (mg O <sub>2</sub> /l)	780 ± 28	240,5 ± 20,3	299 ± 150
Fósforo total (mg P/l)	18,3 ± 3,2	11,9 ± 3,4	2,7 ± 1,2

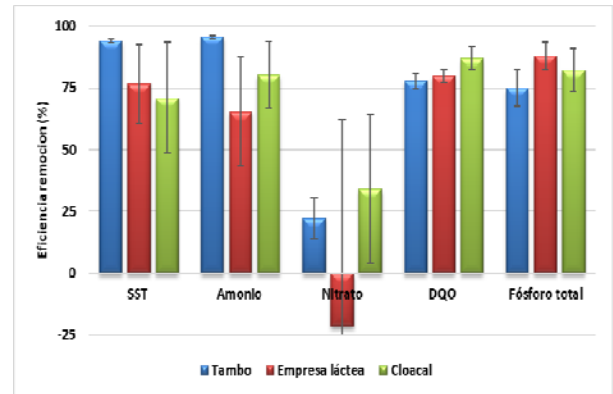
En todos los experimentos se han encontrado mayores remociones en los sistemas con plantas respecto de los controles. La bibliografía es unánime al respecto: la degradación de la materia orgánica en HCs es llevada a cabo por bacterias que se encuentran adheridas a las raíces de las plantas, a través de procesos físicos y biológicos (Brix, 1997). Además, las plantas son el componente biológico principal en los HCs ya que tienen la capacidad de tomar nitrógeno y fósforo (Saeed y Sun, 2012).

En la Figura 1 pueden observarse los resultados de eficiencias de remoción obtenidos en los tratamientos con plantas, para los parámetros estudiados. En el caso de SST, la mayor eficiencia fue hallada en el tratamiento del efluente de tambo (94,1 %), no encontrándose diferencias significativas en las eficiencias de remoción de dicho parámetro entre los otros dos efluentes estudiados.

En cuanto a la eliminación de amonio se han encontrado diferencias significativas comparando los 3 experimentos, lográndose mayores remociones en el efluente de tambo. Para nitrato en cambio, no se han encontrado diferencias significativas entre los casos estudiados, atribuyendo este comportamiento a que las eficiencias presentaron amplia variabilidad en todos los experimentos, lo cual puede ser consecuencia de los procesos de nitrificación-desnitrificación ocurridos en los sistemas.

Se han encontrado diferencias significativas al comparar los valores de eliminación de DQO del efluente cloacal (86,9 %) respecto de los otros dos efluentes (79,9 % para láctea y 78,1 % para tambo). A pesar de las diferencias en todos los casos se han obtenido altas eficiencias de remoción para este parámetro. Analizando los datos obtenidos para PT, la mayor eficiencia fue obtenida en el tratamiento correspondiente al efluente lácteo (87,9 %), resultando significativamente menor en el de tambo.

A pesar de las diferencias encontradas, se ha verificado la capacidad que tiene el sistema estudiado para adaptarse a diferentes efluentes, con variaciones de cargas contaminantes, comprobándose en la mayoría de los casos y parámetros el cumplimiento de la normativa de volcamiento de efluentes.



**Fig. 1.** Eficiencias de remoción de cada parámetro para cada experimento en los tratamientos con plantas.

## CONCLUSIONES

Se pudo constatar que los HSSH's empleando *T. domingensis* y canto rodado pueden adaptarse a las características de diferentes efluentes. Por lo tanto, son un sistema apto para ser aplicado como técnica de afino de efluentes ya sea de tambos e industrias lácteas como para tratamiento de efluentes cloacales. Además, debido a que los experimentos descriptos fueron desarrollados en distintas estaciones del año, se pudo verificar la versatilidad del sistema propuesto para el tratamiento de diversos efluentes a diferentes temperaturas ambiente.

## REFERENCIAS

- APHA. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 9-56. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Brix, H. (1997). Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands? *Water Science and Technology*, 35(5), 11-17.
- Ingrao, C., Failla, S., Arcidiacono, C. (2020). A comprehensive review of environmental and operational issues of constructed wetland systems. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 13, 35-45.
- Jasper, J. T., Jones, Z. L., Sharp, J. O., & Sedlak, D. L. (2014). Biotransformation of trace organic contaminants in open-water unit process treatment wetlands. *Environmental science & technology*, 48(9), 5136-5144.
- Saeed, T., & Sun, G. (2012). A review on nitrogen and organics removal mechanisms in subsurface flow constructed wetlands: dependency on environmental parameters, operating conditions and supporting media. *Journal of environmental management*, 112, 429-448.
- Wu, H., Fan, J., Zhang, J., Ngo, H. H., & Guo, W. (2018). Large-scale multi-stage constructed wetlands for secondary effluents treatment in northern China: carbon dynamics. *Environmental Pollution*.

## ACTIVIDAD DE ARTICULACIÓN ENTRE EL NIVEL MEDIO Y UNIVERSITARIO: ELABORACIÓN DE PERFUMES

Micaela Peralta<sup>(1)</sup>, Vanina A. Guntero\*<sup>(1,2,3)</sup>, Cristián A. Ferretti<sup>(2)</sup>, Pedro M. E. Mancini<sup>(2)</sup>, María N. Kneeteman<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo Productos Naturales, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco  
Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba

<sup>(2)</sup> Laboratorio Fester, Instituto de Química Aplicada del Litoral (UNL-FIQ-CONICET)  
Santiago del Estero 2829, Santa Fe, Santa Fe

<sup>(3)</sup> IPEA 222 “Agrónomo Américo A. Milani”  
Calle Pública S/n° - Zona Rural, San Francisco

\*E-mail: [vguntero@sanfrancisco.utn.edu.ar](mailto:vguntero@sanfrancisco.utn.edu.ar)

### INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de la química suele presentar complejidad en el nivel medio, ya que requiere que el estudiante sea capaz de relacionar el mundo macroscópico que percibe con un mundo microscópico basado en átomos y moléculas que no puede percibir, y, además, debe ser capaz de aprender un sistema de símbolos necesarios para su representación. A pesar de ello, resulta importante enseñar química como un conocimiento que permita comprender el desarrollo tecnológico y científico que trascienden diariamente en nuestras vidas (Nakamatsu, 2004).

En este sentido, la enseñanza de la química en el nivel medio asume el compromiso de brindarle a los estudiantes actividades científicas diversas que les permitan comprender y asimilar los conceptos desarrollados en forma teórica, y también comprender determinados fenómenos de la vida cotidiana e intervenir en ellos. En la búsqueda de alcanzar tal compromiso asumido, se pensó y diseñó una actividad teórica y experimental de articulación entre el nivel medio y universitario, de manera que los estudiantes le confieran significado a lo aprendido, aumenten su sensibilidad con el conocimiento, establezcan conexiones y desarrollen autonomía (Guntero et al., 2017).

En una sociedad donde los jóvenes se ven bombardeados con información, se evidencia que su capacidad de aprendizaje mejora cuando pueden visualizar la teoría en casos concretos de estudio. En este sentido, existen distintas investigaciones en educación que demuestran que el interés de los estudiantes se incrementa cuando las actividades en el laboratorio son paralelas a la realidad (Daconta L. V. et al., 2015).

Por otro lado, se conoce que existe una baja matriculación en carreras universitarias con base en química y un desinterés general de los estudiantes por las ciencias (Pérgola & Galagovsky, 2014). De dicha realidad, surgió la idea de vincular el grupo de investigación y desarrollo “Productos Naturales” perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco, con estudiantes del

nivel medio, con objeto de aportar otra mirada relacionada al estudio de la química, y que, además, les permita “vivenciar la química” en el laboratorio, contribuyendo de esta manera a la motivación necesaria para potenciar sus aprendizajes.

En este escenario, desde el grupo “Productos Naturales” se propuso trabajar conjuntamente con la Escuela Agrotécnica de nivel medio, el IPEA N° 222 “Agrónomo A. Milani” y con el Laboratorio Fester - Química Orgánica perteneciente al Instituto de Química Aplicada del Litoral (UNL-CONICET-FIQ). De este modo, desde el año 2018 se ha estado trabajando en la articulación entre dichas instituciones a través de una temática atractiva, tangible y con rasgos “artísticos” para los estudiantes como lo son “los perfumes”. Éstos, con su origen religioso en Egipto, se consideran hoy en día un producto de higiene que forma parte importante en la rutina diaria de las personas.

A partir del tema elegido se trabajaron conceptos aprendidos previamente en química tales como: solubilidad, concentración de soluciones y estructuras químicas orgánicas.

### MÉTODOS

En una primera instancia, se les brindó a los estudiantes un material bibliográfico elaborado específicamente para esta actividad, que tenía como función introducirlos en dicha temática. De esta forma, se desarrolló el concepto de perfumes, su composición en función de notas y la clasificación de los mismos. En base a esto, se profundizó en las estructuras de los aromas, identificando estructuras químicas de isoprenos, aldehídos, alcoholes, terpenos, entre otras moléculas aromáticas. A su vez, se describieron de manera general las regulaciones relacionadas a cosméticos en Argentina, en la cual se definen los diferentes tipos de perfumes, las sustancias que están prohibidas de utilizar para su elaboración y las concentraciones permitidas de otras.

A modo de cierre, se les brindaron los pasos a seguir en el trabajo experimental y las normas de seguridad en el laboratorio. Esto incluyó el cálculo que debían realizar

para obtener las cantidades necesarias de las diferentes fragancias según las notas altas, medias o bajas deseadas en el perfume final.

A su vez, se les anexó una guía de preguntas la cual consistió en reconocer los grupos funcionales de las estructuras químicas, razonar acerca del rol que cumplen dichos grupos en el aroma final, reflexionar acerca de las notas del perfume, en qué se diferencia los perfumes con las colonias y la normativa que deben cumplir.

El trabajo se organizó en distintos tipos de actividades cuya duración total fue de 15 horas cátedras. Estas actividades se dividieron en el transcurso de 4 semanas como se ilustra en la Tabla 1.

Tabla 1. Lista de actividades semanales

Semana	Actividades
1	Lectura del material teórico y resolución de la guía de preguntas
2	Realización del experimental en el laboratorio
3	Redacción y entrega del informe final
4	Devolución de los informes y puesta en común

La primera semana se basó en analizar el material bibliográfico brindado por los docentes, se realizó la lectura de la guía de preguntas y la redacción de las respuestas correspondientes. La segunda, se llevó a cabo el trabajo experimental en el laboratorio. En la tercera se presentaron los informes escritos. Y, por último, en la cuarta semana se llevó a cabo la devolución de los informes, los cuales fueron socializados con el resto del curso.

## RESULTADOS

Cada estudiante fue capaz de realizar su propio perfume variando las notas según sus preferencias. En la Tabla 2 se muestran algunas de las formulaciones realizadas. Mientras que en la Figura 2 se observa parte del trabajo realizado por los estudiantes en el laboratorio.

Una vez elaborados los perfumes, los estudiantes prepararon y entregaron sus informes correspondientes cumpliendo con el formato brindado por los docentes. En los mismos se observó la aplicación del lenguaje técnico y claridad en los conceptos.

Tabla 2. Formulaciones realizadas por estudiantes

Estudiante	Nota		
	Superior	Media	Base
1	Limón dulce 2 mL	Coco-vainilla 3,50 mL	Cedro 1,25 mL
2	Naranja 1 mL Limón dulce 1 mL	Mango y maracuyá 4 mL	Cedro 1,25 mL
3	Naranja 2 mL	Jazmín 4 mL	Cedro 1,25 mL
4	Naranja 2 mL	Rosa 4 mL	Cedro 1,25 mL



Fig. 2. Trabajo en el laboratorio de los estudiantes

## CONCLUSIONES

Abordar el tema desde esta perspectiva, permitió demostrarle a los estudiantes que el aprendizaje de la química no sólo se realiza mediante modelos establecidos, centrados en el aprendizaje de conceptos teóricos o en la realización de ejercicios. Sino que el trabajo de laboratorio, permitió que los estudiantes realicen sus propios perfumes, generando así un impacto altamente positivo, logrando que los mismos investiguen y se interioricen en un tema real y cotidiano, obteniendo de esta forma lazos perdurables entre la teoría aprendida y la vida real.

Los estudiantes mostraron gran participación y motivación durante todo el desarrollo, elaborando sus informes y utilizando las devoluciones realizadas en clase para lograr conclusiones certeras. De esta manera, el trabajo realizado les permitió adquirir conocimientos progresivos de química exponiéndolos a nuevos retos, donde hallaron motivación intrínseca por el tema y gran curiosidad de conocer el resultado final de su propio experimento.

A partir de los resultados obtenidos se concluye que la articulación entre el grupo de investigación y los estudiantes del nivel medio permitió adquirir nuevas aptitudes en ambas partes. Por un lado, los estudiantes del nivel medio tuvieron la oportunidad de observar la ciencia desde la mirada de pares generando cierta empatía. Por el otro, desde el grupo de investigación se construyó una forma de transmitir el conocimiento adquirido a la sociedad obteniendo nuevas capacidades en términos de pedagogía.

## REFERENCIAS

- Daconta L. V., Minger T., Nedelkova V., Z. J. N., "Organic Chemistry and the Native Plants of the Sonoran Desert: Conversion of Jojoba Oil to Biodiesel", *J. Chem. Ed.*, **92**, 1741–1744 (2015).
- Guntero, V. A., Kneeteman, M. N., & Mancini, P. M., Preparation of Gel Alcohol Flavored with Essential Oils . An Employ of Laboratory Techniques in the Organic Chemistry Study. *W. J. Chem. Ed.*, **5(3)**, 86–90 (2017).
- Nakamatsu, J., "Reflexiones sobre la enseñanza de la química". *Nodos y Nudos: Revista de La Red de Calificación de Educadores*, **2(17)**, 32–38 (2004).
- Pérgola, M. S., & Galagovsky, L., "Puesta a prueba de una unidad didáctica dentro del enfoque de Química en Contexto". *Educación En La Química*, **20(2)**, 143–155 (2014).

## PIRÓLISIS CATALÍTICA DE RESIDUOS PROVENIENTES DEL PROCESAMIENTO DE SORGO

C.E. Poncio<sup>(1)\*</sup>; S.F. Mayer<sup>(2)</sup>; N.O. Guiñazu<sup>(1)</sup>; L.C. Cabanas<sup>(1)</sup>; S. Renzini<sup>(1)</sup>; H. Falcón<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ) Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba, Córdoba, Argentina, Ciudad Universitaria, 5016 Córdoba.

<sup>(2)</sup> NANOTEC (Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología), Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Córdoba, Córdoba.

\*E-mail: cponcio@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

La Biomasa lignocelulósica proveniente del procesamiento de la industria agrícola es considerada como una de las alternativas más prometedoras como plataforma alternativa a los recursos combustibles fósiles, Brosowski et al. (2016). La Biomasa se genera a partir de CO<sub>2</sub> atmosférico, agua y luz solar, disponibles a través de la fotosíntesis biológica. Por lo tanto, ha sido considerada como la única fuente sostenible de carbono orgánico en la tierra y el equivalente perfecto al petróleo, con una emisión neutra de dióxido de carbono, Ghosh, S.K. (2016). La actividad agroindustrial produce gran cantidad de este tipo de desechos, que en general se acumulan en forma desmedida generando importantes impactos negativos, Obil et al (2016). Una tecnología para la producción de combustibles líquidos, compuestos químicos de mayor valor agregado y biocarbón, es la pirólisis de biomasa, Kaczor, et al (2020).

En este trabajo, se investigó la producción de bio-líquido mediante pirólisis rápida de residuos de sorgo del procesamiento de harinas, sobre un sistema catalítico compuesto por un material ácido termostable del tipo Pirocloro (H<sub>3</sub>O) Sb<sub>1.25</sub>Te<sub>0.75</sub>O<sub>6</sub>.

### MÉTODOS

La caracterización de la biomasa se realizó mediante un análisis termogravimétrico en una termobalanza modelo TGA /SDTA851e /SF/1100°C Mettler Toledo. Se estudió el comportamiento térmico de las distintas biombras, en atmósfera inerte desde temperatura ambiente hasta 700 °C. La pérdida de peso y la velocidad de calentamiento fueron registradas continuamente a lo largo del experimento.

Los experimentos de pirólisis se llevaron a cabo en un reactor de lecho fijo horizontal (ver figura 1); el tiempo de reacción de estos fue de 20 min. Se trabajó a diferentes temperaturas: 300; 350; 400 y 450°C con una presión del sistema de 40 cm Hg y un flujo de N<sub>2</sub> de 15 mL/min. Se trabajo con una biomasa de 500 mg a la que se adicionó el catalizador entre el 2,5 y 10%. Esta mezcla se colocó en

una navicilla de porcelana por uno de los extremos introduciéndola una vez que el horno se encontraba estabilizado a la temperatura de trabajo. Al estar en un ambiente de presión negativa y con un flujo de gas de arrastre hace que el tiempo de residencia sea muy corto (<1 seg). Los productos de la pirólisis se condensaron en dos trampas criogénicas en serie (-170°C).



Fig. 1. Foto del equipo de pirólisis rápida.

### RESULTADOS

La biomasa, compuesta principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina se caracterizó mediante la técnica TGA para encontrar la relación entre los componentes presentes en la misma (Figura 2).

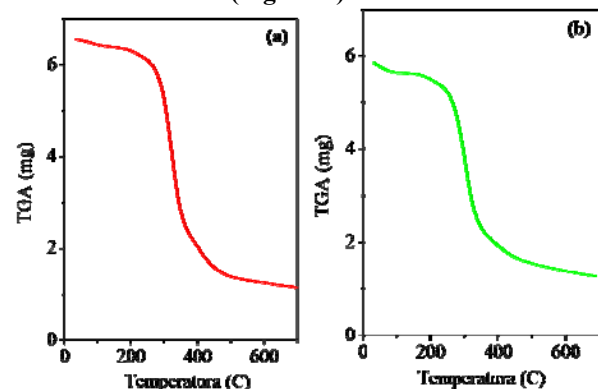


Fig. 2. Curvas de TGA de (a) Sorgo Blanco y (b) Sorgo Marrón.

Las curvas de TGA obtenidas muestran que el proceso de desvolatilización comienza a 150 °C y la pérdida de peso máxima ocurre en el rango de 200-350 °C. En la **Figura 3** se muestran las curvas diferenciales termogravimétricas (DTGA) obtenidas de las diferentes biomásas.

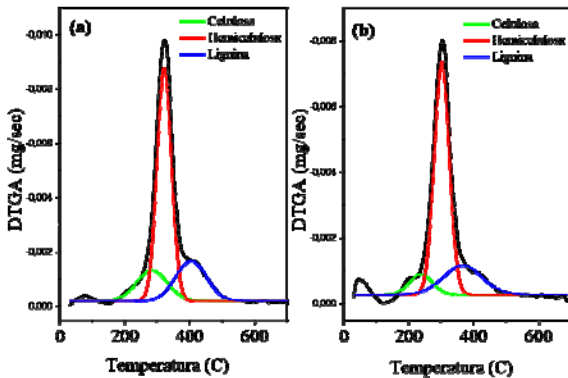


Fig. 3. Curvas DTGA con el cálculo de deconvolución: a) Sorgo blanco y b) Sorgo Marrón

La deconvolución de las curvas permitió la identificación de los macrocomponentes: celulosa, hemicelulosa y lignina. Las curvas presentan tres picos principales de la degradación de hemicelulosa en el rango de temperatura 200-300 °C, un pico intenso entre 250-350 °C y un hombro entre 350-500 °C correspondiente a  $\alpha$ -celulosa y lignina. Las **Figuras 4 a y 4 b** muestran los rendimientos de los productos de pirólisis para temperaturas entre 300–450 °C de Sorgo Blanco y Marrón. Como se puede observar en la **Figura 4**, el rendimiento de los productos líquidos se incrementó con el aumento de la temperatura a expensas de una creciente disminución del rendimiento de sólido y gases.

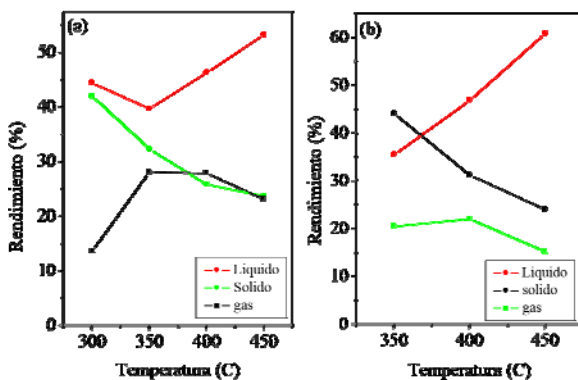


Fig. 4. Rendimientos (% p/p) de los productos de pirólisis a) Sorgo Blanco y b) Sorgo Marrón.

### CONCLUSIONES

Se estudió la pirólisis rápida de residuos agroindustriales, con la incorporación de un sistema catalítico como estrategia tendiente a obtener productos de

mayor valor agregado. Durante el proceso, la presencia del catalizador, en una proporción de 10 % p/p, produjo un aumento del bio-líquido obtenido a 350°C y un incremento hacia productos de importancia, tales como anhídrazúcares.

Las tecnologías de pirólisis rápida permiten convertir los residuos agroindustriales en líquidos, pudiendo ser utilizados como combustibles alternativos o como materia prima de alto valor para las industrias química y farmacéutica.

### REFERENCIAS

- Brosowski, A., Thran, D., Mantau, U., Mahro, B., Erdmann, G., Adler, P., Stinnera, W., Reinhold, G., Hering, T., Blanke, C., A review of biomass potential and current utilisation e Status quo for 93 biogenic wastes and residues in Germany, *Biomass and Bioenergy*, 95, 257-272 (2016).
- Ghosh, S.K., Biomass & Bio-waste Supply Chain Sustainability for Bioenergy and Bio-fuel Production, *Procedia Environmental Sciences*, 31, 31–39 (2016).
- Obil, F.O, Ugwuishiwu, B.O. and Nwakaire, J.N., Agricultural waste concept, generation, utilization and management, *Nigerian Journal of Technology*, 35, 4, 957 – 964 (2016).
- Kaczor, Z., Bulinski, Z., Werle, S., Modelling approaches to waste biomass pyrolysis: a review. *Modelling approaches to waste biomass pyrolysis: a review. Renewable Energy*, 159, 427-443 (2020).

## PREPARACIÓN DE PELÍCULAS DE ALMIDÓN CON INCORPORACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN

M.A. Raspo<sup>\*(1)</sup>; M.B. Vignola <sup>(1)</sup>; G. Bulla <sup>(1)</sup>; A.E. Andreatta <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad Regional San Francisco – UTN  
Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba, Argentina.

\*E-mail: mraspo@sanfrancisco.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Se han realizado muchos estudios sobre el desarrollo de películas comestibles, biodegradables, que utilizan fuentes naturales (proteínas, lípidos y carbohidratos) como un medio para resolver problemas ambientales mediante la síntesis de materiales de embalaje amigables con el ambiente (Baek & Song, 2019). Entre las fuentes naturales, el almidón se ha utilizado como fuente principal de películas biodegradables al ser incoloro, inodoro, no tóxico y comestible (Kang & Song, 2019). El almidón es un biopolímero muy prometedor para la producción de películas para envase ya que no solo es renovable sino también biodegradable y está disponible con altos pureza a bajo costo (Menzel, González-Martínez, Chiralt, & Vilaplana, 2019).

La incorporación de antioxidantes o antimicrobianos en películas tiene como objetivo extender la vida útil y mejorar la inocuidad alimentaria o propiedades sensoriales ya que aumenta la capacidad antioxidante y antimicrobiana. Los aceites esenciales vegetales son fuentes potenciales de agentes antioxidantes y antimicrobianos. En la antigüedad se han utilizado como saborizante de alimentos y conservantes, repelente, en aromaterapia y en medicina tradicional para el tratamiento de diversos dolores (Davoodi, Kavooosi, & Shakeri, 2017). Recientemente, sustancias naturales como los aceites esenciales han atraído la atención de los investigadores debido a sus grandes efectos benéficos (Pereira & Leonel, 2014). Entre ellos podemos citar: son aceptados por personas, su seguridad está aprobada y tienen menos requisitos reglamentarios. Incorporación de aceites esenciales a productos alimenticios, individualmente o en combinación con envases activos y películas comestibles, pueden proporcionar una alternativa efectiva para prevenir la oxidación y posteriormente extender su vida útil (Amorati, Foti, & Valgimigli, 2013; Baschieri, Ajvazi, Tonfack, Valgimigli, & Amorati, 2017). Sin embargo los aceites esenciales presentan naturaleza aceitosa y volátil que puede afectar la integridad o el grado de hidrofobicidad de las películas poliméricas, cambiando su mecánica y propiedades de barrera (Atarés & Chiralt, 2016). Por lo tanto, se necesitan estudios para examinar el potencial de cada agente antibacteriano, así como su interacción con el material utilizado para producir las películas de almidón activas (do Evangelho et al., 2019). Es por ello que el objetivo del presente trabajo es evaluar

la generación de películas a base de almidón con la incorporación de aceites esenciales.

### MÉTODOS

Almidón nativo de papa (Cicarelli, Argentina), glicerol (Biopack, Argentina), sorbitol (Ingredient, Argentina) fueron los reactivos utilizados para el desarrollo de este trabajo y fueron utilizados sin purificación previa. Además, se ha utilizado aceite esencial de limón que ha sido extraído previamente en nuestro laboratorio a partir de la reutilización de cáscaras de este cítrico a partir de hidrodestilación.

En una celda encamisada conectada a un baño termostático (Fig. 1), se fueron colocando cada uno de los reactivos necesarios.



**Fig. 1.** Celda encamisada conectada a baño termostático para llevar a cabo la mezcla.

Diferentes concentraciones de cada uno de los reactivos, en distintas combinaciones fueron utilizados: almidón (2, 3, 4 % p/p), glicerol (1, 3, 5 % p/p) o sorbitol (1, 3, 5 % p/p) y aceite esencial (1, 2, 5 % p/p). La mezcla se sometió a agitación constante durante 30 minutos mientras la temperatura del baño fue llevada a 80° C, para asegurar la gelatinización del almidón, que permita obtener un film de buena textura y homogeneidad. Las películas fueron obtenidas por “casting”, depositando 10



gramos de mezcla de reacción sobre un molde de silicona que permitió el fácil desmolde de las mismas.

## RESULTADOS

Las mezclas de reacción presentaron una turbidez característica de la dilución de almidón en agua, que con el proceso de evaporación del solvente desaparece (Fig. 2). En aquellas mezclas en donde el aceite esencial fue incorporado, se observó una solución homogénea a la vista, indicando que se logró una emulsión del aceite en agua, a partir de la agitación, la temperatura y la ayuda del plastificante.



Fig. 2. Mezclas de reacción previas a ser sometidas a casting.

Los inicios de este proyecto presentaron un desafío puesto que en las primeras pruebas cualitativas nos encontramos con el problema que el método de casting sobre placas de Petri de poliestireno no era posible, ya que se hacía dificultoso retirar la película del soporte. Además, teníamos conocimiento que cuando le adicionáramos aceite esencial de limón, este iba a atacar también el soporte, ya que las sustancias constituyentes del aceite atacan ciertos tipos de plásticos. Frente a esto se decidió fabricar moldes especiales a base de silicona, que nos permitieron trabajar de un modo cómodo y económico, ya que el mismo molde puede ser reutilizado infinitas veces.

Luego del proceso de secado, y una vez despegadas del soporte, se pudieron obtener películas de apariencia homogénea, translúcidas y sin brillo, tal como establecía la literatura (Fig. 3). Se pudo determinar que aquellas películas que utilizaban sorbitol como plastificante, tenían mejor estabilidad en el tiempo, y resultaban menos higroscópicas.

En las películas adicionadas con aceite esencial de limón, se percibía la fragancia característica de dicha esencia para aquellas películas que contenían un 5 % p/p. A futuro, se debe trabajar en disminuir la cantidad de aceite puesto que representa un alto valor agregado a la película, y sería difícil de escalar a una industria, en caso de que el desarrollo prospere.



Fig. 3. Película a base de almidón y sorbitol.

## CONCLUSIONES

Los resultados alcanzados hasta el momento resultan prometedores para considerar a estas películas como precursoras para la obtención de materiales biodegradables para la conservación de alimentos. Se prevé comenzar en el corto tiempo con el análisis de la capacidad antioxidante de las mismas y los ensayos antimicrobianos correspondientes.

## REFERENCIAS

- Amorati, R., Foti, M. C., & Valgimigli, L. (2013). Antioxidant activity of essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(46), 10835–10847.
- Atarés, L., & Chiralt, A. (2016). Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. *Trends in Food Science and Technology*, 48, 51–62.
- Baek, S. K., & Song, K. Bin. (2019). Characterization of Active Biodegradable Films Based on Proso Millet Starch and Curcumin. *Starch/Staerke*, 71(3–4), 1–26.
- Baschieri, A., Ajvazi, M. D., Tonfack, J. L. F., Valgimigli, L., & Amorati, R. (2017). Explaining the antioxidant activity of some common non-phenolic components of essential oils. *Food Chemistry*, 232, 656–663. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.036>
- Davoodi, M., Kavooosi, G., & Shakeri, R. (2017). Preparation and characterization of potato starch-thymol dispersion and film as potential antioxidant and antibacterial materials. *International Journal of Biological Macromolecules*, 104, 173–179. Elsevier B.V. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.05.145>
- do Evangelho, J. A., da Silva Dannenberg, G., Biduski, B., el Halal, S. L. M., Kringel, D. H., Gularte, M. A., Fiorentini, A. M., et al. (2019). Antibacterial activity, optical, mechanical, and barrier properties of corn starch films containing orange essential oil. *Carbohydrate Polymers*, 222(June), 114981. Elsevier. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.114981>
- Kang, J. H., & Song, K. Bin. (2019). Characterization of Job's tears (*Coix lachryma-jobi* L.) starch films incorporated with clove bud essential oil and their antioxidant effects on pork belly during storage. *Lwt*, 111(March), 711–718. Elsevier. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.102>
- Menzel, C., González-Martínez, C., Chiralt, A., & Vilaplana, F. (2019). Antioxidant starch films containing sunflower hull extracts. *Carbohydrate Polymers*, 214(December 2018), 142–151.
- Pereira, B. L., & Leonel, M. (2014). Resistant starch in cassava products. *Food Science and Technology*, 34(2), 298–302.

## APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN HUMEDAL CONSTRUIDO PARA EL TRATAMIENTO TERCIARIO DE EFLUENTES DE TAMBO

Schierano M.C. <sup>\*(1)</sup>, Panigatti, M.C. <sup>(1)</sup>, Boglione, R. <sup>(1)</sup>, Griffa, C. <sup>(1)</sup>, Taverna, M. <sup>(1)</sup> y Gutierrez, G. <sup>(1)</sup>

(1) Grupo de Estudios de Medio Ambiente (GEM).  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela.  
Acuña 45. Rafaela (2300), Santa Fe, Argentina.  
labquimicautn@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

En la presente investigación, se ha trabajado con un tambo de ordeño voluntario o robotizado, ubicado en Rafaela, provincia de Santa Fe y emplazado dentro de una de las cuencas lecheras más extensas del país. Esta explotación se enfrenta a una doble problemática: por un lado, los efluentes generados constituyen un riesgo potencial para el ambiente, la salud humana y animal, de manera que un manejo inadecuado de los mismos, puede contaminar el agua disponible para la operación y limpieza del tambo. Por otro lado, la alta demanda de agua para la operación y limpieza de estos predios (Herrero et al., 2009). Como respuesta a esta doble problemática, se plantea reutilizar el efluente tratado para la limpieza de pisos de corral y sala de ordeño.

La instalación cuenta con un tratamiento biológico (lagunas de estabilización) que le permite reutilizar el efluente para el lavado de los pisos de la instalación, pero se pretende realizar un tratamiento adicional (terciario), que mejore la calidad del mismo, mejorando las condiciones sanitarias tanto para los animales como para el personal de trabajo, además de mejorar su aspecto visual.

Los humedales construidos (HCs) son sistemas diseñados para optimizar los procesos naturales que eliminan los contaminantes del agua, utilizándolos en condiciones controladas (Wu et al., 2015). En el presente trabajo, se estudió un humedal de flujo subsuperficial horizontal (HSSH) a escala piloto para el tratamiento terciario, o pulido final del efluente del tambo en estudio, ya que es un sistema adecuado para el tipo de efluente a tratar (Schierano et al., 2017) y se cuenta con una gran extensión de terreno disponible. El objetivo del estudio es evaluar si el HSSH es eficiente para el tratamiento terciario del efluente de tambo.

### MÉTODOS

Se diseñó y construyó un HSSH de 2 m de ancho, 6 m de largo, 0,70 m de profundidad (Figura 1); el mismo se ubicó adyacente a las lagunas de tratamiento ya existentes en el tambo.

A continuación, se procedió a la instalación del sistema de cañerías del humedal, tanto para la alimentación del

efluente como para la salida del mismo. Se optó por un sistema de alimentación y llenado por niveles que conduce el efluente desde la laguna facultativa al humedal y posteriormente se impermeabilizó con una doble capa de Silo Bolsa de 250 micrones de espesor.

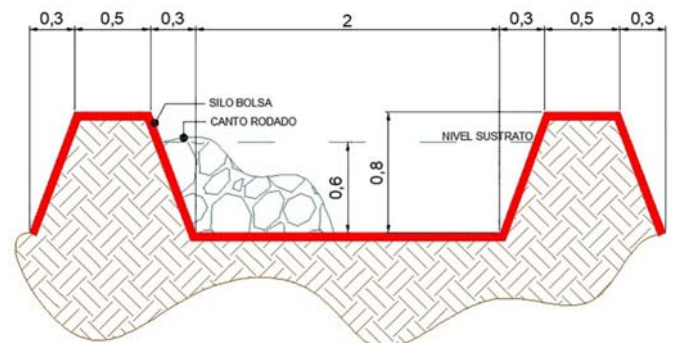


Fig. 1. Dimensionamiento del HSSH a escala piloto (metros).

Luego se agregó al HSSH el sustrato seleccionado previamente (Canto rodado) hasta una altura de 0,6 m y se plantaron tres ejemplares de la macrófita *Typha domingensis* por m<sup>2</sup> de superficie (Figura 2).



Fig. 2. Distribución inicial de las macrófitas.

El humedal fue alimentado con el efluente proveniente de la última laguna de tratamiento. Se realizaron 13 muestreos con una frecuencia semanal, tomando una muestra a la entrada del HSSH (o salida de la última laguna) y una muestra a la salida del mismo.

Teniendo en cuenta las concentraciones de entrada y salida al humedal se estimaron las eficiencias de remoción para cada uno de los parámetros fisicoquímicos analizados: fósforo total (PT), nitrógeno total Kjeldhal (NTK), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), sólidos suspendidos totales (SST), demanda química de oxígeno (DQO) y demanda biológica de oxígeno (DBO). Para todos los análisis se utilizó la metodología propuesta por APHA (2017).

## RESULTADOS

En la Tabla 1 pueden observarse las concentraciones promedio de entrada y salida al humedal junto con las respectivas eficiencias de remoción, calculadas para cada contaminante estudiado.

**Tabla 1.** Valores de entrada y salida y eficiencias de remoción.

	Entrada	Salida	Remoción (%)
PT (mg/l)	22,0±5,4	20,8±2,9	<b>27,6±8,9</b>
NTK (mg/l)	177,7±38,6	123,0±27,6	<b>37,4±14,3</b>
$\text{NH}_4^+$ (mg/l)	130,5±15,3	96,4±14,8	<b>41,2±12,0</b>
SST (mg/l)	524,2±160,5	161,2±82,3	<b>71,5±9,5</b>
DQO (mg/l)	1454,8±301,2	820,6±315,8	<b>48,0±17,2</b>
DBO (mg/l)	312,3±98,7	160,4±116,3	<b>51,8±20,1</b>

Las eficiencias de remoción logradas fueron satisfactorias, obteniéndose buenos rendimientos para sólidos suspendidos, NTK,  $\text{NH}_4^+$  y DQO.

Se ha observado una gran variabilidad en los valores de ingreso y salida al HSSH piloto a lo largo del tiempo. Los mismos fueron incrementándose a partir del séptimo muestreo. Concretamente, en el último mes del monitoreo, se registraron temperaturas mínimas de 1,2°, lo que contribuyó a una baja en la eficiencia de tratamiento de las lagunas de estabilización, repercutiendo sobre la calidad del efluente de ingreso al humedal.

El porcentaje de remoción de SST fue muy satisfactorio, superior al 71%. Particularmente para amonio, se obtuvo una disminución del 41%, el cual se correlaciona con la eficiencia de remoción de NTK del 37,4%. En general en los efluentes de tambo, la mayor parte del nitrógeno se encuentra en la forma de amonio, por lo que, si la remoción de amonio es baja, la de NTK también lo será. Probablemente el nivel de oxígeno disponible en el humedal no haya sido suficiente para proveer una adecuada tasa de nitrificación que permita eliminar todo el amonio, deficiencia típica en los humedales de flujo horizontal.

Tanto en los valores de entrada como en los de salida se mantuvo una relación DBO/DQO entre 0,2 y 0,3. De

acuerdo los valores de DBO y DQO hallados en el efluente de entrada, se podría concluir que gran parte de la materia orgánica presente en el efluente ha sido degradada a través de las lagunas de estabilización y que, por lo tanto, el efluente de ingreso al humedal tiene un gran contenido de materia inorgánica u orgánica no fácilmente biodegradable (por ejemplo, productos de limpieza, medicamentos veterinarios, etc.). En cuanto al efluente de salida esta relación se mantiene, debido a que los porcentajes de remoción de DBO y DQO son similares, 52 y 48%, respectivamente.

Con respecto a la baja eficiencia obtenida para fósforo (27,6%), ésta se debe en gran medida a la baja capacidad del sustrato utilizado para la adsorción de este contaminante.

## CONCLUSIONES

El humedal subsuperficial de flujo horizontal con canto rodado como sustrato y plantado con *T. domingensis* demostró ser eficiente para el tratamiento terciario de efluentes de un predio lechero, permitiendo su aprovechamiento para la limpieza de la instalación de ordeño.

El sistema estudiado demostró capacidad para amortiguar la variabilidad de la composición del efluente, pero a expensas de una disminución en la eficiencia de remoción de los parámetros analizados.

En la actualidad se encuentra en proceso de construcción una ampliación del HC a escala piloto con el objetivo de transformar el sistema existente en un tratamiento a escala real.

## REFERENCIAS

- APHA. (2017). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 9-56. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.
- Herrero, M.A., Korol, S.E., Charlón, V., Salazar, F. & La Manna, A.. Informe internacional: "Uso del agua, manejo de efluentes e impacto ambiental en el tambo". En: *Memorias de las III Jornadas Internacionales para la calidad de leche (JICAL III)*, Buenos Aires, Argentina, 2009, pp. 27-57.
- Schierano, M. C., Maine, M. A., & Panigatti, M. C. (2017). Dairy farm wastewater treatment using horizontal subsurface flow wetlands with *Typha domingensis* and different substrates. *Environmental technology*, **38**(2), 192-198.
- Wu, S., Wallace, S., Brix, H., Kusch, P., Kirui, W. K., Masi, F., & Dong, R. (2015). Treatment of industrial effluents in constructed wetlands: challenges, operational strategies and overall performance. *Environmental Pollution*, **201**, 107-120.

## EFECTO ANTIMICROBIANO DEL ACEITE ESENCIAL DE *ALOYSIA POLYSTACHYA* Y DE R(-)CARVONA EN SALCHICHAS TIPO VIENA

M. A. Serra <sup>(1)</sup>, J. Garneró <sup>(1)</sup>, A. del L. Quiberón <sup>(2)</sup>, A. E. Andreatta <sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> UTN, Fac. Reg. San Francisco. Av. de la Universidad 501. San Fco, Córdoba, Argentina.

<sup>(2)</sup> Instituto de Lactología Industrial (UNL – CONICET). 1 de mayo 3250. Santa Fe, Argentina

<sup>(3)</sup> UTN, Fac. Reg. San Francisco. CONICET. Avenida de la Universidad 501. San Francisco, Córdoba, Argentina

\*E-mail del autor de contacto: monicaserra@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

Según un estudio de Padilla-Frausto, en una planta procesadora de salchichas tipo Viena, ochenta y ocho cepas de *Leuconostoc* fueron aisladas e identificadas como *L. mesenteroides* (39), *L. fallax* (29), *L. lactis* (15), *L. plantarum* (3) y *L. citreum* (2). *L. mesenteroides* es la especie más común asociada con productos cárnicos cocidos deteriorados. (Padilla-Frausto, Cepeda-Marquez, Salgado, Iturriaga, & Arvizu-Medrano, 2015)

Los aceites esenciales son sustancias odoríferas y altamente volátiles presentes en las plantas. Debido a su volatilidad, estas sustancias pueden aislarse mediante destilación al vapor de una planta aromática de una sola especie botánica y pueden detectarse tanto por el olor como por el sabor. Los aceites esenciales individuales se conocen por el nombre de la planta de la que derivan y el olor es similar al de la parte de la planta de la que se obtienen, aunque el aroma es generalmente más intenso. (Ríos, 2016)

En la producción de alimentos, inhibir el crecimiento de microorganismos mediante el uso de conservantes socialmente aceptables es un problema grave. La renuencia de la sociedad a usar antibióticos y conservantes sintéticos, necesita encontrar soluciones alternativas. Esto podría ser una aplicación para los aceites esenciales, especialmente porque los conservantes químicos no pueden eliminar varias bacterias patógenas, como *Listeria monocytogenes*, en productos alimenticios o retrasar el crecimiento de microorganismos de descomposición. (Wińska et al., 2019)

El uso de extractos naturales para la inhibición de *Leuconostoc mesenteroides* también está siendo estudiado. En este sentido, Radha Krishnan y col. (2014), han observado el poder inhibitorio de extractos acuosos de *Syzygium aromaticum* (clavo de olor), *Cinnamomum cassia*, *Origanum vulgare* (orégano) y *Brassica nigra* (mostaza negra) y han encontrado, que la concentración mínima inhibitoria fue de 15, 10, 20 y 25 mg/ml para cada uno de los extractos, respectivamente. Por su parte Kivanç y col., (1991) han observado un efecto inhibitorio utilizando orégano y sus aceites esenciales, mientras que demostraron un efecto estimulador con el uso de comino frente al crecimiento de *Leuconostoc mesenteroides*. Por su parte, en el trabajo de Fernández-López y col., (2005) se reportó que el extracto de ajo (Aquaresin® garlic),

extracto de limón y el de naranja no presentan inhibición frente a *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 824 y *L. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 882. Por el contrario, extracto acuoso y aceite de romero (Herbalox® Type W), extracto acuoso de romero (Duralox®) y aceite de romero (Herbalox® Type HTO) produjeron inhibición frente a estas dos cepas, siendo mayor el efecto con el aceite de romero.

En este trabajo se propone determinar la efectividad, en la matriz alimentaria, del aceite esencial de burro y del compuesto puro de carvona, frente a la flora natural de las salchichas tipo Viena; partiendo de dos muestras de salchichas, una con ácido láctico, tal cual se envasa para consumo, y otra sin ácido láctico para investigar la posibilidad de utilizar como agentes antimicrobianos naturales, los mencionados más arriba.

### MÉTODOS

#### Aceites esenciales

El aceite esencial de burro (*Aloysia polystachya*) se obtuvo por la técnica de arrastre con vapor a partir de hojas secadas a temperatura ambiente, utilizando un extractor de aceites esenciales a escala laboratorio marca Figmay, por 120 minutos. Se conservan en viales de color ámbar, con tapa a rosca en heladera a 4°C hasta su posterior utilización.

R (-) Carvona (Sigma-Aldrich, 98 %) es el compuesto puro que, además del aceite esencial de burro, fue evaluado en este trabajo. Cabe mencionar que la carvona está en una proporción de 90,2 % en el aceite de burro.

#### Preparación de la muestra

Tenemos dos tipos de muestras: salchichas tipo Viena con ácido láctico (paquete de salchichas tipo Viena, envasadas al vacío) y salchichas tipo Viena sin ácido láctico (envasadas en envase estéril, sin vacío). Se procede a cortar rodajas de salchichas sin ácido láctico de aproximadamente 2,5 g cada una. Se colocan, cada una, en bolsas estériles y se adiciona 0,7 ml (equivale a 0,68 g) de aceite esencial de burro o 0,5 ml (equivale a 0,49 g) de R(-) carvona según corresponda. Además, se realizan muestras de salchichas sin ácido láctico, con aspersión de ambos agentes antimicrobianos. La cantidad adicionada de aceite de burro por aspersión es 0,027 g y la cantidad

de carvona adicionada por aspersión es 0.22 g en las muestras de salchichas. Como controles de estos ensayos, se establecen los siguientes: (i) la muestra de salchicha con ácido láctico sin antimicrobiano, (ii) la muestra de salchicha sin ácido láctico y sin antimicrobiano. Todas las muestras se conservan en refrigeración a 4°C hasta que se realice el análisis microbiológico a los diferentes tiempos: a 0, 2, 7, 14, 21 días (Pesavento y col., 2015).

**Análisis microbiológico**

Los análisis microbiológicos, a cada una de las muestras se realizan, por duplicado. Cada muestra se homogeniza manualmente por 1 minuto con 25 ml de agua de peptona y luego se prepara una serie de diluciones decimales. Las siembras se realizan en superficie en placas de Petri con MRS agarizado (Šojić y col., 2015), incubando 48 h a 30°C. Como se describió antes, se realiza este recuento al tiempo inicial y a los días mencionados en el párrafo anterior.

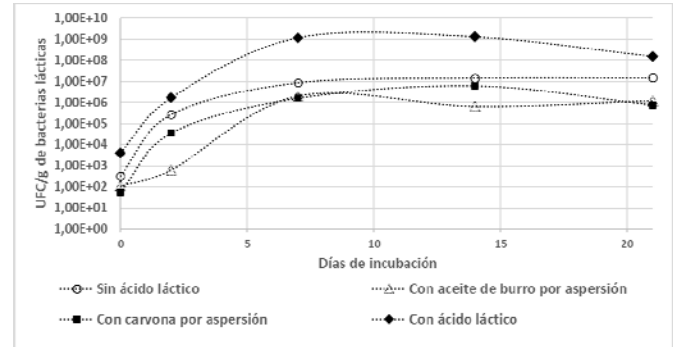
**RESULTADOS**

La concentración inicial de bacterias lácticas en las muestras adicionadas con 0,5 ml de carvona y las que fueron adicionadas con 0,7 ml de aceite de burro, no presentaron desarrollo desde el tiempo cero; por lo cual no se muestran en la tabla 1 ni en la fig. 1. Las muestras de salchicha sin ácido láctico presentaron un recuento inicial, y a lo largo de los días, menor al de las muestras de salchicha con ácido láctico. En la tabla 1 se muestran los valores obtenidos de los recuentos, desde el tiempo inicial hasta los 21 días de la preparación de las muestras.

**Tabla 1.** Recuentos de las muestras, expresados en UFC/g

días	CL (UFC/g)	SL (UFC/g)	Cbasp (UFC/g)	Ccasp (UFC/g)
0	4,13 x 10 <sup>3</sup>	3,30 x 10 <sup>2</sup>	1,10 x 10 <sup>2</sup>	5,50 x 10 <sup>1</sup>
2	1,65 x 10 <sup>6</sup>	2,64 x 10 <sup>5</sup>	6,49 x 10 <sup>2</sup>	3,52 x 10 <sup>4</sup>
7	1,18 x 10 <sup>9</sup>	8,47 x 10 <sup>6</sup>	2,04 x 10 <sup>6</sup>	1,57 x 10 <sup>6</sup>
14	1.30 x 10 <sup>9</sup>	1,43 x 10 <sup>7</sup>	6,60 x 10 <sup>5</sup>	6,05 x 10 <sup>6</sup>
21	1,53 x 10 <sup>8</sup>	1,45 x 10 <sup>7</sup>	1,21 x 10 <sup>6</sup>	7,70 x 10 <sup>5</sup>

En la Fig. 1 se comparan los recuentos de: i) las muestras de salchichas con ácido láctico y sin agregado de agente antimicrobiano (CL); ii) las muestras de salchichas sin ácido láctico y sin agregado de agente antimicrobiano (SL); iii) las muestras de salchichas sin ácido láctico y con agregado, por aspersión, de aceite de burro (Cbasp); iv) las muestras de salchichas sin ácido láctico y con agregado, por aspersión, de carvona (Ccasp).



**Fig. 1.** Comparación entre los recuentos de las muestras con el agregado por aspersión de aceite esencial de burro y de carvona con el control de la salchicha sin ácido láctico y la salchicha con ácido láctico; las dos últimas sin antimicrobiano adicionado.

**CONCLUSIONES**

Como podemos apreciar, en estos primeros resultados, la adición de aceite esencial de *Aloysia polystachya* y del compuesto puro R(-)-carvona a las salchichas tipo Viena, está dando buenos resultados. En ambos casos, y comparando con la muestra de salchicha SL, se mantienen los recuentos de bacterias lácticas en un orden, por debajo de los valores de recuento para SL. Sin embargo, comparando con la muestra de salchicha CL, esta diferencia es de dos órdenes por debajo de los recuentos correspondientes. Seguimos estudiando estas variaciones y efectuando los recuentos para completar la vida útil del producto, es decir, 42 días.

**REFERENCIAS**

Fernández-López, J., Zhi, N., Aleson-Carbonell, L., Pérez-Alvarez, J. A., & Kuri, V. (2005). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.08.004>

Kivanç, M., Akgül, A., & Doğan, A. (1991). *International Journal of Food Microbiology*, 13(1), 81–85. [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(91\)90140-K](https://doi.org/10.1016/0168-1605(91)90140-K)

Padilla-Frausto, J. J., Cepeda-Marquez, L. G., Salgado, L. M., Iturriaga, M. H., & Arvizu-Medrano, S. M. (2015). <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-15-192>

Pesavento, G., Calonico, C., Bilia, A. R., Barnabei, M., Calesini, F., Addona, R., ... Lo Nostro, A. (2015). <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.045>

Radha Krishnan, K., Babuskin, S., Azhagu Saravana Babu, P., Sasikala, M., Sabina, K., Archana, G., ... Sukumar, M. (2014). <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.011>

Ríos, J. (2016). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00001-8>

Šojić, B., Tomović, V., Kocić-Tanackov, S., Škaljac, S., Ikonić, P., Džinić, N., ... Kravić, S. (2015). <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.007>

Wińska, K., Mączka, W., Łyczko, J., Grabarczyk, M., Czubaszek, A., & Szumny, A. (2019). <https://doi.org/10.3390/molecules24112130>

# ANÁLISIS DE UNA MEZCLA DE EFLUENTES TRATADOS, PROVENIENTES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO CLOACAL Y UNA INDUSTRIA FRIGORÍFICA; EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA DURANTE SU TRANSPORTE POR UN CONDUCTO, HASTA LA LAGUNA MAR CHIQUITA

Ing. Química Paulina Tagliaferri\*<sup>(1)</sup>, Dr. Javier Britch<sup>(2)</sup>

(1) UTN Fac. Regional San Francisco, Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba  
(2) Director Académico. Maestría en Ingeniería Ambiental. UTN Fac. Regional San Francisco  
\*paulitaglia@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo estudia el comportamiento de una mezcla de efluentes que recorre 17 km a través de un conducto hasta la Laguna Mar Chiquita. La mezcla antes mencionada, proviene de un efluente tratado de una Industria Frigorífica y de un efluente tratado de una Planta de Tratamiento Cloacal. Dicha mezcla se origina en una cámara de contacto, en la cual se adiciona desinfectante, y luego, mediante bombeo es conducida hasta su punto de vuelco.

La laguna Mar Chiquita es uno de los humedales más importantes de Sudamérica y el mundo. Se encuentra ubicado en el noreste de la Provincia de Córdoba (Córdoba turismo - 2020).

## MÉTODOS

Se aplicó el método de balance de masa para calcular la mezcla resultante, el caudal y los valores de algunos parámetros referidos a calidad (DBO, DQO, fósforo, nitratos, amonio). Luego, se utilizó el software EPANET (Rossman, 2000) desarrollado por la División de Recursos Hídricos y Suministro de Agua del Laboratorio Nacional de Investigación para la Prevención de Riesgos (NRMRL) de la Agencia de Medio Ambiente de Estados Unidos (USEPA). Este programa permite realizar simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. Permite realizar análisis hidráulicos teniendo en cuenta las características físicas de las tuberías, y las dinámicas de los nudos (consumos), seguir la evolución del flujo del agua en las conducciones, de la presión en los nudos de demanda, del nivel del agua en los depósitos y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un periodo prolongado de simulación. Además de las concentraciones, permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación.

EPANET se concibió como una herramienta para el análisis de la evolución de la calidad del agua, mientras discurre por las redes de distribución. Pero desde un punto

de vista físico, la calidad es consecuencia de los procesos de transporte, mezcla y reacción de los contaminantes disueltos en ella. Esto significa que antes de resolver el problema de la calidad, hay que resolver el problema hidráulico para conocer los caudales circulantes por las tuberías y la evolución de los volúmenes almacenados en los depósitos. Puesto que éstos dependen a su vez de las demandas de la red, de las características físicas del sistema y de su modo de regulación, el problema hidráulico presenta una complejidad elevada.

El uso de este software en el presente trabajo permitió determinar el tiempo de permanencia de la mezcla resultante, desde la cámara de contacto hasta el punto de vuelco; además, se simuló los comportamientos del valor de cloro (mg/l) y de la DBO (mg/l) durante su transporte.

Se ingresaron los datos requeridos por el programa, como ser: demanda promedio (patrón con datos reales), datos referidos a las curvas de las bombas de impulsión, dimensiones de la cámara de contacto, diámetro y longitud del conducto, entre otros.

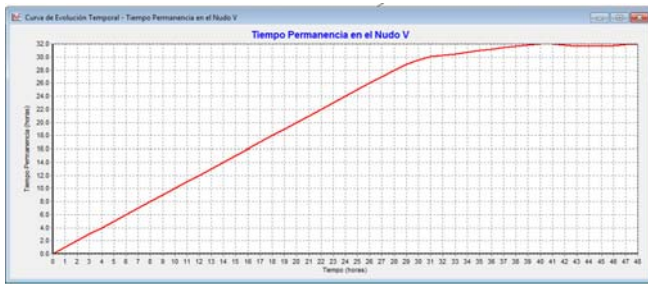
Para analizar la evolución de la calidad, EPANET diferencia entre sustancias reactivas y no reactivas. Las primeras están sometidas únicamente a procesos de transporte y mezcla, mientras que las segundas contemplan además el incremento o decremento de la cantidad de sustancia por reacciones químicas. Entre las no reactivas, los modelos clásicos de calidad se refieren al contenido de sales en el agua, como por ejemplo nitratos, cloruros, etc., o más en general a su conductividad, aunque también pueden aplicarse para simular la evolución de la temperatura o de la turbidez. En todas estas simulaciones EPANET necesita conocer, además de los valores de inyección, los valores iniciales de las concentraciones en cada nudo. Como ello es difícil de saber a priori, se suelen suponer cero (valor por defecto) y dejar transcurrir la simulación durante varios días, hasta que las curvas de evolución diaria se estabilicen. Cuando el contaminante es reactivo, es necesario introducir datos adicionales relativos a las condiciones de reacción. Éstos se concretan normalmente en dos juegos de parámetros: las constantes de reacción en el medio y en las

paredes de las tuberías, además del orden y tipo de reacción a considerar.

EPANET ofrece diversos modelos de reacción que se adaptan bien al modelado de la evolución del cloro. Para este caso, la reacción es de primer orden, y el coeficiente global de flujo (constante de decaimiento) tiene el valor de -1. Para la simulación de la DBO, se considera que la misma irá en decaimiento debido a la adición del desinfectante, asignándole al coeficiente global de flujo signo negativo (-). La constante de disminución de DBO para un agua residual tratada se estableció en 0,17 (Kiely, 1999). Por lo que el coeficiente global de flujo tiene un valor -0,17. El orden de la reacción debido a la utilización de oxígeno por microorganismos, se considera un proceso con una cinética de pseudo-primer orden.

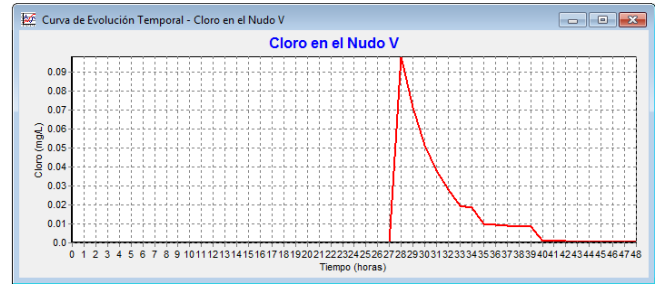
## RESULTADOS

En la **Figura 1** puede verse el tiempo de permanencia del efluente durante el transporte por el conducto. Se observa cómo va ingresando el efluente en el ducto, y a las 27 horas comienza a estabilizarse la curva, siendo este tiempo el correspondiente a la llegada del efluente al punto de vuelco.

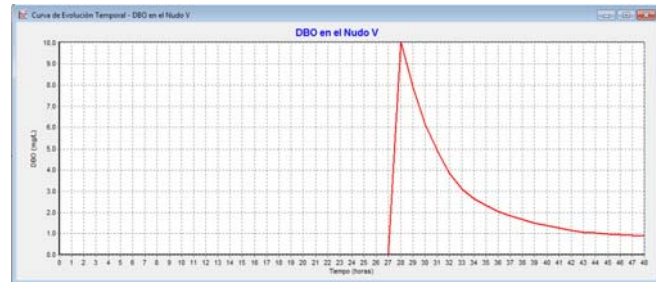


**Fig. 1.** Tiempo de permanencia del efluente a lo largo del sistema de conducción.

Bajo las condiciones planteadas, se puede ajustar una dosis máxima de cloro en la cámara de contacto de 0.4 mg/l para no superar el valor legal establecido en el punto de vuelco que es de 0.1 mg/l, según el Decreto 847/16 (véase **Figura 2**). Se puede observar que partiendo de una dosis de 0.4 mg/l, el valor máximo de cloro alcanzado es de 0.09 mg/l. En referencia al valor de DBO durante el transporte, éste tiende a disminuir, cumpliendo también con los parámetros legales vigentes, siendo el valor legal aceptable < 30 mg/l (véase **Figura 3**).



**Fig. 2.** Valor de cloro en el punto de vuelco.



**Fig. 3.** Valor máximo de la DBO en el punto de vuelco.

## CONCLUSIONES

La simulación de la evolución del cloro, permite determinar el valor final estimado, lo que será beneficioso no sólo para asegurar el cumplimiento legal en referencia a este parámetro, sino para dosificar lo necesario y evitar derroches del producto, teniendo un mejor control sobre el sistema. Con respecto a la evolución de la DBO, el parámetro tiende a disminuir, cumpliendo con el valor legal establecido.

En la red planteada, los parámetros cumplen con los valores legales establecidos, garantizando la calidad del efluente en el punto vuelco.

Conocer el tiempo de permanencia, permite saber en qué punto de la red actuar ante un desvío.

EPANET es viable técnicamente permitiendo conocer diferentes resultados, y modificar las condiciones iniciales cuantas veces sea necesario.

## REFERENCIAS

- Epanet.es Descarga del software Epanet.2.0.12. Disponible en: <https://epanet.es/descargas/epanet2-es/> (2020).
- Kiely, Gerard. Ingeniería ambiental: fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión (1999).
- Rossman. Manual del programa EPANET 2.0.2012. Disponible en [https://cfpub.epa.gov/si/si\\_public\\_record\\_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=95662](https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=95662) (2000).

## ELABORACIÓN DE QUESOS CON BAJO CONTENIDO EN SODIO UTILIZANDO MINERALES DE LACTOSUERO PARA EL SALADO

Héctor V. Torasso <sup>(1)</sup>; Franco Salgado <sup>(1)</sup>; Fabián R. Habegger <sup>(1)</sup>; Alfredo Gadara <sup>(1)</sup>; Juan Bicego <sup>(1)</sup>; Franco A. Perone <sup>(1)</sup>; Carina E. Robledo <sup>(1)</sup>; Hernán R. Allasia <sup>(2)</sup>; Javier Britch <sup>(3)</sup>; Macarena Rodríguez Walker <sup>(4)</sup>; Pablo E. A. Rodríguez <sup>(1, 5, \*)</sup>

<sup>(1)</sup>Escuela Superior Integral de Lechería (ESIL). Rawson 1899, (X5900EXQ) Villa María, Córdoba, Argentina.

<sup>(2)</sup>Centro Universitario Mediterráneo (ESIL - Universidad Nacional de Villa María). Rawson 1899, (X5900EXQ) Villa María, Córdoba, Argentina.

<sup>(3)</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, (X5016ZAA) Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

<sup>(4)</sup>Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina. Avenida Armada Argentina 3555, (X5016DHK) Córdoba, Argentina.

<sup>(5)</sup>Ministerio de Ciencia y Tecnología, Gobierno de la Provincia de Córdoba. Av. Álvarez de Arenales 230, barrio Juniors, (X5004AAP) Córdoba, Argentina.

\*E-mail: [perodriguez@outlook.com](mailto:perodriguez@outlook.com)

### INTRODUCCIÓN

El consumo de sodio y su relación con las enfermedades cardíacas y la hipertensión es un problema de salud pública mundial que está en el foco de atención (He F. and G. MacGregor, 2009; Organización Mundial de la Salud, 2012 y 2020). En la mayoría de las pautas alimenticias específicas de nuestro país se recomienda que los consumidores reduzcan la ingesta de sodio o limiten el consumo de alimentos con un alto contenido de sodio (Ministerio de Salud de la Nación, 2013 y 2015). De acuerdo con nuevas investigaciones no solo se alienta a los consumidores a que reduzcan la ingesta, sino también se fomenta que los fabricantes de alimentos que disminuyan el contenido de sodio en los productos alimenticios comunes. La industria láctea continúa explorando técnicas innovadoras para crear quesos reducidos en sodio que cumplan los altos estándares de sabor, textura, contenido de humedad y seguridad alimentaria en general.

Al mismo tiempo, minerales del lactosuero tienen el potencial de actuar como sustituto de la sal en una amplia variedad de productos alimenticios, lo que atiende al énfasis internacional sobre la ingesta reducida de sodio. Los minerales de lactosuero están constituidos principalmente por sodio, potasio, calcio, magnesio y fósforo, con una relación K/Na  $\geq$  3/1.

El queso es uno de los alimentos que aporta cantidades importantes de sodio provenientes de la adición de sal durante su producción, por lo que la elaboración de quesos con bajo contenido en sodio es un desafío para la industria láctea.

El objetivo del presente trabajo fue la caracterización fisicoquímica y sensorial de quesos semiduros salados con minerales de lactosuero.

### MÉTODOS

Una fracción correspondiente al retenido de ósmosis inversa (OI), conteniendo los minerales del lactosuero, con una relación potasio/sodio 3,9/1, provista por AFISA (Porteña, Córdoba) fue evaporada por calor hasta alcanzar una concentración final: sodio, 1,8 g%, potasio, 7,0 g% y calcio, 50,0 mg%. Se elaboraron 50 muestras cilíndricas de quesos semiduros de 8 cm de diámetro y 4 cm de altura cada una. 25 fueron saladas empleando salmuera conteniendo NaCl 18,0 g% y CaCl<sub>2</sub> 0,14% (salmuera tradicional), las otras 25 fueron saladas empleando la fracción concentrada de OI. El tiempo de inmersión fue de 2 horas. Posteriormente las muestras fueron enjuagadas, secadas con papel, envasadas al vacío y almacenadas a 4°C durante doce semanas. Para cada condición de salado se utilizaron cinco muestras para analizar los parámetros fisicoquímicos a diferentes tiempos de almacenamiento: 0, 20, 30 y 60 días. Finalizada la maduración se realizó un análisis sensorial evaluando sabor, elasticidad, firmeza, friabilidad y color.

### RESULTADOS

Los quesos salados con la fracción de OI concentrada evidenciaron un contenido de sodio 3,4 veces menor que aquellos salados con salmuera tradicional, 0,12 y 0,41 g%, respectivamente. La reducción del contenido de sodio no afectó el pH, ni otros parámetros analizados. No se observaron diferencias sustanciales en los descriptores sensoriales.



## CONCLUSIONES

La sal es un ingrediente esencial en la elaboración de quesos y se usa para varios propósitos, para obtener el sabor y la textura requeridos, por sus propiedades conservantes y como potenciador del sabor.

Las estrategias de reducción de sodio usadas en la industria alimentaria incluyen el uso de sales minerales que sustituyen al NaCl, sal marina que contiene sales de potasio y de magnesio, aditivos salados y varios potenciadores de sabor. La sal puede ser sustituida parcialmente por otros compuestos como cloruro de potasio (KCl), cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) o cloruro de magnesio (MgCl<sub>2</sub>) (Guinee, 2007). El MgCl<sub>2</sub> y CaCl<sub>2</sub> no son buenos sustitutos del NaCl, porque modifican negativamente la textura del queso, volviéndola quebradiza, suave o grasienta (Guinee, T.P., and B.T. O’Kennedy, 2007). Por otra parte, se reconoce al KCl como una sal con mejores características para la sustitución del NaCl en varios alimentos (Kaur et al., 2011).

Varios trabajos reportan el efecto de la sustitución de NaCl por KCl, MgCl<sub>2</sub> o CaCl<sub>2</sub> (Ayyash, M.M., and N.P. Shah, 2011; Gomes et al., 2011; Ayyash et al., 2012; Grummer et al., 2013; McMahan et al., 2014) sobre las propiedades sensoriales, la composición química, la proteólisis, y la textura de varios tipos de quesos. En general, se observa que cambios de catión (potasio, magnesio y calcio), disminuyen la intensidad del sabor salado e incrementan la acidez y los sabores amargos; mientras que cambios de anión (fosfatos y citratos) dejan un sabor metálico residual.

Las características de los minerales de lactosuero las hacen ideales para reemplazar el NaCl en muchas aplicaciones alimentarias, logrando mantener un sabor aceptable para el consumidor.

Este trabajo propone una estrategia innovadora para reducir el contenido de sodio en quesos reemplazando a la salmuera tradicional por el salado con minerales del lactosuero. Los resultados obtenidos permiten establecer la factibilidad de elaborar quesos semiduros con reducción de sodio del 71% sin afectar notablemente ni su sabor ni sus propiedades y con aceptación sensorial por parte de panelistas.

## REFERENCIAS

- Ayyash, M.M., F. Sherkat, and N.P. Shah. 2012. The effect of NaCl substitution with KCl on akawi cheese: chemical composition, proteolysis, angiotensin-converting enzyme-inhibitory activity, probiotic survival, texture profile, and sensory properties. *J. Dairy Sci.* 95:4747-4759.
- Ayyash, M.M., and N.P. Shah. 2011. The effect of substitution of NaCl with KCl on chemical composition and functional properties of low-moisture mozzarella cheese. *J. Dairy Sci.* 94:3761-3768.
- Gomes, A.P., A.G. Cruz, R.S. Cadena, R.M.S. Celeghini, J.A.F. Faria, H.M.A. Bolini, M.A.R. Pollonio, and D. Granato. 2011. Manufacture of low-sodium Minas fresh cheese: effect of the partial replacement of sodium chloride with potassium chloride. *J. Dairy Sci.* 94:2701-2706.
- Grummer, J., N. Bobowski, M. Karalus, Z. Vickers, and T. Schoenfuss. 2013. Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 96:1401-1418.
- Guinee, T.P. 2007. How can one make low-sodium cheese? In: P.L. McSweeney, editor, *Cheese problems solved*. Woodhead Publishing Limited, and CRC Press LLC, Cambridge, GBR. 98-99.
- Guinee, T.P., and B.T. O’Kennedy. 2007. Reducing salt in cheese and dairy spreads. In: F. Angus, editor, *Reducing salt in foods*. Woodhead Publishing, Cambridge, GBR. 316-357.
- He F., MacGregor G. 2009. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *Journal of Human Hypertension* 23, 363–384.
- Kaur, A., R. Bala, B. Singh, and J. Rehal. 2011. Effect of replacement of sodium chloride with mineral salts on rheological characteristics of wheat flour. *Am. J. Food Technol.* 6:674-684.
- McMahan, D.J., C.J. Oberg, M.A. Drake, N. Farkye, L.V. Moyes, M.R. Arnold, B. Ganesan, J. Steele, and J.R. Broadbent. 2014. Effect of sodium, potassium, magnesium, and calcium salt cations on pH, proteolysis, organic acids, and microbial populations during storage of full-fat cheddar cheese. *J. Dairy Sci.* 97:4780-4798.
- Ministerio de Salud de la Nación, 2013. Iniciativa Menos SAL, Más VIDA. [http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000001643cnt-2013-09\\_presentacion-iniciativa-menos-sal-mas-vida.pdf](http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000001643cnt-2013-09_presentacion-iniciativa-menos-sal-mas-vida.pdf)
- Ministerio de Salud de la Nación, 2015. Menos SAL, Más VIDA. [http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000001633cnt-2015-11\\_presentacion-resultados-iniciativa-menos-sal-mas-vida.pdf](http://www.msal.gov.ar/images/stories/bes/graficos/0000001633cnt-2015-11_presentacion-resultados-iniciativa-menos-sal-mas-vida.pdf)
- Organización Mundial de la Salud, 2012. Guideline: sodium intake for adults and children. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241504836>
- Organización Mundial de la Salud, 2020. Reducir el consumo de sal. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>

## DIFERENCIAS EN LA FORMACIÓN DE ESPECIES $Fe_xO_y$ SOBRE DOS MATRICES DE H-ZSM-5

Ariel José Vinuesa\*<sup>(1)</sup>; Luciana Bonetto<sup>(1)</sup>; Clara Saux<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> CITEQ UTN-CONICET, Maestro M. Lopez esq. Cruz Roja, Córdoba capital  
\*arielvinuesa@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

El desarrollo de catalizadores capaces de dar respuesta a algunos de los desafíos que nos enfrenta la contaminación ambiental es de vital importancia e interés para la comunidad. Las zeolitas, catalizadores microporosos tradicionalmente utilizados en la industria petrolera, son un gran punto de partida para el desarrollo de nuevos materiales. Sus estructuras son resistentes química y térmicamente, han sido ampliamente estudiadas y se dispone de numerosas técnicas para incorporar otras especies activas como por ejemplo, impregnación por vía húmeda, intercambio iónico y deposición química en fase vapor por nombrar algunos.

El desarrollo de catalizadores zeolíticos con Fe como fase activa no es nuevo. Bordiga, Berlier, Maturano, Zecchina, Pérez-Ramírez, son solo algunos de los exponentes de los grupos de investigación más destacados en el desarrollo de este tipo de materiales, generalmente empleado para la reducción de NO<sub>x</sub>. A pesar del extenso estudio por parte de estos grupos, todavía existen interrogantes con respecto a la formación y caracterización de la fase activa, su estabilidad y actividad catalítica. Comprender el mecanismo de formación de las especies activas de catalizador es de fundamental importancia para mejorar su formulación. En esta línea, el enfoque del presente trabajo es determinar la influencia del soporte en la vía de formación de las especies de hierro en Fe-ZSM-5 preparadas con dos matrices zeolíticas diferentes.

### MÉTODOS

#### Materiales

Las nanopartículas de hematita se sintetizaron con FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O (Anhedra, 97%); NaOH (proanálisis, 97%, Ciccarelli); ácido acético glacial (p.a, 99,7%, Biopack); etanol absoluto (99,5%, pro análisis, Ciccarelli) y agua ultrapura obtenida de un equipo Osmoion.

Para la síntesis de zeolitas: aluminato de sodio (NaAlO<sub>2</sub>, Strem Chemical); tetraetilortosilicato (TEOS, Fluka); hidróxido de tetrapropilamonio (TPAOH, solución al 20% en agua, Fluka) y almidón soluble (Anedra) como agentes plantilla.

#### Síntesis

Se empleó la síntesis hidrotermal de Yubao Zhao et al. (2013) para la síntesis de dodecaedros truncados de  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> con el fin de obtener nanopartículas de hematita (NH).

Para mejorar la dispersión de las nanopartículas y su reutilización después de la reacción, se emplearon dos matrices zeolíticas diferentes como soportes. Las zeolitas microporosas ZSM-5 fueron sintetizadas por el protocolo previamente informado por nuestro grupo (Saux, 2014).

Adicionalmente se utilizó una matriz ZSM-5 con porosidad jerarquizada empleando el método hidrotermal utilizado para la zeolita microporosa, pero con la incorporación de almidón soluble en el gel de síntesis. A partir de ahora, usaremos la letra Z para referirnos a la matriz microporosa y ZA a la que tiene porosidad añadida.

Nuestro método para obtener las nanopartículas soportadas consistió en incorporar cada matriz zeolítica al gel de síntesis de NH en el paso final, 10 min antes de ser vertida en el autoclave.

Los materiales se caracterizaron por XRD, DRS-UV vis, TPR, FT-IR, NMR, SEM, EDS, TEM e isotermas de adsorción-desorción de N<sub>2</sub>.

### RESULTADOS

Se detallan en esta sección, los resultados más importantes alcanzados en este trabajo.

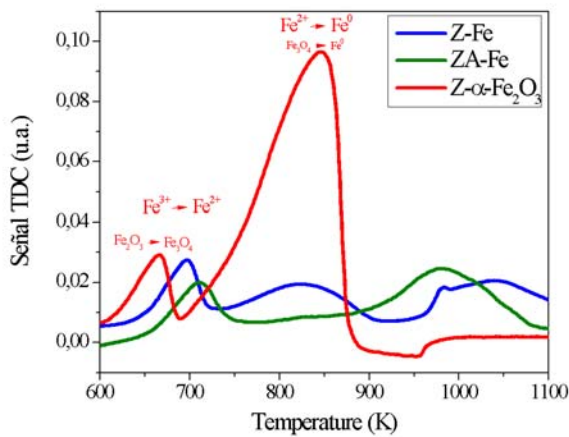
#### H<sub>2</sub>-TPR

Los perfiles de reducción de H<sub>2</sub> están representados en la Figura 1. Se observaron marcadas diferencias entre las muestras de ZA-Fe y Z-Fe. Para comprender mejor estas diferencias, se evaluó una mezcla mecánica compuesta por 7,8% de  $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 92,2% de Z en las mismas condiciones.

Las nanopartículas de hierro son más resistentes a la reducción cuando están soportadas sobre la zeolita, particularmente en ZA-Fe. La primera señal se desplaza casi 50K hacia temperaturas más altas para ZA-Fe, con respecto a la de Z- $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Alrededor de 823 K, Z-Fe muestra un pico que está ausente en ZA-Fe. Se ha informado que la reducción del hierro en la posición extrared como entidades de Fe<sup>3+</sup> compensadoras de carga ocurre a esta temperatura (Meloni, 2003). Finalmente, se observa un pico a 980 K en ambos materiales zeolíticos que ha sido reportado en materiales que contienen hierro isomórficamente enlazado en la red

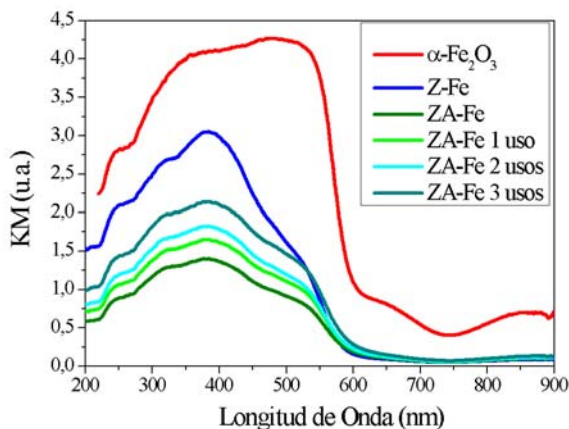
tetraédrica que conforma este tipo de estructuras (Meloni, 2003; Bordiga, 1996).

en UV-Vis y podría oxidarse después de cada reacción, contribuyendo así a aumentar la intensidad de los espectros.



**Figura 1:** Perfiles de reducción a temperatura controlada, TPR. (Rojo) Mezcla mecánica de  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  y H-ZSM-5, Z- $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ . (Verde) Nanopartículas de hematita sintetizadas sobre zeolita con porosidad jerarquizada, ZA-Fe. (Azul) Nanopartículas de hematita sintetizadas sobre matriz microporosa de H-ZSM-5, Z-Fe.

#### DRS UV-Vis



**Figura 2:** Espectros de DRS UV-Vis (Rojo)  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ . (Tonos de verde) ZA-Fe fresca y luego de tres usos en la degradación Foto-Fenton de naranja de metilo. (Azul) Z-Fe.

Los espectros DRS UV-Vis medidos se convirtieron a la función Kubelka-Munk y se representan frente a la longitud de onda en la Figura 2. ZA-Fe tiene la contribución más baja de la fracción correspondiente a grandes agregados de  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  de todas las muestras. Esto se puede esperar ya que las imágenes SEM de ZA-Fe no muestran evidencia de formación de aglomerados de óxido, ni las reflexiones características de  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  en su patrón DRX. El incremento constante en la absorbancia UV-Vis después de cada uso de este material es digno de mención. Esto sugiere la presencia de una proporción significativa de  $\text{Fe}^{2+}$  en él, que es invisible

## CONCLUSIONES

Los resultados de la caracterización evidencian las diferencias en las dos matrices zeolíticas, siendo la presencia de Al extra-red y el tamaño del cristal las más notables. Maturano (2001) y Berlier et al. (2002) han estudiado en profundidad las zeolitas Fe-ZSM-5. Aunque el procedimiento para la incorporación de Fe es muy diferente (deposición química en fase vapor en ambos casos), ambos llegaron a la conclusión de que el Al en la red puede influir en las especies de Fe que se encuentran en los catalizadores resultantes. Maturano (2001) sugirió que la presencia de especies binucleares de hidr(oxo) Fe podría depender de la naturaleza del Al en la matriz zeolítica. Dado que los óxidos de Al y Fe tienen la estructura de corindón con una celda unitaria hexagonal y sus parámetros de red son cercanos, se podría esperar un crecimiento epitaxial promovido por el Al extra-red (Li, 2012). La existencia de este tipo de Al en ZA podría explicar la aparición de cristales mucho más pequeños de lo previsto por la síntesis. El Al octaédricamente coordinado podría actuar como un sitio de nucleación para las nanopartículas de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  incipientes, generando así un mayor número de pequeños cristales.

## REFERENCIAS

- Berlier, Gloria, et al. "Evolution of extraframework iron species in Fe silicalite: 1. Effect of Fe content, activation temperature, and interaction with redox agents." *Journal of Catalysis* 208.1 (2002): 64-82.
- Bordiga, Silvia, et al. "Structure and Reactivity of Framework and Extra-framework Iron in Fe-Silicalite as Investigated by Spectroscopic and Physicochemical Methods." *Journal of Catalysis* 158.2 (1996): 486-501.
- Li, Song, Gao Wu Qin, and Liang Zuo. "Epitaxial growth of  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  thin films on c-plane sapphire substrate by hydrothermal method." *Materials Science Forum*. Vol. 702. Trans Tech Publications Ltd, 2012.
- Marturano, Pasqualino, et al. "The mechanism of formation of the Fe species in Fe/ZSM-5 prepared by CVD." *Physical Chemistry Chemical Physics* 3.24 (2001): 5585-5595.
- Meloni, D., et al. "Activity and deactivation of Fe-MFI catalysts for benzene hydroxylation to phenol by  $\text{N}_2\text{O}$ ." *Journal of Catalysis* 214.2 (2003): 169-178.
- Saux, Clara, et al. "Greener method to obtain a key intermediate of vitamin e over cu-zsm-5." *Industrial & Engineering Chemistry Research* 53.28 (2014): 11276-11283.
- Zhao, Yubao, et al. "Facile synthesis of uniform  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  crystals and their facet-dependent catalytic performance in the photo-Fenton reaction." *Journal of Materials Chemistry A* 1.24 (2013): 7242-7246.

## OXIDACIÓN DE TRANS-2-HEXEN-1-OL: EFECTO DEL OXIDANTE

B. M. Viola\*<sup>(1)</sup>; E. V. Sabre<sup>(1)</sup>; A. L. Cánepa<sup>(1)</sup>; S. G. Casuscelli<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Centro de Investigación y Tecnología Química (CITeQ-CONICET-UTN). Facultad Regional Córdoba, Maestro López esq. Cruz Roja Argentina, 5016, Córdoba, Córdoba.

\*E-mail del autor de contacto: bviola@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Los aceites esenciales son compuestos orgánicos volátiles que se encuentran en la naturaleza. Entre ellos, el trans-2-hexen-1-ol, que pertenece al grupo de C6 que se generan en todos los tejidos verdes de las plantas ante situaciones de daño o estrés (Pang, 2015). Mediante su oxidación se pueden obtener intermediarios estratégicos para la industria química, agroquímica, de fragancias y farmacéutica (Sienel et al., 2008).

Las arcillas minerales son materiales cristalinos formados por silicatos estratificados. Particularmente, la montmorillonita presenta un arreglo formado por una capa octaédrica entre dos capas tetraédricas. Los cationes que se encuentran en su intercapa pueden ser intercambiados por policationes voluminosos (Varma, 2002) que, mediante un tratamiento térmico, se transforman en pilares rígidos dando lugar a sólidos porosos conocidos como arcillas pilareadas (PILCs). Con elevada área específica, porosidad, propiedades ácidas y estabilidad térmica ofrecen un amplio campo de aplicación para procesos catalíticos. A su vez, cuando son modificadas con vanadio, son activas en diferentes reacciones como las oxidaciones y oxidaciones de alcoholes alílicos (Arfaoui et al., 2010).

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en la reacción de oxidación del alcohol (E)-2-hexen-1-ol en fase líquida utilizando peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), hidroperóxido de terc-butilo (TBHP) e hidroperóxido de cumeno (HPC) como oxidantes empleando arcillas pilareadas con Ti e impregnadas con V como catalizador.

### MÉTODOS

#### Síntesis de catalizadores

Se inició con un proceso de intercambio de los cationes de la montmorillonita por Na<sup>+</sup>, obteniéndose la Na-mont. Luego, se realizó el proceso de pilareado que consistió en añadir la solución pilareante a 0.5 L de una suspensión de 8 g/L de Na-mont. Dicha solución pilareante se preparó con Ti(OC<sub>4</sub>H<sub>9</sub>)<sub>4</sub> (Fluka) y HCl 6M en una relación molar H<sup>+</sup>/Ti=2 y la cantidad que se adicionó fue la necesaria para obtener una concentración de 10 mmol de Ti/g de arcilla. Posteriormente, la solución obtenida se mantuvo en agitación por 12 h. Se separó la fracción sólida por centrifugación, se secó y luego calcinó a 450 °C por 2 h obteniéndose la Ti-PILC. Sobre esta última se incorporó V

mediante impregnación húmeda, agregando por goteo una solución acuosa con la cantidad necesaria de sulfato de vanadilo (Sigma Aldrich 99%). El solvente se eliminó en un evaporador rotatorio y el sólido seco se calcinó a 450 °C durante 3 h bajo flujo de aire, denominándose V/Ti-PILC (0.5%), siendo 0.5% la fracción p/p de V en el soporte.

#### Caracterización fisicoquímica

Los patrones de difracción (DRX) se realizaron en un difractómetro D8 Advance BRUKER con radiación CuK $\alpha$  ( $\lambda=1.5418\text{\AA}$ )  $2\theta$  entre 2° y 70°. El área específica se obtuvo mediante isoterma de absorción y desorción de N<sub>2</sub> en un equipo Gemini V2.00 Micromeritis.

#### Evaluación catalítica

Las reacciones de oxidación se realizaron en un reactor batch de vidrio de 10 mL conectado a un condensador de reflujo y mediante agitación magnética vigorosa. Se utilizó trans-2-hexen-1-ol (Sigma Aldrich 96%) como sustrato, acetonitrilo (Sintorgan 99,5%) como solvente, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30% p/p, Cicarelli), TBHP (Sigma Aldrich 70%) o HPC (Sigma Aldrich 80%) como oxidantes. Se emplearon relaciones molares de solvente/sustrato=10, sustrato/oxidante=1 y la cantidad de catalizador utilizada fue de 9 g/litro de solución. La temperatura de reacción se mantuvo a 70 °C. Mediante una boca lateral se extrajeron las muestras de reacción que fueron filtradas y posteriormente analizadas por cromatografía gaseosa en un equipo AGILENT 7820 A provisto con una columna HP-1 y un detector FID.

### RESULTADOS

#### Caracterización fisicoquímica

La superficie específica del V/Ti-PILC fue de 105 m<sup>2</sup>/g mientras que la del material de partida fue 31 m<sup>2</sup>/g. El incremento en el área corrobora la formación de pilares que produjeron un aumento en el espaciamiento basal entre las capas de la arcilla. Este incremento también se observa en la Figura 1 donde se muestran los DRX de los materiales a bajo ángulo y se distingue un desplazamiento del pico que corresponde al plano (001).

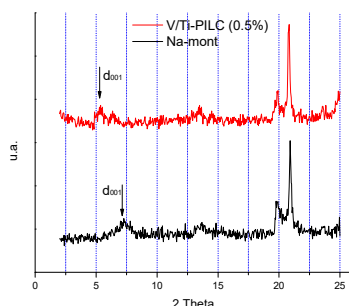


Fig. 1. DRX a bajo ángulo.

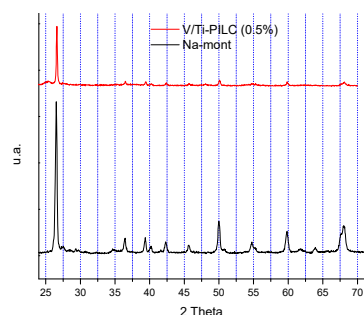


Fig. 2. DRX a alto ángulo.

Mediante la ley de Bragg se obtuvo la distancia entre las láminas siendo de 12.27Å en la Na-mont y 16.00Å en la V/Ti-PILC. En la Figura 2, a 26.7° se observa un pico característico del SiO<sub>2</sub> (cuarzo) (Arfaoui et al., 2009) y una reflexión a 25.2° asignada al TiO<sub>2</sub> en fase anatasa. No se observa presencia de V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> lo que sugiere que el V se encuentra de manera amorfa o disperso sobre la superficie de la Ti-PILC (Chen et al., 2011).

#### Evaluación catalítica

Tabla 1. Conversión lograda en 5 h de reacción.

Oxidante	Catalizador	Conversión (% mol)
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	-	2.47
TBHP	-	1.88
HPC	-	2.54
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	V/Ti-PILC (0.5%)	28.47
TBHP	V/Ti-PILC (0.5%)	12.10
HPC	V/Ti-PILC (0.5%)	4.34

La mayor conversión se alcanzó al emplear H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como oxidante y V/Ti-PILC (Tabla 1). Para todos los casos analizados se incrementó la conversión del sustrato al incorporar el catalizador en el medio de reacción. Utilizando V/Ti-PILC, se observó el mismo comportamiento con todos los oxidantes estudiados, obteniéndose 2-hexenal como producto mayoritario con selectividades del 66% mol, 76% mol y del 83% mol para el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, TBHP e HPC respectivamente (Figura 3A). A pesar de obtener una selectividad al aldehído superior con TBHP e HPC, el rendimiento a 2-hexenal alcanzado con esos oxidantes fue de 9.25% mol y 3.61% mol mientras que con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> fue del 18.8% mol. Además, el rendimiento a 2,3-epoxihexanol fue del 9.67% mol (Figura 3B). A su vez, el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sólo generó agua como subproducto de reacción mientras que el TBHP y el HPC generaron subproductos orgánicos. Cuando se empleó TBHP, se obtuvo terbutanol, en tanto que el HPC generó fenol, acetofenona e isopropil benceno, entre otros. La causa de las bajas conversiones logradas utilizando TBHP y HPC podría deberse a la estabilidad térmica de los mismos, el impedimento estérico y/o a la diferencia en el contenido de oxígeno activo. Se

continúa trabajando para poder justificar los resultados observados.

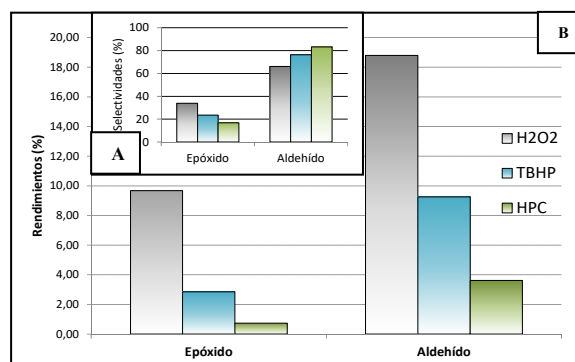


Fig. 3. Selectividades (A) y rendimientos (B) obtenidos.

## CONCLUSIONES

La actividad catalítica de la arcilla pilareada con Ti e impregnada con V se evaluó en la reacción de oxidación del trans-2-hexen-1-ol con H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, TBHP e HPC. Se obtuvo una conversión de 28.47% mol empleando H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y se alcanzó un rendimiento de reacción del 19% mol para el 2-hexenal. Los resultados obtenidos presentan una ventaja económica, debido al bajo costo del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, además de una ventaja ambiental ya que sólo se genera agua como subproducto de reacción.

## REFERENCIAS

- Arfaoui, J., Khalfallah Boudali L., Ghorbel, A., Delahay, G., "Effect of vanadium on the behaviour of unsulfated and sulfated Ti-pillared clay catalysts in the SCR of NO by NH<sub>3</sub>", *Catal. Today*, 142, 234-238 (2009).
- Arfaoui, J., Khalfallah Boudali L., Ghorbel, A., "Catalytic epoxidation of allylic alcohol (E)-2-Hexen-1-ol over vanadium supported on unsulfated and sulfated titanium pillared montmorillonite catalysts: Effect of sulfate groups and vanadium loading", *Appl. Clay Sci.*, 48 171–178 (2010).
- Chen, J., Liu, X., Li, G., Nie, X., An, T., Zhang, S., Zhao, H., "Synthesis and characterization of novel SiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub> co-pillared montmorillonite composite for adsorption and photocatalytic degradation of hydrophobic organic pollutants in water" *Catal. Today*, 164, 364–369 (2011).
- Pang, X., "Biogenic volatile organic compound analyses by PTR-TOF-MS: Calibration, humidity effect and reduced electric field dependency", *J. Environ. Sci.*, 32, 196-206 (2015).
- Siemel, G., Rieth, Rowbottom in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Epoxides, John Wiley&Sons, (2008).
- Varma, R. S., "Clay and clay-supported reagents in organic synthesis", *Tetrahedron*, 58, 1235-1255 (2002).

# ESCALADO DE UN FOTOREACTOR PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE ACEITUNAS DE MESA: PARÁMETROS INVOLUCRADOS

E.G. Zorzoli\*<sup>(1)</sup>; D.M. Alvarez<sup>(2)</sup>; D. Conte<sup>(1)</sup>; M.E. Crivello<sup>(2)</sup> S.N. Mendieta<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Grupo de Investigación en Modelos y Sistemas de Apoyo a la Decisión para la Eficiencia de las Organizaciones - GIMSE. Maestro López esq. Av. Cruz Roja Argentina. Ciudad Universitaria. CP 5016. Córdoba, Argentina.

<sup>(2)</sup> Centro de Investigación y Tecnología Química – CITeQ, CONICET – UTN. Maestro López esq. Av. Cruz Roja Argentina. Ciudad Universitaria. CP 5016. Córdoba, Argentina.

\*E-mail del autor de contacto: [ingezorzoli@hotmail.com](mailto:ingezorzoli@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El olivo, *Olea europea* L., pertenece a la familia botánica *Oleaceae*, con especies distribuidas en las regiones tropicales y templadas del mundo. El género *Olea* comprende a unas treinta y cinco especies, siendo *O. europea* L. la única de la familia con fruto comestible Álvarez, (2013).

En la región noroeste de la provincia de Córdoba, la olivicultura constituye una actividad económica de relevancia. Aunque gran parte de la producción de los frutos se destina a la industria aceitera, la elaboración de aceitunas en conserva ocupa un lugar preponderante en el mercado nacional. Las preparaciones industriales más importantes son: aceitunas verdes estilo español, aceitunas negras estilo californiano (negras aderezadas) y aceitunas negras naturales, Panagou, et al. (2008).

Durante la elaboración de aceitunas de mesa se utilizan grandes caudales de agua, que se transforman en efluentes con elevada concentración de polifenoles, cloruros, altos contenidos de fósforo, sulfuros, elevada demanda biológica y química de oxígeno (DBO y DQO) y sólidos sedimentables. Estos son de naturaleza diversa y se consideran tóxicos para vegetales, animales y microorganismos. En la actualidad, los efluentes se desechan sin tratamiento y se acumula en balsas abiertas, para reducir el volumen por evaporación.

Entre los posibles tratamientos a utilizar, se encuentran los Procesos de Oxidación Avanzada (PAOs), que incluyen las técnicas basadas en ultrasonido, plasma, peróxido hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) en combinación con UV-visible, Fenton, foto-Fenton y procesos tipo Fenton, fotólisis, fotocatalisis y procesos basados en el ozono (O<sub>3</sub>, O<sub>3</sub> en combinación con UV y O<sub>3</sub> con catalizador) (Arjunan et al., 2014).

En el escenario de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías, está presente la necesidad de convertir los logros en el laboratorio, en una estructura económica eficiente, para poder llegar al escalado de producción.

El objetivo de este trabajo es diseñar un modelo teórico del escalado industrial para el tratamiento de efluentes basado en reacción foto-Fenton, a partir del desarrollado a escala piloto.

## MÉTODOS

Para el tratamiento de efluentes, en primer lugar, es necesario, seleccionar la tecnología a utilizar. En la Fig. 1 se muestra el intervalo de aplicación de las diferentes tecnologías de tratamiento de aguas residuales, dependiendo del caudal de tratamiento y de la carga orgánica. Se observa que los PAOs son los más versátiles para el tratamiento de aguas residuales industriales, en cuanto al intervalo de caudal a tratar, como en la concentración de materia orgánica que se presentan los efluentes de la industria olivícola.

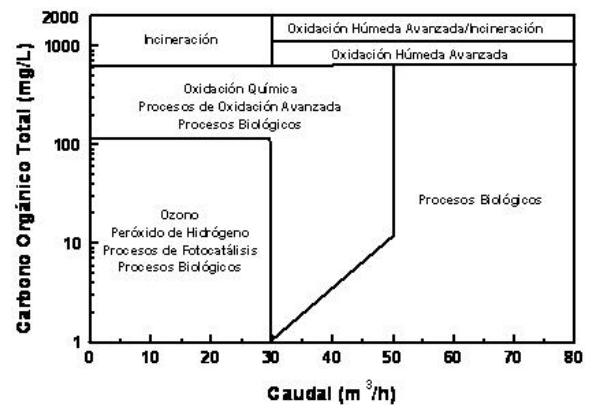


Fig. 1. Intervalo de aplicación de los diferentes procesos de oxidación de la materia orgánica.

Fuente: Glaze et al. (1987).

Una vez seleccionada la tecnología a utilizar, se realizaron ensayos en un fotoreactor a escala piloto. Los resultados obtenidos en esta etapa fueron la base para el desarrollo del estudio para el escalado industrial del proceso.

Para que el concepto de escalado se materialice, no se requiere transitar desde la escala piloto a la implementación final. Este modelo es largo y costoso, por lo que debe reducirse en la mayor medida posible (González, 2000).

Particularmente, para el escalado industrial de los procesos foto-Fenton, es necesario evaluar las siguientes variables:

- Volúmenes a tratar
- Dimensiones del reactor
- Potencia de la lámpara
- Dosis de radiación UV
- Tipo de aplicación (fijo o suspensión) y cantidad de catalizador a utilizar
- Cantidad y tipo de oxidante a utilizar

Para el escalado del fotoreactor, se utilizó el Principio de Semejanza, que se aplica a los sistemas en los cuales se emplean modelos homólogos, o sea aquellos modelos que sólo se diferencian del prototipo en el tamaño o escala. Se estudió puntualmente las dimensiones del reactor y la dosis de radiación de la lámpara utilizada.

## RESULTADOS

Específicamente para el escalado a nivel industrial, se adoptó el modelo de semejanza geométrica distorsionada (Fig. 2).

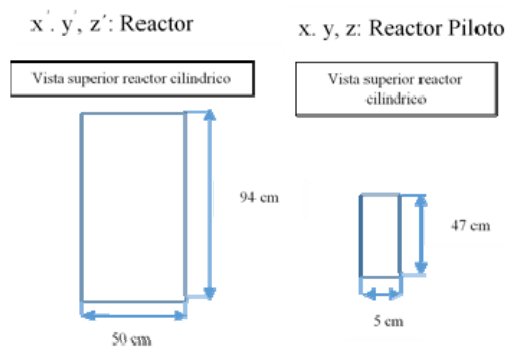


Fig. 2. Semejanza geométrica entre escala piloto y laboratorio.

En las siguientes expresiones matemáticas (1), aplicadas para los reactores a escala piloto e industrial, se verifica la semejanza geométrica distorsionada.

$$\frac{x'}{x} = \frac{50 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 10 \quad \frac{y'}{y} = \frac{50 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} = 10 \quad \frac{z'}{z} = \frac{94 \text{ cm}}{47 \text{ cm}} = 2 \quad (1)$$

En cuanto a la dosis de radiación UV aplicada, otra variable evaluada; se relaciona con la exposición de los contaminantes en el agua, el volumen y el tiempo de residencia del efluente en el reactor. Según Carett et al. (2003), la dosificación de la radiación UV requerida para destruir los microorganismos comunes varía entre 6000 y 10000  $\mu\text{ws}/\text{cm}^2$ , Además las normas para la dosificación de radiación UV en diferentes países varían entre 16000 y 38 000  $\mu\text{ws}/\text{cm}^2$ . Del análisis de radiación UV, se presentan los siguientes resultados:

Escala Piloto:

Volumen del reactor: 0,92 L

Tiempo de residencia:  $t = 5,52$  seg

Dosis:  $D = 24661 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

Los valores antes mencionados, indican que la dosis utilizada en la escala piloto se encuentra dentro de los límites recomendados, por lo que se asume que el rendimiento del sistema es favorable. En base en estos resultados, se realizaron los cálculos para el modelo teórico a escala industrial.

Volumen del reactor 184,21 L

Tiempo de residencia:  $t = 5,52$  seg

Dosis:  $D = 30498.99 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

Se puede observar que los valores obtenidos aplicando el método de semejanza, para la dosis de radiación se verifica dentro de la norma de dosificación establecidos.

## CONCLUSIONES

La problemática ambiental generada por los efluentes se presenta como un desafío, debido a la importancia socioeconómica que poseen las industrias dedicadas al procesamiento del fruto del olivo.

Mediante el método de escalado por semejanza del fotoreactor empleado, queda demostrado que es posible escalar los resultados obtenidos en la etapa piloto a la industrial, acortando notablemente los tiempos y disminuyendo los costos que implica el paso por etapas intermedias.

## REFERENCIAS

- Álvarez, D. Tesis doctoral. Obtención de aceitunas negras naturales. Estudio de procesos fermentativos que optimicen la calidad del producto. Córdoba (2013).
- Caretti C., Iubello C. (2003). Wastewater disinfection with PAA and UV combined treatment: a pilot plant study, Water Research, Vol. 37, , 2365-2371
- Glaze, W. H., Kang, J. W., Chapin, D. H., "The chemistry of water treatment processes involving ozone, hydrogen peroxide and ultraviolet radiation". Ozone Sci. & Technol., 9, 335-352 (1987).
- González Castellanos R. Principios básicos de escalado. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Centro de Estudios de Combustión y Energía (CECYEN). ISBN 959-16-0112-3. (2000)
- Panagou, E.Z.; Schillinger, U.; Franz, C.M.; Nychas, G.J. Microbiological and biochemical profile of cv. Conservolea naturally black olives during controlled fermentation with selected strains of lactic acid bacteria. Food Microbiology. 25:328–358. (2008)

*Estudio realizado en el marco de la Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental, 2019-2020: "Diseño del escalado de un sistema para tratamiento de efluentes provenientes de la elaboración de aceitunas, a partir de datos reales obtenidos a escala laboratorio, mediante materiales catalíticos". Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba.*

# Ingeniería Electrónica



## MINISATÉLITE CANSAT APLICADO AL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN DIVERSOS CONTEXTOS EDUCATIVOS

M. Arruabarrena<sup>(2)</sup>; L. Báez<sup>(1,2)</sup>; A. Fernández<sup>(2)</sup>; M. Lammers<sup>(2)</sup>; E. Marengo<sup>(2)</sup>;  
R. Medel<sup>\*(1,2)</sup>; L. Mori<sup>(2)</sup>; M. Requena<sup>(2)</sup>; A. Vicente<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba. Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, ciudad de Córdoba, Córdoba.

<sup>(2)</sup>Universidad Siglo 21. Calle de los Latinos 8555, ciudad de Córdoba, Córdoba.

\*E-mail del autor de contacto: rmedel@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Las misiones satelitales pueden utilizarse como un dispositivo de enseñanza para cursos curriculares o extracurriculares de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemática, por sus siglas en inglés) dado que son procesos complejos y multidisciplinarios que permiten aprender y ejercitar temas de ingeniería, electrónica, programación, sensores y otras disciplinas asociadas a un proyecto satelital. Los estudiantes construyen o utilizan modelos de satélites pequeños siguiendo un proceso que los lleva por las diferentes etapas por las que debe pasar una misión satelital, v.g. diseño, construcción, testeo, validación, ejecución, análisis y obtención de resultados, lo cual permite a los docentes aplicar un enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas (Minniard y Minniard, 2013). En particular, y debido a su bajo costo y simplicidad de construcción y uso, los modelos de satélites no orbitales del tamaño de una lata de gaseosa, denominados CanSat (Walker et al., 2010; Ferraz et al., 2017; Anchino et al., 2019) se utilizan en procesos de enseñanza y aprendizaje de ciencias experimentales en varios entornos. Cada etapa de una misión real puede simularse utilizando estos modelos no orbitales, contruidos con elementos fácilmente asequibles en tiendas de electrónica o adquiridos a través de un kit, tales como el ESA CanSat kit, T-Minus CanSat kit o CANduino. Sin embargo, relevamos que el éxito de estos cursos y los temas abordados dependen del nivel de conocimiento e interés de los docentes y las características de los CanSats utilizados, en lugar de depender de factores tales como los objetivos de enseñanza, el interés de los estudiantes o las competencias resultantes del proceso de enseñanza-aprendizaje (Arruabarrena et al., 2019).

Proponemos extender el uso de CanSats a diversos contextos educativos, donde docentes y estudiantes sin conocimientos previos específicos sobre las temáticas y disciplinas involucradas, puedan adaptar el proyecto a las necesidades de cada curso, utilizando un modelo de CanSat modular y un currículum situado, articulado y flexible para diferentes entornos y niveles de enseñanza, teniendo en cuenta sus múltiples realidades y necesidades. En este trabajo presentamos nuestros avances en el desarrollo de un CanSat y un currículum a ser utilizado en diverso contextos.

### MÉTODOS

Para desarrollar y validar nuestra propuesta estamos aplicando una metodología de investigación que combina la

investigación exploratoria sobre el concepto de misión satelital aplicada a la enseñanza con una investigación correlacional que busca determinar el grado de relación entre las prácticas educativas propuestas y los conceptos adquiridos por los alumnos.

Los dos primeros pasos, realizados en paralelo, son el diseño y construcción de un prototipo de CanSat modular para ser utilizado en las aulas experimentales, y el diseño de un currículum flexible que permita seleccionar los temas a ser desarrollados en cada curso, dependiendo de múltiples factores del contexto educativo.

El segundo paso en esta investigación, aún por realizarse, es aplicar estas prácticas educativas en aulas experimentales y validar los resultados esperados, analizando la adquisición de conocimientos y competencias por parte de los alumnos y, al mismo tiempo, refinando tanto el modelo de CanSat como de currículum flexible.

### RESULTADOS

Como resultado de nuestro trabajo hasta el momento hemos diseñado y construido un demostrador tecnológico del CanSat y se estableció una matriz de temas que pueden seleccionarse para armar un curso sobre estas tecnologías.

El demostrador tecnológico, cuyo diagrama de conexionado se muestra en la Fig. 1, es un paso previo a la construcción de un prototipo que pueda usarse en un contexto áulico seguro. Nuestro modelo de CanSat incluye como sensores un giróscopo y acelerómetro (MPU6050) y un sensor de presión y altitud (BMP180), una memoria microSD y como computadora de a bordo un Arduino Nano.

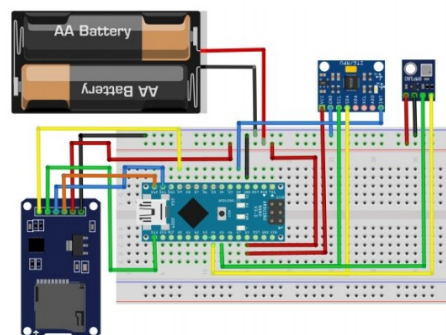


Fig. 1. Diagrama de conexión de componentes del demostrador tecnológico.

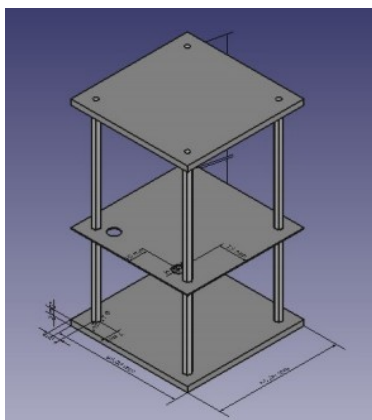


Fig. 2. Diseño de la estructura del demostrador tecnológico.

A partir de este diseño se creó una estructura (ver Fig. 2) que permite organizar los diferentes componentes de la forma en que deben ir ubicados en la "lata" que forma el CanSat, cuyas medidas estándar, según la Agencia Espacial Europea (Artusa et al., 2013), es un cilindro de 115 mm de altura y 66 mm de diámetro (ESA Education Office and T-Minus Engineering, 2018).



Fig. 3. Demostrador tecnológico construido.

En cuanto al diseño del currículum flexible que pueda ser utilizado por diferentes docentes según el contexto de su curso, es decir, según los objetivos educativos, el conocimiento previo (tanto del docente como de los estudiantes), el presupuesto disponible y los intereses de los estudiantes, entre otros factores, comenzamos a diseñar un plan de temas matricial (ver Tabla 1) donde las columnas representan los aspectos tecnológicos cubiertos por los cursos basados en misiones satelitales, y las filas representan la profundidad en la que se tratan estos temas, según las categorías de la Taxonomía de Bloom.

El docente podrá seleccionar un "camino" que comienza en los temas de la izquierda (Planificación y Procesos) y vaya avanzando hacia la derecha (Segmento Terreno, Segmento de Vuelo y Segmento de Lanzamiento), hasta completar la misión. Aún queda por completar para cada celda de la matriz los conocimientos y competencias requeridos a los estudiantes al ingresar al tema y los

conocimientos y competencias que se pueden adquirir al realizar las actividades asociadas al tema. Este esquema modular con la Entrada/Salida de cada tema permitirá a los docentes seleccionar el camino deseable para su curso.

Tabla 1. Matriz de temas.

Misión Satelital								
Planificación y Procesos		Segmento Terreno		Segmento de Vuelo			Segmento de Lanzamiento	
Plan	Procesos	Procesamiento de datos/TM	Almacenamiento y Recuperación de datos/TM	Recolección de datos/TM	Almacenamiento y transmisión de datos/TM	Estructura del satélite	Vuelo	Recuperación
Seguindo un plan pre-definido	Seguindo procesos pre-definidos	Vista pre-programada	Formulario simple para búsqueda en Base de Datos	Sensores pre-instalados	Memoria a bordo	Provista	Desde edificio	Paracaídas provisto
Definir un plan simple	Definición de parte de los procesos	Planilla de cálculos	Formulario adaptable para búsqueda	Selección de múltiples sensores	Transmisión inalámbrica a Seg Terreno	Impreso en 3D desde archivo provisto	Globo	Diseño de paracaídas
Plan negociado con múltiples partes	Definición de todos los procesos	Procesamiento programa do con bloques	Creación de consultas a la Base de Datos	Modificación de sensores	Procesamiento a bordo	Impreso en 3D modificando un archivo	VANT (dron)	Dispositivo de liberación provisto
Plan de múltiples caminos negociado con múltiples partes		Procesamiento programa do en lenguaje textual	Definición y creación de base de datos	Diseño y construcción de sensores	Procesamiento a bordo y envío inalámbrico a Seg Terreno	Nuevo diseño e impresión 3D o construcción	Cohete	Diseño y construcción de dispositivo de liberación

## CONCLUSIONES

Nuestro proyecto está en sus etapas iniciales, pero los resultados obtenidos, que incluyen el hardware y software de un demostrador tecnológico, una tabla de temas para un currículum flexible y un profundo análisis bibliográfico de la aplicación de tecnología satelital aplicada a la enseñanza (publicado previamente), nos indican que estamos en el camino correcto y podemos asumir que es posible crear un dispositivo didáctico adaptable a las distintas realidades de los diferentes contextos en que se realiza la tarea docente.

## REFERENCIAS

- Anchino, L., Torti, A., Miretti, M., Bernardi, E., Peretti, G. y Podadera, R., "Desarrollo de un Dispositivo CANSAT para Fomentar el Acceso a las Tecnologías Espaciales", XXI WICC, San Juan, Argentina (2019).
- Arruabarrena, M., Fernández, A., Medel, R. y Mori, L., "Estudio bibliográfico del estado del arte del desarrollo y aplicaciones educativas de CanSats", X CATE (2019).
- ESA and T-Minus, "2018 European Cansat Competition Tips for Teams", (2018).
- Ferraz, M. C., Pereira, M. C. and Greco, M., "Design of a Generic Platform for an Educational CanSat", Proc. of the 1st IAA Latin American Symp. on Small Satellites, Buenos Aires, Argentina (2017).
- Minniard, C. y Minniard, V. "Aprendizaje basado en problemas (ABP) en los alumnos de carreras técnicas", XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Paraná, Entre Ríos, 1077-1081 (2013).
- Walker, R., Galeone, P., Page, H., Castro, A. and Emma, F., "ESA Hands-On Space Education Project Activities for University Students: Attracting and Training the Next Generation of Space Engineers", IEEE EDUCON 2010, Spain, 1699-1708 (2010).

# OBSERVADOR DE SALIDA DE TIEMPO DISCRETO PARA DETECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN ELEMENTOS SENSORES

Emanuel Bernardi<sup>(1)\*</sup>; Eduardo J. Adam<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional. Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba

<sup>(2)</sup> Universidad Nacional del Litoral. Santiago del Estero 2854, Santa Fe, Santa Fe

\*ebernardi@sanfrancisco.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los sistemas de control han evolucionado, desde simples estructuras de realimentación mecánicas hasta la concepción de estrategias avanzadas, cuya implementación sobre dispositivos electrónicos permite significativas mejoras en la operación de sistemas complejos y/o altamente inestables, optimizando costos y esfuerzos de control.

El diseño de un controlador convencional, ante un evento como el mal funcionamiento de un actuador, sensor u otro componente del sistema, puede resultar en un rendimiento insatisfactorio, o incluso llevar al sistema a la inestabilidad. Para superar estas debilidades, resulta necesario el desarrollo de sistemas de *Detección y Diagnóstico de Fallas* (FDD) capaces de inferir, en una fase temprana de su desarrollo, la ocurrencia de una falla e indicar la razón que la causó, conociendo en detalle las anomalías del sistema. Los sistemas FDD, usualmente, llevan a cabo tres tareas principales: detección de fallas, aislamiento de fallas y estimación de fallas (Gertler, 1998).

En base a lo previamente expuesto, el presente trabajo presenta el diseño de un conjunto de *Observadores de Salida con Entrada Desconocida* (LPV-UIOO) para el desarrollo de un esquema FDD de tiempo discreto, capaz de detectar, aislar y diagnosticar el funcionamiento defectuoso de elementos sensores en sistemas no lineales, que aceptan representación *Lineal de Parámetros Variables* (LPV), para luego evaluar su comportamiento y capacidades sobre un proceso típico de la industria de procesos químicos.

## DISEÑO DEL OBSERVADOR DE SALIDA

Primeramente, se considera la representación discreta de un sistema no lineal a través de un modelo LPV que contempla el ingreso entradas desconocidas y fallas a la salida. Esto es,

$$x(k+1) = \sum_{i=1}^M \mu_i(\zeta(k)) (A_i x(k) + B_i u(k) + F_i d(k) + \Delta x_i)$$

$$y(k) = \sum_{i=1}^M \mu_i(\zeta(k)) (C_i x(k) + D_i u(k) + H_i f_y(k) + \Delta y_i)$$

donde  $x(k) \in R^n$ ,  $u(k) \in R^m$ ,  $d(k) \in R^q$ ,  $y(k) \in R^p$  y  $f_y(k) \in R^o$  son el vector de estados, entradas, entradas desconocidas, salidas y fallas a la salida, respectivamente.

Además,  $A_i$ ,  $B_i$ ,  $C_i$ ,  $D_i$ ,  $F_i$  y  $H_i$  son matrices constantes de dimensiones apropiadas. En general, para los sistemas estrictamente propios, las matrices  $D_i$  son nulas, además, matrices  $C_i$ , para el alcance de este estudio, están conformadas por matrices identidades de dimensiones apropiadas  $I_{p \times n}$ , como consecuencia, la salida  $y(k)$  se reduce a una simple combinación ponderada de las fallas a la salida y las variables de estado.

$$y(k) = Cx(k) + Hf_y(k). \quad (1)$$

Por otro lado, las funciones de pertenencia  $\mu_i(\cdot)$  dependientes de un parámetro variable  $\zeta(t)$ , vinculado a entradas o salidas, satisfacen:

$$\mu_i(\zeta(t)) \geq 0; \quad \sum_{i=1}^M \mu_i(\zeta(t)) = 1.$$

Entonces, considerando que la matriz  $H$  se compone de una fila específica de la matriz  $C$ , correspondiente a la salida no monitoreada (sensor bajo análisis), y seleccionando una matriz de transformación  $T_2$ , tal que  $J = T_2 C$ , donde  $J \in R^{p \times o}$  solo contiene las filas de  $C$  correspondientes con las salidas monitoreadas (demás sensores). Entonces, en base al desarrollo de un observador de entrada desconocida para sistemas lineales (Darouach et al., 1994), la ecuación de salida del sistema (1), es transformada en,

$$\tilde{y}(k) = Jx(k).$$

Entonces, con el propósito de estimar las variables de estado  $x(k)$ , se formula un observador de entrada desconocida como,

$$z(k+1) = \sum_{i=1}^M \mu_i(\zeta(k)) (N_i z(k) + G_i u(k) + L_i \tilde{y}(k) + \Delta z_i)$$

$$\hat{x}(k) = z(k) - E\tilde{y}(k)$$

$$\hat{y}(k) = C\hat{x}(k)$$

donde  $z(k) \in R^n$ , y las matrices  $N_i \in R^{n \times n}$ ,  $G_i \in R^{n \times p}$ ,  $L_i \in R^{n \times p}$  y  $E \in R^{n \times p}$  son las ganancias del observador a ser determinadas.

Para ello, definiendo el error de estimación de estados

$$e(k) = \hat{x}(k) - x(k)$$

$$= z(k) - T_1 x(k)$$

siendo  $T_1 = (I + EJ)$ , entonces la dinámica del error de estimación es

$$e(k+1) = \sum_{i=1}^M \mu_i(\zeta(k)) (N_i e(k) + (N_i T_1 + L_i J - T_1 A_i) x(k)$$

$$+ (G_i - T_1 B_i) u(k) - T_1 F_i f_u(k) + \Delta z_i - T_1 \Delta x_i)$$

Consecuentemente, si se cumplen las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned} T_1 F_i &= 0, & G_i - T_1 B_i &= 0 \\ N_i T_1 + L_i J - T_1 A_i &= 0, & \Delta z_i - T_1 \Delta x_i &= 0 \end{aligned}$$

la dinámica del error de estimación resulta

$$e(k+1) = \sum_{i=1}^M \mu_i(\zeta(k)) N_i e(k)$$

de esta forma, si  $N_i$  es cuadráticamente Schur,  $e(k+1) \rightarrow 0$  asintóticamente.

**Teorema 1.** Si existen las matrices  $S, W_i, \forall i \in Z_{1:M}$  y una matriz simétrica definida positiva  $X > 0$  tal que,

$$\begin{bmatrix} 2\alpha X & A_i^T X + A_i^T J^T S^T - J^T W_i^T \\ [X A_i + S J A_i - W_i] & 2\alpha X \end{bmatrix} < 0 \quad (2)$$

sujeto a la restricción de desacople de la entrada desconocida

$$(X + S J) F_i = 0$$

entonces, el observador es un LPV-UIOO. Esto es,  $e(k)$  converge asintóticamente a cero desde cualquier estado inicial  $e(0)$ .

*Demostración:* La demostración del Teorema 1 escapa a los alcances de este artículo, pero el lector puede consultar las herramientas provistas en Boyd (1994).

*Remarca:* El Teorema 1 muestra que el problema de diseño del LPV-UIOO se resuelve a través de la Desigualdad Lineal Matricial (LMI) (2).

Adicionalmente, las matrices de ganancia del observador resultan:

$$\begin{aligned} N_i &= (1 + X^{-1} S J) A_i - X^{-1} W_i J, & G_i &= (1 + X^{-1} S J) B_i \\ L_i &= X^{-1} W_i - N_i E, & \Delta z_i &= T \Delta x_i \end{aligned}$$

**Detección y Diagnóstico de fallas:**

De acuerdo con los esquemas preexistentes se construyó un banco de observadores generalizados que detectan y diagnostican fallas en elementos sensores, en base al análisis de sus residuos. Debido a las restricciones de longitud de este documento no se proveen mayores detalles, pero lectores interesados pueden consultar literatura afín (Blanke, 2016; Pico y Adam, 2017).

**EJEMPLO ILUSTRATIVO**

Considere el modelo de proceso de un Reactor Continuo de Tanque Agitado (CSTR), presentado en Adam (2018) y bosquejado en la Fig. 1. Se ha desarrollado un banco de LPV-UIOO y se ha simulado su comportamiento, con el objetivo de detectar, aislar y estimar el ingreso de fallas en sus elementos de medición.

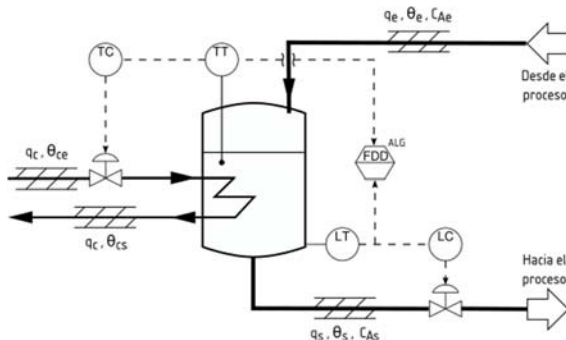


Fig. 1. Diagrama del proceso CSTR.

La Fig. 2 exhibe los resultados de la simulación. En ella, se observa la convergencia y capacidades de seguimiento del observador ante cambios de consigna. Seguidamente, entre los  $t = 80$  min y los  $t = 150$  min se introduce en el sensor de volumen una falla de comportamiento exponencial (error de calibración) de hasta el 1,5 % de  $V_{max}$ . A continuación, con el objetivo de visualizar el comportamiento del módulo FDD en distintos puntos de operación, se aplicó un cambio lineal de consigna. Por último, una falla de comportamiento exponencial (acumulación de sarro) de hasta el 1 % de  $T_{max}$  ocurre en el sensor de temperatura entre los  $t = 300$  min y los  $t = 380$  min.

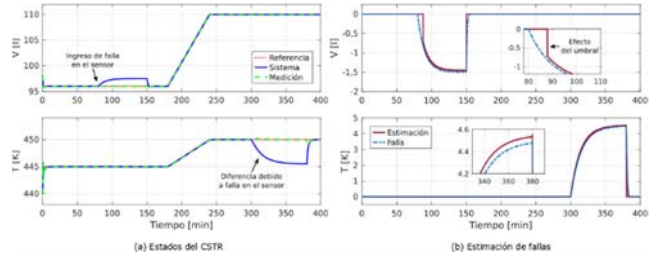


Fig. 2. Detección y diagnóstico de fallas en el CSTR.

Las salidas del banco de observadores propuesto y del sistema no lineal se bosquejan en la Fig. 2a. Por otro lado, la Fig. 2b presenta la estimación de las fallas ocurridas, generada por los observadores.

**CONCLUSIONES**

Se presentó el diseño de un esquema de FDD basado en el uso de un banco de observadores de salida aplicados a un sistema no lineal que admite representación LPV con entrada desconocida, en tiempo discreto. Los observadores propuestos y sus condiciones de estabilidad se basan en la resolución de un problema LMI.

Es importante tener en cuenta que la principal propuesta de este trabajo es el diseño de un LPV-UIOO, de tiempo discreto, a partir de herramientas de diseño comúnmente utilizadas en sistemas lineales.

**REFERENCIAS**

Gertler, J. J., *Fault Detection and Diagnosis in Engineering Systems*. 1a ed. CRC Press, (1998).  
 Darouach, M.; Zasadzinski, M. y Xu, S. J., "Full-order observers for linear systems with unknown inputs". En: IEEE Transactions on Automatic Control. 39.3 (1994), págs. 606-609. ISSN: 0018-9286.  
 Boyd, S. P., *Linear Matrix Inequalities in System and Control Theory*. Vol. 15. Society for Industrial y Applied Mathematics, 1994, ISBN:089871334X.  
 Blanke M., *Diagnosis and Fault-Tolerant Control*. 3ed. Springer-Verlag, 2016. ISBN: 978-3-662-47942-1.  
 Picó, M. F. y Adam, E. J., "Fault Diagnosis and Tolerant Control Using Observer Banks Applied to Continuous Stirred Tank Reactor". En: *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal* (2017).  
 Eduardo J. Adam. *Instrumentación y Control de Procesos. Notas de Clase*. 3ed. Santa Fe: Ediciones UNL, (2018).

## CÁMARA UV-C PARA SANITIZACION DE ELEMENTOS DE PROTECCION

C.A. Centeno\*<sup>(1)</sup>; F.J. Cagnolo<sup>(1)</sup>; C.E. Olmos<sup>(1)</sup>; M.A. Salamero<sup>(1)</sup>; F. Linares<sup>(1)</sup>; J.A. Voos<sup>(1)</sup>; V. Anchorena<sup>(2)</sup>; R. A. Iglesias<sup>(3)</sup>;

<sup>(1)</sup> Grupo de Investigación y Transferencia en Electrónica Avanzada - Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba . Maestro Lopez esq. Cruz Roja, Córdoba, Córdoba

<sup>(2)</sup> Hospital Córdoba. Libertad 2051, Córdoba, Córdoba

<sup>(3)</sup> INFIQC-CONICET Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Córdoba

\*E-mail del autor de contacto: ccenteno@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

En la actualidad la demanda de elementos de protección personal se ha visto incrementada por la pandemia originada por el COVID-19.

La Organización Mundial de Salud (OMS) ante la eventualidad de la falta de provisión de estos elementos de protección, plantea como alternativas, la posibilidad del uso extendido, ampliando el tiempo recomendado por los fabricantes, o su reprocesamiento y posterior reutilización, además de considerar elementos de protección alternativos a los recomendados.

Ante un escenario de reutilización, se debe destacar que cualquier artículo sin un proceso de esterilización se considera inadecuado e inseguro, considerando que es muy importante establecer que el reprocesamiento para su posterior uso debe ser realizado por personal capacitado en departamentos especializados dentro de los centros médicos o por prestadores externos con capacidades similares.

Si bien muchos dispositivos médicos están diseñados para ser reutilizables, no es el caso específico de los protectores faciales o máscaras médicas.

En la actualidad los métodos para procesar elementos de protección personal de un solo uso y su posterior reuso no están bien establecidos ni estandarizados y por lo tanto deben considerarse sólo cuando hay escasez o falta.

En virtud de esto y en la búsqueda de proponer una solución ante la eventual falta de elementos, es necesario entonces garantizar:

- a. La eficacia del reprocesamiento y consecuentemente la desinfección o esterilización de los elementos de protección personal.
- b. Que el método de reprocesamiento no posea toxicidad residual.
- c. El mantenimiento de la integridad funcional y la forma de los elementos de protección personal luego del reprocesamiento.

Es muy importante que se sigan las instrucciones brindadas por los fabricantes si es posible la reutilización

de los elementos fabricados por ellos, y además certificar que el elemento de protección procesado pueda ser utilizado post tratamiento.

Basados en investigaciones (Heimbuch et al., 2019), sobre estudios de uso de métodos de procesamiento alternativos para reutilizar material de protección personal, se propone el desarrollo de un sistema que emplea luz ultravioleta del tipo C para procesar elementos de protección personal mediante la aplicación de un protocolo definido, utilizando un sistema embebido que controle la potencia y/o duración del tiempo de radiación y almacene información relacionada con los diversos procedimientos que se realicen sobre los elementos antes detallados.

### MÉTODOS

El proceso de sanitización requiere la aplicación de una dosis de radiación UV-C igual o superior a 1000 mJ/cm<sup>2</sup>.

Se deben introducir los elementos de protección personal en la cámara y luego del tiempo determinado para obtener la dosis de radiación, deben ser sometidos a pruebas de inspección para verificar posible desgaste.

El tiempo de exposición puede ser ajustado a medida que se realicen test de uso y se evalúen los resultados obtenidos.

### RESULTADOS

Inicialmente se procedió al relevamiento de la curva de radiación de la lámpara UV-C OSRAM PURITEC HNS 15W G13, Fig. 1, para la determinación de la disposición final en el equipo.

Con los valores de potencia radiante relevados se procedió al diseño del equipo final, en el cual se dispusieron ocho unidades emisoras de UV-C, con el fin de iluminar; los elementos de protección personal a ser procesados, en toda su superficie.

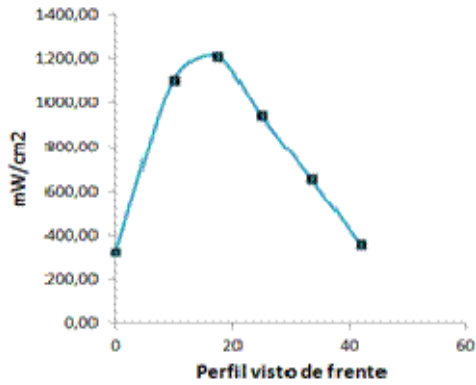


Fig. 1. Perfil de radiación de Lámpara UV-C.

Posteriormente se midió la potencia radiante, con un Optical Power Meter Newport 1916-C, en todas las posiciones posibles, cuyos valores son consignados en la Tabla 1.

Tabla 1. Relevamiento de Radiación Equipo Final

	A	B	C	D	E	F	G
A	124	287	350	370	324	391	406
B	225	458	833	1068	1103	1127	907
C	130	407	828	1109	1211	1159	938

En la Fig. 2 se presenta el mapa de potencia radiante final.

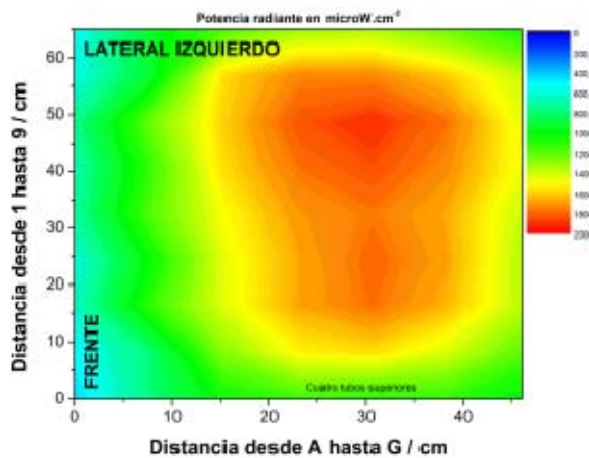


Fig. 2. Mapa de Potencia Radiante Final.

Con la ecuación 1 y los valores relevados se determinó el tiempo mínimo de exposición.

$$T = \frac{\text{Dosis mínima (mJ/cm}^2\text{)}}{\text{Radiación mínima medida (mW/cm}^2\text{)}} \quad (1)$$

En la Fig. 3, se presenta el equipo final que incluye el control del tiempo de exposición y de factores como Temperatura y Humedad mediante un sistema embebido integrado.



Fig. 3. Equipo para sanitización con UV-C.

## CONCLUSIONES

Se desarrolló un equipo que permite obtener la dosis de radiación establecida en los trabajos de investigación de referencia en un tiempo mínimo de 21 minutos.

Se propone definir en base a trabajo de laboratorio; el protocolo de aplicación para los elementos a procesar, en colaboración con expertos, a los fines de realizar ensayos sobre muestras, de manera de establecer y/o validar los tiempos mínimos y las normas aconsejadas para el reuso de elementos de protección personal procesados con el dispositivo motivo del proyecto.

La potencia radiante se debe garantizar mediante la medición de la misma a intervalos regulares de tiempo, para mitigar el efecto de degradación de la potencia emitida y así ajustar el tiempo de exposición.

Sería óptimo el uso de un bioindicador para garantizar la dosis aplicada.

El equipo se encuentra transferido a la Central de Esterilización del Hospital Córdoba, donde se realizan en la actualidad pruebas de tipo cualitativas para validar la efectividad del proceso.

## REFERENCIAS

- Viscusi, D.J., Bergman, M.S., Eimer, B.C. and Shaffer, R.E. "Evaluation of five decontamination methods for filtering facepiece respirators". *Annals of occupational hygiene*, 2009. 53(8): p. 815-827.
- Bergman, M.S., Viscusi, D.J. and Heimbuch, B.K., "Evaluation of Multiple (3-Cycle) Decontamination Processing for Filtering Facepiece Respirators". *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2010. 5(4): p. 33-41.
- Viscusi, D.J., King, W.P., Shaffer, R.E., "Effect of decontamination on the filtration efficiency of two filtering facepiece respirator models". *Journal of the International Society for Respiratory Protection*, 2007. 24: p. 93-107.
- Lindsley, W.G., Martin, S.B., Thewlis, R.E., Sarkisian, K., Nwoko, J.O., Mead, K.R., and Noti, J.D., "Effects of ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) on N95 respirator filtration performance and structural integrity". *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2015. 12(8): p. 509-517.
- Heimbuch, B., "Research to Mitigate a Shortage of Respiratory Protection Devices During Public Health Emergencies". *Applied Research Associates*, 2019.

## DESARROLLO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE MEDICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES POR IOT CON SOPORTE DE FUNCIONES EN LA NUBE

Colombo Juan Carlos \*<sup>(1)</sup>; Egea Rubén Darío <sup>(1)</sup>; Poli Fabio <sup>(1)</sup>; Navarro, Ruben Roberto <sup>(1)</sup>; Leal, Angel Martín <sup>(1)</sup>; Colombo Carlos Ignacio <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>U.T.N Facultad Tucuman. Rivadavia 1050, S. M. de Tucuman, Tucuman

\*E-mail del autor de contacto: colombojcc@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta el desarrollo de un dispositivo electrónico para la medición de variables ambientales en diferentes ámbitos de aplicaciones como agua, suelo y aire. Se utilizan nuevas tecnologías electrónicas de comunicación, medición, control y procesamiento de la información soportada por la nube informática en IoT, Internet of Things o Internet de las cosas, entre otros medios alternativos de comunicación.

Mediante este medio de comunicación los dispositivos de medición y control de variables ambientales que configuren una red, pueden estar distribuidos en cualquier lugar geográfico, comunicarse entre sí o comunicarse con otros medios como un centro de control.

### MÉTODOS

Las mediciones de variables ambientales son del tipo indirecta, siendo imprescindible convertir la magnitud física real a valores analógicos y/o digitales en condiciones de procesarla, almacenarla, visualizarla en un display y de ser enviada en forma remota por un medio de comunicación a un centro de control o a un celular.

Inicialmente se miden y procesan **Temperatura, Conductividad, Turbidez, Oxígeno Disuelto y PH del Agua**, para lo cual se desarrollaron los dispositivos electrónicos capaces de medir estas variables en sus diversos ámbitos como agua corriente, agua sin movilidad, efluentes industriales, etc.

### RESULTADOS



**Figura 1.** Visualización de la Construcción interna del instrumento de medición de variables ambientales.

La Figura 1 muestra el dispositivo electrónico desarrollado en su parte interna y la figura 2 muestra la vista externa del mismo.



**Figura 2.** Vista externa del instrumento de medición de variables ambientales y sensores utilizados.

El **sistema de control del dispositivo desarrollado se adapta al ámbito de aplicación** y su plataforma de desarrollo permite utilizar los mismos dispositivos construidos en diferentes lugares físico de uso, como aire y suelos, con la inclusión de los sensores específicos y la adaptación del firmware a las variables a medir, incluyendo la visualización como puede verse en la Figura 3.



**Figura 3.** Display de presentación de medición de variables ambientales.

De manera que el instrumento de medición, control, procesamiento, almacenamiento y comunicación tiene la capacidad de medir las diferentes variables ambientales, y

al estar construido con chip programables del tipo PSoC, Programable System on Chip-Sistema programable en chip, en placa SMD, Surface Mount Technology-Tecnología de Montaje Superficial, se pueden reconfigurar en cualquier momento su estructura de hardware a nivel digital y analógico, así como firmware, permitiéndole trabajar con cualquier tipo de sensor con salida normalizada.

Finalmente el dispositivo electrónico desarrollado transmite la información a través de IoT a cualquier dispositivo conectado a la red como se puede observar en la Figura 4.



**Figura 4.** Visualización de Medición de Variables Ambientales en un Celular transmitidas por IoT.

La capacidad de reconfiguración de hardware y firmware permite adaptarlo a cualquier nuevo sistema de comunicación que aparezca. Disminuyendo además el costo de estos sistemas al disponer de un SoC propio que integra la mayoría de las funciones en sí mismo obteniendo como resultado que la cantidad de componentes externos es reducida en relación con aplicaciones de tecnologías convencionales. Se simplifican los PCB's, placas de circuitos impresos, al hacerlo de montaje superficial SMD, disminuyendo sus respectivos costos de fabricación y tamaños

## CONCLUSIONES

La contaminación ambiental se ha convertido en los últimos tiempos en un problema cada vez más importante y de mayores proporciones, de manera que el sistema de medición universal de variables ambientales que se presenta en esta oportunidad contribuye a disponer de un elemento de medición electrónica que sobre una misma plataforma de desarrollo sirve para diferentes ámbitos, con lo cual su costo disminuye y aumenta la eficiencia en diferentes aplicaciones ambientales: Agua, Suelos y Aire.

## REFERENCIAS

- Cruz Mínguez V., Gallego Martín E. y González de Paula L.(2009). "Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental" - Universidad Complutense de Madrid.
- Hiroyuki Yoshikawa (2012). "Design Methodology for Research and Development Strategy",96.
- Rajasekar S.,Philominathan P.y Chinnathambi V., (2013). "RESEARCH METHODOLOGY",53.
- Amphenol Advanced Sensors. "NTC Type NK Thermometrics Epoxy – Coated Chip Thermistor" (2018)
- Vishay / BC Components. "PTC Thermistors, Inrush current limiter and Energy Load-Dump", (2017)



# SISTEMA DE MEDICIÓN DE GLUCOSA EN SANGRE BASADO EN MÉTODO IMPEDANCIMÉTRICO

Colombo Juan Carlos\* <sup>(1)</sup>; Navarro, Ruben Roberto <sup>(1)</sup>; Leal, Angel Martin <sup>(1)</sup>;  
 Egea Rubén Darío <sup>(1)</sup>; Colombo Carlos Ignacio <sup>(1)</sup>; Poli Fabio <sup>(1)</sup>  
<sup>(1)</sup>UTN - FRT. Rivadavia 1050, S.M. de Tucuman, Tucuman  
 \*E-mail del autor de contacto: colombojcc@gmail.com

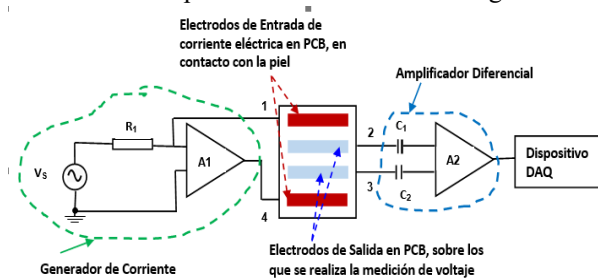
## INTRODUCCIÓN

Existen diferentes métodos para la medición no invasiva de la glucosa en sangre como ser: Coeficiente de dispersión de luz, Espectroscopia de impedancia, Tecnología de ultrasonido, Detección electromagnética, Espectroscopia ocular, Espectroscopia térmica, Espectroscopia de fluorescencia, Espectroscopia Raman, Espectroscopia de infrarrojo medio (MIR) y, Espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR). Sin embargo, no han logrado ser desarrollados lo suficiente para poder reemplazar los métodos invasivos actuales.

El proyecto PID UTN 5365 “Desarrollo de un instrumento de medición multiparamétrico no intrusivo de temperatura, ritmo cardíaco, oxígeno en sangre y glucosa en Sangre”, incluye métodos de medición diferentes con el propósito de poder determinar cuál es el más adecuado para su fabricación. Dentro de estos métodos se encuentra la medición impedancimétrica que veremos en este trabajo. Además como es conveniente disponer de información sobre otras variables biomédicas que complementan el estado de salud de las personas con diabetes se agregan mediciones de temperatura, ritmo cardíaco y oxígeno en sangre, integradas en el mismo dispositivo.

## MÉTODOS

Se ha desarrollado un dispositivo electrónico de Medición de Glucosa en Sangre No Intrusivo basado en el método impedancimétrico. Para ello se implementa el circuito que se muestra en la Figura 1, inyectando una corriente conocida sobre dos electrodos de entrada y midiendo la corriente de salida sobre otros dos electrodos como se indica en la Figura 1. La corriente de salida se relaciona con la presencia de Glucosa en Sangre.



**Figura 1.** Esquema de conexionado del dispositivo sensor de Bioimpedancia.

Para determinar la relación entre la bioimpedancia, la corriente de salida y el nivel de glucosa en sangre se tomó como punto de partida la ecuación de Cole-Cole (Anas Mazady)

$$\epsilon^*(\omega) = \epsilon_{\infty} + \frac{\epsilon_s - \epsilon_{\infty}}{1 + j\omega(\tau_c)^{1-\alpha}} - j \frac{\sigma_s}{\omega\epsilon_0} \quad (1)$$

Donde  $\alpha$  es un parámetro empírico característico de la distribución de frecuencia de relajación.



**Figura 2.** Sensor Multiparamétrico No Invasivo de Glucosa en Sangre, Temperatura, Oxígeno en Sangre y Ritmo Cardíaco.

La Figura 2 muestra la plaqueta de montaje superficial SMD, Surface Mount Technology, desarrollada, correspondiente a los diferentes sensores de variables biomédicas del Sistema de Medición No Invasiva de Glucosa en Sangre. Este dispositivo electrónico se implementó utilizando un circuito integrado del tipo SoC, System on Chip-Sistema en chip. En éste se implementaron dispositivos electrónicos de ultra bajo consumo, y el procesamiento de la señal obtenida, incluyendo los algoritmos del sistema de medición según los parámetros de la ecuación de Cole-Cole.

Se le adicionan mediciones de temperatura, ritmo cardíaco y oxígeno en sangre, estos dos últimos parámetros en un mismo sensor.



**Figura 3.** Dispositivo de Medición.

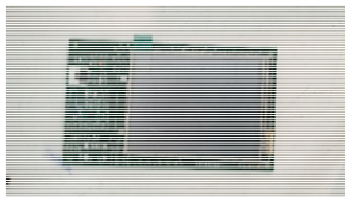
La Figura 3 muestra el dispositivo electrónico de medición final implementado, incluye funciones de almacenamiento de datos y la posibilidad de integrarse en forma posterior a su desarrollo, a dispositivos de medición tipo Smart health, salud inteligente, evolucionando a través de la incorporación de chips de inteligencia artificial o dispositivos específicamente desarrollados con esa finalidad.

### RESULTADOS

Se ha desarrollado dos modelos de instrumentos, Figura 4a y Figura 4b, con los cuales se han realizado algunas pruebas con personas que necesitaban realizarse un control periódico de glucosa en sangre y que se ofrecieron para el ensayo.



**Figura 4 a.** Modelo Experimental de Medidor No Intrusivo de Glucosa en Sangre, Temperatura, Ritmo Cardíaco y Oxígeno en Sangre.



**Figura 4 b.** Modelo Final Reducido de Medidor No Intrusivo de Glucosa en Sangre, Temperatura, Ritmo Cardíaco y Oxígeno en Sangre.

La Tabla 1 muestra los valores obtenidos por el dispositivo electrónico desarrollado y un instrumento de medición de glucosa en sangre tipo invasivo, el Accu-Chek.

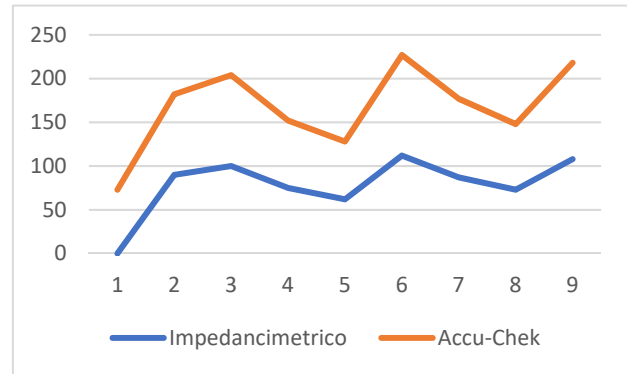
Se debe tener presente que las lecturas de este instrumento cumplen con la norma ISO que dice que las lecturas tienen una precisión del 95 por ciento dentro del 15 por ciento de la glucosa en la sangre igual o superior a 100 mg/dl y tienen una precisión del 95 por ciento dentro de los 15 mg/dl para lecturas de menos de 100 mg/dl.

**Tabla 1.** Valores de Glucosa en sangre.

	Impedancimetrico	Accu-Check	Error %
Ensayo 1	70	73	4.29
Ensayo 2	90	92	2.22
Ensayo 3	100	104	4
Ensayo 4	75	77	2.67

Ensayo 5	62	66	6.45
Ensayo 6	112	115	2.68
Ensayo 7	87	90	3.45
Ensayo 8	73	75	2.74
Ensayo 9	108	110	1.85

La Figura 5 muestra la relación entre los valores medidos y los valores de referencia para este dispositivo.



**Figura 5.** Curva de Valores medidos de Glucosa en Sangre No Invasiva.

### CONCLUSIONES

Como se observa en los resultados, las mediciones obtenidas tienen un rango de error aceptable utilizando como referencia un medidor invasivo de glucosa. Sin embargo debe tenerse en cuenta que el ensayo se ha realizado sobre un número pequeño de muestras en un grupo reducido de personas.

Si bien los resultados son alentadores, para poder validar un instrumento de este tipo, se debe aumentar el número de muestras sobre una mayor cantidad de individuos y luego relacionar con la precisión de un sistema de medición de estas características.

### REFERENCIAS

- Anas Mazady Non-invasive Glucose Meter (2012). <https://www.semanticscholar.org/paper/Non-invasive-Glucose-Meter-azady/e31807e93064f206fe77b79191fb79a59be237ad>
- A. Tura, A. Maran y G. Pacini, «Non-invasive glucose monitoring: Assessment of technologies and devices according to quantitative criteria,» Diabetes Research and Clinical Practice, n° 77, 2007.
- S. Liakat, K. A. Bors y L. Xu, «Noninvasive in vivo glucose sensing on human subjects using mid-infrared light,» Biomedical Optics Express, vol. 5, n° 7, 2014.
- Chun Ty, Hyrose M, Sawa T, «The effect of the partial pressure of oxygen on blood glucose concentration examined using glucose oxidase with ferricyan ion.», Anesth Analog. 1994 Nov;79(5):993-7.

## SISTEMA DE MEDICIÓN DE GLUCOSA EN SANGRE BASADO EN ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO NIR

Colombo Juan Carlos\*<sup>(1)</sup>; Poli Fabio<sup>(1)</sup>; Navarro, Ruben Roberto<sup>(1)</sup>; Leal Angel Martin<sup>(1)</sup>; Egea Rubén Darío<sup>(1)</sup>; Colombo Carlos Ignacio<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>UTN - FRT. Rivadavia 1050, S.M. de Tucuman, Tucuman

\*E-mail del autor de contacto: colombojcc@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

Con el propósito de realizar la medición no intrusiva de Glucosa en Sangre, se ha desarrollado un sistema de medición de esta variable sobre la base de la espectroscopia del infrarrojo cercano NIR, por Reflexión / Transmitancia.

Con este dispositivo electrónico se posibilita la medición y control en cualquier instante del día de una manera económica, eficiente y no invasiva, de glucosa en sangre incluyendo temperatura, ritmo cardíaco y oxígeno en sangre. Los valores de estos parámetros biomédicos se muestran en un display OLED, Organic Light Emitting Diode o Diodo Orgánico de Emisión de Luz, y se envían a un celular por IoT, Internet of Things o Internet de las cosas.

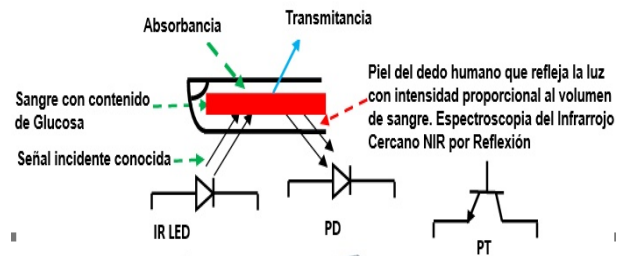
Se utilizan sensores infrarrojos del tipo reflexivo, y en forma integrada sensores de temperatura, así como sensores de ritmo cardíaco y oxígeno en sangre en un único dispositivo. También se utilizan chips programables de última generación y módulo de comunicación IoT, todo lo cual va montado en una placa de montaje superficial SMD, Surface Mount Technology o Tecnología de Montaje Superficial.

Este desarrollo se encuentra comprendido dentro del proyecto PID UTN 5365 “Desarrollo de un instrumento de medición multiparamétrico no intrusivo de temperatura, ritmo cardíaco, oxígeno en sangre y glucosa en Sangre”.

### MÉTODOS

Se ha desarrollado un dispositivo electrónico de Medición de Glucosa en Sangre No Intrusiva, empleando el método de espectroscopia de infrarrojo cercano NIR, sobre la base de reflectancia y transmitancia óptica.

Como se indica en la Figura 1, en la reflectancia, el haz de luz reflejado por el propio medio líquido, en este caso sangre del dedo, es recibido o detectado por un Fotodiodo (PD)/Fototransistor (PT). La transmitancia óptica se relaciona con la cantidad de luz que atraviesa una sustancia con una longitud de onda determinada, la cual también es recibida por un detector fotodiodo o un fototransistor.



**Figura 1.** Esquema de Reflexión óptica de la sangre en piel – dedo.

La concentración de glucosa en sangre puede determinarse según la variación de la intensidad de la luz que sea reflejada por un tejido o que atravesase el mismo, tomando como referencia un haz de luz conocido con el cual se incide sobre el tejido. Esta señal, se ubica en la región del infrarrojo cercano, NIR, con un espectro entre los 750nm y los 2500nm, pudiéndose realizar mediciones en tejidos con una profundidad de hasta 100mm por reflectancia. La profundidad de penetración disminuye a medida que se aumenta la longitud de onda

Se elige el LED SFH 4735 que emite luz infrarroja en tres longitudes de onda diferentes a elección,  $\lambda = 750 \text{ nm}$ ,  $\lambda = 850 \text{ nm}$  y  $\lambda = 950 \text{ nm}$ , con un ángulo de emisión del haz de luz de  $120^\circ$ . Las energías luminicas correspondientes a cada longitud de onda indicada son de  $60 \mu\text{W/nm}$ ,  $45 \mu\text{W/nm}$  y  $45 \mu\text{W/nm}$  respectivamente.

Como se indica en la Figura 2, el IR LED es excitado por una fuente de energía, generador de pulsos o de ondas rectangulares, y cuando el volumen de sangre en la posición donde se coloca el transceptor IR cambia, la cantidad de luz reflejada también cambia, lo cual depende de la zona del cuerpo humano utilizada para la medición de glucosa no invasiva. Cuando el volumen de sangre aumenta, la cantidad de luz recibida por el fototransistor o fotodiodo disminuye, su comportamiento es a la inversa de la excitación, disminuyendo la reflexión, al ser en parte absorbida por el medio en el cual se transmite hasta llegar a la salida.

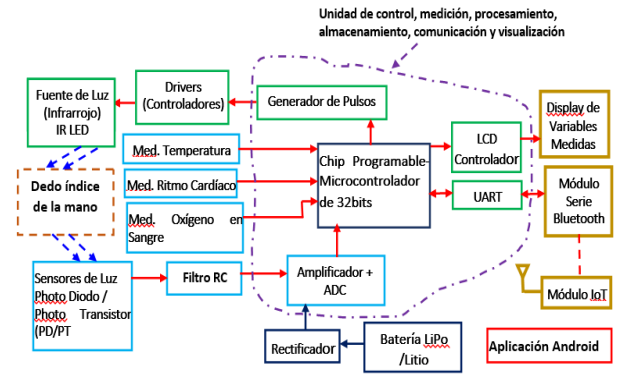


Figura 2.- Diagrama General del Sistema de Medición No Invasivo de Glucosa en Sangre mediante NIR por Reflectancia, incluyendo mediciones de Temperatura, Oxígeno en Sangre y Ritmo Cardíaco.

La Ley de Lambert-Beer (Agilent) permite ajustar el modelo de medición NIR por Reflexión. Con esta ley se determina que cuando un rayo de luz pasa a través de un medio absorbente, la intensidad de la luz incidente disminuye exponencialmente a medida que la concentración del medio absorbente aumenta o aumenta el espesor, según se indica a continuación.

$$I = I_0 e^{-\epsilon CL} \quad (1)$$

Donde:

$I_0$ : Intensidad de luz incidente inicial o de excitación;  $I$ : Intensidad de luz transmitida;  $L$ : Longitud del medio Absorbente;  $C$ : Concentración de la solución Absorbente;  $\epsilon$ : Coeficiente molar de Extinción

Realizando el cociente de las intensidades  $I$  e  $I_0$ , o de las potencias  $P$  y  $P_0$ , se tiene la Transmitancia ( $T$ ) (Agilent):

$$T = \frac{I}{I_0} = e^{-\epsilon CL} \quad (2)$$

La transmitancia  $T$ , también puede expresarse como un porcentaje multiplicando la relación anterior por 100. La Absorbancia (Agilent), o densidad óptica, se define como el logaritmo de la transmitancia cambiado de signo

$$A = -\log_{10} T = \epsilon CL = E \quad (3)$$



Figura 3. Medidor NIR por Reflectancia/Transmitancia No Intrusivo de Glucosa en Sangre, Temperatura, Ritmo Cardíaco y Oxígeno en Sangre.

La Figura 3 muestra el dispositivo electrónico implementado.

## RESULTADOS

Se ha recibido en concepto de donaciones cajas de medidores de glucosa en sangre invasivos con sus

correspondientes tiras reactivas. De manera que al regreso a las actividades presenciales se podrán realizar contrastaciones y verificaciones de las mediciones con el instrumento desarrollado y el método bioquímico lo cual permitirá realizar ajustes a los algoritmos de medición implementados.

Como resultado del desarrollo se muestra en la Figura 4, las placas de montaje superficial SMD en la que van los elementos de medición de muy pequeño tamaño para hacer portátil el Glucosímetro por Reflectancia NIR.



Figura 4. Placa principal de Medidor por Reflectancia/Transmitancia NIR No Intrusivo de Glucosa en Sangre, Temperatura, Ritmo Cardíaco y Oxígeno en Sangre.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de un medidor de glucosa no invasivo por Espectroscopia de Reflectancia NIR, al cual se integran mediciones de temperatura, oxígeno en sangre y ritmo cardíaco, configura un dispositivo electrónico innovador, con beneficios importantes hacia las personas que tienen diabetes y necesidad de mediciones repetidas durante varias veces al día. El dispositivo de medición no es descartable, permitiendo su utilización sin necesidad de recambio asegurando funcionamiento continuo en el tiempo a un costo accesible.

## REFERENCIAS

Hernández Cabrera F., Guerrero Salazar C., Bernal Alvarado J.,(2007). “Determinación de las propiedades eléctricas en tejido sanguíneo”,6. <http://www.redalyc.org/pdf/402/40280414.pdf>.

Zeng B., Wang W., Wang N., Li F., Zhai F., Hu L., (2013). “Noninvasive Blood Glucose Monitoring System Based on Distributed Multi-Sensors Information Fusion of Multi-Wavelength NIR”, 5. [http://file.scirp.org/pdf/ENG\\_2013123115415850.pdf](http://file.scirp.org/pdf/ENG_2013123115415850.pdf)

So C., Choi K., Wong T., Chung J. (2012). “Recent advances in noninvasive glucose monitoring”,6. [https://www.researchgate.net/publication/233725365\\_Recent\\_advances\\_in\\_noninvasive\\_glucose\\_monitoring](https://www.researchgate.net/publication/233725365_Recent_advances_in_noninvasive_glucose_monitoring)

So1 Kup-Sze Choi1 Thomas KS Wong2 Joanne WY Chung2,

Agilent technologies (2016) - “ Los fundamentos de la espectroscopia:teoría” [https://www.agilent.com/cs/library/slidepresentation/public/5991-6594\\_Agilent\\_Spectroscopy\\_Theory\\_ES.pdf](https://www.agilent.com/cs/library/slidepresentation/public/5991-6594_Agilent_Spectroscopy_Theory_ES.pdf)

## DISEÑO DE CAJA ACÚSTICA PARA SISTEMA DE MEDICIÓN DE FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE CABEZA

G. Agustín Cravero\*<sup>(1)</sup>; Fabián C. Tommasini<sup>(1)</sup>; R. Martín Guido<sup>(1)</sup>; Fermín Scaliti<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), CONICET, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba, Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba, Argentina.

\* E-mail del autor de contacto: gcravero@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Las funciones de transferencia de cabeza (head-related transfer functions, HRTFs) contienen todas las claves auditivas necesarias para que un ser humano pueda localizar con precisión una fuente sonora en el espacio (Middlebrooks, 1999). Una de sus principales aplicaciones está relacionada con la recreación de escenarios auditivos inmersivos, utilizando filtros creados a partir de las HRTFs es posible generar audio en tres dimensiones (Møller, 1992).

Las HRTFs se miden para una posición de fuente sonora y ambos tímpanos de un oyente, en una cámara tratada acústicamente (libre de reflexiones). Debido a que son únicas para cada combinación de fuente y receptor, es necesario medirlas sobre un conjunto de posiciones discretas de una esfera donde la cabeza del oyente es el centro, y de esta manera obtener un registro completo del espacio sonoro. Para efectuar este tipo de mediciones resulta imprescindible contar con un sistema desarrollado ad-hoc (Guido et al. 2019). Uno de los componentes fundamentales de este sistema es la fuente sonora, encargada de emitir la señal de medición.

En este trabajo se presentan los criterios de diseño y resultados obtenidos sobre un prototipo de caja acústica utilizada como fuente sonora en un sistema de medición de HRTFs actualmente en desarrollo en el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), CONICET, de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.

### DISEÑO DE CAJA ACÚSTICA

La función principal de una caja acústica es optimizar las características de radiación sonora del altavoz (Miyara 2003). Dentro de los múltiples formatos que existen, para esta aplicación se consideró la utilización de un modelo tipo de reflector de bajos. En este diseño el altavoz se encuentra encerrado en un volumen de aire (caja) con el agregado de una cavidad resonante, mediante la cual es posible extender la respuesta en bajas frecuencias del altavoz dentro de ciertos márgenes. El sistema que conforman el altavoz y la caja acústica se puede modelar a través de un circuito equivalente eléctrico, cuya característica es la de un filtro pasa alto (Thiele, 1971; Small, 1973).

De esta manera modificando los parámetros de diseño (volumen, frecuencia de corte, cavidad resonante) se obtienen diferentes respuestas acordes a cada aplicación.

El altavoz seleccionado es el AuraSound NSW1-205-8A de 1" de rango extendido. El diseño de la caja acústica que contendrá este altavoz tiene como punto de partida los parámetros Thiele Small provistos por el fabricante. Mediante los cuales es posible caracterizar la respuesta del parlante. Considerando que la frecuencia resonancia del altavoz es 220 Hz, sería deseable contar con una frecuencia corte de alrededor de 150 Hz.

Para la cavidad resonante, se utilizará un formato de tubo, cuya longitud estará restringida a la profundidad de la madera utilizada (MDF de 9 mm) y cuyo diámetro se deberá diseñar. Así será posible implementar su construcción a partir una perforación, simplificando problemas que puedan surgir al agregar una pieza extra.

En lo que respecta a la geometría, se seleccionó figura de tipo prisma, a modo de disminuir la complejidad en el diseño. Sobre todo, considerando que el sistema de medición estará equipado con un arco que contendrá 32 cajas acústicas montadas sobre un arco, de forma similar a lo presentado por Richter et al. (2016).

### RESULTADOS

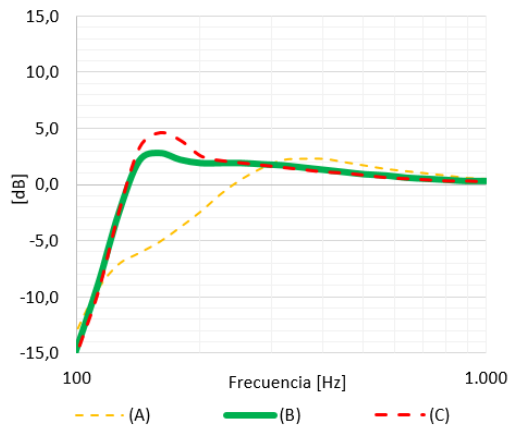
*Simulaciones.* En primera instancia se simuló la respuesta en frecuencia de la caja acústica en diferentes condiciones con el objetivo obtener diferentes respuestas, para posteriormente seleccionar la que mejor ajuste a las necesidades de esta aplicación.

En la Fig. 1 se presentan las respuestas obtenidas para diferentes volúmenes, manteniendo fija la frecuencia de corte seleccionada (150 Hz). Para cada volumen propuesto se obtiene el diámetro del tubo de sintonía y la respuesta en esa configuración.

La respuesta A corresponde al volumen mínimo que surge de las dimensiones del altavoz (~64 cm<sup>3</sup>), pero no cumple la condición de diseño. Presenta un decrecimiento abrupto en frecuencias inferiores a 300 Hz. La respuesta B corresponde a un volumen de 216 cm<sup>3</sup>, mientras que la respuesta C a uno de 512 cm<sup>3</sup>.

En el caso de la respuesta C, si bien se extiende la respuesta en frecuencia alcanzando un pico de 4,6 dB @

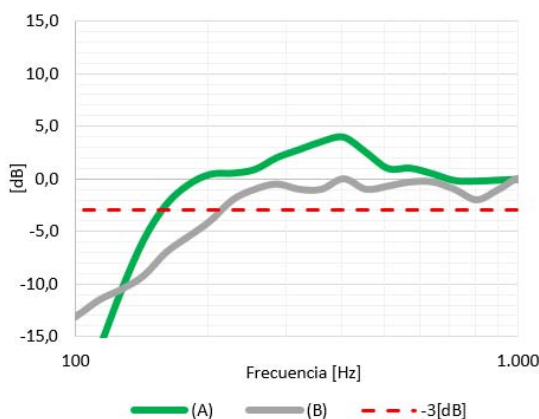
160 Hz, presenta un volumen 2,37 veces mayor al utilizado en la simulación de la respuesta B. Por estos motivos se selecciona el diseño correspondiente a la respuesta B. En este caso el tubo de sintonía consta de dos perforaciones de 3,9 mm de diámetro colocadas al frente de la caja.



**Fig. 1.** Respuesta en frecuencia simulada para frecuencia de corte 150 Hz y tres condiciones de volumen.

**Mediciones.** Luego de construido el prototipo se realizaron mediciones de su función de transferencia mediante la técnica de deconvolución de señales determinísticas (Ferreira. et al. 2016). Como señal de excitación se utilizó un barrido sinusoidal de variación exponencial, registrando la respuesta con un micrófono Bruel & Kjaer Type 4133 colocado a un metro de distancia sobre el eje axial del prototipo.

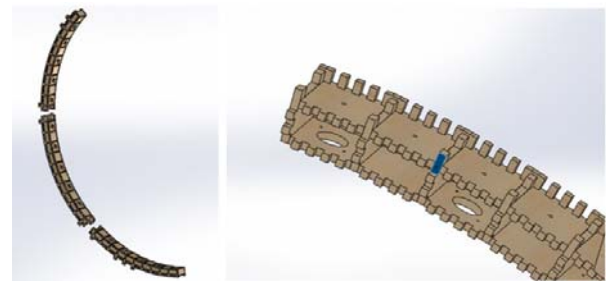
En la Fig. 2 se presentan los resultados. La curva A corresponde a la medición del prototipo y, a modo comparativo, se presenta la respuesta en frecuencia del altavoz informada por el fabricante en la curva B. Puede observarse que esta respuesta en frecuencia tiene su punto de -3,0 dB en ~160 Hz. En cambio, para la curva B, el punto -3,0 dB se da a una frecuencia de 220 Hz.



**Fig. 2.** (A) Respuesta en frecuencia medida del prototipo construido, (B) Respuesta en frecuencia del altavoz AuraSound NSW1-205-8 informada por el fabricante.

## CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos en las mediciones es posible verificar que el tipo de caja reflectora de bajos construido cumple con el objetivo de diseño, extender la respuesta en bajas frecuencias del altavoz. A partir de la geometría utilizada y el volumen optimizado fue posible replicar el diseño en función de los requerimientos del sistema de medición de HRTF en desarrollo (Fig. 3).



**Fig. 3.** Sección semicircular con cajas acústicas incorporadas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Argentina (PICT 2016-0738); y la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina (PID UTN 4498 y PID UTN 6565).

## REFERENCIAS

- Ferreira, S. P., Moreno, A. M., Budde, L., Novillo, D., Cravero, G. A., Longoni, H. C., ... & Ramos, O. A. (2016, September). SAMSoft: Acoustical devices automatic measurement system software. In Proceedings of Meetings on Acoustics 22ICA (Vol. 28, No. 1, p. 055009). Acoustical Society of America.
- Guido, R. M., Pucheta, M. A., Tommasini, F. C., Vergara, R. O., & Scaliti, F. (2019). Sistemas de Medición de HRTFS Individuales: Revisión del Estado del Arte y Desarrollos en Argentina. *Mecánica Computacional*, 37(5), 77-85.
- Middlebrooks, J.C. (1999) 'Virtual Localization Improved by Scaling Nonindividualized External-Ear Transfer Functions in Frequency'. *The Journal of the Acoustical Society of America* 106 (3), 1493–1510.
- Miyara, F. (2003). *Acústica y sistemas de sonido*. Universidad Nacional de Rosario.
- Møller, H. (1992) 'Fundamentals of Binaural Technology'. *Applied Acoustics* 36 (3–4), 171–218. DOI: 10.1016/0003-682X(92)90046-U
- Small, R. H. (1973). Vented-Box Loudspeaker Systems-Part 1: Small-Signal Analysis. *Journal of the Audio Engineering Society*, 21(5), 363-372.
- Thiele, N. (1971). Loudspeakers in vented boxes: Part 1. *Journal of the Audio Engineering Society*, 19(5), 382-392.

## INTERFACES ENACTIVAS APLICADAS EN AUDIOJUEGOS

L.G. Gilberto\*<sup>(1)(4)</sup>; F. Bermejo<sup>(1)(2)(4)</sup>; C.D. García Bauza<sup>(3)(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA, UTN-CONICET). Córdoba, Córdoba

<sup>(2)</sup> Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Córdoba.

<sup>(3)</sup> Instituto PLADEMA (UNCPBA-CNEA-CICPBA). Tandil, Bs.As.

<sup>(4)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Ciudad Autónoma de Bs.As.

\*E-mail del autor de contacto: lgilberto@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente se denomina Interfaces Humano-Máquina (IHM) al campo que se ocupa del diseño, implementación y evaluación de sistemas computacionales que son objeto de interacción con seres humanos. Aunque el campo de estudio se ha visto enriquecido notablemente en las últimas décadas, la definición exacta de las IHM parece por momentos escurridiza, y el término muchas veces resulta un paraguas de uso común que abarca temas de estudio muy diversos. Ello provoca que se encuentren bajo este título diseños tecnológicos de muy variada complejidad, de muy diversas áreas de aplicación y de disímil éxito.

En el caso de las tecnologías asistivas a personas con discapacidad visual se observan grandes esfuerzos por desarrollar complejos dispositivos que ayuden a la movilidad y orientación independiente de la persona. Sin embargo, existe un consenso general en que la apropiación de tales dispositivos por parte de los usuarios es baja (Lloyd-Esenkaya et al., 2020).

Si bien no existe un único motivo de este fenómeno, en los últimos años han aparecido críticas al modelo mental humano utilizado para el diseño de IHM que pueden ayudar a esclarecer esta situación. Recientemente desde las Ciencias Cognitivas se introducen perspectivas alternativas que, al proponer una mirada distinta sobre modelos tradicionales de la cognición, impactan significativamente en el diseño tecnológico (Froese, 2016). Las denominadas Interfaces Enactivas operacionalizan conceptos traídos de estas teorías en la interacción humano máquina.

Desde el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA, CONICET-UTN) en conjunto con el área Media.Lab del Instituto PLADEMA (UNCPBA) se está llevando adelante una propuesta integral e interdisciplinaria para avanzar en esta línea de diseño tecnológico, particularmente abordando el desarrollo de juegos computacionales sin claves visuales (audiojuegos). Estos dispositivos utilizan claves auditivas para generar accesibilidad a personas con discapacidad visual. Se presentan en este trabajo avances teóricos y técnicos relacionados con el diseño de estas aplicaciones.

### MODELOS COGNITIVOS E INTERFACES HOMBRE MÁQUINA

Se han identificado dos abordajes diferentes al diseño de interfaces tecnológicas devenidos de dos paradigmas de cognición humana diferentes (Froese, 2012). Por un lado, el enfoque más tradicional llamado “cognitivista”, desde el cual se considera que la mente es una computadora que procesa símbolos abstractos. Los órganos sensoriales son periféricos encargados de recoger información del mundo exterior, mientras que el cerebro se encargaría de generar representaciones internas de ello para manipular con procesos lógico-matemáticos y elaborar una respuesta que se envía a los órganos efectores. Las IHM diseñadas con este enfoque apuntan a presentar al usuario datos abstractos, intentando maximizar el contenido y el flujo de información. El uso de estas interfaces requiere que el usuario aprenda a leer el código o lenguaje con el que trabaja. Suele decirse que son opacas, ya que requieren atención continua y reducen el contacto directo con el entorno. Ejemplos de estas interfaces relacionadas a la discapacidad visual pueden ser dispositivos como lectores de pantalla, procesadores de imágenes, navegadores satelitales, etc.

El segundo modelo está basado en nuevos enfoques de la cognición, especialmente en las perspectivas de la cognición extendida, situada, corporizada y enactiva (cognición 4e) (Newen et al., 2018). Sintéticamente se puede decir que estas perspectivas quitan el rol central del cerebro y entienden que hay una “extensión” de la cognición a los dispositivos técnicos utilizados por el hombre. Además, proponen que la cognición del agente es resultado de su corporeidad completa, su situación relacional con el entorno y de la capacidad sensoriomotora utilizada para conocer el entorno.

Las interfaces derivadas de estos modelos se denominan Interfaces Enactivas y privilegian la interacción **directa, natural e intuitiva** por parte del usuario (Khatchatourov, et al., 2007). La mediación tecnológica se da de manera tal que el ciclo sensorio-motor se ve intervenido a través de la incorporación **transparente** del dispositivo. Para lograr esta condición se **evita cualquier carga reflexiva** por parte del usuario para con la interfaz. El diseño de estos dispositivos debe promover que el

usuario se “acople” con su entorno a través de una **interacción activa, corporizada y continua**, lo que implica la implementación de sistemas de lazo cerrado de rápida y permanente respuesta a las acciones del usuario. En ceguera, un dispositivo que cumple con estos criterios es el tradicional bastón blanco y algunos bastones aumentados mediante diferentes sensores e interfaces hápticas.

## AUDIOJUEGOS ENACTIVOS

En el marco del PID UTN N°7667 “Aprendizaje Sensorio-Motor en Interacción: Plataforma de audiojuegos formativos para personas con y sin discapacidad visual” estamos llevando diferentes actividades para contribuir al diseño y desarrollo de audiojuegos accesibles basados en interfaces enactivas. Estos dispositivos revisten excelentes potencialidades en diferentes áreas como el entrenamiento de audición, entretenimiento e integración social (Mairena, 2009). La mayoría de audiojuegos disponibles carecen de una apropiación masiva por parte de la comunidad, son prácticamente inexistentes en el mercado y presentan modelos de interacción muy básicos, con pobre espacialización sonora y que prescinden de movimientos corporales. A la luz de este escenario estamos llevando adelante dos líneas de trabajo que se muestran a continuación:

*Audiojuegos con auriculares estéreo:* se diseñan entornos virtuales con sonido 3D para aplicaciones en teléfonos móviles con giróscopo. El celular se ubica solidariamente a la cabeza del jugador mediante una caja de realidad virtual. Los juegos utilizan la información de este sensor para actualizar en tiempo real la rotación de la cabeza del jugador dentro de la escena virtual. Mediante movimientos de cabeza el jugador puede obtener un registro auditivo panorámico de esta escena para realizar tareas que involucran localizar, reconocer y seguir fuentes sonoras. Se logra con esta configuración una interacción auditiva directa y natural, articulada con movimientos intuitivos propios de la escucha cotidiana. Las demás acciones llevadas adelante en el juego se basan en la manipulación de un joystick manual inalámbrico que cuenta con un pivot para trasladarse dentro de la escena y diferentes botones de acción.

*Audiojuegos con sonido por altavoces distribuidos:* Se diseñan entornos acústicos virtuales mediante altavoces en configuración estéreo y en cuadrafonía que se ejecutan desde una computadora. Estas disposiciones favorecen una interacción intuitiva y natural con el entorno sonoro, mejorando aún más la situación anterior ya que no se porta ningún dispositivo en los oídos. Inmersos en estos entornos, con libre movilidad en espacio relativamente amplio (2m x 2m), los jugadores deben realizar diferentes tareas que implican localización y reconocimiento de fuentes sonoras. El sensado de movimiento mediante cámaras de profundidad de bajo costo (Kinect) permite tomar datos del jugador a distancia favoreciendo la transparencia del sistema, sin necesidad de costosos

dispositivos. Los juegos que se están programando se basan en el acoplamiento entre las habilidades de audición espacial y movimientos corporales simples para señalar, cubrirse, mover objetos, etc. Se utiliza un joystick manual inalámbrico para sostener en una mano y ampliar las posibilidades de interacción.

En forma simultánea, en ambas líneas se están diseñando escenas de entrenamiento de complejidad creciente con el objetivo de disminuir progresivamente cualquier carga reflexiva puesta en la interfaz por parte del jugador. En las consignas de juego prevalece la estimulación a interactuar continuamente para favorecer la inmersión. Las tareas que el jugador debe realizar dentro de las escenas se relacionan mucho más con los movimientos que debe realizar, más que con procesos de decisión deductivos o inferenciales.

## DISCUSIÓN

La cognición 4E provee un novedoso marco para entender el diseño y uso de la tecnología. El objetivo ya no es diseñar IHM con las que se debe interactuar, sino más bien interfaces transparentes que sirven para generar nuevas formas de interactuar con el entorno. Entendemos que el diseño de audiojuegos puede beneficiarse de estas propuestas. Estos dispositivos, si bien poseen un gran potencial para acompañar el desarrollo de personas con discapacidad visual, precisan ofrecer una interactividad hombre-máquina superior. El enfoque de las Interfaces Enactivas ofrece interesantes criterios como la búsqueda por la naturalidad de la interacción, la prevalencia de modos directos e intuitivos de percepción, la transparencia de los objetos técnicos y la búsqueda de un usuario activo interactuando de forma continua y corporizada.

## REFERENCIAS

- Lloyd-Esenkaya, T., Lloyd-Esenkaya, V., O’Neill, E., & Proulx, M. J. Multisensory inclusive design with sensory substitution. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5, 1-15 (2020).
- Froese T., McGann, M., Bigge, W., Spiers, A., & Seth, A. K. The enactive torch: a new tool for the science of perception. *IEEE Transactions on Haptics*. 5, 365-375 (2012).
- Froese, T. "De la cibernética a la nueva ciencia cognitiva." *Revista Ciencia*, 67, 51-58 (2016).
- Newen, A., De Bruin, L., & Gallagher, S. eds. *The Oxford handbook of 4E cognition*. Oxford University Press (2018).
- Khatchatourov, A., Stewart, J., & Lenay, C. Towards an enactive epistemology of technics. In *Proceedings of ENACTIVE/07*, 129-132 (2007)
- Mairena, J. "Videojuegos accesibles: por qué y cómo hacerlos" *IV Congreso de la CiberSociedad*. (2009)



## DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DE MEDICIÓN DE GLUCOSA EN SANGRE UTILIZANDO NANOMARCADORES

Rubén Roberto Navarro\* <sup>(1)</sup>, Juan Carlos Colombo<sup>(1)</sup>, Rubén Egea<sup>(1)</sup>, Ángel Martín Leal<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>UTN F.R. Tucumán. Rivadavia 1050, S. M. de Tucumán, Tucumán

\*E-mail del autor de contacto: office@nr2system.com

### INTRODUCCIÓN

Si bien se han planteado diferentes métodos para la medición no invasiva de la glucosa en sangre, utilizando diferentes enfoques, entre los métodos de detección óptica o podemos citar la polarimetría, la espectroscopia fotoacústica, la espectroscopia de infrarrojo medio (MIR) y la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) y el método impedancimétrico (Akeshe Govada et al, 2014).

Hasta el día de hoy ninguno de ellos ha logrado ser desarrollado lo suficiente para poder reemplazar los métodos invasivos. El principal inconveniente ha sido encontrar una relación válida entre la variable medida y el nivel de glucosa en sangre de cualquier paciente.

En la actualidad la nanotecnología aporta una serie de nuevas y poderosas herramientas que generará un cambio cualitativo en la forma de tratamiento y prevención de enfermedades. En este trabajo planteamos la posibilidad del desarrollo de un dispositivo electrónico, el cual utilizando nanosensores permita determinar con precisión el nivel de glucosa en sangre.

Esta posible aplicación se deriva del trabajo presentado como trabajo final de aprobación del curso de "Nanotecnología y nanosensores" dictado por el TECHNION "Israel Institute of Technology".

Si bien este método sigue siendo intrusivo ya que el paciente debe ingerir los nanosensores, no es cruento y no presentaría ningún riesgo para el paciente en su aplicación.

### MÉTODOS

Los marcadores biológicos son sustancias que pueden detectarse en sangre, orina, líquidos biológicos o tejidos del organismo. Entre ellos podemos citar las proteínas, glicoproteínas, enzimas, hormonas y antígenos.

En nuestro caso se trata de determinar el nivel de glucosa en sangre para lo cual proponemos la utilización de nanosensores implementados con puntos cuánticos.

Los progresos realizados en las técnicas de fabricación de dispositivos semiconductores han permitido obtener dispositivos en los que es posible conseguir el confinamiento de los electrones en el espacio tridimensional en una región de dimensiones nanométricas.

Estos dispositivos reciben el nombre de quantum dots (puntos cuánticos), y sus propiedades son análogas a las del átomo, por lo que, con frecuencia se hace referencia a estas

nanoestructuras como átomos artificiales (Zhen Guo et al, 2009).

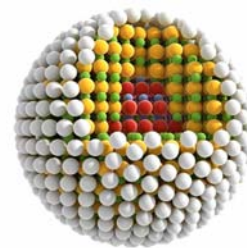


Fig. 1. Estructura de un punto cuántico.

La figura 1 muestra la estructura de un punto cuántico, este está formado por un núcleo representado en la gráfica por los puntos rojos y azules.

El núcleo puede ser de Sulfuro de Plomo, Sulfuro de Zinc, Seleniuro Cálxico o de compuestos fosforados de indio, aunque el material más utilizado es el CdSe (2,5-4nm de diámetro).

Cubriendo este núcleo cristalino central se encuentra una multicapa representada por los puntos amarillos y verdes.

Usualmente está compuesta por ZnS, y tiene algunos átomos de espesor mejorando sensiblemente la capacidad del punto cuántico para emitir luz cuando es fotoexcitado. Además esta capa evita los fenómenos de aglutinación.

Para solubilizarlos, se recubren externamente con una capa polimérica que puede ser de TOP (trioctilfosfina), de TOPO (óxido de trioctilfosfina), ormosil, etc. Que en este caso es representada mediante los puntos blancos (S. R. Kumar, 2007). Los puntos cuánticos tienen una serie de interesantes propiedades ópticas:

- I. El tamaño del PC es lo que determina la longitud de onda a la que emite y no su composición. Así, tamaños de 2nm emiten en azul, de 2,3nm en verde, de 3,5nm en naranja y tamaños de aproximadamente 6nm en rojo. Los PCs más pequeños producen luz de menor longitud de onda, por lo que las propiedades cuánticas de la luz emitida por los mismos son más acusadas y evidentes.
- II. Cualquiera que sea la longitud de onda de excitación (visible, ultravioleta o infrarrojo), el punto cuántico emite un haz de luz monocromático,

intenso y con un espectro de emisión siempre muy estrecho, simétrico y sin solapamientos. Estos factores mejoran notablemente su fotoestabilidad comparados con los colorantes fluorescentes comunes. Gracias a dicha propiedad, una vez fotoexcitado, un PC puede brillar durante horas o días, mientras que los fluorocromos convencionales permanecen estables sólo durante unos pocos segundos o minutos.

- III. En relación a estos últimos, los puntos cuánticos son más brillantes debido a sus mayores coeficientes de excitación, campos cuánticos y similares niveles de saturación de emisión.
- IV. Con un único haz de luz de excitación se logra estimular simultáneamente puntos cuánticos de diferentes tamaños, lo que permite, en la práctica, detectar a la vez muchos componentes moleculares en una misma célula viva o fijada.
- V. Pueden ser añadidas diferentes moléculas al punto cuántico a fin de conferirle una gran variedad de aplicaciones.
- VI. Su empleo no distorsiona la fisiología celular.

Los puntos cuánticos en contacto directo con materiales biológicos son tóxicos. Por lo que para poder realizar un nanosensor biológico que utilice puntos cuánticos, se los tiene que solubilizar con polímeros anfifílicos, como trioctilfosfina /óxido de trioctilfosfina, ormosil u otros.

Luego el punto cuántico puede ser unido a diversas proteínas tales como anticuerpos, lectinas, péptidos, a iones magnéticos, metales, inmunoligandos, hormonas vegetales, oligonucleótidos, etc. Para de esta manera obtener diferentes funcionamientos del mismo.

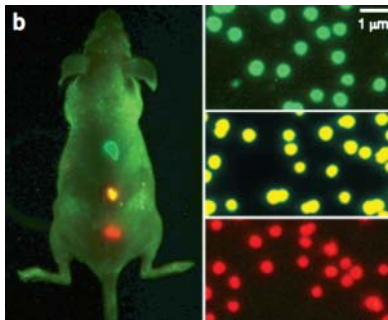


Fig. 2. Células marcadas con quantum dots en un ratón.

La figura 2 muestra la utilización de puntos cuánticos para el marcado de células cancerosas (Gao et al, 2004).

En nuestro caso se usaría una proteína que se una a la glucosa de forma tal de poder determinar el nivel de la misma en el flujo sanguíneo. El dispositivo electrónico propuesto tiene como misión fundamental emitir las longitudes de onda necesarias para excitar los puntos cuánticos y medir el nivel de la señal obtenida para obtener el nivel de glucosa en sangre.

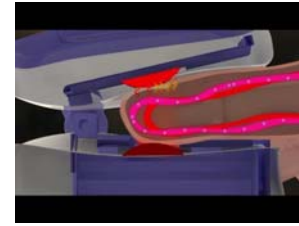


Fig. 3. Dispositivo electrónico propuesto.

En la figura 3 se observa que el dispositivo electrónico, el cual funcionaría de manera similar a un oxímetro de pulso (Héctor Mejía Salas et al, 2012). donde tenemos un emisor de señal que excitara los nanosensores y un fotodetector el cual medirá el nivel de respuesta de los mismos.

## RESULTADOS

Se está realizando el estudio de la estructura electrónica de los puntos cuánticos en la aproximación de una única partícula, con el objetivo principal de la resolución de la ecuación de Schrödinger que se muestra a continuación (Segovia, F. A., 2013):

$$\left(\frac{p^2}{2m_0} + V(r)\right)\psi(r) = E \psi(r) \quad (1)$$

Para determinar la estructura de puntos cuánticos más adecuada para esta aplicación y proceder a diseñar el dispositivo electrónico para su excitación y medición de la respuesta de los mismos.

## CONCLUSIONES

El nanosensor presentado y el dispositivo electrónico a desarrollar se utilizarán para indicar el nivel de glucosa en sangre mediante un método de diagnóstico visual, permitiendo de esta manera detectar in situ de forma rápida, fácil y simple dicho nivel con una alta precisión.

## REFERENCIAS

- Akesh Govada, Ch Renumadhavi, K B Ramesh. "Noninvasive blood glucose measurement". International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 3, Issue 1, January 2014.
- Zhen Guo, Li Tan. "Fundamentals and Applications of Nanomaterials" 2009. ISBN-13: 978-1-59693-262-3
- S. R. Kumar. "Nanomaterials for Biosensors". Edited by Challa S. 2007. WILEY-VCH ISBN: 978-3-527-31388-4
- Gao, X. H., Cui, Y. Y., Levenson, R. M., Chung, L. W. K., Nie, S. M., "In vivo cancer targeting and imaging with semiconductor quantum dots, Nat. Biotechnol". 2004.
- Héctor Mejía Salas, Mayra Mejía Suárez. "Pulse oximetry". Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría 51 (2) ,2012.
- Segovia, F. A. "Aplicación de la ecuación de Schrodinger en heteroestructuras semiconductoras de baja dimensionalidad". Tecnura, vol. 17, n. ° 37, 2013.

# SISTEMA DE INFUSIÓN DE SUSTANCIAS ACTIVAS A LAZO CERRADO

Carlos Enrique Olmos\* <sup>(1)</sup>; Carlos Augusto Centeno <sup>(1)</sup>; Federico Linares<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Grupo de Investigación y Transferencia en Electrónica Avanzada (G.In.T.E.A.), Secretaría de Ciencia y Tecnología, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, Provincia de Córdoba

\*E-mail del autor de [contacto: carlosenrique.olmos@gmail.com](mailto:carlosenrique.olmos@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad para el tratamiento de la Enfermedad de Parkinson (EP), se administra un medicamento precursor de la Dopamina, que es la L-Dopa (levodopa), en forma oral, por ello es necesario un control estricto por parte de los médicos para su correcta dosificación, la cual dependerá de cada paciente y de su actividad realizada. Se administra junto con carbidopa o benserazida (inhibidores de la dopadescarboxilasa), lo que se consigue que la cantidad de levodopa que alcanza el sistema nervioso central (SNC) sea mayor y se aumente el tiempo de semivida de la levodopa, D. Marin et al (2018). La dosis inicial recomendada de levodopa es de 100 a 125 mg, asociados a 12,5 mg de carbidopa o bien 25 mg de benserazida. La administración de levodopa se realiza siempre combinando con benserazida o carbidopa una vez al día por vía oral, aumentando la dosis cada cinco días hasta que se obtiene una respuesta aceptable, siendo la dosis máxima diaria de 400mg.

El problema en este tipo de tratamiento es que su uso prolongado se asocia a una pérdida de eficacia y con complicaciones motoras. Muchos pacientes obtienen una mejora manifiesta y sostenida durante 2 a 5 años, pero después la levodopa empieza a perder efectividad en un 50% de los casos, V.Ruonala et al(2018). Una respuesta más eficaz para el tratamiento de la EP sería que la dosis administrada de la droga sea de acuerdo a las demandas energéticas que tiene el cuerpo humano, ya sea en movimiento o en reposo, lo que evitaría la pérdida de eficacia y las complicaciones motoras que manifiesten las personas con EP. Se plantea la hipótesis de que el monitoreo del movimiento de pacientes con EP y la administración de la medicación basado en lo anterior podría ser más útil, S.Fox et al. Es por ello que el desarrollo de un sistema que reconozca la actividad desarrollada por el paciente y que controle la infusión de manera continua con una bomba de infusión de drogas, en base a la realimentación dada por esta información, sería un avance significativo para una administración precisa de un medicamento de acuerdo a las demandas energéticas basados en los movimientos de un paciente con EP.

## MÉTODOS

Tomando como referencia de trabajos realizados con anterioridad, D.O.Roa Rico (2016), Bermeo Maldonado, M. Bravo Guamán (2018) y R. Martínez Méndez, M. Romero Huertas (2018), desarrollamos un sistema que está dividido en dos etapas bien diferenciadas que se enlazan utilizando el protocolo Bluetooth. Por un lado, la etapa de adquisición de los parámetros que indiquen en forma directa el nivel de actividad del paciente con EP. La información adquirida es almacenada en una base de datos.

La otra etapa que integra el sistema es la encargada de controlar la bomba de infusión de precisión con un microcontrolador.

Se presenta en la Fig. 1. un diagrama en bloques del sistema propuesto.

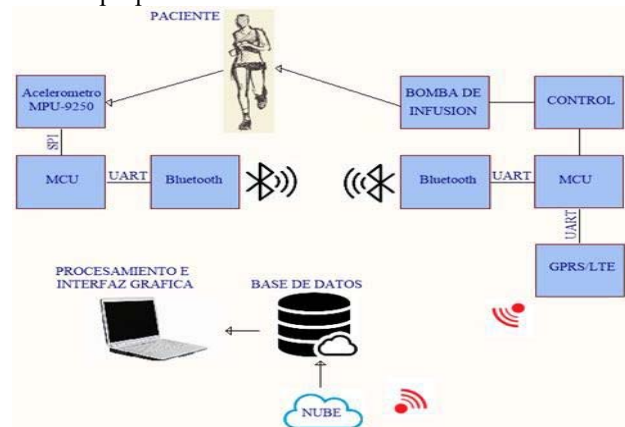


Fig. 1. Diagrama en bloques del sistema

### Acelerómetro MPU-9250.

Este acelerómetro resulta el adecuado para este trabajo ya que contiene todo lo necesario para realizar rastreo de movimiento de 9 ejes. Combina un giroscopio, un acelerómetro y un magnetómetro, todos de 3 ejes en un mismo chip. Integra un DMP (Procesador digital de movimiento) capaz de realizar complejos algoritmos de captura de movimiento de 9 ejes.

### Bloques de Control (MCU).

Los bloques MCU son los encargados del procesamiento y control del módulo acelerómetro utilizando una interfaz

SPI, y para el control del módulo Bluetooth utilizando una UART.

Se tiene otra MCU de control la cual está comunicada con otro módulo Bluetooth y un módulo GPRS/LTE, con el fin de enviar los datos a una base de datos en la nube. Ambos módulos se comunican a través de interfaces UART.

#### Bloques de Comunicación Bluetooth.

Estos dispositivos Bluetooth son los delegados de la comunicación con el sistema de realimentación de la bomba, la cual es controlada por otro microprocesador el cual toma las decisiones mediante el algoritmo a desarrollar para aplicar la dosis necesaria de Levodopa al paciente.

#### Procesamiento e interfaz gráfica

La interfaz gráfica es la encargada de poner en pantalla los datos necesarios, tal como historial de movimientos del paciente, dosis aplicadas entre otros.

#### Control de Bomba de Infusión.

El Sistema de infusión estará controlado por un motor paso a paso asociado a un algoritmo para el control eficiente de la droga Dopamina contenida en una jeringa especializada para su dosificación.

En la Fig. 2 se presenta el diagrama en bloques de la Bomba de Infusión.

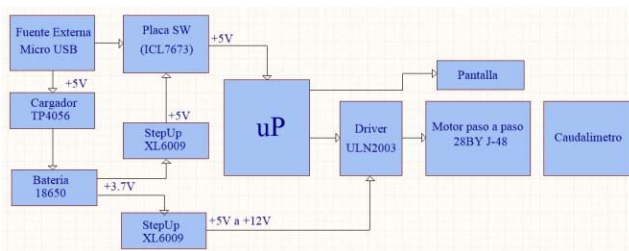


Fig. 2. Diagrama en Bloques Bomba de Infusión.

#### Motor Paso a Paso 28BYJ-48

Motor paso a paso de bajo consumo, pequeño tamaño y alta resolución de paso debido a su caja reductora de 1 a 64 con 4096 pasos por vuelta es decir 0,088° por paso. Éste último hace referencia a su reducido ángulo de rotación, el cual nos permitirá proveer cantidades pequeñas y precisas de líquido.

#### Caudalímetro

Por medio de este sensor se puede medir la distancia absoluta independientemente de la reflectancia del objetivo. El VL6180X mide con precisión el tiempo que la luz tarda en viajar al objeto más cercano y reflejarse en el sensor

#### Driver ULN2003

Consiste en un conjunto de 7 pares de transistores en configuración Darlington, con diodo de protección de contracorriente.

#### Step Up XL6009

Se utilizan dos en paralelo, uno para el uC y el otro para el driver ULN2003.

#### Circuito cargador de Batería (TP-4056).

Encargado de realizar la carga a la batería 18650

*Llave de Entrada de alimentación (ICL7673).*

Este IC es el que realiza la conmutación entre una fuente externa y batería. El cual detecta en forma automática la presencia o no de una alimentación externa.

## RESULTADOS

Partiendo de las señales que genera el caminar sobre un sensor de aceleración, se realizó un algoritmo de estudio sobre los datos del eje Z, que es el más afectado.

A partir de este análisis, se realizó un sistema de filtrado basado en muestras sucesivas y un promedio final en base a las muestras pasadas y los márgenes obtenidos luego del filtrado digital.

## CONCLUSIONE

En esta primera parte del proyecto se logró construir el hardware del sistema y se realizaron las primeras pruebas con señales en movimiento, las cuales son la base de análisis para medir la actividad del paciente y de esa manera correlacionar la actividad con la dosis a infundir.

## REFERENCIAS

- D. Marin, H. Carmona, M. Ibarra, and M. Gámez. "Enfermedad de Parkinson: fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. *Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud*, Vol 50. No 1. (2018)
- V. Ruonala, E. Pekkonen, O. Airaksinen, M. Kankaanpää, P. Karjalainen, and S. Rissanen.. Levodopa induced changes in electromyographic patterns in patients with advanced Parkinsons disease. *Frontiers in neurology*, 9, 35. (2018)
- S. Fox, R. Katzenschlager, S. Lim, B. Barton, R. de Bie, K. Seppi, and Movement Disorder Society Evidence Based Medicine Committee. "Update on treatments for the motor symptoms of Parkinson's disease. *Movement Disorders*". *International Parkinson and movement disorder society evidence based medicine review*(2018)
- D. O. Roa Rico, "Detección de movimientos de cabeza utilizando acelerómetro y giroscopio, mediante índice de correlación de Pearson", *Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California*, (2016).
- A. Bermeo Maldonado, M. Bravo Guamán. "Diseño y Desarrollo de un Sistema Inalámbrico que permita monitorear los temblores en pacientes que padecen la enfermedad de Parkinson utilizando software y hardware libre". *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*. (2018)
- R. Martínez Méndez, M. Romero Huertas. "Uso de sensores inerciales en la medición y evaluación de movimiento humano para aplicaciones en la salud". *Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ingeniería*. (2018).

# Ingeniería Industrial

# EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN CORDOBESA DE PARTES MECÁNICAS DE GENERADORES EÓLICOS

Algañaraz, Mariel E.<sup>(1)</sup>; Castagno, Santiago N.<sup>(1)</sup>; Scagliotti Olmedo, Miguel <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Córdoba  
\*santicastagno@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

La energía eólica es uno de los pilares del futuro sustentable de la humanidad debido a su bajo impacto ambiental. En las últimas dos décadas este campo ha presentado un marcado crecimiento. [1]

En este proyecto fueron estudiadas las turbinas eólicas: sus componentes, sus subsistemas, la situación actual a nivel nacional (modelos más usados, vida útil, potencia instalada) y la viabilidad de la producción nacional de sus componentes.

En Argentina, según el relevo efectuado, el 58.8% de los aerogeneradores tienen potencias entre 3,1 y 4 MW. Siendo los más frecuentes los que tienen entre 3,1 y 3,5 MW. Constituye la moda de los aerogeneradores instalados el modelo Vestas V126-3.45.



**Fig. 1.** Distribución porcentual de potencias de aerogeneradores instaladas en Argentina, programa RenovAr y MATER. Fuente: Elaboración propia en base a CAMMESA



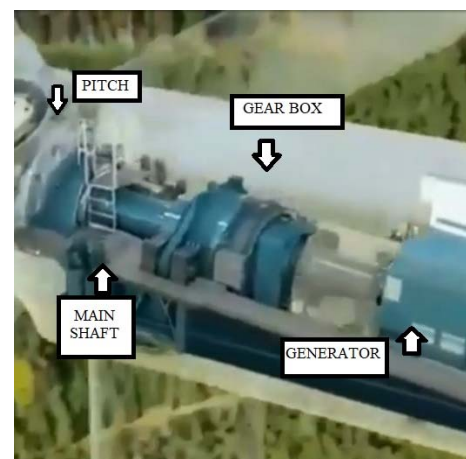
**Fig. 2.** Distribución porcentual en base a fabricantes de turbinas instaladas en Argentina, programa RenovAr y MATER.

## MÉTODOS

### Esquema de funcionamiento:

Al impactar en las aspas la energía cinética del viento se convierte en energía mecánica, que hace girar el rotor. El rotor está conectado mediante un sistema de rodamiento al eje principal o también llamado eje lento, que transmite esa energía mecánica a la caja de engranajes que, en etapas, aumenta la velocidad de giro del eje, transmitiendo esta energía al generador a través del eje rápido.

El generador convierte la energía mecánica que suministra el eje de transmisión de etapa rápida, a energía eléctrica, es el “cliente interno” del sistema caja, por ende, depende del tipo de generador, la configuración de la caja. [2]



**Fig. 3.** Subsistemas principales de una turbina eólica. Fuente: Elaboración propia.

### Caja de engranajes:

Hay dos tipos de configuraciones posibles para turbinas eólicas, caja de engranajes de ejes paralelos y cajas de engranajes de ejes planetarios, las configuraciones suelen combinarse para optimizar la eficiencia del diseño, por ejemplo en el modelo moda, la caja es de 3 niveles, 2 etapas planetarias y una etapa helicoidal.

Las cajas multiplicadoras de engranajes paralelos pueden fabricarse con relaciones de transmisión de hasta 1:5 por etapa, este tipo de cajas al ser más sencillas en cuanto al diseño respecto de las cajas planetarias, representan un coste menor, por lo que son las preferidas para turbinas eólicas de hasta 500 kW. Las cajas multiplicadoras de engranajes planetarios tienen una relación de transmisión de hasta 1:12, son usadas con varias etapas para potencias mayores a 1MW.

Para la fabricación de los engranajes de las multiplicadoras se utiliza fundamentalmente acero aleado de dureza 30-42 RC. Una vez fabricadas las ruedas dentadas estas se someten a un tratamiento de cementado mediante el cual aumenta el contenido de carbono en la superficie y se logran durezas del orden de 58-63RC. Con este procedimiento se logra que el núcleo de la rueda sea dúctil mientras que la superficie debido a su dureza posea una alta durabilidad. [2]

### RESULTADOS

Para el dimensionamiento de la caja multiplicadora, se analizaron tesis, papers y documentos técnicos de los que obtener datos de los parámetros de fabricación para analizar en campo la capacidad técnica de las metalmecánicas. El análisis toma como base el diseño de la multiplicadora para una turbina eólica de 2,5 Mw con una etapa planetaria y dos etapas paralelas de Moya Rodríguez J.L. -Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba. [3]

#### Datos:

Potencia = 2500 Kw

rpm de entrada = 14, 7 rpm

rpm de salida = 1500

u total = 102,48

Método de Cálculo = ISO 6336 2006. Método B

Material = Acero 18CrNiMo 7-6 Templado y cementado para ambas ruedas ISO 6336-5 para ambas ruedas.

Lubricación por barboteo = ACEITE ISO VG – 220

Vida = 30000 horas

nsf y np factores de seguridad a la fatiga por flexión y a la picadura respectivamente.

Tipo de engranaje	m (mm)	b(°)	B (mm)	Z	u	$n_{gr}$ pie	$n_{gr}$ flanco	rpm entrada	rpm salida
Fase 1 (planetario) aw=1170.59	25	20	750	29 59 -148	6,1	2.0753 1.4841 3.2619	1.4961 1.8888 4.6910	14,7	89,6
Fase 2 (paralelo) aw=1096.66	16	10	500	27 108	4	1.4003 1.4324	1.3046 1.3751	89,1	358,6
Fase 3 (paralelo) aw=830.05	12	20	220	25 105	4,2	1.5422 1.5658	1.2105 1.2.650	356	1504

### CONCLUSIONES

La conclusión última de este trabajo es el hecho de que es factible la fabricación de componentes de turbinas eólicas en la provincia de Córdoba desde el punto de vista técnico. Sin embargo, desde el punto de vista normativo existen trabas que dificultan la entrada al mercado. Esto

se debe a que las empresas responsables en el desarrollo de proyectos deben utilizar por norma, exclusivamente máquinas y equipos que hayan sido probados y certificados por instituciones independientes que estén acreditadas por la norma ISO/IEC 17025:2005 y de acuerdo con la norma IEC 61400 [4] y la ISO 6336-5. [5]

### REFERENCIAS

- [1] GWEC, Global Wind Energy Report, (2019)
- [2] Ospina, G., Bogardo, G., Modelado de turbina eólica con generador de inducción para análisis de estabilidad de señal pequeña, Universidad Autónoma de Nuevo León, (2017)
- [3] Moya Rodríguez, J., Diseño de caja multiplicadora para turbinas eólicas, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, (2012)
- [4] ISO/IEC 17025, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración, (2005)
- [5] ISO 6336-5, Calculation of load capacity of spur and helical gears — Part 5: Strength and quality of materials.

# APLICACIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE NUEVOS PATRONES DE CONSUMO EN LA REGIÓN MÁS POBLADA DE ARGENTINA

Caballero, Natalia Belén<sup>(1)</sup>; Tognarelli, Matías; Moreno, Valeria Karina  
 Director: Coggiola, Mauricio

<sup>(1)</sup>Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. Grupo GICAPP.  
 Maestro M. Lopez esq. Cruz Roja, CP 5016, Córdoba, Argentina.  
 \*E-mail del autor de contacto: utnpid2020@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

A través del presente proyecto se procura realizar un Manual de Buenas Prácticas, destinado a concientizar y proponer alternativas para el consumo sostenible de energía eléctrica y gas natural a nivel residencial.

Es justamente su gran densidad poblacional, lo que permitirá establecer como hipótesis inicial que, una mejora en los patrones de consumo de sus habitantes se verá impactado positivamente en el consumo energético de los hogares.

En primera instancia, se establece el perfil de un hogar tipo de la mencionada región, caracterizándolo según aspectos socioeconómicos y estructurales, como parámetros de análisis de consumo, y comparación con las demás zonas del país y con países homólogos de la región (UCA, 2020). Luego del estudio realizado, se propondrán diferentes alternativas para generar ahorro energético y consumo eficiente.

Se plantea como punto de innovación la traducción de cada consumo examinado, en una unidad de medida (TnCO<sub>2</sub>eq) equiparable, simple y adaptada al sector residencial argentino (ONU, 2019). Considerando que sólo puede mejorarse aquello que puede ser medido, esto permitirá comparar fácilmente el beneficio derivado de la implementación de diferentes medidas de consumo racional y responsable.

## MÉTODOS

Inicialmente, se determinará el hogar tipo de la Zona Centro de la República Argentina, que conforma la base de partida y da lugar a los respectivos indicadores socioculturales claves para el análisis (UCA, 2020).

En la etapa final, se desarrollará el Manual de Buenas Prácticas, en la difusión del mismo radica el impacto positivo que se persigue, como objetivo principal de este proyecto y que la experiencia se mantenga a largo plazo, generando un mayor grado de conciencia en los usuarios.

Etapa 1: Caracterización de la región: La Zona Centro de la República Argentina está conformada por la Región Pampeana que comprende las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y Santa Fé; y la Región de Cuyo que está conformada por Mendoza, San Juan, La Rioja y San Luis. Dentro de la caracterización, se tendrán en cuenta los siguientes puntos a ser evaluados: Población - Hogares - Consumo Energético.

Etapa 2: Caracterización del consumo: En base a los datos obtenidos en el punto anterior, se realizará una determinación del hogar tipo a caracterizar, teniendo en consideración los siguientes parámetros de análisis (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2019).

- Consumo de Energía Eléctrica (EE): Aquí se realizará un análisis en base al cálculo de dos índices medidos en [MWh/mes/Hogar] y [\$/mes/Hogar] según las diferentes provincias de la zona centro y según promedio de toda la Región.
- Consumo Gas Natural (GN): Aquí se realizará un análisis en base al cálculo de dos índices medidos en [m<sup>3</sup>/mes/Hogar] y [\$/mes/Hogar] según las diferentes provincias de la zona centro y según promedio de toda la Región.
- Análisis poblacional y de correlación: Cantidad de habitantes/ Hogar según las diferentes provincias del país y según promedio por Región. Relación entre el Consumo de Energía Eléctrica y la Población. Relación entre el Consumo de Gas Natural y la Población.

Etapa 3: Propuestas de implementación y cuantificación de resultados: Para la elaboración de las propuestas de mejora, se elaborará un ranking con los electrodomésticos y las prácticas que más impactan, con el fin de obtener una distribución de los consumos cuantificable y con posibilidad de ser optimizada (Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología, 2019).

Esta información será traducida a TnCO<sub>2</sub>eq, de esta forma será pertinente para efectuar las comparaciones necesarias (ONU, 2019).



## RESULTADOS

Como se planteó inicialmente, dentro de la caracterización, se tuvieron en cuenta los siguientes puntos: Población - Hogares - Consumo Energético.



Fig. 1. Densidad poblacional en la región centro

La población de la región centro representa el 74% de la población del país. El promedio de personas por hogar en la región es de 3,32 (UCA, 2020).

A continuación, se presentan los indicadores de consumo relacionados.

**Tabla 1.** Indicadores del consumo de energía eléctrica (EE) y de gas natural (GN) por hogar en la región centro

	GN	EE
[m <sup>3</sup> /mes/Hogar]	80	-
[\$/mes/Hogar]	1249	1156
[MWh/mes/Hogar]	-	0,31

Con el fin de poder estudiar las relaciones que existen entre las distintas variables definidas y analizadas anteriormente, en esta sección se realizará el estudio utilizando la técnica de correlación entre variables. De esta manera, se podrá determinar la intensidad de relación que existe entre los parámetros vistos y realizar el análisis sobre aquellas relaciones más relevantes para la región de estudio.

De esta manera, se realizó el cálculo de los índices de correlación R para cada región, para poder comparar los resultados. Se observa una clara tendencia en la Zona Centro, en donde parece indicar que a medida que aumenta la cantidad de habitantes en el hogar, el consumo eléctrico tiende a incrementarse. Como conclusión, se pudo identificar claramente la relación que existe entre el consumo de energía eléctrica y la población por hogar de la región centro (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2019).

Realizando la misma metodología que en el punto anterior, para el caso de la relación entre el consumo de gas natural y población, se obtuvieron los siguientes resultados para cada región

**Tabla 2.** Correlación entre consumo de energía eléctrica (EE) y de gas natural (GN) y habitante por hogar

	GN/habitante	EE/habitante
Zona Norte	-0,59	-0,51
Zona Centro	-0,46	0,81
Zona Sur	0,64	-0,06

Como conclusión, se puede identificar que el resultado no parece indicar una relación entre el consumo de gas natural y la población por hogar de la región centro (dentro de la muestra analizada). Por esta razón, el principal punto de mejora se orientará hacia los parámetros de consumo con relación a la energía eléctrica.

## CONCLUSIONES

El principal objetivo del presente proyecto se basa en la realización de un Manual de Buenas Prácticas, destinado a concientizar a los usuarios que residen en la región centro del país, y proponer alternativas para el consumo sostenible de energía eléctrica y gas natural a nivel residencial.

Es justamente su gran densidad poblacional, lo que permitió establecer como hipótesis inicial que, una mejora en los patrones de consumo de sus habitantes, se verá impactado positivamente en el consumo energético de los hogares.

Se observa una clara tendencia en la Zona Centro, en donde a medida que aumenta la cantidad de habitantes en el hogar, el consumo eléctrico tiende a incrementarse. Se pudo identificar claramente la relación que existe entre el consumo de energía eléctrica y la población por hogar de la región centro.

Por otro lado, no existe relación entre el consumo de gas natural y la población por hogar de la región centro, por lo cual, el principal punto de mejora se orientará hacia los parámetros de consumo en relación a la energía eléctrica.

Luego de este análisis realizado, en el próximo paso se propondrán diferentes alternativas para generar ahorro energético y consumo eficiente. Como se mencionó en la metodología, para la elaboración de las propuestas de mejora, se elaborará un ranking con los electrodomésticos y las prácticas que más impactan, con el fin de obtener una distribución de los consumos cuantificable y con posibilidad de ser optimizada.

Esta información será traducida a TnCO<sub>2</sub>eq, de esta forma será pertinente para efectuar las comparaciones necesarias, y en conjunto con las medidas correspondientes, conformarán el Manual de Buenas Prácticas de consumo sostenible de la región centro del país.

## REFERENCIAS

- ONU. Producción y consumo responsables: por qué son importantes. [Página web] (Consulta: Mayo, 2019)
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. Núcleo socio-productivo estratégico. [Página web] (Consulta: Mayo, 2019)
- Universidad Católica Argentina (UCA). Observatorio de la deuda social Argentina. [Página web] (Consulta: Mayo, 2020)
- Ministerio de Desarrollo Productivo. "Informes estadísticos del sector eléctrico". [Página web] <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/energia-electrica/estadisticas/informes-estadisticos-del-sector-electrico> (Consulta: Mayo, 2019)

## UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BI EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN. CASO DE ESTUDIO: HOGAR TIPO ARGENTINO

Jara, Nicolás Sebastián\* <sup>(1)</sup>; Rubiolo, Gino Sebastián; Moreno, Valeria Karina  
 Director: Coggiola, Mauricio

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. Grupo GICAPP.  
 Maestro M. Lopez esq. Cruz Roja, CP 5016, Córdoba, Argentina.  
 \*E-mail del autor de contacto: utnpid2020@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto, se denomina inteligencia de negocios o BI (del inglés business intelligence), a la implementación de herramientas para el manejo de grandes cantidades de datos proveniente de diversas fuentes, enfocada en la administración y creación de conocimiento.

Estas herramientas se utilizan comúnmente en empresas, por lo cual, el objetivo es trasladarlas a un proyecto de investigación, en dónde además de generar conocimiento, permitan facilitar la toma de decisiones.

El proyecto de base, se enfoca en la creación de una guía de buenas prácticas aplicadas a miles de hogares para contribuir en la reducción de la huella de carbono (ONU, 2019). Para llevarlo a cabo, se realizará una caracterización del sector residencial, analizando datos sobre la población, la climatología, la situación de consumo energético, etc. (UCA, 2020) Estos datos se procesarán a través de un software (Power BI) generando en un mismo modelo de datos, un análisis detallado sobre este sector en Argentina, definiendo así un Hogar Tipo, según tres diferentes regiones: Norte, Centro y Sur.

Esta caracterización, nos permitirá mediante la utilización del software y procesos de BI calcular y establecer índices y correlación entre los parámetros analizados, con el fin de estudiar el comportamiento de los hogares de las diferentes regiones. Una vez definido esto, mediante proyecciones y escenarios se realizará un análisis sobre el impacto de la aplicación de las buenas prácticas definidas en los hogares.

### MÉTODOS

Para llevar a cabo el estudio, se realizará una caracterización del sector residencial, analizando datos sobre la población, la climatología, la situación de consumo energético, etc. Estos datos se procesarán a través del software Power BI generando en un mismo modelo de datos, un análisis detallado sobre este sector en Argentina, definiendo así un Hogar Tipo, según tres diferentes regiones: Norte, Centro y Sur.

**Etapa 1: Búsqueda y procesamiento de Información.**  
 Para facilitar la búsqueda de información se dividió el país en tres regiones:

- **Norte:** Catamarca, Chaco, Corrientes, Formosa, Jujuy, Misiones, Salta, Santiago del Estero, Tucumán
- **Centro:** Buenos Aires, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa, La Rioja, Mendoza, San Juan, San Luis, Santa Fe
- **Sur:** Chubut, Neuquén, Rio Negro, Tierra del Fuego, Santa Cruz.

Esta división se realizó bajo la presuposición de que estas regiones tienen características similares (UCA, 2020). Cada región tiene un grupo asignado para realizar la búsqueda de información. Algunas de estas características son: clima, energía eléctrica, gas natural y la distribución de la población.

Cada una de estas características, supone el manejo de una gran cantidad heterogénea de información, que deberá ser adaptada para poder ser procesada, por lo cual, esta etapa también incluye el acondicionamiento de la información para introducirla en el software.

**Etapa 2: Obtención de Indicadores e Índices de Correlación.**

**Obtención de mapas de colores**

El software permite crear mapas interactivos mediante códigos de área, para poder interpretar de forma gráfica la distribución de los datos (clima, población, consumos) entre las diferentes regiones y dentro de cada región entre las diferentes provincias. Esto se realiza siguiendo una escala de colores donde se resalta con mayor intensidad aquella región/provincia donde alguno de los parámetros que se están estudiando sea más significativo.

**Cálculo de índices**

Teniendo la información estructurada en forma de tabla, el software nos permite hacer comparaciones entre las diferentes variables, en forma de índices que se definirán apropiados para poder interpretar todos los datos, estos índices abarcan desde promedios de consumos para cada usuario hasta índices de correlación para poder predecir en cierto grado el comportamiento que tienen las variables entre ellas.

### Etapa 3: Definición de Hogar Tipo

La caracterización de la región de estudio, nos permitirá mediante la utilización del software y procesos de BI calcular y establecer índices y correlación entre los parámetros analizados, con el fin de estudiar el comportamiento de los hogares de las diferentes regiones.

Para llevarlo a cabo, se analizarán datos sobre la población, la climatología, la situación de consumo energético, etc. (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2019).

Estos datos, procesados a través del software definido, generan un análisis detallado sobre este sector en Argentina, definiendo así un Hogar Tipo, según tres diferentes regiones: Norte, Centro y Sur.

Una vez definido esto, mediante proyecciones y escenarios se realizará un análisis sobre el impacto de la aplicación de las buenas prácticas en los hogares. Esta etapa escapa al alcance del presente resumen.

## RESULTADOS

Una vez que se analizaron todos los datos, como el clima, la distribución de la población, los consumos energéticos (Ministerio de Desarrollo Productivo, 2019), y se procesaron a través del mencionado software, se llegó a la tabla que se muestra a continuación.

**Tabla 1.** Hogar tipo argentino

PARÁMETROS	HOGAR TIPO ARGENTINO
Consumo promedio de gas	144 m <sup>3</sup>
Tarifa promedio de gas	\$1160
Consumo promedio electricidad	0,23 MWh
Tarifa promedio de electricidad	\$ 828
Personas por hogar	3,72
% de personas que vive en casas	85%

Esta es la definición de Hogar Tipo Argentino, con los parámetros correspondientes a los consumos energéticos. Los mismos serán de suma importancia a la hora de definir las propuestas de mejora, que conformarán la guía de buenas prácticas de consumo, con el fin de ser aplicadas a miles de hogares para contribuir en la reducción de la huella de carbono de nuestro país (ONU, 2019).

## CONCLUSIONES

El software Power BI se adaptó muy bien a los requerimientos del proyecto de investigación sirviendo como una herramienta fundamental al momento de obtener el conocimiento que nos permitió llegar a la definición correcta del hogar tipo, relacionando datos provenientes de diversas fuentes que fueron estructuradas y centralizadas mediante un modelo de datos en el software.

Este ofrece una solución práctica para poder modelarlos, realizar comparaciones y cálculos de índices y así visualizar toda la información en unos pocos tableros.

El programa resultó de mucha utilidad a la hora de realizar las comparaciones de los indicadores calculados de las distintas zonas, utilizando los diferentes elementos que ofrece el software.

Para la siguiente etapa del proyecto el software se utilizará como base para realizar proyecciones de consumos y sus correlaciones una vez aplicadas las buenas prácticas. Además, se realizarán gráficos dinámicos para mostrar los ahorros energéticos y de TnCO<sub>2</sub>eq que se podrían alcanzar si un gran número de hogares modifica en cierta manera sus patrones de consumo (ONU, 2019).

## REFERENCIAS

- ONU. “Objetivos de Desarrollo Sostenible”. [Página web] <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/> (Consulta: Mayo, 2019)
- ONU. “Producción y consumo responsables: por qué son importantes”. [Página web] [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/12\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/12_Spanish_Why_it_Matters.pdf) (Consulta: Mayo, 2019)
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. Ambiente y Desarrollo Sustentable. [Página web] <https://www.argentina.gob.ar/plan-argentina-innovadora-2020/ambiente-y-desarrollo-sustentable> (Consulta: Mayo, 2019)
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. “Núcleo socio-productivo estratégico documento de referencia reducción de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático”. [Página web] [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reduccion\\_de\\_gases\\_invernadero\\_doc.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reduccion_de_gases_invernadero_doc.pdf) (Consulta: Mayo, 2019)
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. “Reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero, adaptación al cambio climático en ambientes urbanos y valoración económica, medición y evaluación de servicios ecosistémicos”. [Página web] [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reduccion\\_emision\\_gases\\_plan.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/reduccion_emision_gases_plan.pdf) (Consulta: Mayo, 2019)
- Ministerio de Desarrollo Productivo. “Informes estadísticos del sector eléctrico”. [Página web] <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/energia-electrica/estadisticas/informes-estadisticos-del-sector-electrico> (Consulta: Mayo, 2019)
- Universidad Católica Argentina (UCA). Observatorio de la deuda social Argentina. [Página web] (Consulta: Mayo, 2020)

# IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE CALEFACCIÓN TRADICIONAL Y RENOVABLE EN LA PATAGONIA ARGENTINA

Pereyra Guaycochea, Martina Nicolle\* <sup>(1)</sup>; Alfaraño, Javier; Moreno, Valeria Karina  
 Director: Coggiola, Mauricio

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba. Grupo GICAPP.  
 Maestro M. Lopez esq. Cruz Roja, CP 5016, Córdoba, Argentina.

\*E-mail del autor de contacto: utnpid2020@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se basa en determinar el consumo energético de los hogares en la Región Patagónica de la República Argentina, con el objetivo de establecer parámetros de mejora que puedan implementarse en busca de la optimización del consumo y del uso de los recursos.

Se observa en un análisis preliminar que el mayor consumo energético se encuentra en el uso de gas natural para calefacción. Es debido a esta climatología extrema que el consumo de gas natural en la región es aproximadamente cinco veces mayor respecto al de provincias que constituyen las Regiones Norte y Centro del país (ENARGAS, 2020).

Por este motivo, se elaborará una propuesta de implementación de energías renovables para la calefacción de los hogares, obteniendo como resultado una reducción en el consumo de combustibles fósiles. Lo que se pretende es reemplazar un porcentaje de gas natural por la utilización de biomasa sólida. Finalmente se cuantificará el impacto positivo de estas acciones en el medio ambiente y el ahorro económico respecto a las tarifas.

## MÉTODOS

Etapa 1: Caracterización de la Región. La Patagonia Argentina, es una de las seis macro regiones que conforman a la república. Con el fin de caracterizar esta extensa región de nuestro país, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros: Población, Clima, Consumo Energético y Consumo de Gas.

Etapa 2: Propuestas de Mejora. En esta etapa se analizarán los diferentes métodos convencionales de calefacción utilizados en los hogares de la región. Luego se buscará una alternativa a los métodos que consuman recursos no renovables con el objetivo de disminuir la huella de carbono (Muntean et al., 2020).

Etapa 3: Cuantificación de Resultados. En función de los criterios fijados, se realizará la calificación de cada sistema de calefacción. A partir de ello, se seleccionará el más conveniente tanto para la población como para el medio ambiente, se analizará la disminución de las TnCO<sub>2</sub>eq.

## RESULTADOS

Etapa 1: Caracterización de la Región.

A partir de los datos obtenidos se realiza un análisis de correlación entre los factores analizados de la región a partir de la siguiente ecuación (Kenney and Keeping, 1951):

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2} \sqrt{\sum(y-\bar{y})^2}}$$

(1)

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1. Correlación de factores

Relación	Indice
Consumo eléctrico Vs. Habitante por hogar	-0,06
Consumo de gas Vs. Habitante por hogar	0,64
Consumo eléctrico Vs. Temperatura	-0,848
Consumo de gas Vs. Temperatura	-0,982

De lo observado, resulta que hay una baja relación entre la cantidad de habitantes en el hogar y su consumo. Siendo la temperatura el factor predominante. Teniendo en cuenta que la mayor relación se encuentra en el consumo de gas debido a la temperatura, se continúa el análisis considerando este recurso.

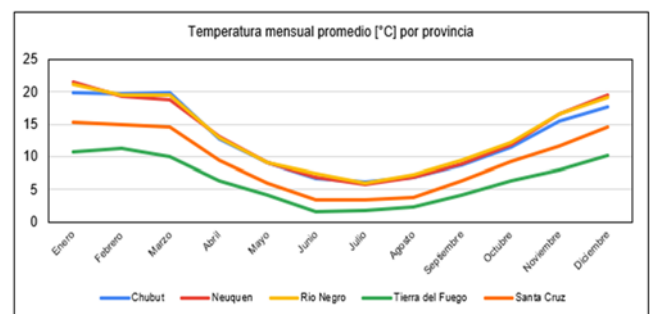


Fig. 1. Temperaturas promedio por mes durante el ciclo 2019 en las provincias de la Patagonia

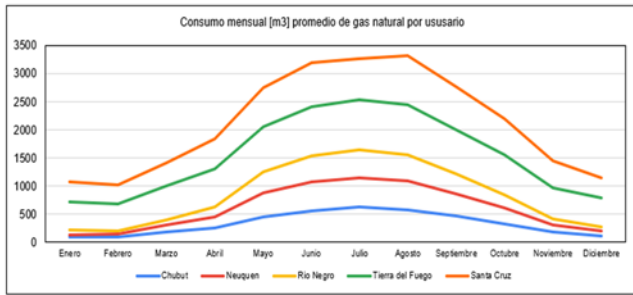


Fig. 2. Consumo de gas natural por usuario en las distintas provincias de la Patagonia.

Finalmente, se analiza el consumo de gas natural en un hogar tipo.

Tabla 2. Distribución del consumo de gas en un hogar tipo.

Función	Consumo estimado mensual (m <sup>3</sup> )	Relevancia
Calentar agua	64,97	14,84%
Cocinar	39,65	9,06%
Calefacción	333,06	76,10%
Total	437,68	100%

Etapa 2: Propuestas de Mejora.

En la actualidad, a nivel doméstico, coexisten diferentes sistemas que permiten calefaccionar los ambientes. Existen diferencias en cuanto a diseño, funcionamiento, capacidad, precio, rendimiento, etc. Es por eso por lo que se analizaron los siguientes métodos de calefacción: gas natural, caloventor, convector y aire acondicionado.

Por otro lado, se proponen métodos de calefacción alternativos, que hagan uso de recursos renovables. Es por ello por lo que se analiza el uso de estufas a leña (también conocidas como salamandras) y estufas a pellet.

Las estufas a pellet están diseñadas para ser alimentadas con pellets de biomasa, fabricados a partir de los residuos de la industria maderera. Las características granulares de este combustible le permiten fácil tratamiento, almacenamiento, transporte y utilización, además de ser seco, seguro y liviano (Eider Biomasa, 2020).

Al ser un material obtenido a partir de desechos de procesos industriales, es de fácil acceso, renovable y barato. Por otro lado, aprovecha mejor el espacio que la leña común, por lo que tiene una mayor densidad aparente (Eider Biomasa, 2020).

Etapa 3: Cuantificación de Resultados.

Teniendo en cuenta los criterios de análisis, y el peso establecido para cada uno, se realizó un análisis cualitativo por puntos obteniendo los resultados que se exponen a continuación.

Este análisis nos indica que la opción de calefacción más conveniente resulta ser la estufa de pellet, siendo esta la más eficiente en cuanto a su rendimiento y la menos contaminante al reutilizar residuos forestales.

Tabla 3. Análisis cualitativo de artefactos para calefacción.

Criterio	Gas	Pellet	Leña	Caloventor	Convector	Aire
Rendimiento del equipo	6	9	8	2	4	7
Impacto ambiental	7	10	8	6	7	8
Disponibilidad de combustible	8	6	7	9	9	9
Mantenimiento	5	4	4	9	10	8
Complejidad de instalación	4	6	6	10	10	5
Capacidad de calefacción	6	10	9	2	5	8
Precio	6	4	5	9	8	5
<b>Calificación</b>	5,95	7,65	7,15	5,9	7,1	7,2

Teniendo en cuenta que la estufa de pellet posee una emisión de CO<sub>2</sub>eq prácticamente nula, podemos realizar un supuesto de la cantidad de CO<sub>2</sub>eq producida en la Patagonia para calefacción se podría ahorrar.

Considerando que aproximadamente el 75% del gas consumido se utiliza para calefacción en esta región, y que el consumo total anual de la misma es de 2.497.898 m<sup>3</sup> y de los cuales 1.873.423 m<sup>3</sup> de gas natural se utilizan para calefacción; si se implementaran estufas de pellet en todos los hogares de la Patagonia, se reduciría la emisión de CO<sub>2</sub>eq en 3.804 Toneladas (Muntean et al., 2020).

Por otro lado, si se considera que en un hogar tipo, con 4 habitantes, se destinan 333m<sup>3</sup> de gas natural para calefacción, con la nueva propuesta se reduciría en un 25% la emisión de CO<sub>2</sub>eq por habitante (CeroCO<sub>2</sub>, 2020).

CONCLUSIONES

Los datos observados nos permiten concluir que con la implementación de un combustible renovable en el uso cotidiano, como lo es la calefacción, se podría reducir la huella de carbono de cada habitante en un 25%.

Se ha demostrado que un cambio en lo que respecta a climatización residencial es beneficioso no solo por reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>eq, sino también, por la mayor eficiencia energética que este combustible posee.

REFERENCIAS

Kenney, J. F. and Keeping, E. S., Mathematics of Statistics, Pt. 2, 2nd ed. Princeton, NJ: Van Nostrand, 1951.

ENARGAS. Atlas Histórico de Gas. [Página web] Disponible en: <https://www.enargas.gov.ar/secciones/informacion-geografica/atlas-historicos-del-gas.php> (Junio, 2020)

Eider Biomasa. Manual de instrucciones estufas de pellet. [PDF]. Disponible en: <https://www.eiderbiomasa.com/es/> (Mayo, 2020)

CeroCO<sub>2</sub>. Calculadora huella de carbono. [Página Web]. Disponible en: <https://www.ceroco2.org/calculadoras/> (Mayo, 2020)

Muntean, M., Guizzardi, D., Schaaf, E., Crippa, M., Solazzo, E., Olivier, J.G.J., Vignati, E. Fossil CO<sub>2</sub> emissions of all world countries - 2018 Report

## OBTENCIÓN DE $\text{LiFePO}_4$ A ESCALA PILOTO

Pablo E. A. Rodríguez <sup>(1)</sup>; Guadalupe Rodríguez Walker <sup>(2)</sup>; Alejandro Cometto <sup>(2)</sup>; Ronaldo Stefanutti<sup>(3)</sup>; Claudia M. Sánchez <sup>(4, 6)</sup>; José Hugo de Aguiar Sousa <sup>(5)</sup>; Antonio Gomes Souza Filho <sup>(5)</sup>; Javier Britch <sup>(6, \*)</sup>

<sup>(1)</sup>Ministerio de Ciencia y Tecnología de Córdoba, Gobierno de la Provincia de Córdoba, Av. Álvarez de Arenales 230, (X5004AAP) barrio Juniors, Córdoba, Argentina.

<sup>(2)</sup>SOL.Ar SRL, Parque industrial El Pantanillo, Ruta Nacional 38, N° 1304, (K4751XAK) San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, Argentina.

<sup>(3)</sup>Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará- UFC, Campus do Pici, Bloco 713, CEP: 60440-970, Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>(4)</sup>Facultad de Matemática, Astronomía y Física – FAMAF, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Medina Allende 2144, (X5016ZAA) Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

<sup>(5)</sup>Departamento de Física, Centro de Ciência, Universidade Federal do Ceará- UFC, Campus do Pici, Bloco 922. CEP: 60440-900 Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>(6)</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, (X5016ZAA) Ciudad Universitaria, Córdoba, Argentina.

\*E-mail: [javierbritch@hotmail.com](mailto:javierbritch@hotmail.com)

### INTRODUCCIÓN

En el año 1990 la empresa Sony lanzó al mercado las primeras baterías de ion litio (BIL) dando inicio a una revolución en el campo de sistemas de almacenamiento de energía (Chagnes A. and Swiatowska J. 2015). El mercado del litio es uno de los más fuertes en el siglo XXI. Su potencial desarrollo en nuestro país ganó la escena hace algún tiempo, en virtud de las grandes reservas que existen en el norte de Argentina (Fornillo B. 2015), donde existen alrededor de 40 proyectos para la producción de carbonato de litio, algunos de ellos ya desarrollados y consolidados, con una fuerte presencia de capital extranjero (Castello A. and Kloster M. 2015).

El escenario actual de aumento de la inversión extranjera en litio plantea un claro desafío: ¿Podremos establecer las condiciones necesarias para la industrialización a largo plazo con valor agregado de este mineral?

Apoyado por subvenciones públicas y privadas, el sistema científico argentino ha avanzado mucho en este sentido, obteniendo miligramos de derivados de litio con alto valor agregado (Caldero et al. 2017), sin embargo, estos resultados no se han transferido al sector industrial.

Para resolver esta limitación, se obtuvo  $\text{LiFePO}_4$  a escala piloto (kilogramos), mediante un proceso directo de reacción en estado sólido controlado (Toprakci et al 2010). Según nuestro conocimiento, este es el primer reporte en nuestro país sobre la obtención y caracterización de  $\text{LiFePO}_4$  a escala piloto.

El oxalato de hierro (II) ( $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ) se preparó a partir de sulfato de hierro (II) heptahidrato ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ) y ácido oxálico ( $\text{HO}_2\text{CCO}_2\text{H}$ ).

$\text{LiFePO}_4$  se preparó mediante el método de reacción en estado sólido (Toprakci et al 2010) usando oxalato de hierro (II) ( $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ), carbonato de litio ( $\text{Li}_2\text{CO}_3 \geq 96,5\%$ ) y dihidrógeno fosfato de amonio ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  99%) como materiales de partida. Una cantidad estequiométrica de  $\text{FeC}_2\text{O}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  y  $\text{Li}_2\text{CO}_3$  se molió en un mínimo volumen de acetona usando un molino de bolas convencional a una velocidad de rotación de aproximadamente 800 rpm durante 10 min. Después de la molienda, se añadió una proporción en peso de glicina (99%) del 20% para actuar como agente reductor y como fuente adicional de carbono. La mezcla resultante se calcinó en un horno tubular en atmósfera de argón siguiendo el siguiente régimen de tiempo y temperatura: 1,5 h 100°C, para eliminar el agua del sistema; 2 h a 260°C, para descomponer el oxalato de hierro y 3 h a 350°C para eliminar los productos gaseosos e iniciar la síntesis. El calentamiento final se realizó a 700°C durante 10 h para completar la síntesis del  $\text{LiFePO}_4$  (sinterizado). El producto obtenido, 3,5 Kg, fue molido y el polvo generado fue caracterizado mediante difracción de rayos X (XRD), microscopía electrónica de barrido (SEM) y microanálisis de rayos X dispersivos de energía (EDS), para investigar las morfologías de partículas y las estructuras de fase.

### RESULTADOS

La Figura 1 muestra el espectro XRD del producto obtenido. Este análisis de caracterización física identifica al producto como  $\text{LiFePO}_4$  sin identificación de

### MÉTODOS

impurezas, lo cual asegura una concentración superior al 98%.

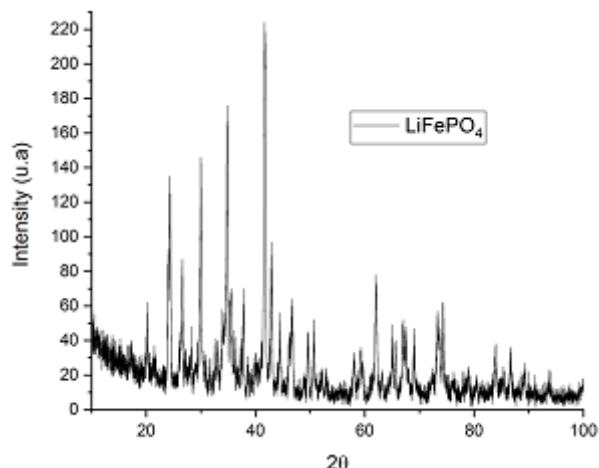


Fig. 1. Espectro XRD del producto.

Las imágenes de SEM (Figura 2) y del producto permiten identificar una alta homogeneidad en el tamaño (promedio de 250 nm) y forma de las partículas, las cuales se agrupan formando cúmulos.

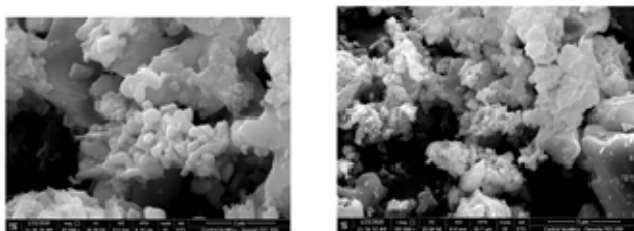


Fig. 2. Micro imágenes de SEM del producto.

La Figura 3 muestra la imagen SEM del punto de impacto y espectro EDS del producto.

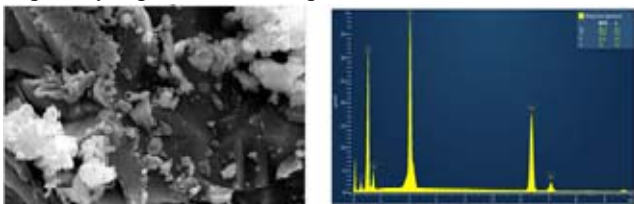


Fig. 3. Imagen SEM del punto de impacto y espectro EDS del producto.

### CONCLUSIONES

Entre las varias estructuras tipo olivina, constituidas por una red de enlaces covalentes fuerte de aniones tetraédricos  $(XO_4)_n$  con  $(X = P, S, As, Mo \text{ y } W)$  y metales en posiciones octaédricas, identificados como potenciales electrodos catódicos (Padhi 1997), el  $LiFePO_4$  se ha constituido en el producto de mayor interés comercial como material catódico de baterías de ion litio (Goodenough and Kim 2010). No obstante, el principal problema de este material es el control del estado de oxidación del hierro durante el proceso (Ou et al. 2009). Existen diferentes métodos de síntesis del material tipo olivina  $LiFePO_4$ : reacción en estado sólido, hidrotermal y sol gel (Kanamura et al. 2008).

En este trabajo describimos la obtención a escala piloto de kilogramos de  $LiFePO_4$  con un tamaño de partícula de aproximadamente 250 nm, empleando el método de síntesis en estado sólido. La identidad del producto obtenido fue confirmada por análisis de difracción de rayos X (XRD), por microscopía electrónica de barrido (SEM) y microanálisis de rayos X dispersivos de energía (EDS).

Esta es la primera vez que se reporta la síntesis de kilogramos de  $LiFePO_4$  en Argentina.

**Agradecimientos.** Los autores agradecen el apoyo brindado por SOL.Ar SRL, Catamarca, Argentina, para la ejecución del proyecto. AC agradece especialmente a FMC Lithium Corp. de los Estados Unidos de América y Catamarca Minera Sociedad del Estado (CAMYEN SE) por la generosa donación de carbonato de litio. PEAR es miembro de la Carrera de Investigación Científica y Tecnológica de la provincia de Córdoba, Argentina.

**Conflictos de intereses.** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### REFERENCIAS

- Caldero, C. A., Thomas, J. E., Lener, G., Barraco, D. E., Visintin, A. Electrochemical comparison of  $LiFePO_4$  synthesized by a solid-state method using either microwave heating or a tube furnace. *J Appl Electrochem* DOI 10.1007/s10800-017-1111-0 (2017).
- Castello A. y Kloster M. (2015). Industrialización del litio y agregado de valor local. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: CIECTI.
- Chagnes A. and Swiatowska J. (2015). Lithium Process. Chemistry Resources, Extraction, Batteries, and Recycling. Paris, France: Elsevier.
- Fornillo B. (2015). Geopolítica del Litio. Industria, Ciencia y Energía en Argentina. Buenos Aires, Argentina: El Colectivo.
- Goodenough j. B. and Kim Y. Challenges for Rechargeable Li Batteries. *Chem. Mater.* 22, 3, 587–603 (2010).
- Ou X. Q., Xu, S. Z., Liang G. C., Wang L., Zhao X. Effect of Fe(III) impurity on the electrochemical performance of  $LiFePO_4$  prepared by hydrothermal process. *Science in China Series E: Technological Sciences.* 52, 264–268 (2009).
- Padhi A. K., Nanjundaswamy K. S., Goodenough J. B. Phospho-olivines as Positive-Electrode Materials for Rechargeable Lithium Batteries. *J Electrochem Soc* 144,1188-1194 (1997).
- Toprakci, O., Toprakci H. A. K., Ji L., Zhang, X. Fabrication and Electrochemical Characteristics of  $LiFePO_4$  Powders for Lithium-Ion Batteries. *KONA Powder and Particle Journal*, 28, 50-73 (2010).
- Kanamura K., Koizumi S., Dokko K. Hydrothermal synthesis of  $LiFePO_4$  as a cathode material for lithium batteries. *J Mater Sci* 43, 2138–2142 (2008).

## GESTIÓN DEL TALENTO EN LAS PYMES

Germán Yennerich\*<sup>(1)</sup>; Gabriel Cerutti<sup>(1)</sup>; Alberto Toloza<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>UTN. Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba

\*gyennerich@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Se presentan aquí los resultados de diversos proyectos de investigación y desarrollo homologados por la UTN, relacionados con la satisfacción laboral y la productividad dentro de las Pymes. Siendo la satisfacción laboral un sentimiento resultado de la actividad laboral (Muñoz, 1990), es una variable difícil de determinar en su presencia y grado, salvo por encuestas. También el concepto de productividad presenta sus dificultades, se puede decir que es la relación entre insumos y productos, más concretamente la productividad laboral es la relación entre el trabajo empleado y el producto obtenido (Sladogna, 2017).

La relación entre satisfacción laboral y productividad está generalmente aceptada por muchos autores como Frederick Herzberg (1987), Edwin Locke (1976), Edward Lawler y Michael Porter (1968), Stephens Robbins (2004); mientras que otros como Chris Clegg (1983) la niegan. Trabajadores productivos y satisfechos es un objetivo deseado para cualquier industria, es por ello que se presenta este informe cuya base empírica son encuestas a los recursos humanos de pequeñas empresas industriales de San Francisco. Con el objetivo de determinar qué factores influyen sobre la productividad y satisfacción, y cómo se relacionan entre sí. Se espera facilitar la gestión de las mismas y favorecer el talento del personal, que sería el conjunto de las habilidades y competencias deseables para la empresa.

### MÉTODOS

El trabajo de campo consistió en realizar dos encuestas de satisfacción en diez empresas metalúrgicas de la ciudad de San Francisco, donde la Administración eligió uno o dos empleados valorados como más y menos productivos. A los cuales se les aplicó las encuestas a través de entrevistas en su puesto de trabajo, para luego comparar los resultados. Las encuestas fueron:

-Encuesta sobre Situación Laboral y Satisfacción Laboral (UTN).

-Encuesta General de Satisfacción Laboral de Warr, Cook y Wall (1979)

En la primera encuesta se trata de ver qué variables sociales y conductuales como la situación de vida, nivel de estudios, edad, antigüedad, compromiso, influyen en la productividad y satisfacción laboral del empleado. La Encuesta General de Satisfacción Laboral, sólo se ocupa de temas referidos al

puesto y ambiente de trabajo, dividiendo en dos los factores que influyen en la satisfacción del empleado:

-Factores intrínsecos: como el desafío y la responsabilidad que significa la tarea para el operario, la posibilidad de promociones, felicitaciones, reconocimiento.

-Factores extrínsecos: como el salario y todo lo externo al puesto, las relaciones sociales, las condiciones y medio ambiente de trabajo.

### RESULTADOS

Respecto a la satisfacción laboral, los empleados más satisfechos y más productivos tienen mayor edad, mientras que no se ve lo mismo con la antigüedad. La composición familiar y en el nivel educativo no parecen influir en la satisfacción, pero sí el tipo de puesto ocupado, aquellos informatizados generan más satisfacción en parte porque no son tan monótonos y son permanentes, la rotación es nombrada varias veces como una queja de los empleados.

Respecto a la productividad, fue medida en base a las opiniones personales de los administradores, debido a que los registros son variables en cada empresa. La mayoría la mide por la asistencia, puntualidad y cantidad de producción, la mitad de las empresas también consideran la calidad de la producción. Ninguna de las empresas estudiadas considera la iniciativa o propuestas de mejoras. Los empleados considerados más productivos, tienen en general un puesto informatizado, lo que explica también su mayor productividad.

En cuanto a la relación entre satisfacción laboral y mayor productividad, no se nota un vínculo evidente, quizás porque las empresas no disponen de un sistema de gestión que estimule y premie la productividad.

### CONCLUSIONES

Siguiendo la teoría dual de la motivación de Frederick Herzberg (1987), se podría explicar este desencuentro entre satisfacción laboral y productividad. Esta teoría nos dice que los empleados están insatisfechos cuando no se cumple con factores ajenos al puesto en sí, es decir, las compensaciones, el trato social, las condiciones y medio ambiente de trabajo; y están satisfechos cuando se desempeñan en un puesto que les exige creatividad y toma de decisiones.

Los primeros se llaman factores de higiene y los segundos de motivación, y entre ambos habría un estado neutro, sería un empleado que está bien pago, con buenas condiciones laborales, pero su puesto no le exige más que



seguir un instructivo, en ese caso el trabajador no estaría insatisfecho ni satisfecho con su trabajo.

La poca satisfacción de los trabajadores más productivos se puede explicar, porque no se consideran suficientemente compensados por ser más productivos. Las empresas debieran cuidar a sus recursos humanos que más aportan, midiendo la productividad de la manera más completa posible y luego compensando la misma.

## REFERENCIAS

- Clegg, C.W., "Psychology of Employee Lateness, Absence and Turnover: A Methodical Critique and an Empirical Study", in *Journal of Applied Psychology*, Vol. 68, pp 88-101 (1983).
- Herzberg, F.I., "One More Time: How do you motivate Employees?", In *Harvard Business Review*, september-october 1987, pp 1-16 (1987).
- Locke, E. "The nature and causes of job satisfaction". In *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*. Rand Mac Nally. Chicago, 1297-1349 (1976).
- Muñoz, A. *Satisfacción e insatisfacción en el trabajo*. Facultad de Psicología. Universidad Complutense de Madrid. p 76. 1990.
- Pagán, R y Malo, M. "Job satisfaction and disability: lower expectations about jobs or a matter health?". In *Spanish Economic Review*. 11(1). 71-54. Recuperado el 8 de enero de 2011 de <http://web.ebscohost.com>
- Porter, L. y Lawler, E., *Managerial Attitudes and Performance*. Richard D. Irwin, Homewood, 1968.
- Robbins, S. P., *Comportamiento Organizacional*. (10<sup>o</sup>ed) Pearson, México (2004).
- Schroder, R., "Job Satisfaction of Employees at an Cristian University". In *Journal of Research on Christian Education*. 17 (2), 225-246. Recuperado el 29 de noviembre de 2010 de <http://web.ebscohost.com>
- Sladogna, M., *Productividad, definiciones y perspectivas para la negociación colectiva*. Recuperado el 20 de agosto de 2020 de: [www.relatos.org](http://www.relatos.org)
- Warr, P., Cook, J. y Wall, T. *Escala de Satisfacción laboral*. Recuperado el 20 de marzo de 2018 de <http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/estreslaboral/Test-Satisfaccion-Laboral.pdf>

# **Ingeniería en Sistemas de Información**

# SISTEMA DE MARCADO ESTRUCTURAL DE CÓDIGO FUENTE COMO HERRAMIENTA DE SOPORTE PARA PROGRAMADORES CON DISCAPACIDAD VISUAL

T. Assenza<sup>(1)</sup>; C. Ballardini<sup>(1)</sup>; P.A. Marchetti<sup>(1)</sup>; M.F. Golobisky\*<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Dpto. Sistemas. Lavaisse 610, Santa Fe  
\*E-mail del autor de contacto: mfgolo@santafe-conicet.gov.ar

## INTRODUCCIÓN

La programación, pensada como la resolución de problemas mediante algoritmos computacionales, presenta múltiples usos tanto desde lo laboral como desde lo educativo. Habitualmente, la actividad de programar se realiza utilizando entornos integrados de desarrollo (IDEs) que facilitan la generación del software ya que combinan herramientas para generar código, depurarlo, compilarlo y ejecutarlo, entre otras tareas. Sin embargo, estos entornos están fuertemente orientados a lo visual (bloques de código delimitados por llaves, coloreado de sintaxis, indentación del código, etc.) por lo que los desarrolladores con discapacidad visual se ven impedidos de aprovecharlos en su totalidad, con el inconveniente derivado de tener problemas para poder interpretar el código desarrollado. Existen en la literatura algunas herramientas que abordan desde distintos ángulos esta problemática, por ejemplo: GUIDL, herramienta para desarrollar interfaces gráficas de usuario (GUI) proporcionando asistencia durante el proceso de desarrollo de software (Konecki, 2014). StructJumper, plug-in de Eclipse, despliega un diagrama de árbol basado en la estructura anidada de clases Java (Baker et al., 2015). CodeTalk, un plug-in para Visual Studio, aborda la accesibilidad desde la comprensión del código, edición, depuración y trabajo en equipo sobre grandes bases de código (Potluri et al., 2018).

A partir del año 2016 y debido a la necesidad de enseñar programación a un alumno ciego, desde la cátedra Algoritmos y Estructuras de Datos (AEDD) y con la colaboración de otros docentes del área Programación, se comenzó a desarrollar un prototipo de una herramienta que permite tomar códigos fuentes e insertar comentarios en el comienzo y final de los bloques, indicando las líneas entre las cuales están definidos y la estructura a la que corresponden (función, sentencia if, estructura while, etc.) (Blas et al., 2018). Esta herramienta, escrita en el lenguaje Java y pensada para trabajar con varios lenguajes de programación (C++, GNU Smalltalk y Scheme), a través de un proceso de marcado generaba un nuevo código fuente con marcas agregadas, posibilitando al alumno ciego el uso de lectores de pantalla para reproducir dicha información. Sin embargo, esta solución presentaba el inconveniente de asumir que el programador escribiría su código mediante el uso de ciertas “buenas formas”, sin tener en cuenta todas las alternativas válidas admitidas por la gramática del lenguaje. En base a este antecedente, y enmarcados en el proyecto I+D “Tecnologías de Apoyo para Estudiantes de

Ingeniería en Sistemas de Información con Discapacidad Visual”, en este trabajo se presenta una nueva versión de la herramienta que permite operar sobre la descripción formal de la gramática de los lenguajes, proporcionando un marco para corregir las limitaciones de la herramienta original. Si bien la herramienta está diseñada para soportar múltiples lenguajes de programación, dada la complejidad del problema en esta etapa se consideró únicamente el lenguaje C++.

## DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

La herramienta fue desarrollada en el lenguaje Java, utilizando el IDE Eclipse, tanto debido a las ventajas que presentan en cuanto a portabilidad y accesibilidad como previendo que futuras versiones puedan ser incluidas como un complemento (plug-in) del entorno mencionado. Para marcar correctamente el código fuente validando las diferentes instrucciones se requiere reconocer los componentes estructurales de los programas teniendo en cuenta la gramática del lenguaje. Para este fin, se utilizó la herramienta ANTLR (ANother Tool for Language Recognition) (ANTLR 4), un software de código abierto (open-source) que opera sobre la descripción formal de la gramática generando los analizadores léxico (lexer) y sintáctico (parser) del lenguaje. Entre los recursos disponibles en ANTLR se cuenta con gramáticas para distintos lenguajes de programación (archivos .g4), incluyendo el lenguaje C++.

A través de ANTLR, en base a la gramática del lenguaje se obtiene un conjunto de clases que implementan los analizadores mencionados. El lexer generado (CPP14Lexer) recibe como entrada el código fuente de un programa y obtiene como resultado la secuencia correspondiente de tokens (componentes léxicos) propios del lenguaje. Posteriormente, el parser (CPP14Parser) toma estos tokens y genera un árbol de sintaxis basado en la gramática que representa la estructura del código original. El árbol de sintaxis abstracta (AST) obtenido es una estructura jerárquica donde cada nodo hoja representa un “token” o símbolo terminal, y cada nodo con descendientes (o no terminal) representa una estructura compuesta correspondiente a una regla de la gramática. Para ilustrar el concepto, en la Fig. 1 se visualiza el árbol AST generado a partir de una función main() vacía.

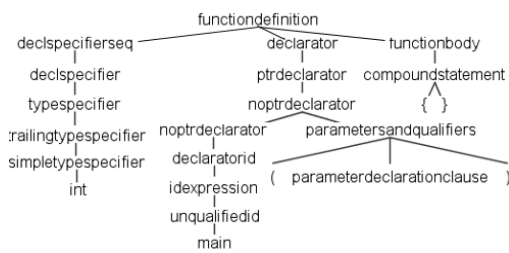


Fig. 1. Árbol sintáctico de una función main() vacía.

Posteriormente, el árbol AST obtenido se recorre (de izquierda a derecha y primero en profundidad) mediante un componente de tipo ParseTreeWalker, notificando a un objeto CPPLListener los eventos asociados a la estructura del árbol mediante una secuencia de mensajes. Estos mensajes indican la entrada y salida de cada regla (indicados con los prefijos “enter” y “exit”) para los no terminales y la visita (indicados con el prefijo “visit”) de cada nodo terminal. En la Fig. 2 se ilustra este proceso con un ejemplo donde un objeto Walker recorre un árbol AST y, de acuerdo con la estructura de este, envía mensajes a un Listener. En la herramienta desarrollada se redefinen los métodos asociados al Listener para identificar las marcas o anotaciones que se incorporarán al código fuente resultante. Cada marca se corresponde con el inicio o el cierre de un bloque de código analizado (funciones, estructuras for, while, if, etc.) y hace referencia una posición precisa en el archivo de entrada. A medida que son detectadas, las marcas se agregan a una pila desde donde luego son combinadas en el archivo de salida.

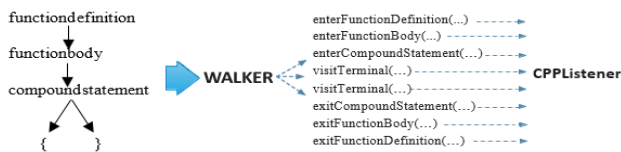


Fig. 2. Recorrido de un árbol sintáctico para la identificación de marcas.

## RESULTADOS

La Fig. 3 muestra un ejemplo simple de entrada y salida obtenidos con la herramienta de marcado estructural desarrollada. Hasta el momento, las marcas incluyen información asociada al comienzo/terminación de los procedimientos, funciones, y estructuras de control principales del lenguaje (C++). La información precisa del texto de las marcas, por ejemplo, los números de línea, puede ser opcional. Las marcas o anotaciones serán leídas al programador ciego por la herramienta de lectura de pantalla, de modo de facilitar la navegación del código. Dado que se utilizan comentarios válidos del lenguaje, las marcas en el código fuente resultante son transparentes al compilador utilizado por el desarrollador, quien puede continuar empleándolo sin dificultades.

```

1 bool es_primo(int n) {
2   int i = 2;
3   while(i * i <= n) {
4     if(n % i == 0)
5       return false;
6     i++;
7   }
8   return true;
9 }

```

```

1 bool es_primo(int n) { /*CIERRA EN LINEA 9*/
2   int i = 2;
3   while(i * i <= n) { /*CIERRA EN LINEA 7*/
4     if(n % i == 0) /*CIERRA EN LINEA 5*/
5       return false; /*CIERRA if(n % i == 0) DE LINEA 4*/
6     i++;
7   } /*CIERRA while(i * i <= n) DE LINEA 3*/
8   return true;
9 } /*CIERRA es_primo(int n) DE LINEA 1*/

```

Fig. 3. Ejemplo simple de un archivo de entrada, y la salida obtenida con las marcas procesadas

En comparación con la versión previa de la herramienta, se consiguió una mejora cualitativa y cuantitativa en el marcado estructural obtenido. Por un lado, la mejora cualitativa refiere a que la herramienta se basa en la gramática formal del lenguaje, y no depende de una forma determinada de escribir o estructurar el código del programador. El uso del lexer y el parser de ANTLR permitió formalizar el análisis del código, que antes se hacía de forma *ad hoc*. Por otro lado, la mejora cuantitativa refiere a que soporta un mayor número de estructuras de control disponibles en el lenguaje, y permite determinar con precisión la ubicación de estas en el marcado.

## CONCLUSIONES

Las herramientas que permiten escribir código fuente son una parte fundamental dentro del proceso de desarrollo de software, por lo que resulta indispensable que sean accesibles, de manera que los programadores con discapacidad visual puedan sacar provecho de ellas. La herramienta desarrollada permite situar a estos desarrolladores dentro del código de un archivo fuente, ayudándolos a comprender su estructura a partir de las marcas incluidas conteniendo comentarios descriptivos. De este modo se apunta a favorecer su autonomía personal al no requerir el apoyo de otras personas, así como su integración social, laboral y educativa. A los programadores sin limitaciones visuales también les será de utilidad la herramienta, fundamentalmente a aquellos que están dando sus primeros pasos en la programación.

## REFERENCIAS

ANTLR 4 Documentation. Disponible en: <https://github.com/antlr/antlr4/blob/4.8/doc/index.md>

Baker, C.M., Milne, L.R., & Ladner, R.E., “StructJumper: A Tool to Help Blind Programmers Navigate and Understand the Structure of Code”, *Proc. 33rd ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15*, New York, USA, 3043-3052 (2015).

Blas, M.J., Golobisky, M.F., Castellaro, M., & García Lozano, D., “Accessibility at the University: An Experience on How Teaching Programming to Blind Students”, *XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)*, São Paulo, Brazil, 165-172 (2018).

Potluri, V., Vaithilingam, P., Iyengar, S., Vidya, Y., Swaminathan, M., & Srinivasa, G., “CodeTalk: Improving Programming Environment Accessibility for Visually Impaired Developers”, *Proc. ACM Conf. on Human Factors in Computing Systems - CHI '18*, New York, NY, USA, Paper 618 (2018).

Konecki, M., “GUIDL as an aiding technology in programming education of visually impaired”, *Journal of Computers*, 9, 2816-2821 (2014).

## REUTILIZACION DE DATOS PUBLICOS: PROPUESTA DE EVALUACION DEL GRADO DE APERTURA DE LOS DATOS EN PORTALES DE INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

María A. Barrera<sup>(1)</sup>; Carlos Salgado<sup>(2)</sup>; Mario Peralta<sup>(2)</sup>; Javier Saldarini<sup>(3)</sup>; Carrizo Claudio<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Nacional de Catamarca, Catamarca, Argentina

<sup>(2)</sup> Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis - Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina

<sup>(3)</sup> Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional - Av. de la Universidad 501 San Francisco - Córdoba - Tel. 03564-421147

\*Dirección de e-mail del autor de contacto: marita.latingeo@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

De entre todos los tipos de información que ponen a disposición las entidades gubernamentales como datos abiertos (DA), se destaca la información geoespacial por su alto porcentaje de penetración en todo el ámbito de la administración pública, su elevado costo de elaboración y las posibilidades de reutilización que éstas ofrecen. (Zarazaga-Soria et al, 2012).

En este sentido, cada vez más organismos públicos ponen a disposición de los ciudadanos datos geoespaciales a través de sus Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), denominados también geoportales. Éstos, son aplicaciones web que se utilizan para buscar y acceder a información geográfica (IG) y servicios geográficos asociados a través de Internet. (Iniesto M., Núñez et al, 2014).

En lo que respecta al diseño que presentan los portales IDE, se puede observar que no responde a las necesidades de los distintos perfiles de usuarios que necesitan acceder en busca de información, lo que determina un uso y reuso bastante limitado de los mismos y, en algunos casos, que solo sean utilizados por profesionales muy especializados de IG. Además, aunque estos datos se encuentran potencialmente abiertos, muchos de ellos resultan difíciles de encontrar, desorganizados y en un formato que no es el adecuado para análisis espacial, es decir, estos datos no son “técnicamente” abiertos, por lo que resulta necesario hacer un análisis de la efectiva utilidad de los datos ofrecidos por una IDE.

Por otra parte, no se cuenta con estándares específicos de análisis de calidad que describan las características que deben tener los recursos que componen los conjuntos de datos geográficos disponibles en una IDE para ser efectivamente reutilizados, ya que hay que tener en cuenta que no es igual el acceso a los mismos y su difusión, que su reutilización.

La presente investigación realiza el análisis de la información publicada en los geoportales, con el objeto de medir el grado de reutilización de sus conjuntos de datos, para esto se propone una adaptación de la métrica MELODA (<http://www.meloda.org>), teniendo en cuenta la naturaleza específica de los geodatos, su topología y su

localización espacial y tomando como caso de prueba la IDE de la República Argentina (<https://www.idera.gob.ar>).

MELODA (Metric for releasing open data) es una métrica de evaluación que permite calificar la información y evaluar el grado de reutilización de los datos públicos y el valor de la información publicada en los portales de DA. Ayuda a los organismos productores a hacer que todos los datos que publiquen sean buenos para la reutilización. También ayuda a los consumidores de open data a encontrar los mejores datos a reutilizar con el objetivo de crear nuevos productos y servicios de calidad. Cualquier tipo de dato, desde los DA gubernamentales hasta datos científicos, pueden ser evaluados con esta métrica, su objetivo es que la reutilización de datos sea adoptada por la mayoría de la gente aunque sea para uso comercial (Albella A. et al, 2014). Algunos autores observaron que cuando se calificaban los portales de datos abiertos a través de MELODA, las puntuaciones más bajas se obtenían en las dimensiones de información geolocalizada e información en tiempo real, por lo que se tomará esta métrica como base de análisis del presente trabajo para la evaluación de los datos disponibles en una IDE (Vicente-Paños y Jordán-Alfonso, 2017).

### MÉTODOS

Para la metodología de trabajo se establecieron métodos comparativos y descriptivos y análisis documental y de contenidos, que abordan el estudio de los conceptos fundamentales sobre DA e IDE, su importancia y las diversas metodologías, métricas, técnicas, herramientas y propuestas que se encuentran disponibles para evaluar y diagnosticar su implementación. La revisión bibliográfica y el análisis del estado del arte en DA son la base para determinar las capacidades de los mismos en cualquier organismo y en especial en la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA: <http://www.idera.gob.ar/>).

Con respecto a la obtención de información se prevé recolección de muestras mediante examen de características de las administraciones públicas que ofrecen a la ciudadanía sus DA.

En cuanto a la métrica utilizada para el análisis de los datos, se ha seleccionado a MELODA. Esta métrica se utiliza realizando un análisis de los conjuntos de datos, en seis dimensiones: Estándares Técnicos, Acceso a la Información, Marco Legal, Modelo de Datos, Geolocalización de la Información y Actualización en Tiempo Real. Cada una de estas dimensiones consta de cinco niveles mediante los cuales se obtiene un porcentaje de calidad de las mismas, dicho porcentaje se utiliza posteriormente en una fórmula que proporcionará el nivel de reusabilidad de los conjuntos de datos disponibles en los portales abiertos. Su aplicación se realiza siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1: Analizar el conjunto de datos desde el punto de vista de cada una de las dimensiones explicadas anteriormente y asignarles el nivel que les corresponde.





Paso 2: Asignar el peso correspondiente, según el nivel asignado en el paso anterior.

Paso 3: Una vez obtenido los pesos para el conjunto de datos en cada una de las seis dimensiones, se calcula el valor MELODA como cien veces la raíz sexta del producto de los pesos de cada dimensión, como se indica en la fórmula (1). Además, se puede analizar el efecto que tiene un cambio en la puntuación de una o más dimensiones sobre el grado de reutilización.

$$\text{Valor Meloda} = 100 \sqrt[6]{\prod_i \text{Peso de la dimensión } i (\%)} \quad (1)$$

$i: [1, 2, 3, 4, 5, 6]$

Paso 4: el resultado obtenido de aplicar la fórmula será un valor numérico comprendido entre 0 y 100, cuyo valor se compara con la columna de rangos de la Tabla 1, y se le asigna la calificación de reutilización correspondiente para el conjunto de datos (Albella A. et al, 2014).

Meloda 4 range	0-25	25-50	50-75	75-100
Reuse qualification	Deficient	Basic	Good	Optimum
Symbol				

**Tabla 1.** Calificación de reutilización basada en el valor de Meloda4

## RESULTADOS

Dada la naturaleza específica de la IG y los requerimientos exigidos por organismos internacionales de estandarización e interoperabilidad, la aplicación de la métrica MELODA sobre conjuntos de datos de IDERA y de los portales de otras IDE regionales, implica la adaptación de las dimensiones y de la fórmula aplicada para el cálculo del nivel de la reusabilidad. Algunas de las nuevas dimensiones propuestas tienen que ver con el análisis de los conjuntos de datos respecto, por ejemplo, al tipo de formato geográfico casi exclusivo de los archivos con características espaciales, la componente espacial, la escala y la resolución de las imágenes disponibles, el formato de metadato, entre otras características esenciales para el análisis, que tienen relación directa con los servicios web que ofrecen las IDE a través de sus geoportales, tales

como el visualizador o servicio de mapas, servicio de fenómenos, servicios de coberturas, etc., ya que estos son los componentes más utilizados para la realización de los análisis de datos espaciales en estas infraestructuras y los que son requeridos por profesionales y los desarrolladores de nuevas aplicaciones.

## CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo fue: Evaluar la reusabilidad de los conjuntos de datos disponibles en las Infraestructura de Datos Espaciales, ejemplificando los pasos seguidos por medio del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA). Para el logro de este objetivo se ha propuesto adaptar las dimensiones de la métrica MELODA, y la fórmula aplicada para el cálculo del nivel de la reusabilidad, proponiendo una forma cuantitativa de evaluar los geodatos disponibles en una IDE, pensando en su característica espacial y los requerimientos exigidos por organismos internacionales de estandarización e interoperabilidad de IG.

El objetivo de la aplicación metodologías, métricas e indicadores es contar con un medio para medir y evaluar los datos disponibles en los portales web de las IDE, con el objeto de producir información cuantitativa sobre ciertas características de reusabilidad para la toma de decisiones de cambio o mejoras si fuesen necesarios por parte de los organismos responsables de esas infraestructuras.

## REFERENCIAS

- Zarazaga-Soria, F.J. et al. (2012) “Hacia las Infraestructuras de Datos Abiertos Espaciales” - Actas de las III Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales (JIIDE/2012).
- Iniesto M., Núñez et all. (2014). “Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales”. <http://publicacionesoficiales.boe.es>. NIPO: 162-14-022-0 –
- Metric for releasing open data - MELODA “<http://www.meloda.org>”
- Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina - IDERA (2020) <https://www.idera.gob.ar/>
- Abella, Aberto; Ortiz-de-Urbina-Criado, Marta; De-Pablos-Herederó, Carmen (2019). “Meloda 5: A metric to assess open data reusability”. El profesional de la información, v. 28, n. 6, e280620. <https://doi.org/10.3145/epi.2019>.
- Vicente-Pañós, A.; Jordán-Alfonso, A. (2017). “Acceso a la información pública y su reutilización en las comunidades autónomas: evaluación de la reutilización de datos abiertos”. El profesional de la información, v. 26, n. 3, pp. 381-391.
- Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina - IDERA (2020) <https://www.idera.gob.ar/>

## SUBSISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN TEXTUAL

Cardenas Marina E. (1); Castillo Julio J.(1); Hernández Nicolás (1)

(1) Laboratorio de Investigación de Software.Dpto. Ingeniería en Sistemas de Información. Facultad Regional Córdoba.Universidad Tecnológica Nacional.

\*E-mail del autor de contacto: jotacastillo@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta un compendio de dos subsistemas desarrollados para el procesamiento de información textual por nuestro grupo de investigación, en el contexto del proyecto homologado por la SCyT de la UTN, denominado Desarrollo de Sistemas de Análisis de Texto (ADT). El objetivo principal es desarrollar herramientas que permitan realizar procesamiento de información textual provenientes de diferentes fuentes de información. Formalmente, el proyecto se encuentra dentro del Grupo de Aprendizaje Automático, Lenguajes y Automatas (GA2LA) de la UTN-FRC (Vazquez et al., 2018) cuyos integrantes desarrollan sus actividades en el Laboratorio de Investigación de Software LIS del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba (UTN-FRC).

El grupo de investigación estudia principalmente problemas relacionados a lenguajes formales, compiladores, máquinas abstractas y modelos de aprendizaje automático. Los problemas que aborda este proyecto de investigación en particular están relacionados a la extracción de información, detección y reconocimiento de paráfrasis. Es decir, problemas relacionados a la identificación de oraciones (o párrafos) que tengan el mismo significado, o bien la identificación de oraciones-párrafos que estén semánticamente relacionados entre sí mediante una relación de implicación bidireccional.

A los efectos de poder abordar estas sub-áreas de investigación, se han desarrollado diversos componentes software que permiten crear corpus de datos, repositorios de centralización y procesamiento de información.

Se exponen en este artículo la herramienta denominada Software de Asistente de Creación de Corpus (ACC), y la herramienta denominada Sistema de Mapeo de Datos (SMD).

### MÉTODOS

El software denominado Asistente de Creación de Corpus (ACC) se desarrolla con el objetivo de facilitar la construcción de material de entrenamiento para sistemas basados en aprendizaje por computadora.

La calidad y el tamaño del conjunto de entrenamiento tiene un impacto directo en la eficacia y eficiencia de los

algoritmos de clasificación, por lo que se necesita un tamaño adecuado de este material, que sea consistente y no presente información contradictoria. Para llevar a cabo esta tarea, el asistente permite a los anotadores humanos proceder de una manera semiautomática para identificar diferentes fenómenos lingüísticos, a nivel léxico, sintáctico, morfológico y semántico, presentes en los textos. Además, permite clasificar pares de texto con paráfrasis, a la vez que facilita la lectura y el estudio de los corpus generados.

Esta herramienta permite registrar diversos subtipos de fenómenos lingüísticos a nivel léxico, sintáctico, morfológico y semántico.

El material de entrenamiento generado, por el momento, abarca a los idiomas español e inglés. Entre las aplicaciones que potencialmente podrían utilizar este material de entrenamiento podemos citar a traducción automática asistida por computador, creación de corpus de paráfrasis, resumen automático, minería de datos (Lewis, 1995; Klavans, J. and Resnik, 1996) entre otras posibles aplicaciones.

Entre las funcionalidades que provee este software destacamos:

- Lectura de corpus: Corpus del NIST (National Institute of Standards and Technology) para su posterior generación, tabulación, ordenamiento y etiquetado.
- Carga de pares del corpus.
- Búsqueda y posicionamiento de un par dentro del corpus.
- Selección de subcadenas de fragmentos de texto.
- Clasificación de los fenómenos en categorías y subcategorías definidas previamente.
- Almacenamiento en archivos del nuevo corpus etiquetado.
- Identificación de los anotadores humanos.

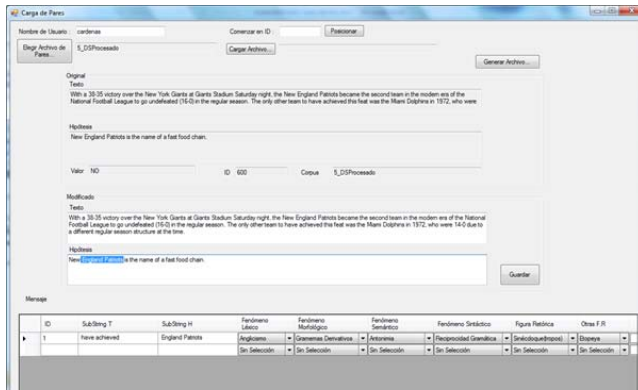


Fig. 1. Pantalla principal del Asistente de Creación de Corpus

En la Figura 1 se muestra la interfaz principal del sistema Asistente de Creación de Corpus (ACC).

El software denominado Sistema de Mapeo de Datos (SMD) tiene como objetivo facilitar el análisis exploratorio de material de texto proveniente de diferentes fuentes. La primera versión de esta herramienta fue realizada en Flash Macromedia, pero luego se comenzó con el proceso de migración a una basada en HTML5 y Javascript.

Esta aplicación permite manipular fuentes de datos de orígenes diversos y almacenarlos en un repositorio centralizado que es una base de datos SQL server. Para ello, realiza preprocesado, normalizado, unificado, eliminación de la información, todo este proceso es denominado mapeo.

La centralización en un repositorio principal permite agilizar las búsquedas y el análisis sobre textos. Además, presenta similares ventajas a los modelos basados en sistemas OLAP, tales como velocidad al realizar consultas, posibilidad de emitir informes en base a diversos parámetros, filtrado de información, entre otras ventajas.

Sin embargo, entre las desventajas de este modelo notamos que, al igual que los sistemas basados en OLAP, una vez creada la estructura la misma es fija y no permite grandes modificaciones, en cuyo caso es necesario el rediseño de la estructura y volver a realizar el proceso de mapeo. Pero, a diferencia de OLAP que necesita del rediseño de su estructura ante un cambio en los requerimientos del usuario, en el caso del Sistema de Manipulación de Datos (SMD), el rediseño de la estructura solo será necesario cuando no se modele adecuadamente el dominio del problema. Esto se debe porque el diseño de la base de datos principal es dependiente del dominio del problema, y se diseña para capturar la mínima información indispensable y común para los distintos escenarios.

## RESULTADOS

Como resultado, mediante el sistema ACC se generan corpus etiquetados que son necesarios en la etapa de entrenamiento en sistemas de aprendizaje supervisado.

Hasta el momento se han desarrollado dos corpus monolingües en idioma español, cada uno con 100 pares de

elementos (Cardenas et al., 2018a), con una clasificación como la que se describe en (Castillo et al, 2017). Un tercer corpus monolingüe en inglés se está terminando de desarrollar (Cardenas et al, 2018b), y tendrá aproximadamente 150 pares.

Por otra parte, con el sistema SMD es posible construir un repositorio de información centralizado para cualquier dominio de problema, previa identificación y definición de la estructura de la base de datos principal.

## CONCLUSIONES

Como resultado del desarrollo del proyecto se ha obtenido un programa que permite ayudar en la construcción semiautomática de corpus para los anotadores humanos. El desarrollo de la herramienta ACC contribuye a incrementar la velocidad de clasificación de los anotadores humanos, al tiempo que permite sistematizar su trabajo y disminuye la probabilidad de errores.

La herramienta SMD permite construir un repositorio centralizado para el procesamiento de información textual. Su principal desventaja es que necesita mantenerse actualizado para que refleje la información de manera correcta y fiable, y para ello el proceso de mapeo debe realizarse nuevamente después de un lapso de tiempo determinado.

Ambas herramientas se encuentran en desarrollo y son utilizadas por evaluadores humanos para acelerar el proceso de clasificación y minimizar los errores de etiquetado.

## REFERENCIAS

- Cardenas, M.; Castillo J.; Navarro M.; Hernández N. and Velazco, M.. "Sistemas de análisis textual en formato no estructurado". XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación - WICC 2018. (2018a).
- Cardenas, M. and Castillo, J. "Procesamiento de textos estructurados". XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación - WICC 2018 (2018b).
- Castillo, J.; Cardenas, M.; Curti, A.; Velazco, M.; Casco, O. and Navarro M. "Herramientas para Aplicaciones de Análisis de Textos". Congreso Nacional de Ingeniería Informática / Sistemas de Información - CONAIISI 2017. (2017).
- Klavans, J. and Resnik, P. "The Balancing Act. Combining Symbolic and Statistical Approaches to Language". MIT Press, (1996).
- Lewis, D.. "Evaluating and optimizing autonomous text classification systems". In Proceedings of SIGIR-95, 18th ACM International Conference on Research and Development in Information Retrieval. Seattle, US, págs. 246-254, 1995.
- Vázquez, C.; Castillo, J.; Constable, L.; and Cardenas, M. "GA<sup>2</sup>LA: Grupo de Aprendizaje Automático, Lenguajes y Autómatas". XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación - WICC 2018. (2018).



## UN ESTADO ACTUAL SOBRE CIENCIA DE DATOS Y BIG DATA

Claudio Carrizo\*<sup>(1)</sup>; Fernando Cardona<sup>(1)</sup>; Raúl Navarro Peláez<sup>(1)</sup>; Sofía Racca<sup>(1)</sup>; Facundo Barrera<sup>(1)</sup>  
Pablo Vacca<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional - Av. de la Universidad 501  
San Francisco – Pcia. De Córdoba - Tel. 03564-421147

<sup>(2)</sup>Facultad Regional Córdoba – Universidad Tecnológica Nacional - Maestro M. Lopez esq. Cruz Roja,  
Córdoba Capital - Pcia. De Córdoba - Tel. 0351-5986000

### INTRODUCCIÓN

Actualmente existe un creciente interés en las organizaciones por extraer información y producir conocimiento a partir de la cantidad masiva de datos creados diariamente (Fayyad et al., 2017). La disponibilidad de Big Data permite a las organizaciones de todas las industrias aprovechar el análisis de datos, con el fin de extraer conocimiento procesable que puede utilizarse para la toma de decisiones y predicciones comerciales sólidas (Molina-Solana, M. et al., 2017). Al utilizar Big Data, el análisis empresarial abre el potencial predictivo del análisis de datos para mejorar la gestión estratégica, la eficiencia operativa y el rendimiento financiero (Newman, R. et al., 2017). Pero no es solo la masividad lo que hace que todos estos datos nuevos sean interesantes o planteen desafíos (Van der Aalst, W.M., 2016), son datos en sí, y su comportamiento en tiempo real (Rupp, G.M. et al., 2017), los convierten en componentes básicos en la búsqueda de conocimiento.

Una característica importante de los datos es la alta diversidad con la que cuentan. Estos pueden ser desde los tradicionales: numérico, categórico o binario hasta más complejos como los son: texto (correos electrónicos, tweets, artículos científicos, comentarios), registros (datos a nivel de usuario, datos de eventos con marcas de tiempo, logs), datos de ubicación geográfica, red, sensores o imágenes. Por tanto, los principales desafíos científicos que dan paso al surgimiento la ciencia de los datos, están dados por la necesidad de analizar datos diversos, incompletos y desordenados; conjuntos de datos muy grandes, que cambian en el tiempo (Kormos, M. et al., 2017), y la necesidad de encontrar hallazgos que impulsen decisiones sobre operaciones y productos en las organizaciones.

Hoy, la ciencia de datos está entrando en una nueva era, donde la tecnología de la información ahora es capaz de soportar negocios basados en datos, en tiempo real (Norbert, D., Andreas et al., 2017) con el fin de facilitar decisiones informadas basadas en evidencia científica confiable para proporcionar herramientas a los responsables de las políticas y las decisiones (Dalkir, K. et al., 2017). Según (Naivy Pujol Méndez et al., 2018), la ciencia de datos es el campo interdisciplinario con bases en informática, estadística y matemáticas, que se ocupa de la teoría, la práctica y la comunicación de los

resultados con el fin de extraer conocimiento relevante de los datos. En la Figura 1 se ilustra la relación de las diferentes disciplinas (informática/ciencias de la computación, matemáticas y estadística, y dominio específico del negocio) con la ciencia de datos.



**Figura 1:** Disciplinas Ciencia de Datos (Ayankoya, K. et al., 2014).

Por lo tanto, la Ciencia de Datos es un nuevo campo que implica nuevos especialistas, con habilidades muy variadas. A las personas que se dedican a la Ciencia de Datos se las conoce como “Científico de Datos”, los cuales son expertos y tienen la capacidad de poder extraer un valor significativo de los datos y también administrar todo el ciclo de vida de los datos. Deben poseer habilidades en las disciplinas relacionadas con la ciencia de datos (Schutt, R. et al., 2013); ser capaces de estudiar las diversas fuentes de información disponibles en una organización; extraer datos a partir de diversos formatos (Blei, D.M. et al., 2017); depurarlos, analizarlos, idear y desarrollar algoritmos; realizar inferencias, preparar y comunicar los resultados de dichos análisis y transmitir conclusiones que ayude a tomar mejores decisiones (Cao, L., 2017). En la industria, el papel del científico de datos se está convirtiendo rápidamente en una carrera muy solicitada y solicitada. Un número creciente de empresas, como Google, Facebook, IBM, PayPal y Amazon, también están buscando científicos de datos para unirse a sus equipos de ciencia de datos y ayudarlos a mantener una ventaja innovadora en la era de los grandes datos (Yangyong Zhu and Yun Xiong, 2015). Big Data (en español, grandes datos) es un conjunto de datos a gran escala que no puede ser procesado y analizado por técnicas tradicionales y métodos dentro de un tiempo aceptable (Yang Zhao-hong

et al., 2015). A las características que más identifican a Big Data se las conoce como el modelo de la 3Vs (Volumen, Velocidad, Variedad) (B.Gerhardt, K. Griffin and R. Klemann, 2012), aunque en los últimos años han surgido otros modelos que incluyen más características, como el modelo de las 5Vs (Cheng Xue-qi et al.), 7Vs (Harshawardhan S. et al., 2014) y 10Vs (George Firican).

Uno de los grandes desafíos que afrontan la Ciencia de Datos y el Big Data, es la falta de personas que tengan experiencia y habilidades en el manejo de plataformas de Big Data y el análisis de datos.

## MÉTODOS

Para la elaboración del estado actual, se llevaron a cabo 3 actividades:

**Actividad 1: Desarrollo de una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) sobre las temáticas Ciencia de Datos y Big Data:** se llevó a cabo en primera instancia una revisión sistemática de la literatura con el objetivo de poder relevar artículos de los últimos 5 años, que estén relacionados directamente con la Ciencia de Datos y Big Data, y que provengan de fuentes calificadas. Del total de artículos relevados, se hizo una selección a través de la relevancia del artículo según su Título, Resumen, Introducción y Conclusiones. Finalmente, de los artículos seleccionados, se hizo una lectura en profundidad acerca del desarrollo de cada artículo.

**Actividad 2: Elaboración del Estado del Arte de Ciencia de Datos y Big Data:** se llevó a cabo con el resultado obtenido en la Actividad 1.

**Actividad 3: Elaboración del estado actual de Ciencia de Datos y Big Data:** Con el resultado de la Actividad 2, se llevó a cabo un estado actual acerca de las 2 temáticas propuestas.

## RESULTADOS

De las actividades definidas, hasta el momento se han podido alcanzar los siguientes resultados:

- Una Revisión Sistemática de la Literatura, en donde finalmente se seleccionaron 30 artículos para leer en profundidad y que están relacionados directamente con las temáticas abordadas.
- Se realizó la construcción de un repositorio bibliográfico con 30 artículos relevantes con una actualidad de hasta 5 años.
- Se elaboró un documento que contiene estado del arte de Ciencia de Datos y Big Data.
- Se elaboró un documento que contiene el estado actual de las temáticas propuestas.

## CONCLUSIONES

Este trabajo consistió en presentar el resultado de un estado actual realizado sobre la Ciencia de Datos y el Big Data, el cuál fue producto de una Revisión Sistemática de la Literatura y un estado del arte, desarrollado en el marco del PID-UNT 4567.

## REFERENCIAS

- Ayankoya, K., Calitz, A., Greyling, J., 2014. Intrinsic Relations Between Data Science, Big Data, Business Analytics and Datafication, in: Proceedings of the Southern African Institute for Computer Scientist and Information Technologists Annual Conference 2014 on SAICSIT 2014 Empowered by Technology, SAICSIT '14. ACM, New York, NY, USA, p. 192:192–192:198.
- Blei, D.M., Smyth, P., 2017. Science and data science. Proc. Natl. Acad. Sci. 114, 8689–8692.
- B.Gerhardt, K. Griffin and R. Klemann, "Unlocking Value in the Fragmented World of Big Data Analytics", Cisco Internet Business Solutions Group, June 2012.
- Cao, L., 2017. Data Science: A Comprehensive Overview. ACM Comput Surv 50, 43:1–43:42.
- Cheng Xue-qi, Jin Xiao-long, Wang Yuanzhuo, et al. A Literature Review on Big Data System and Analysis Technology[J]. Journal of Software, 2014(9):1889-1908.
- Dalkir, K., Beaulieu, M., 2017. Knowledge Management in Theory and Practice. MIT Press.
- Fayyad, U.M., Simoudis, E., Srivastava, A., 2017. Foreword to the Applied Data Science: Invited Talks Track at KDD-2017, in: Proceedings of the 23rd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, KDD 17. ACM, New York, NY, USA, pp. 7–8.
- George Firican. The 10 Vs of Big Data. <https://tdwi.org/articles/2017/02/08/10-vs-of-big-data.aspx>.
- Kormos, M., Collura, M., Takács, G., Calabrese, P., 2017. Real-time confinement following a quantum quench to a nonintegrable model. Nat. Phys. 13, 246.
- Harshawardhan S. Bhosale, Devender P. Gaddekar, "A Review paper on Big Data and Hadoop", International Journal of Scientific and Research Publication, Vol 4, 2014.
- Molina-Solana, M., Ros, M., Ruiz, M.D., Gómez-Romero, J., Martín-Bautista, M.J., 2017. Data science for building energy management: A review. Renew. Sustain. Energy Rev. 70, 598–609.
- Naivy Pujol Méndez, Joelsy Porven Rubier, 2018. Ciencia de datos: una revisión del estado del arte. Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI). Habana, Cuba
- Newman, R., Chang, V., Walters, R.J., Wills, G.B., 2016. Model and experimental development for Business Data Science. Int. J. Inf. Manag. 36, 607–617. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.04.004>.
- Norbert, D., Andreas, G., Armin, K., Manuel, M., Andrea, H., 2017. Solutions for Cyber-Physical Systems Ubiquity. IGI Global.
- Rupp, G.M., Opitz, A.K., Nenning, A., Limbeck, A., Fleig, J., 2017. Real-time impedance monitoring of oxygen reduction during surface modification of thin film cathodes. Nat. Mater. 16, 640. <https://doi.org/10.1038/nmat4879>.
- Schutt, R., O'Neil, C., 2013. Doing Data Science: Straight Talk from the Frontline. O'Reilly Media, Inc.
- Van der Aalst, W.M., 2016. Process mining: data science in action. Springer.
- Yang Zhao-hong, Wang Hui-yu, Zhao Bin, Han Zhi-he, Lu Wan-lin. A Literature Review on the Key Technologies of Processing Big Data. 2018 the 3rd IEEE International Conference on Cloud Computing and Big Data Analysis.
- Yangyong Zhu and Yun Xiong, 2015. Towards Data Science. Data Science Journal, 14: 8, pp. 1–7, DOI.

## MARCO CONCEPTUAL PARA INCORPORAR CALIDAD DE DATOS EN FASE DE REQUISITOS EN SCRUM

Claudio Carrizo\*<sup>(1)</sup>; Angélica Caro<sup>(2)</sup>; Carlos Salgado<sup>(3)</sup>, Albero Sanchez<sup>(3)</sup>, Mario Peralta<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional - Av. de la Universidad 501 San Francisco - Córdoba - Tel. 03564-421147

<sup>(2)</sup>Departamento de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información - Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad del Bio Bio - Casilla 447, 3780000, Chillán, Chile

<sup>(3)</sup>Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales Universidad Nacional de San Luis - Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina

\*cjcarrizo77@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información (SI) permiten soportar los procesos de negocio de las organizaciones por medio del procesamiento, almacenamiento, obtención y gestión de la información (Dedeke, 2000). Los SI permiten obtener Productos de Información (PI) a partir del procesamiento de datos puros y estos son transferibles a un usuario final (R. Wang, 1998). Por este motivo, resulta de gran importancia poder garantizar un nivel adecuado de la calidad de los datos que posee un PI, para asegurar el correcto funcionamiento de los procesos de negocio y la toma de decisiones (Arnulfo Napoleón Hernández González, 2014).

En cuanto al aseguramiento de la calidad de los SI, en [2] se destaca la importancia de incorporar aspectos de calidad de datos en etapas tempranas del proceso de desarrollo de software, específicamente en fase de requisitos. En el ámbito del desarrollo de software a través del uso de la metodología ágil Scrum (SCRUM ALLIANCE), se han encontrado muy pocas propuestas que aborden la incorporación de calidad de datos en fase de requisitos.

La Serie de Normas ISO/IEC 25000 (ISO/IEC 25000), también conocida como SQUARE (Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation), proporciona una guía para la definición y especificación de Requisitos de Calidad de Datos (RDC) a través de la Norma ISO/IEC 25030 (ISO/IEC 25030:2019), en conjunto con las Normas ISO/IEC 25012 (ISO/IEC 25012:2008) e ISO/IEC 25024 (ISO/IEC 25024:2015), que respectivamente permiten definir un modelo general compuesto por características de calidad de datos y un conjunto de medidas de calidad de datos asociadas a dichas características.

El propósito del presente artículo consiste en presentar un Marco Conceptual que permita incorporar aspectos de calidad de datos en fase de requisitos de Scrum, a través de la definición de un método basado en SQUARE, que permita la especificación de RDC en

formato de historias de usuarios adaptadas para calidad de datos y que a su vez, estén asociadas a historias de usuarios que especifiquen requisitos funcionales.

Las siguientes secciones del artículo están compuestas por el método utilizado para el desarrollo del Marco Conceptual, resultados obtenidos hasta el momento, conclusiones y referencias bibliográficas.

### MÉTODOS

Para el desarrollo del Marco Conceptual fue necesario llevar adelante las actividades que se detallan a continuación:

**Actividad 1:** Desarrollo de una Revisión Sistemática de la Literatura a fin de poder elaborar el estado del arte acerca del tema propuesto.

**Actividad 2:** Estudio acerca del marco de trabajo, roles y artefactos que propone la metodología ágil SCRUM.

**Actividad 3:** Estudio acerca de la especificación de requisitos en formato de historia de usuarios.

**Actividad 4:** Estudio del marco que propone la serie de Normas ISO/IEC 25000 (SQUARE).

**Actividad 5:** Estudio de la Norma ISO/IEC 25030:2019 que propone una guía para definir y especificar RDC de sistema.

**Actividad 6:** Estudio de la Norma ISO/IEC 25012:2008 que propone un modelo general con características de calidad de datos desde dos puntos de vista: Inherentes y Dependiente de Sistema.

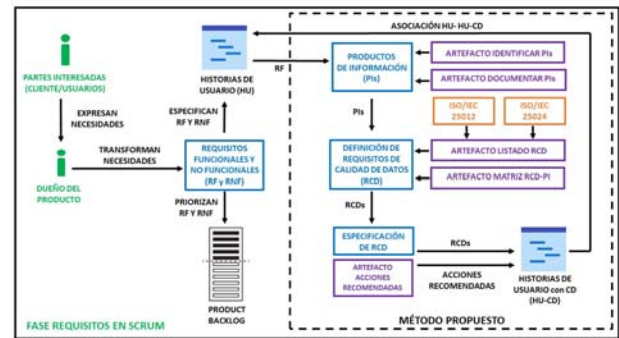
**Actividad 7:** Estudio de la Norma ISO/IEC 25024:2015 que propone un conjunto de medidas de calidad de datos que están asociadas a característica.

**Actividad 8:** Desarrollo del Marco Conceptual en donde se propone la incorporación de un método que permita definir y especificar RDC en fase de requisitos en Scrum.

## RESULTADOS

De las actividades definidas, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Una Revisión Sistemática de la Literatura, en donde se seleccionaron 30 artículos de más relevancia para leer en profundidad y que estaban relacionados directamente con el objetivo propuesto.
- Un repositorio compuesto por los artículos de más relevancia en formato pdf.
- Puesta en conocimiento de cómo funciona el marco de trabajo de SCRUM, como es el proceso de obtención y especificación de requerimientos a través de historias de usuario.
- Puesta en conocimiento del marco que provee la Serie de Normas ISO/IEC 25000, específicamente las Normas ISO/IEC 25030, ISO/IEC 25012 y ISO/IEC 25024.
- Un Marco Conceptual del Método que permite especificar RDC en Fase de Requisitos de Scrum. En la Figura 1 se puede observar dicha conceptualización, en donde en primera instancia, las Partes Interesadas expresan sus necesidades al Dueño del Producto, quien es el encargado de transformar dichas necesidades en Requisitos Funcionales (RF) y No Funcionales (RNF), especificarlos en formato de Historias de Usuarios (HU) y priorizarlas en una Pila de Producto. Para definir RDC tomamos como entrada los Requisitos Funcionales, a partir de los cuales identificaremos y documentaremos los Productos de Información resultantes (a través de los Artefactos “Identificar PIs” y “Documentar PIs”), que serán la entrada para la actividad de definición de RDC, en donde se utilizan como referencia dos artefactos: “Artefacto Listado RCD” (construido tomando como referencia la guía que provee la Norma ISO/IEC 25030, las características de calidad de datos que provee la Norma ISO/IEC 25012 y las Medidas de Calidad de Datos que provee la Norma ISO/IEC 25024) y el “Artefacto Matriz RCD-PI”. Una vez definidos cada uno de los RDC, se deben especificar a través de una Historia de Usuario con formato adaptado para Calidad de Datos (HU-CD), en donde además se hace uso del Artefacto “Acciones Recomendadas” para la sección del detalle de la HU-CD (dorso de la HU), que está dirigida hacia el Equipo de Desarrollo de Scrum, para garantizar una correcta implementación de los RDC.



**Figura 1. Marco Conceptual del Método Propuesto para Especificar RDC.**

## CONCLUSIONES

Hasta el momento se ha logrado desarrollar un Marco Conceptual que permite a través de un Método propuesto poder incorporar aspectos de calidad de datos en fase de requisitos en procesos de desarrollo de software que utilicen la metodología ágil SCRUM.

Actualmente se está trabajando en la definición del Método que permitirá especificar Requisitos de Calidad de Datos para los Productos de Información asociados a Requisitos Funcionales, a través de la guía, requisitos y recomendaciones que propone la serie de Normas ISO/IEC 25000.

## REFERENCIAS

- Arnulfo Napoleón Hernández González. Características de Calidad de Datos de los Almacenes de Datos. Departamento de Tecnologías de la Información y Sistemas. Universidad de Castilla de la Mancha. 2014.
- Dedeke. “A conceptual framework for developing quality measures for information systems”. In International Conference on Information Quality, pp. 126-128. Cambridge, Massachusetts, USA. 2000.
- ISO/IEC 25000 Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-System and software quality models.
- ISO/IEC 25030:2019. Systems and software engineering — Systems and software quality requirements and evaluation (SQuaRE) — Quality requirements framework.
- ISO/IEC 25012:2008. Software engineering -- Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Data quality model.
- ISO/IEC 25024:2015. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of data quality.
- R. Wang. “A Product Perspective on Total data Quality Management”. Communications of the ACM. Vol. 41, Issue 2, pp. 58-65. 1998.
- SCRUM ALLIANCE – <https://www.scrumalliance.org/>

# DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCIÓN Y EL ANÁLISIS DE DATOS DE INCENDIOS FORESTALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

Castillo Julio\*<sup>(1)</sup>; Cardenas Marina<sup>(1)</sup>; Nicolás Hernandez<sup>(1)</sup>; Martín Navarro Mugas<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba, Maestro Lopez esq. Cruz Roja, Capital, Córdoba

\*E-mail del autor de contacto: jotacastillo@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

A raíz de los cambios climáticos existentes en todo el mundo, cada vez se hace más evidente la ocurrencia de fenómenos climatológicos extremos tales como inundaciones, terremotos, incendios forestales, entre otros, que ocasionan cuantiosas pérdidas económicas, ecológicas y, principalmente, vidas humanas (Calderón Martínez et al., 2013) (Cruz, 2015).

Particularmente, los incendios forestales son uno de los mayores problemas ambientales que se repiten año tras año a nivel mundial que producen graves daños, por lo cual la detección temprana de los mismos es una herramienta clave que puede permitir una lucha más eficaz contra este flagelo.

En base a la problemática planteada se hace evidente que la prevención, detección y seguimiento de incendios son actividades fundamentales para poder afrontar su impacto y consecuencias mediante un plan de gestión de riesgos que integre de manera holística los distintos sectores involucrados.

Sin embargo, el monitoreo y supervisión humana directa son tareas que incurren en costos demasiado elevados, por lo cual se han desarrollado diversas soluciones automáticas que permiten facilitar las mismas mediante distintos enfoques:

- Aproximaciones basadas en satélites (Rauste, 1996).
- Aproximaciones basadas en scanners de humo e infrarrojos (Ollero Baturone et al., 2001).
- Aproximaciones basadas en sensores meteorológicos locales (Chandler et al., 1983).

Particularmente en este artículo se describen dos herramientas que permiten automatizar la recolección y visualización de datos meteorológicos y de incendios forestales, como parte de un sistema de predicción de incendios forestales, que posibilitan la gestión de información relacionada con incendios ocurridos en la provincia de Córdoba.

En la siguiente sección se describe el Sistema de Gestión de información Meteorológica e Incendios Forestales, y en las siguientes secciones se describen herramientas de recolección y visualización de información

meteorológica y finalmente se realizan las conclusiones y se menciona el trabajo futuro.

## MÉTODOS Y RESULTADOS

Las herramientas descritas en este artículo forman parte de un sistema integral que va, desde el registro manual de información meteorológica hasta la predicción de incendios forestales. Este sistema brinda un conjunto de facilidades que permiten realizar una adecuada administración y gestión de la información meteorológica, para lo cual cuenta con diversas funcionalidades encapsuladas en diferentes módulos, entre las que destacamos, un módulo que permite el registro manual de información meteorológica (en este artículo exponemos la herramienta que permite automatizar esta tarea), un módulo de chat de consulta y de reporte de incendios, un módulo de reporte de incendios vía Twitter, un módulo de generación de reportes, y un módulo de predicción de incendios forestales.

Este último módulo se basa en los registros históricos de información meteorológica y de siniestros (incendios forestales) de las áreas afectadas, que incluyen la región noreste de la provincia de Córdoba. Es el módulo principal del sistema, ya que se encarga de realizar las predicciones de ocurrencia de siniestros. Las mediciones recolectadas e históricas se utilizan para crear un modelo matemático/computacional basado en técnicas de aprendizaje automático supervisado, tales como Redes Neuronales Artificiales (RNA) (Hilera y Martínez, 1995) y Máquinas de Soporte Vectorial (SVM, Support Vector Machines) (Vapnik, 1999), que es capaz de predecir la ocurrencia o no de un incendio y la magnitud del mismo.

En función de la obtención de este modelo se pone en evidencia la utilidad de las entradas propuestas en este trabajo para la predicción de incendios forestales en la provincia de Córdoba en base a los datos recopilados de índole temporal, espacial, satelital y basados en el índice FWI (Cortez y Morais, 2007).

Además, con el objetivo de brindarle una solución automatizada a los bomberos del plan del manejo contra el fuego de la provincia de Córdoba, se realizó un subsistema integrado al sistema de predicciones mediante la técnica de

web scraping que permite la recolección de información meteorológica de diversas fuentes para la creación de un informe en donde se realizan los cálculos utilizando los indicadores pertinentes a los índices FWI que mide una estimación del riesgo de incendios forestales creado por el servicio meteorológico de Canadá.

La motivación de dicha implementación surge debido a que los bomberos diariamente consultaban varias páginas meteorológicas con el fin de obtener los indicadores necesarios para el cálculo del índice FWI y realizar un informe en forma manual para ser distribuido a los diferentes sitios de interés. Dicha tarea, no sólo es propensa a errores humanos sino que también significa un gran consumo de tiempo, muchas veces implicando la discontinuidad del informe o su tardía concepción.

Esta información es posteriormente almacenada en la base de datos, y luego de la generación y cálculo de los índices FWI, se emite un reporte y un informe de libre acceso. Se estudiaron diversos proveedores de visualización de datos y se optó por utilizar Bings Maps ya que es el que mejor se adapta a las necesidades del proyecto ofreciendo la mayor compatibilidad y exigiendo la menor cantidad de requisitos para los bomberos de los diferentes destacamentos.

Con los datos en el formato GeoJSON, se implementó una interfaz gráfica en HTML y ASP.Net, con métodos en JavaScript que permiten seleccionar entre cuatro opciones de mapas electrónicos con diferentes tipos de información. El primer mapa tiene información referente a las predicciones realizadas por el Subsistema de Entrenamiento y Predicción, el cual muestra datos como la localidad, fecha y cantidad de hectáreas que serán afectadas, además de indicar si la predicción realizada fue correcta o no en función de los datos reales que se incorporan posteriormente para realimentación del sistema.

El segundo mapa presenta información referente a los índices necesarios para calcular el FWI y el índice de riesgo de incendio forestal.

El tercer mapa, muestra una vista simplificada de las mediciones meteorológicas, con la temperatura, humedad, viento y precipitaciones, por estación.

Por último, el cuarto mapa brinda información de la ocurrencia de los siniestros, visualizando datos que serán corroborados con las predicciones realizadas.

Todos estos mapas tienen como opción, el ser descargados como imágenes o archivos en formato PDF para su distribución y utilización en las campañas.

## CONCLUSIONES

En este artículo se presentan dos herramientas que permiten realizar la recolección automática de información meteorológica, y que brindan la posibilidad de visualizar tanto la información meteorológica recolectada, como los valores de riesgo de incendios asociados a tales mediciones. Posibilitan su visualización en mapas de las mediciones atmosféricas, los siniestros ocurridos, y las

predicciones realizadas. Adicionalmente se provee un mecanismo de interoperabilidad para poder visualizar esta misma información en un sistema de información geográfica GIS.

Estas herramientas forman parte de un sistema de gestión de información meteorológica y de predicción de incendios forestales y los modelos de predicción desarrollados, se nutren de esta información recolectada, junto con de información temporal, espacial, satelital y valores del índice FWI.

Adicionalmente, la información recopilada permite incrementar la productividad del personal del plan Provincial de Manejo del Fuego, ya que automatiza tareas que antes eran realizadas por bomberos expertos.

Asimismo, la disponibilidad de la información es inmediata y la posibilidad de generación de reportes permite que la información sea distribuida digitalmente a todas las estaciones meteorológicas con la mínima demora.

## REFERENCIAS

- Calderón Martínez, J., A., Gavarrete Galdámez, O., A., & Guzmán Navarrete, R., S. "La prevención y manejo de desastres ambientales que afectan el medio ambiente, el patrimonio y la vida de los salvadoreños". *Tesis de Licenciatura. Universidad de El Salvador* (2013).
- Cortez, P., & Morais, A. "A data mining approach to predict forest fires using meteorological data". *Portuguese Conference on Artificial Intelligence. Guimarães, Portugal*, 512-523 (2007).
- Cruz, A. "Causa calentamiento global desastres". *Diario: El Universal. México* (2005).
- Chandler, C., Cheney, P., Thomas, P., Trabaud, L., & Williams, D. *Fire in Forestry*, Vol I. Forest Fire Behaviour and Effects, John Wiley, New York, p. 450 (1983).
- Hilera, J., & Martínez, V. *Redes Neuronales Artificiales: Fundamentos, modelos y aplicaciones*. Addison-Wesley Iberoamericana y Ra-Ma. 11-12 (1995).
- Vapnik, V. *An Overview of Statistical Learning Theory*. IEEE Transactions on Neural Networks, vol. 10, no. 5. (1999).
- Rauste, Y. "Forest Fire Detection with Satellites for Forest Fire Control Archives of Photogrammetry and Remote Sensing", Vol.31, Part B7, Proc. XVIII Congress of the Int'l Soc. for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS, 584-588 (1996).
- Ollero Baturone, A., Martínez de Dios, J., & Arrúe, B. "Monitorización y determinación de parámetros en tiempo real de fuegos forestales empleando cámaras visuales y de infrarrojos". *Actas del III Congreso Forestal Español. Granada. "Montes para la Sociedad del Nuevo Milenio"*. Mesa 6: Protección y restauración del medio natural. 503 - 509 (2001).

## UNA PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO CON DISCAPACIDAD EN SISTEMAS E-LEARNING

Iván Balmaceda Castro\*<sup>(1)</sup>; Carlos Salgado<sup>(2)</sup>; Mario Peralta<sup>(2)</sup>, Alberto Sánchez<sup>(2)</sup>, Javier Saldarini<sup>(3)</sup>, Claudio Carrizo<sup>(3)</sup>, Silvana Armando<sup>(3)</sup>, Julio Trasmomtana<sup>(3)</sup>, Gastón Ferreyra<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Sede Regional Chemical - Universidad Nacional de La Rioja, La Rioja, Argentina.

<sup>(2)</sup> Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina.

<sup>(3)</sup> Facultad Regional San Francisco Universidad Tecnológica Nacional.

\*E-mail: [ibalmaceda@unlar.edu.ar](mailto:ibalmaceda@unlar.edu.ar)

### INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), han ido modificando las actividades humanas, de esta manera el entretenimiento, el trabajo, la comercialización y la publicidad, e incluso las formas de relacionarnos con el otro, se han visto considerablemente afectadas por la implementación de dichas tecnologías, más hoy en el contexto que atraviesa el mundo por la pandemia generada por el COVID-19. Frente a esto, la educación, no es la excepción, al contrario, cada día toman más impulso los sistemas de aprendizaje en línea mediados por tecnología, apuntando a una educación virtual.

Adam et al. (2013) define al E-Learning como “una modalidad de enseñanza y aprendizaje, que puede representar todo o parte del modelo educativo en el que se aplica, que explota medios y dispositivos electrónicos para facilitar el acceso, la evolución y la mejora de la calidad de la educación y la formación”.

De esta manera, los entornos virtuales de aprendizaje funcionan como una herramienta que sirve como instrumento para la interacción entre los sujetos implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y que se encuentran distantes entre sí. Esto lo lleva a ser un factor fundamental en las propuestas de Educación a Distancia, propiciando el intercambio de competencias y habilidades bajo un entorno común accesible y usable (Vidal et al., 2013).

De acuerdo con lo planteado por Rivero et al. (2013), es necesario identificar las características del contexto y los estudiantes, quienes se desenvuelven como los usuarios y beneficiarios de los recursos tecnológicos. Por ello, es importante saber identificar los sentimientos de los usuarios que pueden resultar positivos o negativos.

En ello deviene la Experiencia de Usuario (UX) definida por la ISO 9241-210 (2018) como “las percepciones y respuestas del usuario que resultan del uso y/o uso anticipado de un sistema, producto o servicio”.

Una UX negativa, supone no sólo la insatisfacción del usuario, sino que esa mala experiencia puede afectar el proceso de enseñanza-aprendizaje hasta el punto de

volverlo tan frustrante que el estudiante termina desertando del mismo.

La usabilidad puede verse como la facilidad y la satisfacción con la que puede usarse un producto; definida por la ISO 9241-210 (2018) como “la medida en que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”. Es decir que la Usabilidad es un componente fundamental de la UX, como así también lo es la Accesibilidad web, buscando que personas con algún tipo de discapacidad puedan hacer uso de estas plataformas. En concreto, la W3C, al hablar de Accesibilidad Web, hace referencia a un “diseño Web que va a permitir que estos usuarios puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la Web, aportando a su vez contenidos”. De esta forma, para que un sistema sea usable y accesible, debe ser inclusivo, buscando que cuando los usuarios potenciales u objetivo presentan diferencias individuales y necesidades de acceso diferentes, el sistema deba poner a disposición todo lo adecuado para que su interfaz sea visible, usable, deseable y accesible por todo ese público específico (Montero, 2015).

### MÉTODOS

Actualmente, existen muchos métodos de evaluación de experiencia del usuario, dependiendo de lo que uno quiera evaluar.

Ferreira & Saenz (2011) indican que los Métodos de Inspección basados en Heurísticas han permitido evaluar la forma en que el sistema interactúa con el usuario a fin de determinar cómo se realizan las tareas básicas.

La evaluación heurística, según Nielsen (1994) y Montero & Fernandez (2003), es donde un grupo reducido de expertos, en base a su propia experiencia, fundamentándose en reconocidos principios de usabilidad, y apoyándose en guías elaboradas para tal fin, evalúan de forma independiente el producto, contrastando finalmente los resultados con el resto de los evaluadores, permitiéndonos, descubrir problemas en el uso de este, como así también relacionados a su ingreso.

La propuesta de Evaluación que se presenta en este trabajo se centra, en una *Heurística de UX*, para lo que se

trabaja con un cuestionario a los evaluadores con experiencia en accesibilidad, para ello se determinan y establecen los siguientes pasos:

**Paso 1.** Cada evaluador, evalúa el sistema en general, después preparará un listado individual de problemas de usabilidad y un listado de lo positivo.

**Paso 2.** Se reunirán los problemas identificados en un solo listado. Que permitirá generar un nuevo instrumento para analizar con más rigor.

**Paso 3.** Cada evaluador, califica independientemente de 0 a 4, la *severidad*, que es el nivel de gravedad del problema identificado (Tabla 1), la *frecuencia*, que es el grado de ocurrencia del problema identificado (Tabla 2), y la *criticidad* (1), que es la suma de las anteriores, de cada uno de los problemas del listado común, predominando preguntas de tipo Escalar.

**Tabla 1.** Escala de Severidad.

Severidad	
0	No es Un problema
1	Problema apenas estético
2	Problema Menor
3	Problema Mayor
4	Problema Catastrófico

**Tabla 2.** Escala de Frecuencia.

Frecuencia	
0	0%
1	1 a 10%
2	11 a 50%
3	51 a 90%
4	>90%

$$\text{Criticidad} = \text{Frecuencia} + \text{Severidad} \quad (1)$$

**Paso 4.** En relación con la escala de severidad y frecuencia de cada problema, se establecerá un orden de problemas, que permita analizar los resultados y sugerir soluciones.

## RESULTADOS

Se propone una adaptación aplicable a Plataformas Virtuales de Aprendizaje, inspirada en el concepto de Diseño Inclusivo, que es el resultado de un análisis exhaustivo, obteniendo un conjunto de recomendaciones metodológicas que permitan guiar para que estos sitios sean usables y accesibles, teniendo en cuenta las guías de experiencias de usuario, y las características sugeridas por la Norma ISO/IEC 25010.

Además, se está desarrollando un Método de Indagación, adecuado para evaluar la satisfacción de usuario; ya que a través de este se obtiene información sobre los gustos de los usuarios, disgustos, necesidades, y la comprensión del sistema. El mismo se realiza hablando con el usuario, observándolo, ya sea el mismo en trabajo real u obteniendo respuestas a preguntas verbalmente o por escrito. Fuentes Moran (2013), sostiene que estas

preguntas, deben enfocarse a nivel personal, permitiéndonos conocer mejor el pensamiento y sensaciones de los usuarios en un escenario real.

## CONCLUSIONES

Las personas con alguna discapacidad suelen tener problemas con las habilidades motoras finas, que son necesarias para interactuar con cualquier tipo de tecnología de la información y comunicación. Por ello, diseñar un sitio web accesible, implica asumir la diversidad y heterogeneidad de los usuarios, con el fin de hacer más fácil las tareas cotidianas en todas las personas, incluyendo las que presentan alguna limitación.

En el presente trabajo se propone una evaluación Heurística de la UX, que permita proporcionar un modelo útil y comprensible de accesibilidad, estableciendo criterios para la satisfacción de los usuarios, permitiéndonos obtener resultados y realizar las consiguientes mejoras en el software.

## REFERENCIAS

- World Wide Web Consortium. (2005). Introducción a la Accesibilidad Web. *Recuperado de: <http://www.w3c.es/Traducciones/es/WAI/intro/accesibilidad>*.
- Adam, M. R., Vallés, R. S., & Rodríguez, G. I. M. (2013). E-learning: características y evaluación. *Ensayos de economía*, 23(43), 143-159.
- Ferreira Szpiniak, A., & Sanz, C. V. (2011). Usabilidad de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje. In *VI Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*.
- Fuentes Morán, Y. M. (2013). *Usabilidad de los Sistemas de Información en Salud dentro de escenarios de atención crítica: un estudio de los sistemas de historia clínica en IPS de alta complejidad Colombianas* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Hassan Montero, Y., & Martín Fernández, F. J. (2003). Guía de evaluación heurística de sitios web. *No sólo usabilidad*, 2.
- Iso 9241-210: Ergonomics of human-system interaction — Part 11: Usability: Definitions and concepts, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland (2018).
- Montero, M. V., Zermeño, M. G. G., & Tijerina, R. F. Á. (2015). Evaluación de la plataforma virtual EPIC LMS como sistema de gestión de aprendizaje según estándares de calidad tecnológica y usabilidad. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13(2), 51-65.
- Nielsen, J. (1994, April). Usability inspection methods. In *Conference companion on Human factors in computing systems* (pp. 413-414).



# OPTIMIZACIÓN GLOBAL DE UNIDADES DE NEGOCIO INTERRELACIONADAS DE PYMES DE LA REGIÓN APLICANDO MODELOS DE REDES COLABORATIVAS

Diego Cocconi, Marisa Pérez, Juan Pablo Ferreyra, Claudia Verino

Departamento de Ingeniería en Sistemas de Información / Facultad Regional San Francisco /  
 Universidad Tecnológica Nacional (UTN)  
 Av. de la Universidad 501, San Francisco (2400), Córdoba, Argentina, (03564) 431019 / 435402  
 dcocconi@sanfrancisco.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

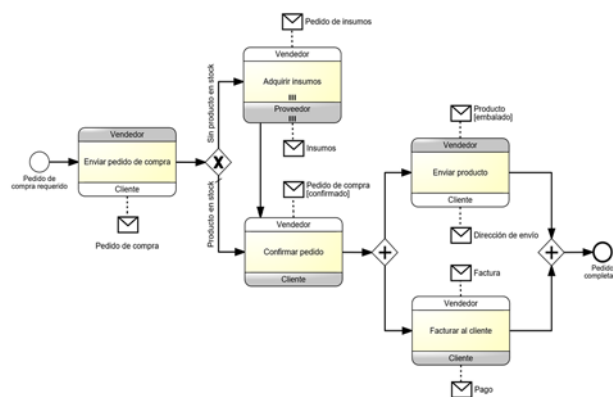
La aplicación de la gestión de procesos de negocio (del inglés Business Process Management, BPM) en las organizaciones, teniendo en cuenta los nuevos modelos organizacionales y la tecnología de la información disponible, puede llevar a lograr mejoras significativas en su desempeño y nuevas oportunidades de negocio [1]. BPM implica un ciclo de mejora continua en el que intervienen diversas fases, considerando tanto procesos privados de una sola organización como colaboraciones entre varias (procesos de negocio inter-organizacionales).

Muchas empresas de la región han crecido lo suficiente como para llegar a contar con diferentes unidades de negocio autónomas que se interrelacionan, pero suelen conservar su criterio de mejorar los procesos de forma independientemente en cada una de ellas, sin tener en cuenta una visión global. En este trabajo se propone como objetivo general mejorar el desempeño en forma global de organizaciones que cuenten con diferentes unidades de negocio autónomas que se interrelacionan mediante la aplicación de modelos de procesos de negocio colaborativos que impliquen una integración explícita entre las mismas.

## MÉTODOS

Los nuevos modelos organizacionales y la tecnología de las comunicaciones pueden también ser explotados para establecer relaciones de colaboración entre diferentes organizaciones y obtener beneficios comunes. De este modo, es posible conformar redes colaborativas entre organizaciones para que acuerden llevar a cabo procesos de negocio inter-organizacionales. Una red colaborativa [5] consiste de organizaciones heterogéneas, autónomas y geográficamente distribuidas que colaboran para lograr objetivos comunes [1]. Los procesos de negocio colaborativos o inter-organizacionales involucran una red colaborativa, logrando la integración y colaboración entre las organizaciones mediante coreografías de procesos [2, 4] o Collaborative Business Processes (CBPs) [6-7]. Un CBP especifica la vista global de interacciones entre los roles que las organizaciones desempeñan [8]. BPMN 2.0 incluye una notación para coreografías de procesos, lo cual permite

modelar los CBPs en lo que se denominan diagramas de coreografía (Figura 1); este tipo de diagramas en realidad no muestra ninguna actividad concreta, sino el intercambio de mensajes entre participantes.



**Fig. 1:** Diagrama de coreografía de ejemplo (en BPMN 2.0) de la interacción entre un vendedor, un cliente y un proveedor para realizar un pedido de compra [2].

La implementación de una red colaborativa también requiere que las organizaciones puedan llevar a cabo las etapas del ciclo de vida de BPM con los CBPs acordados. En tal caso, durante las fases de análisis y diseño, las organizaciones deben definir los CBPs y modelarlos mediante alguna notación apropiada (BPMN 2.0, por ejemplo), así como también definir sus Internal Business Processes (IBPs), los cuales modelan el comportamiento privado de cada organización y soportan las interacciones y roles que desempeñan en la colaboración. Los IBPs son equivalentes a los procesos intra-organizacionales, conocidos también como procesos privados [3] o procesos de orquestación [4], por tanto, deben definir las actividades tanto públicas como privadas que debe desempeñar una organización para satisfacer el intercambio de mensajes convenido en el CBP. A partir del CBP se pueden componer los diferentes IBPs de cada uno de los participantes y enriquecerlos con actividades internas propias de cada organización, resultando en lo que se denomina diagrama de colaboración [2], como el que se muestra en la figura 2.



## DETERMINACIÓN DE INDICADORES, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS QUE EVIDENCIAN BUENAS PRÁCTICAS EN LA CIBERSEGURIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA EN UN LABORATORIO DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA UTN-FRC.

Fabian Alejandro GIBELLINI\*<sup>(1)</sup>; Roberto Miguel MUÑOZ<sup>(1)</sup>; Analia Lorena RUHL<sup>(1)</sup>; Juliana NOTRENI<sup>(1)</sup>; Cecilia SANCHEZ<sup>(1)</sup>; Milagros N. ZEA CARDENAS<sup>(1)</sup>; Ignacio SANCHEZ BALZARETTI<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratorio de Sistemas, Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información,  
Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba,  
Cruz Roja Argentina S/N, 5016, Córdoba, Córdoba  
fgibellini@bbs.frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Los laboratorios de Educación, Desarrollo e Investigación (EDI), cuentan con un gabinete informático que debe estar preparado para estudiantes, docentes, profesionales e investigadores, donde las necesidades y exigencias día a día son mayores en lo que concierne a software, aplicativos y hardware. Es indispensable contar con la infraestructura acorde para afrontar los diversos pedidos que se realizan por parte de todos los actores involucrados. Teniendo presente la heterogeneidad de software que se debe implementar para satisfacer las necesidades de cada cátedra que solicita un servicio y de los proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación que se llevan a cabo, es indispensable dar continuidad a los servicios protegiendo la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los mismos. En el caso del Laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Información (LabSis) de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba UTN-FRC se atienden a todos los servicios nombrados anteriormente y se tiene especial cuidado en la disponibilidad e integridad de los datos que intervienen en los servicios prestados, ya que el dictado de clases, exámenes e investigación dependen de estas características. Entre los objetivos diarios que tiene que cumplir LabSis, se encuentran dar soporte académico a cátedras, soporte a la toma de exámenes y backup de los mismos (Dharma et al., 2013), como así también dar soporte de infraestructura de red a proyectos de investigación como también generar nuevo software/configuración de software para suplir distintas tareas. Se aplican diferentes técnicas y herramientas de seguridad en diferentes capas de la red para evitar que accidental o intencionalmente algún servicio quede fuera de funcionamiento. Si bien con estas técnicas y herramientas el LabSis está en continuo funcionamiento, es real la necesidad de analizar las técnicas hasta ahora implementadas o nueva con el objetivo de alcanzar un conjunto de técnicas que de

forma sinérgica colaboren a la ciberseguridad de la infraestructura tecnológica del laboratorio EDI y desarrollar una guía de buenas prácticas basadas en indicadores, técnicas y herramientas que fortalezcan la seguridad.

#### Objetivo general:

Determinar los factores que colaboren en el control de seguridad de la red informática en el ámbito de un laboratorio de Educación, Investigación y desarrollo, proponiendo técnicas, herramientas e indicadores que evidencian buenas prácticas en la ciberseguridad de la infraestructura tecnológica del Laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN - FRC (LabSis).

#### Objetivos específicos:

- Detectar técnicas y herramientas de ciberseguridad utilizadas en actividades relacionadas a la seguridad informática de la red del LabSis. Definir un conjunto de indicadores cuantificables relacionados a ciberseguridad que sean aplicables en un laboratorio EDI.
- Crear una base de conocimiento relacionada a ciberseguridad que a partir de los registros de eventos de la infraestructura tecnológica del LabSis.
- Identificar técnicas y herramientas de redes neuronales y machine learning que puedan colaborar con la ciberseguridad de infraestructura del Laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN - FRC.
- Determinar un conjunto de buenas prácticas del LabSis con las técnicas y herramientas que contribuyan a la ciberseguridad en laboratorios de este ámbito.

### MÉTODOS

En el desarrollo de este proyecto se utiliza el método empírico, (Bunge,1998) (Barchini,2005), ya que en algunas actividades se aplica el método científico durante su ejecución, las cuales finalizan en la aceptación o refutación

de hipótesis sobre evidencias de buenas prácticas en el LabSis. El estudio que se lleva a cabo en el LabSis, confluye sobre la seguridad informática en redes de información que operan sobre infraestructuras tecnológicas de un ámbito público, lo que podría aplicarse a otro ambiente de similares características.

Dado que los servicios que debe prestar esta entidad a docentes y la protección de datos sensibles (uno de ellos son los parciales y exámenes finales) y cuya incumbencia concierne únicamente a la Universidad en que se realiza, es que este proyecto se inserta dentro de la línea de investigación de ciberseguridad en una infraestructura tecnológica.

Después de un minucioso análisis las actividades que se realizan en el LabSis se identificaron, técnicas y herramientas de ciberseguridad utilizadas con el fin de determinar un conjunto de indicadores cuantificables relacionados a la ciberseguridad aplicables en un Laboratorio EDI, de esta manera daríamos cumplimiento al objetivo planteado. Ello servirá para determinar el conjunto de buenas prácticas del LabSis con las técnicas y herramientas que contribuyan a la ciberseguridad en un Laboratorio EDI. Para ello se dio categoría a los actores involucrados en el LabSis y a los servicios exigidos por los mismos, realizando una evaluación del análisis de riesgo con el que cuenta actualmente el LabSis. De esta la evaluación se procedió a analizar y seleccionar indicadores que muestren evidencias de buenas prácticas. Se formuló una descripción de la infraestructura para crear una base de conocimiento relacionada a la ciberseguridad, a partir de los registros de eventos de la infraestructura tecnológica del LabSis y de recolección de información pertinente a los indicadores identificados.

Finalmente, a futuro, se realizará el análisis de las técnicas de redes neuronales y machine learning (Zurutuza et al., (2005) (Klinkenberg et al., 2017) (Baseman et al., 2016) que colaboren con la seguridad del LabSis, identificando técnicas como métodos de prevención y de colaboración con la ciberseguridad de infraestructura. Con las recolecciones tomadas y las mediciones que se llevan a cabo, se definirá una guía de buenas prácticas para laboratorios EDI que fortalezcan la seguridad.

## RESULTADOS

Para dar solución a las necesidades detectadas respecto a la ciberseguridad de la infraestructura del LabSis, este proyecto busca trabajar con un modelo de defensa en profundidad (OIEA, 2007). Para ello es fundamental la utilización de un diseño, tecnología y materiales fiables; sistemas de control, limitación y protección y elementos de vigilancia; una combinación apropiada de elementos de seguridad inherentes y técnicos.

## CONCLUSIONES

El proyecto presentado tiene como finalidad obtener una visibilidad global de las amenazas o vulnerabilidades latentes en la infraestructura del LabSis, de forma tal que cada amenaza identificada pueda ser rastreada a una medida de seguridad

Se pretende la realización de un modelo que considere la heterogeneidad de los numerosos usuarios que pasan diariamente por este laboratorio, identificando los perfiles de los mismos y asegurando que puedan realizar sus actividades planificadas. Esto permite que laboratorios con las mismas características (cualquier laboratorio EDI) puedan aplicarlo, sin desmedro de su aplicación y adaptación en entornos más homogéneos.

Esto permitirá detectar indicadores que puedan ser implementados y de cuyo análisis se podrá desarrollar una guía de buenas prácticas que pueda ser aplicada a la ciberseguridad de cualquier Laboratorio EDI.

La base de conocimiento generada a partir de los indicadores permitirá a futuros proyectos de investigación la identificación de patrones relacionados a la ciberseguridad, lo que contribuirá a generar nuevos métodos de protección ante amenazas o mejorar los métodos ya existentes, así como también, mejorar la toma de decisiones con respecto a la ciberseguridad.

## REFERENCIAS

- Dharma, R., Sake, S., Manuel, M. "Backup and Recovery in a SAN", Versión 1.2. EMC2 Techbooks (2013).
- Bunge, M. "La ciencia su Método y su Filosofía", Editorial Siglo Veinte. Buenos Aires (1998).
- Barchini. "G. Métodos "I+D" de la Informática". Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina (2005).
- Zurutuza, R., Uribeetxeberria, R. "Revisión del estado actual de la investigación en el uso de data mining para la detección de intrusiones" (2005)
- Klinkenberg, J., Terboven, C., Lankes, S., Muller, M., "IEEE International Conference on Cluster Computing" (2017)
- Baseman, E., Blanchard, S., Fu, S., Li, Z., "Relational Synthesis of Text and Numeric Data for Anomaly Detection on Computing System Logs". 15th IEEE International Conference on Machine Learning and Applications (2016)
- ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGÍA ATOMÍCA VIENA, "Normas de seguridad del OIEA para la protección de las personas y el medio ambiente. Principios fundamentales de seguridad". ISBN 978-92-0-308707-0. ISSN 1020-5837 (2007)

## UN PROCEDIMIENTO PARA COMPRENDER EL NEGOCIO UTILIZANDO PATRONES

Nicolás Horenstein, Gonzalo Ulla, Julio Guillermo Achaval Vinuesa, Marcelo Martin Marciszack

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba. Maestro M. Lopez esq. Cruz Roja Argentina  
Ciudad Universitaria - Córdoba Capital  
nicolashorenstein@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

Este documento ofrece una mirada integradora de los resultados que se vienen obteniendo en los grupos de investigación (PID “Implementación de Patrones en la validación de Modelos Conceptuales” - EIUTNCO0003604 y el PID “Modelo de Análisis para la derivación de requerimientos funcionales a partir de la implementación de Patrones en la construcción del Modelo Conceptual” - SIIANCO0005201) pertenecientes a la UTN Facultad Regional Córdoba. El trabajo comenzó por la interpretación y análisis de un proceso de negocio, para luego aportar una metodología mediante la cual, utilizando Patrones de Procesos de Negocio se logre el entendimiento de un sistema a través de abstracciones. Posteriormente, para completar el análisis del negocio se incorporan los Patrones de Objetivos, logrando ofrecer un enfoque global del Modelo de Proceso de Negocios que constituye el punto de partida necesario para el desarrollo de un sistema de información o determinación de requerimientos de un sistema.

### MÉTODOS

El proceso de desarrollo de software se encuentra organizado por etapas, la primera de ellas es la etapa de “Análisis” que tiene por objetivo la identificación de requerimientos. Para poder identificar los requerimientos, validarlos y desarrollar el software es necesario, por no decir indispensable, conocer el negocio involucrado. Por lo tanto, como punto de partida, se debe establecer o determinar ¿Qué se entiende por Modelo de Negocio? Podemos decir que un modelo de negocio es una abstracción de cómo funciona un negocio. Para poder comprenderlo en detalle, es necesario centrarse en sus Procesos de Negocio, los que representan una serie organizada de actividades relacionadas que conjuntamente crean un resultado de valor para los clientes. Es importante señalar que, en el ámbito del software, un patrón es una descripción de un problema y su solución.

El procedimiento propuesto se organiza en dos grandes etapas.

En la primera etapa, se debe identificar todos los procesos de negocio detectados en el dominio bajo análisis, y definir el proceso bajo estudio. Para hacerlo, se los modela mediante la utilización de Patrones de Procesos de Negocio. Estos patrones poseen una extensa clasificación, para el desarrollo

de la metodología propuesta, se hace foco en cuatro Patrones de Negocio: “Estructura básica del proceso”, “Proceso de interacción”, “Proceso de suministro en capas”, “Flujo de acción de trabajo”. Todos pertenecientes a la categoría “Modelado de Procesos”.

En la segunda etapa de la propuesta metodológica se sugiere la aplicación de patrones de Objetivos al proceso bajo estudio para conocerlo por dentro. Esto se hace a través de la descomposición del objetivo principal del proceso en subobjetivos hasta llegar a las actividades que se realizan para alcanzarlo.

En conclusión, el procedimiento consta de los siguientes pasos:

1. Identificar el objetivo de la organización bajo estudio.
2. Identificar los procesos que intervienen en la organización para graficar el mapa de proceso, poniendo la mirada en cómo se relacionan con el proceso principal.
3. Focalizar el proceso bajo análisis. Mediante la aplicación del patrón Estructura Básica del Proceso, se define el suministro de recursos, las metas a alcanzar por el proceso, la transformación o el perfeccionamiento de entradas y los resultados en salida.
4. Aplicar el patrón de Descomposición de Objetivos al proceso bajo estudio. Esto permite alcanzar el objetivo del proceso, lo cual se va a modelar a través de un gráfico propio, basado en la estructura del patrón de objetivo.
5. Centrarse en los objetivos detectados en el punto anterior para aplicar nuevamente el patrón de descomposición de objetivos y así poder identificar las actividades (conjunto de tareas propias de una persona o entidad) necesarias para alcanzar el subobjetivo del proceso.
6. Identificar la relación entre las actividades.

Como resultado de la realización de los pasos mencionados anteriormente, se obtiene el gráfico de la Figura 1.

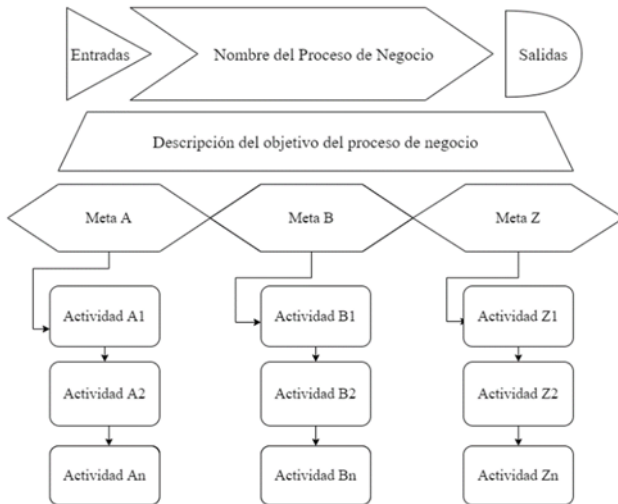


Fig. 1. Modelo del proceso bajo análisis.

## RESULTADOS

La metodología planteada anteriormente dio resultados exitosos a la hora de colaborar con la comprensión de los modelos de negocios.

Ha sido una metodología utilizada en la Cátedra de Sistemas y Organizaciones de UTN Facultad Regional Córdoba, en donde se observó que los estudiantes lograron tener una mirada más clara del concepto de Modelo de Negocio, permitiendo detectar sus procesos y poder relacionarnos de una forma más eficiente.

Se han realizado transferencias de conocimiento a otras regionales de la UTN como por ejemplo Villa María y San Francisco a las cátedras a fines como también a instituciones no educativas como la Caja de Jubilaciones de la Provincia de Córdoba. Como resultado de la investigación, se publicó un libro titulado “Patrones en la construcción del Modelo Conceptual para Sistemas de Información”.

La importancia que tiene la utilización de estos patrones radica en la ayuda que brinda en la comprensión y generalización para entender el negocio.

## CONCLUSIONES

Conocer el negocio constituye el punto de partida para la construcción de software a medida y, en algunos casos, también para aplicaciones o productos de software genéricos, conocido como software “enlatado”. Sin embargo, se desvalorizan las prácticas básicas y esenciales referidas a la comprensión del entorno del sistema, la captura y análisis del dominio y los requerimientos para construir el mismo.

¿Acaso no es frecuente escucharnos decir tenemos que conocer el dominio? Y entender el dominio sitúa al analista en una situación de investigación, búsqueda, familiarización con el negocio.

Luego de realizar distintas transferencias y validaciones de las metodologías se arribó a las siguientes conclusiones:

Desde la prehistoria el hombre ha sentido la necesidad de representar gráficamente el entorno que lo rodea. Así, la representación gráfica de una visión global del negocio es una de las principales ventajas que presenta la aplicación de los patrones mencionados.

Facilita la comprensión del negocio de todas las personas involucradas independientemente del vocabulario que se utilice. Explica los procesos más claros que las palabras.

Representa una ayuda visual para obtener una mirada global del proceso donde se muestra la unión de entradas, recursos y resultados.

Además de colaborar en la identificación de requerimientos, permite definir, describir y analizar los procesos para perfeccionar los resultados deseados.

La metodología ofrece un enfoque global del Modelo de Proceso de Negocios que constituye el punto de partida necesario para el desarrollo de un sistema de información que es la determinación de requerimientos de un sistema.

## REFERENCIAS

- Juan Bravo – Gestión de procesos (La Participación es la clave) (2010).
- Dr. Oscar Barros V. Patrones de Procesos de Gestión - Compartiendo Conocimiento para Aumentar la Productividad -. Patrones de Proceso. La arquitectura general de un proceso. Documento de Trabajo Nro. 9, Departamento de ingeniería. Universidad de Chile (1999).
- Caja de Jubilaciones, Pensiones y Retiros de Córdoba, <http://www.cajajubilaciones.cba.gov.ar/portal/institucional> (2018).
- Dr. O. Barros, Rediseño de Procesos de Negocios mediante el Uso de Patrones, Comunicaciones Noreste Ltda., (2003).
- Hans-Erik Eriksson. Magnus Penker Busines Modeling with UML Business Patterns at Work (2000).
- Michael E. Porter, Ventaja Competitiva: Crear y mantener un rendimiento superior (1985, 1998).
- Christopher Alexander, Sara Ishikawa, Murray Silverstein, Max Jacobson, Ingrid Fiksdahl-King y Shlomo Angel. A Pattern Language (1977).
- Herramienta web <https://www.draw.io>. Draw.io (2005-2016).

# INCORPORACIÓN DE PATRONES DE BUENAS PRÁCTICAS EN EL MODELO CONCEPTUAL DE SISTEMAS DE GOBIERNO ELECTRÓNICO

Oscar Carlos Medina\*; Marcelo Martín Marciszack; Mario Alberto Groppo

Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba, Maestro López esq. Cruz Roja Argentina  
5016 – Ciudad Universitaria - Córdoba, Argentina

\*omedina@frc.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta un resumen extendido del proyecto de investigación homologado “Un Modelo de Análisis para aplicación de Patrones de buenas prácticas en el Modelado Conceptual de Gobierno Electrónico” que tiene por objetivo general definir patrones a partir de Buenas Prácticas que puedan incorporarse en el Modelo Conceptual de sistemas de Gobierno Electrónico de Argentina, en el marco de un modelo iberoamericano de software público.

Las Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico son experiencias exitosas de implementación de TICs (Tecnologías de la Información y las Comunicaciones) en procesos de gobierno y se utilizan como referencia en la construcción del software público. Estas Buenas Prácticas de E-Gobierno pueden ser descriptas empleando patrones en la actividad de Modelado Conceptual de la construcción de los sistemas de información. Un patrón es un modelo de Ingeniería de Software que posibilita la descripción genérica de un proceso de manera simple, precisa y estandarizada y permite aprovechar el conocimiento acumulado previamente.

Como existen distintos tipos de patrones de software, se indagó, se seleccionaron y se definieron casos de estudio con los siguientes tipos de patrones para trabajar en el modelado: patrones de negocio, de análisis, de arquitectura y de comportamiento. Con los mencionados patrones, se elaboró una propuesta de modelo de análisis para definir, catalogar y seleccionar patrones de Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico que se pone a consideración en el presente artículo.

## MÉTODOS

El diseño metodológico de esta investigación tiene un enfoque cualitativo con estudios exploratorios de Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico y de patrones dentro del marco teórico de la Ingeniería de Software. Se realiza un análisis descriptivo de los patrones de Buenas Prácticas de E-Gobierno que puedan aplicarse en el Modelo Conceptual de software público de Argentina.

En primer lugar, se elaboró un mapeo sistemático de la literatura y un trabajo de aproximación descriptiva con la

revisión de distintos documentos científicos de bibliotecas digitales virtuales reconocidas a nivel académico. Se realizó una búsqueda exhaustiva de los conceptos esenciales de las Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico y de las distintas estructuras y clasificación de patrones.

Se evaluaron las características básicas de las Buenas Prácticas gubernamentales identificadas. Con ellas, se formalizó una heurística de asociación a cada problemática de Gobierno Electrónico. Se definieron conceptos esenciales y aspectos relacionados a la construcción de patrones que se emplean en el desarrollo de software, sobre todo en la etapa de elicitación de requerimientos, en la actividad de creación del Modelo Conceptual.

Se seleccionaron tipos de patrones de que permitan definir Buenas Prácticas de E-Gobierno. Se indagó la viabilidad de uso de estos patrones para el modelado de sistemas de Gobierno Electrónico y para verificar si la gestión de patrones contempla, y resuelve, los déficits de calidad identificados en el Modelado Conceptual de software público que no estuvo basado en Buenas Prácticas. Se desarrollaron distintos prototipos de sistemas públicos incorporando los patrones de Buenas Prácticas de E-Gobierno en la cantidad que sea necesaria para garantizar el resultado de la evaluación. Para la cual, se realizó una triangulación cualitativa al converger dos enfoques de la Ingeniería de Software, patrones y el Modelado Conceptual de sistemas de información.

Se elaboraron trabajos que fueron expuestos a consideración de la comunidad y publicados en revistas científicas y actas de congresos académicos, tanto a nivel nacional como internacional.

Se diseñó un experimento “off-line”, sobre el nivel superior del Modelo Conceptual de un proyecto real de Gobierno Electrónico, que ya está implementado, con estudiantes y con el propósito específico de validar la hipótesis de la investigación. Se prevé su ejecución, si se autoriza en modalidad virtual, en el segundo semestre del corriente año. Finalmente, se analizarán y discutirán los resultados del experimento, en cuanto a la aplicación de patrones de Buenas Prácticas en el Modelado Conceptual de sistemas de gobierno digital, y se difundirán las conclusiones en publicaciones científicas.

## RESULTADOS

## REFERENCIAS

Se alcanzaron los siguientes resultados del proyecto de investigación:

a) Un modelo de análisis que permita definir Buenas Prácticas de E-Gobierno utilizando patrones como herramienta.

b) Un método de selección e incorporación de estos patrones a un nuevo sistema E-Gobierno en la actividad de Modelado Conceptual.

c) El diseño del experimento para comprobar que con este nuevo modelo de análisis se optimiza el nivel de calidad del software, específicamente la dimensión de reusabilidad, de acuerdo a un modelo de medición y evaluación específico para sistemas de Gobierno Electrónico.

Cada resultado parcial obtenido, en pos de estas metas, fue presentado y publicado como artículo en actas, o capítulo de libro, de los siguientes congresos científicos: CISTI de España (Medina et al., 2018c), CIMPS de México (Medina et al., 2018d) (Meloni et al., 2019), ICITS de Ecuador (Medina et al., 2020), WICC, CONAIISI y AJEA de Argentina (Medina et al., 2018b, 2018e, 2018f y 2018a).

También se participó de un libro que compila los resultados de los proyectos de investigación de la Regional Córdoba que tratan sobre aplicación de patrones en el Modelado Conceptual de sistemas de información (Marciszack et al., 2018).

## CONCLUSIONES

Un modelo de análisis para los sistemas de Gobierno Electrónico, como el descrito en el presente trabajo, pone a disposición de la industria de software local, no solo de un catálogo de Buenas Prácticas en lo que se refiere fundamentalmente a patrones de E-Gobierno, sino también de una estrategia que facilite la reusabilidad asegurando la calidad del software desde etapas tempranas de su modelado a través del uso de patrones. A su vez, se garantiza la utilización de Buenas Prácticas de gobernanza y un desempeño más eficiente de soluciones que contemplan de forma clara y completa, posibles requisitos necesarios para etapas posteriores del ciclo de desarrollo de sistemas de información gubernamentales.

Las áreas de informática estatales, consultoras de software privadas y las Universidades existentes en nuestro medio, también tienen la posibilidad de acceder a los resultados de esta investigación. Por lo que se considera que el desarrollo colaborativo y abierto de un catálogo de patrones de Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico, coadyuvaría a mejores servicios digitales en las diversas organizaciones públicas de nuestro país, contribuyendo también a una mejora en el desarrollo productivo del software nacional.

- Marciszack, M.M., Moreno, J.C., Sánchez, C.E., Medina, O.C., Delgado, A.F., Castro, C.S., “Patrones en la construcción del Modelo Conceptual para sistemas de información”, Editorial edUTecNe, Universidad Tecnológica Nacional (2018).
- Medina, O.C., Marciszack, M.M., Groppo, M.A., “Aproximación Descriptiva a las Buenas Prácticas de Gobierno Electrónico y a su incorporación en el Modelado Conceptual de Sitios Web Públicos de Argentina”, *Revista Tecnología y Ciencia*, 31, 99-110, Universidad Tecnológica Nacional (2018).
- Medina, O.C., Marciszack, M.M., Groppo, M.A., “Un Modelo de Análisis para aplicación de patrones de Buenas Prácticas en el Modelado Conceptual de Gobierno Electrónico”, *Proc. WICC 2018, Red UNCI y UNNE Universidad Nacional del Nordeste* (2018).
- Medina, O.C., Marciszack, M.M., Groppo, M.A., “Proposal for the patterns definition based on good practices for the electronic government systems development”, *Proc. CISTI 2018 – 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies* (2018).
- Medina, O.C., Pérez Cota, M., Marciszack, M.M., Martin, S.M., Pérez, N., Dean, D.D., “Conceptual Modelling of a Mobile App for Occupational Safety Using Process and Objectives Patterns”, *Trends and Applications in Software Engineering. Proceedings of the 7th International Conference on Software Process Improvement (CIMPS 2017)*, 186-195, Springer (2018).
- Medina, O.C., Cánepa, P.A., Gruppo, M.O., Groppo, M.A., “Un caso de estudio de patrones de Gobierno Electrónico para gestión de consultas de ciudadanos”, *Proc. CONAIISI 2018, Red RIISIC, CONFEDI y Universidad CAECE* (2018).
- Medina, O.C., Groppo, M.A., Marciszack, M.M., “Una aproximación a la definición de Patrones a partir de Buenas Prácticas para el desarrollo de sistemas de Gobierno Electrónico”, *Proc. Jornadas y Eventos Académicos de UTN (AJEA)*, 4, 274-278, Universidad Tecnológica Nacional (2018).
- Medina, O.C., Romero, M.S., Romero, R.A., Martin, S.M., Marciszack, M.M., “Using Architecture Patterns in the Conceptual Model of an eGov Software”, *Trends and Applications in Information Technology and Systems. Proceedings of the 2020 International Conference on Information Technology & Systems (ICITS 2020)*, 54-63, Springer (2020).
- Meloni, B.E., Pérez Cota, M., Medina, O.C., Marciszack, M.M., “Objectives Patterns Applied to the Business Model of a Public Education System”, *Trends and Applications in Software Engineering. Proceedings of the 8th International Conference on Software Process Improvement (CIMPS 2019)*, 13-22, (2019).



# AUTOMATIZACIÓN DE LA MEDICIÓN DE SOFTWARE PARA FLOTAS DINÁMICAS MEDIANTE UN MODELO DE CALIDAD MIXTO PARA LA MOVILIDAD EN CIUDADES INTELIGENTES

Alejandro Rivoira\*<sup>(1)</sup>; Giselle Cavallera<sup>(1)</sup>; Carlos Salgado<sup>(1)</sup>; Alberto Fernández Gil<sup>(2)</sup>; Alberto Sánchez<sup>(1)</sup>; Mario Peralta<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis, San Luis, Argentina.

<sup>(2)</sup> Centro para las Tecnologías Inteligentes de la Información y sus Aplicaciones (CETINIA) – Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, España

\*E-mail: rivoira.ale@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

La movilidad se ha convertido en un asunto central del desarrollo urbano, y los nuevos sistemas de uso compartido de vehículos son parte del desafío que plantean las Ciudades Inteligentes. Ya que el objetivo de los mismos es la mejora de la movilidad humana y la reducción de costos, su análisis y evaluación es de gran utilidad para lograr su optimización.

Basados en lo que dice Demarco (1982), “No se puede controlar lo que no se puede medir”, que después complementan Fenton y Pfleeger (1997) “No se puede predecir lo que no se puede medir”, es indispensable y altamente necesario para la vida de una Smart City poder realizar una gestión de Calidad integral en los sistemas informáticos que interactúan en ella. Según la norma ISO 9000 (2000) la calidad es el “grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”. Como los requisitos dependerán de las diferentes partes interesadas (stakeholders), la calidad es un concepto multidimensional, ya que puede ser sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, facilidad de mantenimiento, portabilidad, facilidad de uso, seguridad, integridad, etc.

Para poder asegurar que un proceso o sus productos resultantes son de calidad o poder compararlos, es necesario asignar valores, descriptores, indicadores o algún otro mecanismo mediante el cual se pueda llevar a cabo dicha comparación. Para ello, es necesario llevar adelante un proceso de medición del software, que en general, persigue tres objetivos fundamentales: ayuda a entender qué ocurre durante el desarrollo y el mantenimiento, permite controlar qué es lo que ocurre en los proyectos y otorga la posibilidad de mejorar los procesos y productos Fenton y Pfleeger (1997). En efecto, las métricas son un buen medio para entender, monitorizar, controlar, predecir y probar el desarrollo de software y los proyectos de mantenimiento Briand et al. (1996) y pueden ser utilizadas por profesionales e investigadores para tomar mejores decisiones.

Para implementar las mediciones sobre el software de movilidad en una ciudad inteligente, fue necesario definir un modelo de calidad mixto, contextualizado y adaptado, para medir y evaluar la calidad de un producto software responsable de la gestión de la movilidad, y por ende del tráfico, en una ciudad inteligente. El modelo de calidad mencionado se denomina mixto porque, si bien tiene como base principal el Modelo ISO/IEC 25010 (2001), también se utilizaron indicadores o métricas del Modelo de Pressman (2006), y algunas propias del dominio del problema. Además, se definió un método de evaluación y medición acorde a las necesidades propias del dominio de trabajo e investigación, y una herramienta software denominada MeEv\_SM que lo implementa.

## MÉTODOS

El método detallado para este trabajo es una combinación de buenas prácticas, métodos de evaluación y estándares para abordar lo que refiere puntualmente al paradigma de las ciudades inteligentes. Consta de 5 fases, las cuales se describen a continuación.

FASE 1: Seleccionar un modelo de calidad para Software de Movilidad: para poder hacer el análisis, estudio, medición y evaluación del software de movilidad había que adoptar un modelo de calidad, métricas e indicadores que permitiesen tener el marco donde poder hacer el estudio. Este modelo puede perfeccionarse, adaptarse, actualizarse o hasta cambiarse completamente si es necesario.

FASE 2: Aplicación/Definición de Métricas e Indicadores: una vez establecido y definido el Modelo de Calidad para aplicaciones de movilidad, se debe, como segundo paso:

- Calcular las métricas de cada atributo especificado en el Modelo de Calidad.
- Calcular los indicadores elementales.

FASE 3: Generación de la estructura de Agregación utilizando la lógica de operadores de la lógica continua para:

- Permitir detallar el peso y operador para cada atributo.
- Calcular los indicadores derivados.

FASE 4: Interpretar los datos/información y generar reportes.

FASE 5: Generar repositorios de información de cada proyecto de M&E para análisis y comparación posterior. Es decir, ir hacia la mejora continua.

## RESULTADOS

Entre los resultados obtenidos en esta investigación se encuentra un modelo de calidad mixto que intenta determinar el impacto de las deficiencias en un agente software dirigido a la gestión de la movilidad en ciudades inteligentes, teniendo como base la ciudad de Madrid, ya que se generó un caso de estudio con una aplicación Mobile para flotas dinámicas de bicicletas llamada Ecobike desarrollada dentro de un proyecto denominado Ecobike Solutions Fernández (2016) perteneciente a alumnos en Ingeniería Informática de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid, España. A su vez se desarrolló la herramienta que mide este tipo de software aplicando dicho modelo y el método definido.

La aplicación del modelo en el caso de estudio específico de Ecobike, sirvió para validar el modelo en un caso práctico real y para ver una tendencia en el resultado de la evaluación que sirva de análisis global.

Se espera cumplir algunos objetivos adicionales en trabajos futuros:

1) Ampliar el conjunto de métricas e indicadores para aplicaciones móviles teniendo en mente las características de infraestructura, nuevas tecnologías e impactos en el medioambiente.

2) Dotar a la herramienta MeEv\_SM de un usuario administrador que pueda redefinir y adaptar métricas nuevas provenientes de los nuevos escenarios por venir

3) Proveer una base de información, a partir de las definiciones, mediciones y evaluaciones logradas, para automatizar la medición en tiempo real a través de un sistema informático.

## CONCLUSIONES

La preocupación hoy en día esta puesta en la calidad de los sistemas basados en software, que ha aumentado a medida que estos se integran en cada aspecto de nuestras vidas cotidianas.

Desde el punto de vista de la Ingeniería de Software, una de las principales características que tiene que tener una aplicación software para ser exitosa entre los usuarios, es que sea de calidad Kabra et al. (2015). Por ello, para poder gestionar y mejorar las aplicaciones software se deben controlar a través de mediciones y evaluación continua. Es así que se hace indispensable contar con herramientas que den soporte tecnológico a este proceso de medición y evaluación, para aliviar tareas, disminuir

errores y obtener resultados adecuados de manera eficaz y eficiente.

La contribución del modelo de calidad mixto, las métricas e indicadores es tener un medio para medir y evaluar la calidad de aplicaciones web y móviles para la gestión de flotas abiertas en una ciudad inteligente. El objetivo fue producir información cuantitativa sobre ciertas características de calidad con el fin de poder tomar decisiones de cambio o mejoras si fuesen necesarias. Incluso también, puede usarse el modelo propuesto para el diseño previo al desarrollo de un software de gestión de movilidad en una ciudad inteligente. Cabe aclarar que el modelo no es cerrado bajo ningún aspecto, ya que el mismo se puede adaptar a nuevas situaciones de mercado o tecnológicas que fueran surgiendo.

La utilización de MeEv\_SM desarrollada en este trabajo para la Medición y Evaluación de aplicaciones software Mobile de movilidad, permite alinearnos con la meta dominante de la ingeniería del software: producir un sistema, aplicación o producto de alta calidad dentro de un marco temporal que satisfaga una necesidad de mercado. Para lograr esta meta, deben aplicarse métodos efectivos acoplados con herramientas modernas dentro del contexto de un proceso de software maduro. Dicho esto, resulta importante resaltar que la herramienta permite aportar a la optimización de la gestión del tráfico de una ciudad inteligente, debido a que posibilita la medición y evaluación de aplicaciones de movilidad, de forma tal que el uso de productos software de este tipo no represente una amenaza en la implementación de soluciones, sino que éstos puedan garantizar que son el elemento principal a través del cual las urbes logran continuar exitosamente en su camino a convertirse en ciudades inteligentes

## REFERENCIAS

- Demarco, T. Software Project Management: A Guide for Service Providers. Editorial: Pearson Education. (1982).
- Fenton, N., Pfleeger, S. "Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach". Ed: PWS P. COMPANY. (1997).
- UNE-EN ISO 9000:2000. Sistemas de gestión de la calidad Fundamentos y vocabulario. España. (2000).
- Briand, L., Morasca, S. y Basili, V. "Property-Based Software Engineering Measurement". (1996).
- ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering. Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuARE). (2011).
- Pressman, R. "Ingeniería del Software: un enfoque práctico. Séptima Edición". Ed: McGraw-Hill. (2006).
- Fernández, A., Billhardt, H. Dynamic Co-ordination of Open Fleets in Urban Environments. SURF: Intelligent System for integrated and sustainable management of URban Fleets. Proyecto: Ecobike Solutions: Gómez Pérez, Manuel y López González, Julio. (2016).
- Kabra, A., Belavina, E. and Girotra, K. "Bike-Share Systems: Accessibility and Availability," Chicago Booth Research Paper No. 15-04. (2015).

## TÉCNICA BASADA EN ISO/IEC 25030: UN APORTE PARA LA ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CALIDAD DEL SOFTWARE

Javier Saldarini<sup>\*</sup>, Claudio Carrizo<sup>\*</sup>, Silvana Armando<sup>\*</sup>, Julio Trasmontana<sup>\*</sup>, Gastón Ferreyra<sup>\*</sup>  
 Carlos Salgado<sup>+</sup>, Alberto Sanchez<sup>+</sup>, Mario Peralta<sup>+</sup>

<sup>\*</sup>Facultad Regional San Francisco Universidad Tecnológica Nacional {saldarinijavier, cjarrizo77, silvana.armando, julio.trasmontana, gastonferreyra49}@gmail.com

<sup>+</sup>Departamento de Informática Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales- Universidad Nacional de San Luis - e-mail: {csalgado, asanchez, mperalta}@unsl.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Nos encontramos en un momento de completa revolución. Se habla de la 4<sup>o</sup> revolución Industrial/Tecnológica y de la transformación digital, la cual, tiene un profundo impacto en las organizaciones y la sociedad (Piattini et al., 2018).

Esta transformación digital lleva a que casi todo tipo de organizaciones incorpore soluciones de software para poder cumplir con sus metas, optimizando sus procesos operativos y estratégicos. Al incorporar una solución basada en software se deberían considerar las propiedades con las que debiera contar esa solución. Según (ISO/IEC 25010, 2011). Las propiedades del software se clasifican en *Propiedades Asignadas* y *Propiedades Inherentes*, estas últimas, a su vez, se pueden clasificar como funcionales y como de calidad. Las funcionales determinan lo que el software es capaz de hacer. Las de calidad determinan qué tan bien funciona el software.

Como se menciona anteriormente la calidad del software determinará qué tan bien funcionará el mismo, por ende, será de gran importancia que la solución de software que incorpore una determinada organización pueda cumplir con ciertos criterios de calidad para que le permita operar sus procesos de manera eficaz y eficiente.

Si hablamos de calidad del software, podemos mencionar las principales definiciones que se encuentran en la literatura. Entre ellas se puede citar la propuesta en (IEEE, 1990), donde se expresa que “La calidad del software es el grado con el que un sistema, componente o proceso cumple los requerimientos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario”.

También se observa que, en (ISO/IEC 25010, 2011), se la define como el grado en que el producto software satisface las necesidades expresadas o implícitas, cuando es usado bajo condiciones determinadas.

Si bien parece no haber una definición única y aceptada universalmente al respecto, se puede observar que todas ellas mencionan que la calidad del software debería ser el cumplimiento y/o grado de satisfacción respecto de determinadas necesidades y/o requisitos dados, los cuales pueden ser explícitos y/o implícitos, entre otros.

Por lo general la mayoría de las organizaciones tienen muy en claro cuáles serían los resultados a alcanzar con la implementación de un determinado software, esto luego se puede traducir como las propiedades funcionales que un software debería tener para satisfacer las necesidades de un determinado dominio o ámbito de aplicación.

Por otro lado, no es tan sencillo determinar los aspectos o características de calidad que se pretenda que tenga un

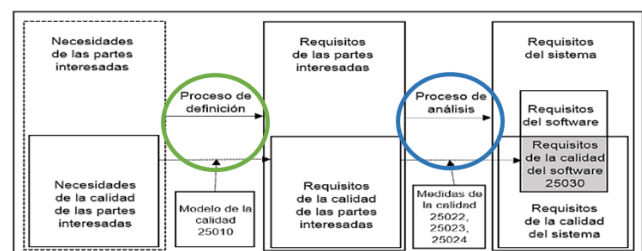
determinado producto de software, dado que estas características suelen estar asociadas a las necesidades de cómo quieren los distintos usuarios, pertenecientes a las distintas partes interesadas, que se comporte el software cuando es instalado, operado, mantenido, etc.

Específicamente si nos centramos en la necesidad de poder lograr una especificación de requisitos de calidad para un determinado producto de software, es importante mencionar la existencia de una serie de normas internacionales que conforman SQuaRE (*Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation*) cuyo propósito es ayudar al desarrollo y adquisición del producto de software con la especificación y evaluación de los requerimientos de calidad. SQuaRE establece criterios para la especificación de requerimientos de calidad del producto de software, su medición y evaluación. Incluye, además, un modelo de calidad para la alineación de las definiciones de calidad del cliente con atributos del proceso de desarrollo.

Dentro de SQuaRE existe la norma ISO/IEC 25030, la cual brinda un marco que permite llevar a cabo el proceso de Especificación de Requisitos de calidad de software, partiendo de las necesidades de las partes interesadas hasta llegar a determinar los requisitos de la calidad del software. Para ello esta norma propone dos procesos (Ver Fig. 1):

- 1- El proceso de definición
- 2- Proceso de análisis.

**Fig. 1.** Definición y análisis de los requisitos de la calidad del software ISO/IEC 25030



Vista la necesidad planteada, es que se propone el desarrollo de una técnica, basada en ISO/IEC 25030, que partiendo de las necesidades de las partes interesadas permita arribar a una especificación de requisitos de calidad. El fin, es que esta técnica contribuya para que las organizaciones puedan incluir aspectos de calidad a la hora de incorporar un determinado software.

### MÉTODOS

Como se mencionó anteriormente, el desarrollo de esta técnica de relevamiento está basada en el marco de trabajo propuesto por la norma ISO/IEC 25030.

Otro aspecto importante y necesario que se destaca en esta técnica es la identificación de los distintos tipos de usuarios que pertenecen a las distintas partes interesadas, esto se logra a través de la categorización propuesta por ISO/IEC 25000.

Estas partes interesadas incluyen tres tipos de usuarios, según se explicita en (ISO/IEC 25010, 2011).

1. Usuario principal
2. Usuarios secundarios
3. Usuario indirecto

Específicamente esta técnica está compuesta por una serie de cuestionarios, los cuales incluyen una serie de preguntas, estas preguntas son seleccionadas de la guía de preguntas general y son las que permiten recoger las opiniones de los usuarios pertenecientes a las partes interesadas respecto de los aspectos de calidad para las funcionalidades de un determinado software en un ámbito específico de aplicación.

Para la elaboración de las preguntas se utilizaron los siguientes elementos:

- Norma ISO/IEC 25030
- Norma ISO/IEC 25010
- Norma ISO/IEC 25023
- Escala de Likert
- Recomendaciones para recoger opiniones

Estas preguntas están relacionadas con las características y subcaracterísticas del Modelo de Calidad (MC) de ISO/IEC 25010 y las métricas definidas en ISO/IEC 25023, y tienen la finalidad de que los distintos tipos de usuarios (principales, secundarios e indirectos) puedan responderlas de manera autónoma teniendo en cuenta el software o sistema objeto de análisis y el ámbito de aplicación del mismo. Las respuestas se dan en una escala de cinco niveles de importancia de Likert (Likert, 1974).

Las preguntas están redactadas preferentemente en lenguaje no técnico, siguiendo las recomendaciones descriptas en (Cortada, 2004).

A continuación, se da un ejemplo de cómo quedaron redactadas las preguntas y su asociación con las características y subcaracterísticas de calidad en base al modelo de calidad externo de ISO/IEC 25010 y la asociación con las métricas correspondientes a ISO/IEC 25023.

**Característica:** Usabilidad

**Subcaracterística:** Operatividad

**Métrica Asociada:** Soporte de dispositivos de entrada

**Pregunta:** ¿Qué importancia tiene para usted que el sistema pueda realizar las tareas mediante todas las modalidades de entrada apropiadas, como el teclado, el ratón o la voz? (Ej: en determinados casos el uso del teclado hace las tareas más sencillas, el uso de lectores de código de barras, etc.)

**Respuesta**

Sin importancia	De poca importancia	Moderadamente importante	Importante	Muy importante
○	○	○	○	○

## RESULTADOS

La elaboración esta técnica arrojó como resultado:

- Una guía general con un total de 84 preguntas. Estas preguntas abarcan la totalidad de las características y subcaracterísticas del MC de ISO/IEC25010.
- Tres tipos de cuestionarios que contienen un subconjunto de las 84 preguntas y están orientados para cubrir las necesidades y expectativas de los usuarios principales, secundarios e indirectos.
- Un método basado en la escala de Lickert que permite procesar las respuestas a los cuestionarios, ponderar los resultados y fijar criterios de aceptación.
- Un informe que contiene la especificación de requisitos, donde se detallan las características y subcaracterísticas de calidad que debería cumplir el software que se desee incorporar para un determinado ámbito de aplicación.

## CONCLUSIONES

Este trabajo permitió desarrollar una propuesta para aquellas organizaciones que, a la hora de incorporar un determinado software, puedan establecer un criterio de decisión más amplio, no solo limitarse a seleccionar un software por sus propiedades funcionales, sino que también cuenten con un instrumento que les facilite incorporar criterios de calidad, a través de una especificación de requisitos de calidad basada en un estándar internacional.

## REFERENCIAS

- Cortada N. de Kohan, Teoría y Métodos para la construcción de Escalas de Actitudes. 1ª Ed: Lugar Editorial SA, Buenos Aires 2004.
- IEEE Standard 610. Institute of Electrical and Electronics Engineers Computer dictionary. Compilation of IEEE Standard Computer Glossaries.1990.
- ISO/IEC 25000 Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)- Guide to SQuaRE, ISO, 2014.
- ISO/IEC 25030: Software engineering — Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Quality requirements. ISO, 2007.
- ISO/IEC 25010 Systems and software engineering-Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-System and software quality models. ISO, 2011.
- Piattini Velthuis et al., “Calidad de sistemas de información”. 4ª Edición ampliada y actualizada: RaMa, 2018.
- Likert, RA, A method of constructing an attitude scale. GM Maranell. Chicago 1974.
- ISO/IEC 25023: Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — Measurement of system and software product quality. ISO, 2016(E)

## DEFINICIÓN DE UN INSTRUMENTO EVALUATIVO COMO APOYO A LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA

Sánchez Arroyo Fernando<sup>(1)</sup>; Salgado Carlos<sup>(2)</sup>; Peralta Mario<sup>(2)</sup>; Sanchez Alberto<sup>(2)</sup>; Roqué Luis<sup>(2)</sup>; Saldarini Javier<sup>(3)</sup>; Carrizo Claudio<sup>(3)</sup>; Rivara Laura<sup>(3)</sup>; Solís Isidro<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Ciencias Exactas Físicas y Naturales – U.N.LaR.

<sup>(2)</sup> Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales – U.N.S.L.

<sup>(3)</sup> Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional.

\*e-mail: fsanchez@unlar.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Se sabe que los tres pilares básicos de las universidades son la enseñanza, la investigación y la extensión, y que las mismas están constituidas desde el punto de vista de los recursos humanos por docentes, estudiantes, personal administrativo y graduados. De todos ellos son los docentes los que están al frente de, en primer lugar, la enseñanza, y luego de la investigación y la extensión, mientras que el resto, no menos importantes, contribuyen a formar un sistema cuyo equilibrio está dado por las interacciones entre todos estos elementos, que tienen como objetivo promover el aprendizaje de las ciencias, el descubrimiento y avance de los saberes y la transferencia a la comunidad.

Por otro lado, las universidades deben cumplir con estrictos procedimientos de control y de evaluación, que en el caso de nuestro país están a cargo de CONEAU (Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria) para que las carreras que en ellas se dictan tengan el reconocimiento oficial del máximo organismo educacional a nivel nacional. Cumpliendo con las normativas establecidas por CONEAU, una carrera universitaria puede asegurar que los títulos que otorgue a sus graduados cumplen con ciertos estándares básicos que certifican que dichos graduados poseen las competencias necesarias para llevar a cabo una determinada profesión. De alguna manera, esto pretende asegurar la calidad de los títulos, o, dicho de otra forma, se pretende garantizar la calidad de los conocimientos de quien lo posea.

Es aquí donde se puede apreciar que se necesitan procesos de calidad para obtener productos de calidad. Uno de esos procesos es la enseñanza, la cual involucra al docente. Por lo tanto, cuanto mejor sea el desempeño docente más probabilidades hay de obtener un mejor producto, o de obtener un título de calidad, o mejor dicho de asegurar que las competencias de quien recibe ese título estén garantizadas. Es necesario, entonces, contar con algún mecanismo que permita que la universidad pueda asegurar ese desempeño.

En las organizaciones, los Sistemas de Gestión de Calidad son los encargados de establecer una relación entre distintos elementos de la organización con el objetivo de

producir calidad en lo que hacen. Parte fundamental de estos Sistemas de Gestión de Calidad son los Modelos de Calidad, los cuales presentan un guía a seguir o un marco para desarrollar actividades que aseguran cumplir con la calidad de un producto o un servicio.

Acorde a ello, se está desarrollando un modelo de calidad que permita medir el desempeño docente. Este modelo ayudará a mejorar la calidad de los procesos educativos, y brindará un importante aporte en cuanto al aseguramiento de las competencias adecuadas para la enseñanza, la investigación y la extensión, en otras palabras, ofrecerá una pauta para evaluar la calidad del desempeño docente.

Con respecto a los modelos de calidad que tienen que ver con la educación se han encontrado algunos trabajos relacionados, los cuales tienen que ver con cuestiones tales como educación de una materia o un área en particular, encuestas sobre desempeño docente, gestión del personal académico, perspectiva del empleador, entre otros.

Uno de los más relevantes es “Un modelo posible para la gestión del personal académico. C.A.D.E.I. Capacitación. Desarrollo. Evaluación. Incentivos”, extraído de “Aportes al debate sobre la gestión universitaria I” (Perino, 2005). Esta propuesta, versa sobre ejes básicos entre los cuales se encuentra la evaluación. Se proponen seguir ciertas características e indicadores para la evaluación. El modelo propuesto es general, el cual incluso recomienda una autoevaluación en donde el docente puede incluir sus propios ítems. Los indicadores pueden incluso ampliarse o sustituirse, ya que no están sujetos a ninguna pauta en particular. El modelo no propone métricas para los atributos.

También se puede mencionar al Proyecto de Investigación “Desempeño Docente: elementos conceptuales, indicadores y estrategias de la encuesta a estudiantes de la U.N. Cuyo”. Es un trabajo que se acerca al área de interés, aunque está basado en la encuesta como único elemento de evaluación. Propone con ésta crear un modelo general. El mismo estaría basado en opiniones de los estudiantes. Ha de resaltarse el hecho de que sea el único elemento a considerar como herramienta de evaluación.

Trabajos como por ejemplo las tesis de maestría “Principios y estándares de calidad para la educación

matemática en el primer nivel universitario de grado” (Poco, 2006) o “Un modelo de calidad para el área de Educación a Distancia de FICH-UNL” (Vera, 2016), si bien están relacionados a la educación, no tienen un vínculo estrecho con la evaluación docente, además de estar enfocados en áreas específicas.

En función de ello, y como se mencionó previamente, consideramos que es de gran utilidad proveer instrumentos que incluyan la evaluación del desempeño docente.

### MÉTODOS

En esta línea de investigación se propone un enfoque ingenieril para medir y evaluar la calidad del proceso educativo de enseñanza universitaria en el país. Se presenta un modelo de calidad mixto para lograr dicho propósito.

El objetivo principal es determinar y evaluar las características de calidad más relevantes.

Con este modelo se pretende que se pueda medir el grado de eficiencia de estas evaluaciones y se pueda determinar en dónde se puede mejorar o cambiar.

También se pretende que el modelo pueda servir para la evaluación continua, que pueda funcionar como un monitor en el cual se pueda conocer las desviaciones que puedan estar ocurriendo en el proceso “antes” de que éste se inicie formalmente, para poder tomar acciones correctivas que permitan al docente obtener mejores condiciones llegada la instancia de evaluación, las cuales se realizan cada tres años.

La aplicación del modelo de calidad se hará sobre las comunidades educativas de las universidades de La Rioja y San Luis.

### RESULTADOS

El modelo de calidad propuesto considera las mejores competencias de la ISO 30414 y buenas prácticas de la ISO 9001 en lo que respecta al desempeño y capacitación de los empleados. Dentro de la institución educativa la evaluación se hace en base al Convenio Colectivo de Docentes Universitarios de CONADU y a la ordenanza 171/19 del Consejo Superior de la universidad, los cuales contienen las bases para llevar adelante la evaluación docente como la forma más adecuada de promoción y permanencia en los cargos, y también como una forma de aspirar a la excelencia académica.

La mencionada ordenanza es de carácter general en el ámbito de la universidad y confiere a las unidades académicas el derecho de adecuarlas e implementarlas de manera autónoma.

Por lo tanto, el modelo de calidad también está basado en dicha ordenanza, más específicamente en el Anexo I, el cual rige la carrera docente.

El modelo de calidad para medir el desempeño docente contendrá, entre otras, las siguientes características. Antecedentes: (Formación, Grados, Posgrados). Actividades (Enseñanza: Planificación, desarrollo de clases, Ejecución. Investigación: Planificación de proyectos, Ejecución de proyectos, Resultados).

Debido a que las características y subcaracterísticas de un modelo son conceptos abstractos, para medirlos se les asocian distintas métricas. Una métrica es una definición operativa que describe un atributo del producto o del proyecto. Una medida es un valor real (DeMarco, 1986).

En la Tabla 1 se presenta, a modo de ejemplo, parte del modelo de Calidad planteado juntamente con algunas de las métricas asociadas.

**Tabla 1.** Modelo de Calidad con métricas asociadas

<i>Características</i>	<i>Subcaracterísticas</i>	<i>Métricas</i>
Antecedentes	Formación	Número de títulos Número de cursos de perfeccionamiento Número de cursos de posgrado
Actividades	Enseñanza	Cantidad de materias dictadas Número de evaluaciones positivas
	Investigación	Cantidad de proyectos en los que participa Cantidad de proyectos dirigidos Cantidad de publicaciones

### CONCLUSIONES

En este trabajo se ha propuesto un modelo de calidad para analizar y evaluar el desempeño docente en las universidades. Este modelo ayudará a medir la calidad de los recursos educativos permitiendo tomar cursos de acción para la mejora de los mismos si fuera necesario. Cabe aclarar que el modelo no es cerrado bajo ningún aspecto, ya que el mismo se puede adaptar a nuevas situaciones de normas o reglamentaciones de gobierno educativo o tecnológico que fueran surgiendo. Además, brinda un conjunto de métricas e indicadores que pueden adaptarse también a los nuevos cambios.

### REFERENCIAS

- DeMarco, T. Controlling Software Projects: Management, Measurement and Estimation. USA, (1986).
- Llera J., Herrera M.C., Martinengo N., Papparini C., Maure E. “Desempeño Docente: elementos conceptuales, indicadores y estrategias de la encuesta a estudiantes de la U.N. Cuyo”, (2006).
- Parrino., M.C.; “Aportes al debate sobre la gestión universitaria I” (pp. 168-180). Buenos Aires: De los cuatro vientos. ISBN 987-564-398-X, Capítulo: “Un modelo posible para la gestión del personal académico. C.A.D.E.I. Capacitación. Desarrollo. Evaluación. Incentivos”, (2005).
- Poco A. N.; “Principios y estándares de calidad para la educación matemática en el primer nivel universitario de grado”, (2006).
- Vera M. A. “Un modelo de calidad para el área de Educación a Distancia de FICH-UNL”, (2016).

## ANÁLISIS DE CUANTIFICACIÓN DE RECURRENCIAS PARA EL ESTUDIO DE TAREAS DE APRENDIZAJE PERCEPTIVO

F. C. Tommasini<sup>\*(1,2)</sup>, F. Bermejo<sup>(1,2,3)</sup>, M. X. Hüg<sup>(1,2,3)</sup>, A. Pampaluna<sup>(1)</sup>, M. V. Barrios<sup>(1,2)</sup>, D. Evin<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), CONICET, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba. Córdoba, Argentina.

<sup>(2)</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>(3)</sup> Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

\*E-mail del autor de contacto: ftommasini@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Nuevos enfoques en Ciencias Cognitivas, llamados Corporizados, ponen atención en la dinámica del acoplamiento agente-entorno y su transformación en el tiempo. Estas propuestas generan grandes desafíos al momento de analizar datos y dar cuenta de esta dinámica. La formalización de este tipo de comportamientos complejos está siendo posible a partir del desarrollo de la matemática de la complejidad. El estudio de procesos comportamentales intrínsecamente dependientes del tiempo se enriquece notablemente con estos abordajes.

Los gráficos de recurrencia (recurrence plots, RP) y el análisis de cuantificación de recurrencias (recurrence quantification analysis, RQA) son métodos de análisis no lineales para sistemas dinámicos, que miden cómo y en qué medida una señal presenta patrones similares en el tiempo. Este marco de análisis se desarrolló, y se emplea ampliamente, en dominios tan diversos como la variabilidad de la frecuencia cardíaca y la sismología (Marwan, 2008).

En este trabajo, se presentan el RP y el RQA, sus principales características, parámetros y medidas. Se evalúan estas técnicas en diferentes tipos de datos incluyendo un caso de estudio sobre la dinámica del movimiento exploratorio de un participante una tarea de aprendizaje de una habilidad perceptiva.

#### *Análisis de Cuantificación de Recurrencias*

Es un método de análisis de dinámicas no lineales que permite caracterizar series temporales no estacionarias, cuantificando el número y duración de las recurrencias de un sistema dinámico, presentes en sus trayectorias en el espacio de fases. Para reconstruir el espacio de fase de la serie temporal se deben estimar la dimensión embebida  $m$  (embedding, en inglés), y el retardo  $d$ , mientras que para la obtención de las matrices de recurrencia se deben definir el radio  $r$  de vecindad y la norma de cálculo. La estimación de estos parámetros

requiere de técnicas particulares que pueden ser consultadas en Marwan et al. (2007).

Zbilut y Webber (1992) diseñaron el RQA como una técnica complementaria al RP, que consiste en un conjunto de medidas extraídas de los RPs que dan cuenta de diferentes aspectos del sistema evaluado. A continuación se detallan las medidas más utilizadas.

Porcentaje de Recurrencia ( $\%REC$ ): es la proporción de la suma de puntos recurrentes en el RP sobre el tamaño del RP.  $\%REC$  cuantifica el porcentaje de puntos de todos los puntos posibles de la matriz de distancia que caen dentro del umbral de recurrencia establecido, es decir, de  $r$ . Por lo tanto, representa el porcentaje de puntos recurrentes de todos los puntos posibles en el RP.

Porcentaje de Determinismo ( $\%DET$ ): es la proporción entre la suma de puntos recurrentes diagonalmente adyacentes y la suma de puntos recurrentes en el RP. Cuantifica el porcentaje de puntos recurrentes que caen a lo largo de líneas diagonales, sin incluir puntos a lo largo de la diagonal principal (line of identity, LOI) (Webber y Zbilut, 1994). El  $\%DET$  es una medida de previsibilidad, ayuda a diferenciar los datos que pueden parecer complejos o irregulares pero que poseen una estructura predecible de procesos verdaderamente aleatorios o estocásticos.

3) Promedio de longitud de línea diagonal ( $D_{avg}$ ): es el promedio de líneas diagonales en el RP. Indica cuánto tiempo la trayectoria media de repetición es cruzada, por ello, informa sobre la divergencia o convergencia de las trayectorias. Valores altos de  $D_{avg}$  indican una mayor recurrencia en la señal.

4) Longitud máxima de la línea diagonal ( $D_{max}$ ): es la longitud de la línea diagonal más larga en RP (excluyendo la LOI). Captura la cadena repetida más larga de puntos de datos en la serie de tiempo. Esto es indicativo de estabilidad porque las dinámicas más estables tienen menos probabilidades de ser interrumpidas por una perturbación. Los valores  $D_{max}$  altos reflejan una alta estabilidad; valores bajos describen señales que son más caóticas.

## MÉTODOS

Se aplicaron las técnicas de RP y RQA a series temporales obtenidas de una onda sinusoidal (5 Hz), ruido blanco y datos provenientes de una prueba experimental perceptiva, en la que el participante debía explorar y reconocer una figura geométrica moviendo un *mouse* de computadora, sin claves visuales. La exploración se realizaba en un espacio virtual minimalista de dos dimensiones. Los análisis se realizaron con el CRPTtoolbox de MATLAB.

## RESULTADOS

A continuación se presentan los gráficos de recurrencia de las tres señales caracterizadas. La Fig. 1A muestra un ejemplo de un RP de un ruido blanco, donde los ejes representan muestras. Como puede observarse, exhibe poca estructura. La Fig. 1B fue generada a partir de una función de onda sinusoidal, y contiene estructuras muy regulares en forma de líneas diagonales (correspondientes a las modulaciones periódicas de la senoide). La Fig. 1C se corresponde a la prueba perceptiva, en la que pueden observarse estructuras diferentes a las anteriores. Las líneas oblicuas presentes refieren momentos de recurrencia de la señal.

**Tabla 1.** Medidas del RQA

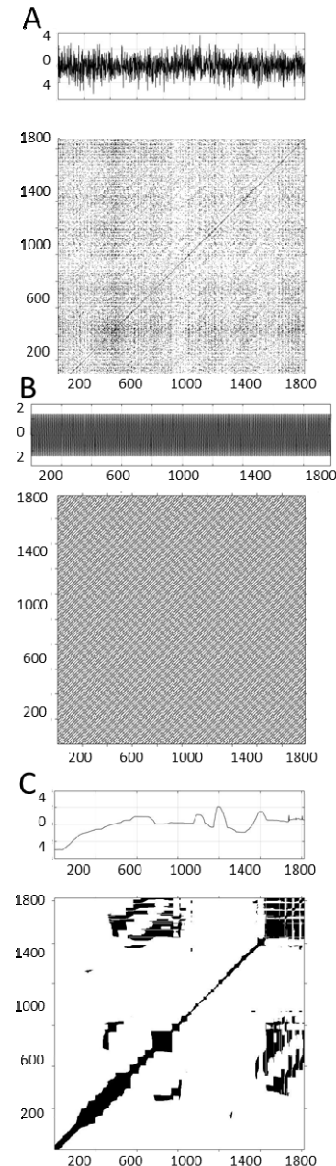
Medida	Ruido Blanco	Onda Sinusoidal	Datos experimentales
%REC	0.13	0.10	0.11
%DET	0.25	1.00	0.99
$D_{avg}$	2.14	999.00	15.96
$D_{max}$	7	1989	1027

El RQA permite caracterizar objetivamente las tres series de datos (Tabla 1). La medida %REC evidencia una tasa de recurrencia comparable entre las tres señales. Los valores de %DET muestran que, a diferencia del ruido, la señal de seno es previsible. Los datos experimentales, a su vez, indican valores altos de determinismo. El  $D_{avg}$  muestra que el comportamiento del seno es más recurrente que el del ruido, en tanto que los datos experimentales muestran otros niveles de recurrencia. Los valores  $D_{max}$  altos reflejan una mayor estabilidad en el seno y los datos experimentales.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se presentaron las técnicas de RP y RQA y se compararon de manera ilustrativa diferentes señales para caracterizar comportamientos dinámicos. Estas técnicas resultan apropiadas para el estudio de

propiedades cognitivas y comportamentales dependientes del tiempo.



**Fig. 1.** Señales y RP de (A) ruido blanco, (B) onda sinusoidal y (C) datos experimentales, utilizando  $m = 10$ ,  $d = 2$ , y  $r = 1\sigma$  (norma de distancia máxima).

## REFERENCIAS

- Marwan, N. A historical review of recurrence plots. *The Eur. Phys. J. Special Topics*, **164**(1), 3-12. (2008).
- Marwan, N., Romano, M., Thiel, M., & Kurths, J. Recurrence plots for the analysis of complex systems. *Phys. rep.*, **438**(5-6), 237-329. (2007).
- Takens, F. Detecting strange attractors in turbulence. In *Dynamical systems and turbulence*. Springer. (1981).
- Zbilut, J. & Webber J. Embeddings and delays as derived from quantification of recurrence plots. *Phys. Let.*, **171**(3-4), 199-203. (1992).



## DISEÑO CENTRADO EN USUARIO: INCORPORANDO REQUISITOS Y ASPECTOS DE USABILIDAD

Carlos Vera<sup>(1)</sup>; Mariela Fernandez<sup>(1)</sup>; Sandra Rodriguez<sup>(1)</sup>; Iván Balmaceda Castro<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Sede Regional Chemical, Universidad Nacional de La Rioja, La Rioja, Argentina.  
carloseduardonvn@gmail.com; {mfernandez, sirodriguez, ibalmaceda}@unlar.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Dado que cada vez es mayor el uso de dispositivos, es importante planificar soluciones acordes a las necesidades de los usuarios asegurando el acceso y la usabilidad de estas.

En la actualidad, el desarrollo de sistemas de información va transformado la construcción de aplicaciones útiles y correctas para su uso. Aquí es donde toma relevancia la Ingeniería de Software (IS), que busca construir aplicaciones de calidad, útiles a los usuarios finales, aplicando distintos métodos y principios.

Ahora bien, ¿Qué es el Diseño Centrado en Usuario?

Constantine (1999) lo considera como el proceso de diseño de interfaces de usuario dando mucha atención a las necesidades, aspiraciones y limitaciones de los usuarios del producto diseñado en cada estado de su proceso.

Este surge como un enfoque y método que consiste en conocer algunas particularidades del usuario, con el objetivo de hacer más familiares y efectivas las interfaces gráficas que se diseñan para él.

El estándar internacional ISO 13407, describe cómo un proceso de Diseño Centrado en Usuario (DCU) puede ser usado para conseguir sistemas usables. Este, provee un marco de trabajo para aplicar técnicas en el diseño y evaluación del DCU.

A su vez, el DCU, se caracteriza por su proceso de múltiples etapas que permite resolver problemas que no solo requieren que los diseñadores analicen y prevean cómo los usuarios van a emplear el sistema, sino también que prueben y validen sus supuestos con respecto al comportamiento y experiencia del usuario en pruebas reales. Proponiendo realizar un diseño basado en el pensamiento del usuario, convirtiéndole en el punto central del desarrollo, tratando de conseguir productos fáciles de usar, efectivos y eficientes. (Constantine, 1999)

Generalmente, los sistemas son utilizados por personas a las que llamamos “usuarios”, y generalmente, en el ciclo de vida de un software, estos, muy pocas veces suelen “contar” para los diseñadores y desarrolladores. Una vez llegado el momento de la puesta en funcionamiento de este, se lo involucra; por tanto, su interacción se ve en la fase final de un proyecto cuando ya poco puede hacerse en su beneficio.

Y... ¿Qué hay de los Requisitos de Software?

Un Requisito de Software, se define como una propiedad que un software desarrollado o adaptado, debe tener para resolver un problema concreto. Para la IEEE (1990), es la capacidad que debe alcanzar o poseer un sistema componente de un sistema para satisfacer un contrato, estándar, especificación u otro documento formal. Estos requisitos tienen atributos, los cuales son información complementaria que se almacena para la gestión posterior de los mismos.

En el desarrollo de software se identifica a menudo la usabilidad con las características de los elementos de una interfaz gráfica de usuario basada en ventanas (Martin et. Al, 2017), esto está definido en cómo puede ser su color, su disposición o el diseño gráfico de los iconos y animaciones. Sin embargo, Bennet (1984) afirma que la usabilidad no sólo tiene que ver con la interfaz gráfica de usuario.

Balmaceda Castro et. al (2019), conceptualiza a la usabilidad como la facilidad y satisfacción con la que pueden utilizar un producto. Por ello, el diseño de interfaces de usuario es una tarea que ha adquirido relevancia en el desarrollo de un sistema. La calidad de la interfaz de usuario puede ser uno de los motivos que conduzca a un sistema al éxito o al fracaso.

### MÉTODOS

El DCU tiene etapas y fases que se suceden y se retroalimentan, permitiendo detectar errores y desviaciones lo más temprano posible, e incorporar a los usuarios finales en todas las etapas del diseño.

La propuesta de este trabajo está basada en una serie de actividades que añade a la Ingeniería de Software y la Ingeniería de Usabilidad, en la obtención de un sistema que hace al usuario más productivo, aumentando su eficiencia y satisfacción al utilizarlo. El DCU, se caracteriza porque sus etapas y fases se suceden y se retroalimentan, permitiendo detectar errores y desviaciones lo más temprano posible, e incorporar a los usuarios finales en todas las etapas del diseño. Para ello, definimos realizar en cada etapa:

#### • Análisis:

*Elicitación de Requisitos:* El cliente proporciona unos requerimientos que sirven para poder elicitar Requisitos funcionales y no-funcionales, que contemplan las características del producto a desarrollar.

*Perfil y Mapa de Usuario:* Comprende la recopilación de información de cada usuario con respecto a su experiencia de trabajo, nivel de educativo, edad, experiencia con el uso de computadoras, contexto de trabajo y social, entre otros. Este análisis nos sirve para adaptar el software para los futuros usuarios.

*Especificación del Contexto de Uso:* Permite obtener las tareas que los usuarios realizarían, como así también el hardware, software y recursos necesarios para el normal funcionamiento.

*Casos de Uso Esenciales:* Complementa a los Casos de Uso de la IS, propone un enfoque a procesos del problema a modelar, centrándose en las interacciones entre el usuario y las interfaces gráficas, mediante las respuestas que ofrece el usuario. Los CUE, describen procesos en términos de actividades esenciales.

*Prototipado:* Prototipado: Versión reducida del sistema completo, para representar las funcionalidades que tendrá el producto, pero no ejecuta nada en realidad. Bocetos del sistema o interfaces que el usuario aspira utilizar.

#### • Diseño

*Interfaz de Usuario - Arbol de Menú:* Permite el diseño y la definición de la organización de los menús de las interfaces.

*Análisis de Usabilidad e impacto:* Identificación de problemas de usabilidad del sistema actual. Esta técnica ayuda a justificar un esfuerzo de rediseño.

*Modelo de Ideas Visuales:* Modelo descriptivo y explicativo que se enfoca en los objetos y acciones de la interfaz que también permite captar las ideas a los usuarios.

*Diseño de Modelos:* producto de trabajo integral y compuesto que abarca todas las clases de diseño, subsistemas, paquetes, colaboraciones y las relaciones entre ellos.

#### • Evaluación

*Especificación - Métricas de Usabilidad:* Establece los objetivos de usabilidad y diferentes niveles de rendimiento para los atributos.

*Focus Group:* En un lapso determinado, un grupo de

usuarios observa para encontrar temas de carácter relevante con respecto a la usabilidad,

*Heurística de Evaluación:* Se basa en la experiencia de varios expertos en usabilidad que observan la interfaz para recopilar opiniones con respecto a lo bueno y malo.

*Informe de Problema de Usabilidad.*

construcción del software. Con el mismo se pretende disminuir costos de reproceso y mejorar la experiencia en usabilidad tempranamente para que los usuarios puedan interactuar de la forma más fácil, cómoda e intuitiva posible.

## CONCLUSIONES

Las actividades que se presentan son de utilidad para creación de interfaces funcionales y de fácil operación. Buscando que la construcción de interfaz sea intuitiva, fácil de usar, rápida y de diseño atractivo. Comprender los requisitos del usuario, crece la probabilidad de que los usuarios hagan de su utilidad y, además, permite lograr una fidelización con la aplicación software.

Este trabajo, permite encontrar una solución visual y funcional a diversos requerimientos comunicativos y funcionales en sistemas informáticos.

## REFERENCIAS

- Balmaceda Castro, I., Salgado, C. H., Peralta, M., Sánchez, A., Fernández, M., Magaquian, J., & Fuentes, N. (2019, June). Experiencia de usuario en plataforma virtual de aprendizaje. In *XXI Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2019, Universidad Nacional de San Juan)*.
- IEEE (1990), *IEEE Standard glossary for software engineering terminology*.
- Constantine, L. L., & Lockwood, L. A. (1999). *Software for use: a practical guide to the models and methods of usage-centered design*. Pearson Education.
- Bennett, J. L. (1984). Managing to meet usability requirements: establishing and meeting software development goals. *Visual Display Terminals, Prentice-Hall*, 161-184.
- Martín, A. E., Gaetán, G., Saldaño, V. E., Pires, A., Miranda, G., Villagra, S., ... & Sosa, H. (2017, September). Un enfoque integrador para diseñar y evaluar interfaces de usuario web. In *XIX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2017, ITBA, Buenos Aires)*.

## RESULTADOS

Esto nos permitió definir e incluir criterios desde el punto de vista de la Ingeniería de Software donde se propone un modelo que incorpora aspectos y requisitos de usabilidad en forma temprana durante el proceso de

# MODELO ONTOLÓGICO COMO HERRAMIENTA DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE EVALUADO EN LA COMPLETITUD FUNCIONAL DE LA NORMA ISO 25010

Rebeca Yuan<sup>1</sup>, Carlos Salgado<sup>2</sup>, Mario Peralta<sup>2</sup>, Alberto Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniería de Software, Departamento en Ingeniería en Sistemas de Información,  
Facultad Regional San Francisco – Universidad Tecnológica Nacional  
San Francisco, Córdoba, Argentina  
ryuan@sanfrancisco.utn.edu.ar

<sup>2</sup> Departamento de Informática,  
Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis,  
Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina  
{csalgado, mperalta, alfanego}@unsl.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

En esta era de la transformación digital, se le exige a la industria del software la generación de productos de calidad, capaces de favorecer la toma de decisiones y proyectar a las organizaciones hacia nuevos desafíos. La era de la digitalización no proclama cambios en las metodologías de desarrollo, pero exige una construcción “consciente” del mismo. “Obtener los requisitos del sistema por medio de la observación de los sistemas existentes, discusión con los usuarios potenciales y proveedores, el análisis de tareas, etcétera, puede implicar el desarrollo de uno o más modelos y prototipos del sistema que ayuden al analista a comprender el sistema a especificar” (Sommerville, 2011), el análisis de requerimientos es la etapa fundamental en el desarrollo de software. En el proceso de ingeniería de requerimientos es necesario comprender el problema, describir el problema y acordar sobre la naturaleza del mismo, las etapas que cubren a las anteriores son la elicitación, especificación y validación de requerimientos, cada etapa necesita de las otras (Thomas, 2005). La elicitación de requerimientos es el proceso que consiste en adquirir todo el conocimiento del dominio con el que se va a trabajar. Para realizar esta tarea se encuentran distintos modelos (Molina et. al., 2015) que permiten guiar a los actores involucrados en el desarrollo, al entendimiento. Las empresas PyMEs expresan los requerimientos a modo de Historias de Usuario. Pese a combinar distintos modelos que permiten tener una integración del sistema a realizar, logran adquirir solo una mirada referencial del problema o solución a la que se aspira cubrir; desconociendo muchas veces el impacto que produce el desarrollo a realizar. Establecer el proceso de software a través de lo enunciado en la familia de Normas de Calidad ISO 25000 (ISO/IEC 25000:2001 Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation - System and software quality models 2001) eleva el valor del

producto; incorporar las mismas en un modelo ontológico como sistema de representación de un dominio para la elicitación de requerimientos, permitirá establecer bases sólidas para la continuidad de las distintas etapas del desarrollo del software. En este trabajo de investigación se define un modelo ontológico para la educación de requerimientos buscando su evaluación en función a la Completitud Funcional de la Norma ISO/IEC 25010 (ISO/IEC 25010:2011 Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation - System and software quality models 2011), con el fin de establecer una herramienta que logre identificar datos de gran impacto para las organizaciones.

## MÉTODOS

El lenguaje propio de cada organización y dominio, el uso de homónimos en contextos poco definidos, son algunos de los peligros que se presentan en la etapa de elicitación de requerimientos; una herramienta que proclama y proporciona un vocabulario común son las ontologías (Jaramillo, Giraldo, and Giraldo 2010). La función de la ontología es facilitar un entendimiento común del conocimiento a los miembros de un equipo de desarrollo de software, “una especificación formal, explícita de una conceptualización compartida” (Gruber 1993). Se propone el modelo ontológico establecido en la figura 1, que sirve de base para la elicitación de requerimientos del software. El modelo es capaz de evidenciar todas las funciones necesarias para lograr los objetivos del cliente; ofreciendo además una estructura y vocabulario necesario para lograr un entendimiento de los involucrados en el proyecto. Evaluar al modelo en base a la *funcionalidad* que establece la norma ISO/IEC 25010, permitirá lograr calidad desde la primera etapa del desarrollo de software. La característica de *completitud funcional* de la norma, establece el grado en el cual las funciones cubren todas las tareas y los objetivos enunciados por el usuario.



Fig. 1. Modelo Ontológico para la elicitación de requerimientos – Desarrollo de autores.

Para el desarrollo del modelo se utilizó el Método 101, propuesto por Natalya F. Noy y Deborah L. McGuinness (Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness 2017). El modelo se establece a través de la herramienta Protége, la misma nos permitió validar la ontología a través del razonador HERMIT y el lenguaje de consultas SPARQL. Para la validación del modelo se utilizó el Método de Evaluación Triangular propuesto en (López Rodriguez, Hidalgo-delgado, and Silega 2018).

### RESULTADOS

El modelo permite realizar búsquedas y consultas consistentes, adquisición de conocimiento, búsquedas y similitudes, representación de resultados, reutilización e inferencia en diferentes dominios de análisis. En dominios cerrados o particulares a un problema original y único de una organización el modelo ontológico no logra cubrir la referencia ontológica. En dominios muy amplios, también se presenta dificultad al querer controlar el vocabulario. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de las evaluaciones a las que se sometió el modelo en distintos proyectos de software.

Tabla 1. Resultados evaluación modelo ontológico

	Promedio	Desviación Estándar Muestral
Referencia Ontológica	6,3	2,31
Vocabulario Controlado	5,3	1,77
Búsquedas y Consultas Consistentes.	6,5	1,27
Adquisición de Conocimiento.	7	0,67
Agrupamiento y similitudes.	6,5	0,71
Representación de resultados.	7,3	0,67
Reutilización.	7,1	0,88
Inferencia.	7,1	0,74

### CONCLUSIONES

El modelo propuesto, establece una herramienta para la elicitación de requerimientos que aporta una solución al problema de completitud funcional, brindando un marco de trabajo que permite el entendimiento compartido por parte de los actores interesados en el dominio. El modelo

genera una visualización rápida del dominio en el que se va a trabajar. La contemplación en el desarrollo del modelo a las Normas ISO, permite visualizar el impacto en las distintas áreas e interesados; de la solución al problema o la optimización de resultados.

### REFERENCIAS

2001, International Organization for Standardization. *ISO. (2005a). ISO/IEC 25000 Software and System Engineering – Software Product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) –Guide to SQuaRE. ISO/IEC.*

Gruber, Thomas R. 1993. *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. ISO/IEC 25010:2011 Systems and Software Engineering -- Systems and Software Quality Requirements and Evaluation - System and Software Quality Models. 2011.*

Jaramillo, Carlos Mario Zapata, Gloria L Giraldo, and Germán A. Urrego Giraldo. 2010. “Las Ontologías de La Ingeniería de Software: Un Acercamiento de Dos Grandes Áreas Del Conocimiento.” *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* 9(16): 91–99.

López Rodriguez, Yoan Antonio; Yusniel; Hidalgo-delgado, and Nemury Silega. 2018. “Un Método Práctico Para La Evaluación de Ontologías.” (May).

Molina, Jimmy, Joofre Honores, and Mariuxi Zea. 2015. “Nociones de Ingeniería de Software.” : 19.

Natalya F. Noy and Deborah L. McGuinness. 2017. “Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology.” *Sustainability (Switzerland)* 9(12): 1–25.

Sommerville, Ian. 2011. *Software Engineering INGENIERÍA DE SOFTWARE. Novena Edición.* ed. Pearson Education. <http://softwareengineering-9.com>.

Thomas, Pablo Javier. 2005. “Definición de Un Proceso de Elicitación de Objetivos.” Facultad De Informática - Universidad Nacional de La Plata.

# Licenciatura en Administración Rural

## VALORACIÓN DE LAS BPA EN UN ESTABLECIMIENTO TESTIGO DEL DEPARTAMENTO SAN JUSTO, PROVINCIA DE CÓRDOBA

Lic. Noelia Celeste Binotto\*<sup>(1)</sup>; Dr. Javier Britch.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>UTN Facultad Regional San Francisco. Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba

<sup>(2)</sup> Director Académico de la Especialización en Ingeniería Ambiental, UTN Facultad Regional San Francisco.

\*E-mail del autor de contacto: noeliabinotto@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

Los agroecosistemas atravesaron en las últimas décadas cambios asociados a procesos de expansión geográfica e intensificación productiva. Estos cambios afectan su funcionamiento modificando los ciclos de la materia y los flujos de energía.

En este contexto surgen las Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA), las cuales permiten a los productores demostrar el cumplimiento de este “buen hacer” en sus sistemas de producción. La Ley Provincial N.º 10.663 define en su artículo segundo a las BPA como el conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas tendientes a reducir los riesgos.

En el presente trabajo se estudió la importancia de aplicar BPA en un ecosistema complejo. Se tomó como caso de estudio un establecimiento agrícola de la ciudad de San Francisco y se realizó un análisis teniendo en cuenta los parámetros óptimos para el correcto empleo del suelo.

Por otro lado, se estudió de manera cualitativa el flujo de energía de dicho agroecosistema través de la emergía (Modelo H.T. Odum) a los recursos naturales y los bienes y servicios ecosistémicos.

### MÉTODOS

Se tomaron las dos primeras prácticas enunciadas en la lista propuesta en el eje Planeta contemplado en el Manual de BPAs-CBA: Nutrición de suelos y Rotación con gramíneas y cultivos de servicio.

Los datos utilizados corresponden a los relevados en un establecimiento agrícola ubicado al suroeste de la ciudad de San Francisco (31°28'37.9" S, 62°09'25.3" W). El mismo posee un suelo clase III. Se tomaron registros físicos y químicos del suelo a partir del año 2015. El plan de trabajo aplicado coincide con las acciones recomendadas dentro del programa provincial de las BPAs-CBA.

El campo se dividió en 3 zonas

1. LOTE TESTIGO: sector del campo donde hace 7 años que no se realiza fertilización.

2. LOTE MRD 2500: sector del campo que se desempeñaba la actividad ganadera (tambo). Eran corrales donde










se encerraban los animales los días de lluvia, ya que correspondían a lotes cercanos a las instalaciones.

3. RESTO DEL CAMPO: se consideró homogénea y se evaluó como una sola unidad.

La fertilización para el lote TESTIGO y el MRD 2500, se llevó a cabo en el cultivo de soja 15'/16' y se aplicó 100 kg. y 70 kg. de MRD 2500 respectivamente; para el presente informe se tomaron en cuenta esos dos lotes en conjunto (lote testigo y lote MDR2500) como referencia para el análisis del impacto de las BPA.

Evaluación del agroecosistema utilizando la Síntesis Emergética (Odum, 1996). Este método cuantifica el consumo de bienes y servicios ecológicos y económicos que se utilizaron durante un proceso de producción (Brown y Ulgiati, 2004). Permite estudiar el desempeño productivo de los distintos sistemas de cultivo y contrastar análisis económicos y ambientales de sustentabilidad. El concepto central de emergía puede definirse como la conversión de todos los flujos de energía a una unidad común, los emjoulles solares (seJ), que referencian cada magnitud de energía en términos de energía solar equivalente integrando en una misma unidad el flujo de materia, energía y capital. Se representa a través de diagramas de flujos, utilizando la simbología energética (Odum, 1994, 1996).

Tabla 1. Símbolos energéticos (Adaptado de Odum, 1996).

Símbolo	Concepto
	Marco Del Sistema: Figura rectangular que representa los límites del sistema seleccionado.
	Fuente: Cualquier recurso o recurso que cruza el límite del sistema en una fuente, incluyendo flujos de energía, materiales, información, gases, vertidos e insumos que son destructivos. Los flujos son ordenados por fuera del límite de izquierda a derecha siguiendo su transformación solar, comenzando con la luz solar a la izquierda y los servicios humanos sin derecho.
	Flujos: Cualquier flujo es representado por una línea, incluyendo energía, materiales e información. Los flujos de dinero se representan con líneas punteadas.
	Disipador de calor: Representa la disipación de energía disponible (energía potencial) a energía degradada, sin capacidad de hacer trabajo. Estas disipaciones están asociadas a depósitos, inercias y productos.
	Depósito: Representa cualquier cantidad almacenada dentro del sistema, incluyendo materiales, energía, dinero e información.
	Transformación de almacenamiento: Representa las cantidades de un flujo que son almacenadas por las cantidades de otro flujo. Los almacenamientos pueden ser defensas, inercias y productos que duran.
	Productor: Se utilizan en general para unidades que reciben materia prima y otros insumos de distintos tipos para transformarla y para generar productos. Generalmente se sitúan del lado izquierdo del diagrama. Los procesos pueden representarse productores de tipo biótico (plantas) o abiótico (silencios).
	Consumidor: Representa componentes que reciben productos y realimentan con servicios o materiales al sistema. Se sitúan del lado derecho de los diagramas.
	Interacción: Representa la convergencia de dos o más flujos de varios tipos, que a través de varios procesos generan flujos de mayor calidad.

### RESULTADOS

*Resultados físicos, compactación y humedad de establecimiento agrícola.*

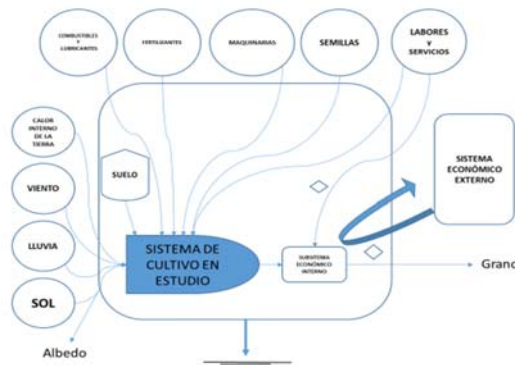
Luego de la fertilización realizada y los análisis químicos se observó que en el sector donde se aplicó fertilizante (loteos objeto de estudio) para el cultivo de soja 2017 presentó, en el año 2018, una mejora importante en el rendimiento. Además, también se detectó una mejora en el desarrollo de raíces que exploran el suelo.

*Resultados químicos del suelo del establecimiento agrícola.*

A nivel químico, se observó que, tanto en la materia orgánica del suelo, como en los macronutrientes, la tendencia es acercarse al valor óptimo de cada parámetro medido, tomando como patrón de comparación, una tabla de fertilidad (Molina y Meléndez, 2002) que contiene los valores de referencia de los nutrientes con base en el concepto de nivel crítico.

*Síntesis emergética*

El diagrama con lenguaje energético determinó los principales flujos del agroecosistema del establecimiento analizado ordenados de izquierda a derecha según la energía más disponible que va decreciendo hacia la derecha con cada transformación de energía sucesiva.



**Fig. 1.** Diagrama de la interfase ecológica-económica del agroecosistema del establecimiento agrícola, objeto de estudio, en lenguaje energético y los principales flujos de energía.

## CONCLUSIONES

Los cambios en las propiedades físicas y químicas repercuten de modo favorable en los rendimientos de los cultivos obteniendo, además, valores análogos en todo el terreno del establecimiento agrícola. Estas mejoras se lograron principalmente por una mejor distribución y retención de humedad que está directamente relacionada a la cantidad y tamaño de los poros en el perfil del suelo. Ingresan más agua disponible para los cultivos y se va infiltrando correctamente en profundidad propiciando el desarrollo de más raíces y microorganismos que mineralizan los nutrientes.

Se puede determinar que, aplicando un diagnóstico de fertilidad de suelos, una fertilización de suelos y una rotación con gramíneas y cultivos de servicio (BPAs-CBA) permite frenar y revertir el deterioro en el perfil de suelo

que ocasiona un sistema de extracción de nutrientes provocado por la agricultura y mejorar los valores de los macronutrientes acercándose tendenciosamente a los valores óptimos.

Desde el punto de vista energético, aunque resulta imposible realizar el análisis cuantitativo del flujo de energía, se cuenta con evidencia suficiente para aseverar que la implementación de las BPA contribuye de manera significativa a reducir los consumos de energía proveniente de los servicios económicos, como así también optimizar los consumos de energías de los recursos naturales necesarios para los procesos agrícolas.

## REFERENCIAS

Brown, M.T. y Ulgiati, S. (2004). *Emergy Analysis and Environmental Accounting*. Encyclopedia of Energy, Volumen 2. Elsevier Inc.

Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). (2020). Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/buenas-practicas-agricolas-bpa>

Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba. (2019). *Manual de Buenas Prácticas Agropecuarias*.

Molina, E. y Meléndez, G. (2002). *Tabla de interpretación de análisis de suelos*. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo.

Odum, H.T., 1994. *Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology*. Univ. Press of Colorado, Niwot. Revised edition of *Systems Ecology*, 1983, Wiley, New York.

Odum, H.T., 1996. *Environmental Accounting. Emergy and Environmental Decision Making*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

Odum, H.T., Brown, M.T., Brandt-Williams S.L., 2000. *Handbook of Emergy Evaluation. Folio 1: Introduction and Global Budget*. Center of Environmental Policy, University of Florida, Gainesville

Odum, H., 2000. *Folio# 2, Emergy of Global Processes*. Handbook of Emergy Evaluation. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville 30.

Zaccagnini, M., Wilson, M. y Oszust J. (2014). *Manual de Buenas Prácticas para la Conservación del suelo, la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. 1ª ed. – Buenos Aires: Programa Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación; INTA.

# ECONOMÍA AMBIENTAL EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL LÁCTEO DEL CENTRO DE SANTA FE: CARACTERIZACIÓN, CÁLCULO DE HUELLA HÍDRICA Y ANÁLISIS DE MEJORAS EN LOS SISTEMAS.

Jennerich Luciana B.\*<sup>(1)</sup>; Panigatti Ma. Cecilia<sup>(2)</sup>

<sup>(1)(2)</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela- CP: 2300 (Santa Fe, Argentina).

\* [lucijennerich@gmail.com](mailto:lucijennerich@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

En Argentina, la concentración productiva es un factor central que lleva al uso de nuevas tecnologías (de insumos y procesos) y a la intensificación de las actividades agropecuarias. Tal intensificación, específicamente en la producción de leche, generó una problemática puntual, el aumento en: la cantidad de agua consumida, los efluentes generados en las instalaciones de ordeño y el requerimiento de un manejo sustentable del recurso, permitiendo sostener la productividad sin aumentar la contaminación de los cursos de agua y de las napas. Por tal motivo, a nivel internacional, y en lo que corresponde al análisis del uso del agua, ha surgido el indicador de Huella Hídrica (HH), un enfoque desarrollado por la “Water Footprint Network (WFN)” para conceptualizar y cuantificar la presión sobre los recursos hídricos que la sociedad ejerce a través de la producción y el consumo. La HH se diferencia en verde (HHve), azul (HHaz) y gris (HHg) según su procedencia. La HHve, aquella que se incorpora al producto proveniente de las precipitaciones, HHaz, representa el agua consumida en forma directa que proviene de fuentes superficiales y subterráneas. La HHg, correspondería al agua necesaria para asimilar la carga contaminante generada por la actividad hasta alcanzar los niveles permitidos de concentración en agua. Recientemente, ISO, mediante su norma 14046, proporciona principios, requisitos y directrices para la determinación de un perfil de huella de agua de productos con enfoque de “ciclo de vida” (ISO, 2015) donde considera una serie de impactos relacionados con la misma (eutrofización acuática, acidificación acuática, ecotoxicidad acuática, entre otras) reflejando más allá de un volumen extraído.

El objetivo del trabajo es analizar establecimientos tamberos bovinos propios de la zona centro de la provincia de Santa Fe (departamento Castellanos y Las colonias), caracterizándolos según su desempeño respecto del uso del agua. Además, valorizar la importancia del monitorio, lo cual será propicio para un análisis con mayor precisión, atendiendo las posibles fallas y proponiendo prácticas de mejora.

## MÉTODOS

Se analizaron cinco sistemas de producción de leche bovina

diferentes. Producción de leche (lts totales/día): Caso 1 8799,2; Caso 2 5433,6; Caso 3 10472; Caso 4 5928; Caso 5 7200. Los mismos se encuentran ubicados en suelos con diferentes índices de productividad (IP), localizados en la cuenca lechera central de la provincia de Santa Fe (Departamento Castellanos y Las Colonias, Argentina).

Para el cálculo de HH se empleó el enfoque de Hoekstra et al. (2011). Se incluyó la fracción de HHve expresado en términos de cantidad consumida por unidad de alimento producido (litros de agua/kg de alimento obtenido). Esta fracción representa el volumen de agua captada por los cultivos a partir de las precipitaciones. Para eso se empleó el software Cropwat 8.0 (FAO, 2008) utilizando una serie de datos como: registros climáticos, precipitaciones, suelo e información específica sobre manejo del cultivo. Se estimó la HH gris (HHg) correspondiente al volumen necesario para diluir la carga contaminante derivada de la aplicación de sustancias químicas al suelo. En este estudio, se considera solo la fertilización con especies nitrogenadas y se considera el nitrato como contaminante. Se estimó la HHaz para consumo de agua directo (bebida) y la que corresponde al consumo o uso extractivo para el funcionamiento y limpieza del sistema de ordeño, y además para limpieza de instalaciones del tambo (sala de ordeño y pisos). En esta instancia no se calculó la HHg, correspondiente al volumen necesario para diluir la carga contaminante generada a partir de los efluentes obtenidos de la limpieza.

## RESULTADOS

La HH total de los cultivos, considerando la HHve (Tabla 1) y HHg fue para el Caso 1, 2062,8; Caso 2, 1805; Caso 3, 3139,8; Caso 4, 5269,1 y Caso 5, 2902,1 L/kg/ha respectivamente. De la misma manera como se expone en trabajos anteriores (Manazza 2012; Manazza y Diaz, 2013), a mayor nivel de intensificación del sistema de alimentación, menor es el valor de HHve de la oferta forrajera. Al mismo tiempo, en casos donde los rendimientos del cultivo son más elevados, el resultado de HHve disminuye.

La HHg, si bien se calculó sólo para las especies nitrogenadas, representó el menor valor de la HH total, escenario que coincide con estudios previos (Charlón, et al., 2015). Otra de las cuestiones relevantes es la gran incidencia del consumo del agua azul. Según Charlón et al.



(2015), el consumo de agua de bebida animal fue en aumento a medida que crecía la escala de producción. En estos sistemas, los mayores valores fueron en el Caso 3, Caso 1 y Caso 5, donde la producción de leche es mayor. El demuestra que el consumo de bebida animal varía notablemente según la formulación de las dietas (mayor o menor pastura o concentrados).

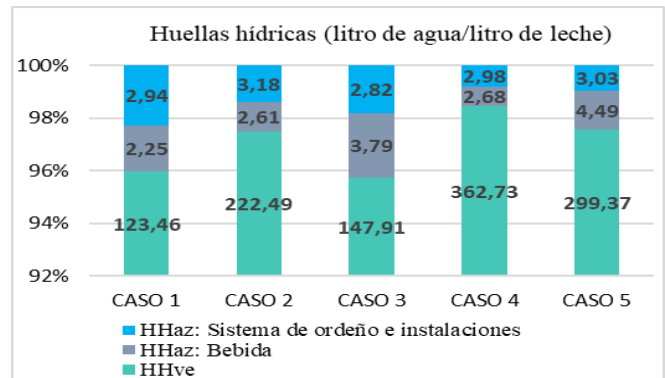
**Tabla 1.** Resultados de HH de casos estudiados.

Estudio de casos	Cultivos	HHve (litros/kg/ha)	HHg (litros/kg de producto aplicado)	HHaz	
				Consumo directo de H <sub>2</sub> O (bebida) (litros/año/total rodeo)	Volumen sistema de ordeño y limpieza instalaciones (lts/año)
<b>Caso 1</b>					
Total (lts /kg/ha)		1073,5	150,2		
<b>Total HH (lts/año)</b>		<b>396517929<sup>3</sup></b>	<b>4705,84</b>	<b>7219537,4</b>	<b>9457921,2</b>
<b>Caso 2</b>					
Total (lts /kg/ha)		948,3	133,2		
<b>Total HH (lts/año)</b>		<b>441264120</b>	<b>2105,1</b>	<b>5174840</b>	<b>6299028,7</b>
<b>Caso 3</b>					
Total (lts /kg/ha)		1809,6	106,4		
<b>Total HH (lts/año)</b>		<b>565370700,2</b>	<b>8512,8</b>	<b>14497592,3</b>	<b>10790988,8</b>
<b>Caso 4</b>					
Total (lts /kg/ha)		3051,2	134,9		
<b>Total HH (lts/año)</b>		<b>784848000</b>	<b>3381,1</b>	<b>5790456,5</b>	<b>6438907,7</b>
<b>Caso 5</b>					
Total (lts /kg/ha)		1691,7	33,5		
<b>Total HH (lts/año)</b>		<b>786739000</b>	<b>1352,9</b>	<b>11795183,9</b>	<b>7975406,2</b>

<sup>3</sup>: Los totales de HHve están expresados en litros de agua/kg de alimento producido por hectárea/total de hectáreas cultivadas.

Existe una situación común en todos los casos, el área de mayor requerimiento ocupando casi un 80% del total, es el consumo de agua para la placa de refrescado de la leche, pero la que, al no tener contacto con ninguna etapa del procedimiento, puede ser reutilizable en un 100%. No obstante, existen otras áreas de consumo dentro de la sala de ordeño que, si bien poseen un valor considerablemente más chico, volumétricamente son significativos y no recuperables. Entre ellos, el consumo de agua para limpieza de pisos. Numerosos trabajos previos coinciden que el foco de análisis radica en el consumo de agua derivado del sistema de ordeño y la sala del tambo, porque es allí donde depende totalmente de la gestión y manejo del personal, al igual que de las tecnologías adoptadas y el estado de sus instalaciones. Complementar con la visión de ISO permitirá evaluar el grado de impacto generado sobre el recurso a nivel contaminación. Uno de los siguientes pasos, será el monitoreo y medición de caudales para distinguir en cada caso cuáles son los puntos críticos y de qué manera puede asistirse, mediante herramientas de control y estrategias prácticas, para disminuirse o eficientizar su consumo.

Si se analiza los consumos totales de HH en relación a la producción lechera anual, puede inferirse de manera general, que los Casos 1 y 3 fueron los que presentaron mayor eficiencia en su consumo total de HH (Figura 1).



**Fig. 1.** HH totales para cada establecimiento analizado.

## CONCLUSIONES

La metodología empleada permite rápidamente visualizar cómo se comporta los componentes de cada sistema y distinguir cuáles son los mayores consumos de agua. Realizar un diagnóstico de las empresas, es el puntapié inicial para entender dónde están las posibles fallas y cómo se puede mejorar dicho desempeño. Para eso, es importante el empleo de metodologías como HH, seguir afianzando la precisión de los datos y principalmente, comenzar con la toma de muestras, medición de caudales y registros ya que es una problemática no considerada como tal, para muchos de los que integran la cadena agroalimentaria, principalmente para quienes se encuentran en el primer eslabón y de esta forma, sería posible brindar información clara permitiendo comprender lo que ocurre.

## REFERENCIAS

Charlón V, J.F Manazza, M.P Tieri. Huella hídrica en tambos según diferentes sistemas de producción. Avances y estado de situación en el análisis de ciclo de vida y huellas ambientales en Argentina- Actas de ENARCIV (2015)

Hoekstra, A, A Chapagain, M Aldaya, M Mekonnen. The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard. Earthscan, London, Washington, DC (2011)

ISO 14046. Environmental management-Water footprint-Principles, requirements and guidelines (2015).

Manazza, J.F. Cuantificación y valoración económica del uso consuntivo del agua en los principales productos de las cadenas lácteas de La Pampa y San Luis. – 1ª ed. – San Luis: Ediciones INTA, 2012 (2012).

Manazza, J.F y J.R Diaz. Aproximación al análisis de eficiencia de uso de agua en sistemas ganaderos bovinos (2013).  
<https://www.researchgate.net/publication/276919832>.

# **Ingeniería Eléctrica-**

# **Ingeniería Mecánica**

# DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA LA COMPARACIÓN DE OBRAS BASADO EN INDICADORES DE PLANIFICACIÓN TÉCNICOS Y ECONÓMICOS

U. Manassero\* <sup>(1)</sup>; F. Bernal <sup>(1)</sup>; A. Nahs<sup>(1)</sup>; J. P. Fernández<sup>(1)</sup>; R. Furlani<sup>(1)</sup>; J. Acosta<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, UTN. Lavaise 610, Santa Fe, Santa Fe  
\*ulisesmanassero@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

Con un aumento sostenido de demanda de energía eléctrica a nivel mundial y una proyección de crecimiento interanual del consumo en los países en desarrollo, la planificación de expansión de redes de transmisión resulta esencial para garantizar que el incremento futuro de demanda pueda ser satisfecho (Kim, et al, 2015).

En el presente trabajo se desarrolla una metodología para evaluar y comparar diferentes alternativas de obras para mejorar y garantizar la calidad de servicio de la red para un horizonte de crecimiento de demanda de 5 años. Se ha considerado como unidad específica de interés para el desarrollo del caso de estudio a la red de transmisión, conformada por líneas aéreas de 132 kV que abastece a la provincia de Formosa.

Se efectúa el modelado de la red en estudio en un software de simulación para distintos escenarios de demanda, a fines de evaluar los parámetros eléctricos para las distintas condiciones de operación de la red. En función de los resultados obtenidos se propone un conjunto de obras complementarias para garantizar condiciones de operación admisibles para el periodo de estudio, evaluando su impacto en la red actual. Finalmente, se establece un conjunto de indicadores técnico-económicos con motivo de realizar un análisis comparativo de las alternativas de obras propuestas, determinando un orden de prioridad de ingreso en servicio de las mismas.

La metodología desarrollada es susceptible de aplicarse a cualquier red de transmisión que posea una topología y una configuración de operación similares a las de la red evaluada en este caso de estudio.

## MÉTODOS

La red de estudio es abastecida mediante la vinculación al Sistema Argentino de Interconexión (SADI) en 500 kV, a través de la estación transformadora (ET) Gran Formosa 500/132 kV. Dicho nodo de interconexión suministra la potencia demandada por la provincia en conjunto con la generación distribuida instalada en los niveles de 33 kV y 13,2 kV de ETs de 132/33/13,2 kV. En la Fig. 1 se observa una imagen satelital de la red en estudio, se destacan las

trazas de las líneas aéreas y las subestaciones transformadoras.

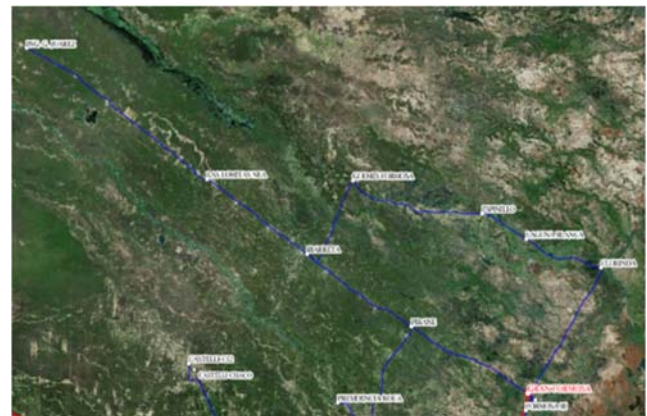


Fig. 1. Imagen satelital de la red.

La metodología empleada comienza por el modelado, mediante un software específico de sistemas eléctricos de potencia, de la red de transmisión en 132 kV que da suministro a la provincia de Formosa, como se observa en la Fig. 2.

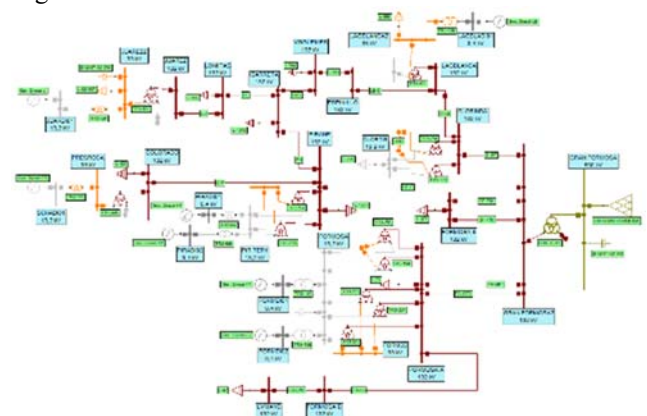


Fig. 2. Modelo de la red de la provincia de Formosa.

Luego, se procede a efectuar un análisis de la demanda energética de los usuarios de Formosa en el año base de estudio y su proyección a 5 años con una tasa de crecimiento interanual de 2,13%, obtenida a partir de datos históricos establecidos por CAMMESA en su último informe anual

2019 (CAMMESA, 2019). Se consideran tres escenarios de demanda: pico, resto (75% de demanda de pico) y valle (50% de demanda de pico). Se realiza un modelado en condiciones de red normal (red N) para cada año de estudio, y para cada escenario de demanda planteado, totalizando 18 modelos de la red con la misma topología, y distintos niveles de demanda. Se obtienen los parámetros descriptivos del sistema, mediante corridas de flujos de potencia.

En estas condiciones, se calcula y valoriza la energía anual comprada a CAMMESA, la energía anual despachada por generación distribuida forzada y la Energía No Suministrada (ENS), que se presenta cuando se violan los niveles de calidad del producto técnico y/o la capacidad nominal de los equipos eléctricos de la red.

Para condiciones de red en emergencia (red N-1) se plantean contingencias en cada línea de 132 kV, también para cada escenario de demanda, resultando un total de 42 modelos.

En base a estas simulaciones, se determinan los niveles teóricos de Demanda No abastecida (DNA) del sistema.

Por medio de estudios estadísticos se obtienen los indicadores de fallas de los transformadores y líneas junto a las probabilidades de ocurrencia en los distintos escenarios de demanda planteados. Luego, con la DNA y tasas de fallas asociadas a cada contingencia, se calculan los niveles teóricos de ENS y su valorización, para el período de estudio de 5 años.

Posteriormente, se plantean alternativas de obras para mejorar el suministro en el sistema en estudio, las cuales se describen a continuación:

Obra 1: Línea de Alta Tensión (LAT) de 132 kV que interconecte las ETs Gran Formosa y Laguna Blanca. La línea propuesta es aérea de distribución triangular, compuesta por conductores de sección 240/40 Al/Ac. La distancia total de la traza es de 120 km.

Obra 2: LAT de 132 kV que interconecte las ETs Espinillo y Pirané. La línea propuesta es aérea de distribución triangular, compuesta por conductores de sección 240/40 Al/Ac. La distancia total de la traza es de 100 km.

Obra 3: LAT de 132 kV que interconecte las ETs Gran Formosa y Pirané, en paralelo con la existente y de características similares: aérea, de distribución triangular y compuesta por conductores de sección 150/25 Al/Ac. La distancia total de la traza es de 96 km.

Obra 4: Repotenciación ET Gran Formosa 500/132/33 kV, agregando un segundo transformador de 150 MVA, en paralelo con el existente.

Finalmente se establecen los indicadores de planificación y el criterio que debe seguirse para comparar las obras propuestas, determinándose cuál es la más conveniente y obteniendo además un orden de prioridad entre ellas.

## RESULTADOS

Se realizaron las simulaciones de flujo de carga en estado estacionario para cada alternativa planteada. En la

**Tabla 1** se presentan los resultados obtenidos para los 7 indicadores de planificación establecidos, destacándose en color verde las obras que resultan más convenientes en cada caso.

**Tabla 1.** Indicadores de planificación para las obras analizadas.

Indicador	Obra 1	Obra 2	Obra 3	Obra 4
Cap. Rem. [MVA]	29,76	15,57	2,42	9,34
U promedio global del período [pu]	0,978	0,940	0,947	0,955
Inv. / Cap. rem. [USD/MVA]	843.534	1.351.481	8.353.026	736.098
Prom. carga trafos global del período [%]	95,37	98,98	98,41	48,68
ENS en N-1 global del período [MVAh]	9.837	16.006	26.853	28.178
ENS en N global del período [MVAh]	26	217	1.010	462
ENS total global del período [MVAh]	9.863	16.222	27.862	28.641
Nº de ventajas relativas	5	0	0	2

El resultado de este análisis comparativo posiciona a la obra 1 como la más conveniente, seguida por la alternativa 4 en segundo lugar, luego la opción 2 y por último la obra 3.

## CONCLUSIONES

Se logró definir una metodología para la comparación de obras propuestas, orientada a reducir los niveles de ENS e incrementar la confiabilidad de suministro de la demanda.

Esta metodología es susceptible de aplicarse a cualquier red de transmisión que posea una topología y una configuración de operación similares a las de la red evaluada en este caso de estudio.

## REFERENCIAS

- Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico S.A. (CAMMESA), "Informe anual del MEM 2019", (2019).
- H. Kim, S. Lee, S. Han, W. Kim, K. Ok and S. Cho, "Integrated Generation and Transmission Expansion Planning Using Generalized Bender's Decomposition Method," 2015 IEEE International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology, Ghaziabad, 2015, pp. 493-497.

## PROPUESTA DE OBRAS PARA ACCESO DE PARQUES EÓLICOS EXISTENTES EN LA REGIÓN PATAGÓNICA

U. Manassero\*<sup>(1)</sup>; A. De Marco<sup>(1)</sup>; E. Sangoi<sup>(1)</sup>; M. Orue<sup>(1)</sup>; I. Steinmann<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, UTN. Lavaise 610, Santa Fe, Santa Fe

\*ulisesmanassero@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

La energía eólica se ha convertido en una fuente de energía clave, de cara a la migración hacia el nuevo paradigma energético. Durante el año 2019, su generación creció casi un 19% en todo el mundo (IRENA, 2019).

En el ámbito local, Argentina se presenta como un país atractivo para el desarrollo de este tipo de energías debido a sus elevadas velocidades de vientos, logrando ser el onceavo mercado más adecuado para el desarrollo de proyectos energéticos sustentables (E&Y, 2019).

Como consecuencia de las expectativas técnico-económicas que brindan los proyectos renovables, bajo las rondas licitatorias de los programas “RenovAr” (Ministerio de Energía y Minería de la Nación, 2016), cada vez son más los proyectos renovables que ingresan en servicio en el Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

En este contexto, la región patagónica se destaca por la mejor abundancia del recurso eólico del país y actualmente cuenta con una potencia instalada de 910 MW en parques eólicos (PEs). Esta región constituye un área netamente exportadora de energía, con demandas en un rango de 300-500 MW, y sumado est, sus redes extensas de alta impedancia y la intermitencia del recurso eólico, deriva en complicaciones en la operación de su sistema eléctrico (ver figura 1).



Figura 1. Imagen satelital de la red Patagónica.

El presente trabajo pretende estudiar la región eléctrica patagónica en distintos escenarios de generación y demanda, con el objeto de determinar las obras necesarias y el orden de prioridad de las mismas, que garanticen el aporte de potencia del conjunto de PEs actuales. La región bajo estudio se encuentra comprendida por la fracción del SADI ubicada al sur de la estación transformadora (ET) de 500/132 KV Choele Choel, provincia de Rio Negro.

### MÉTODOS

La metodología consiste en la realización de simulaciones de flujo de carga en un software de sistemas de potencia para distintos escenarios críticos de demanda-generación, empleando modelos de base del SADI elaborados por CAMMESA. Para cada escenario, se detectan las restricciones que puedan acontecer en la red (sobrecargas en líneas y transformadores, subtensiones y sobretensiones en los nodos). Con el objetivo de mitigar las restricciones de operación de la red, se definen obras en los sistemas de alta y extra alta tensión. Posteriormente, se realizan simulaciones con las obras propuestas para verificar la normalización de las variables de operación de la red.

Los escenarios representan las situaciones de generación y demanda más desfavorables y se clasifican según su probabilidad de ocurrencia. Esta clasificación tiene como objetivo establecer una prioridad en las obras propuestas, dividiéndose como de prioridad 1 “Imprescindibles y urgentes”, de prioridad 2 “Obras necesarias” y de prioridad 3 “Obras de desarrollo”.

Dada la intermitencia en la generación eólica, se establecen dos condiciones de despacho de los PEs, obtenidas a partir del análisis estadístico del registro de energía generada del último año móvil (ver figura 2): la potencia media (obtenida a partir del factor de carga de cada PEs) y la potencia máxima (obtenida como el valor máximo probable de potencia despachada en simultaneo por los PEs).

En base a lo anterior, se definen los siguientes escenarios de estudio:

- PICO\_BASE: Generación Eólica (GE) a cero, Generación Hidráulica (GH) a cero, Generación Térmica (GT) a potencia mínima para abastecer el caso y demanda pico.
- PICO\_BASE\_HI\_EO\_MED: GE a potencia media, GH a potencia máxima, GT igual al valor de escenario PICO\_BASE y demanda pico.

- VALLE\_BASE\_MED: GE a potencia media, GH a potencia máxima, GT igual a valores de escenario PICO\_BASE y demanda valle.
- PICO\_BASE\_HI\_EO\_MAX: GE a potencia máxima, GH a potencia máxima, GT igual a valores de escenario PICO\_BASE y demanda pico.
- VALLE\_BASE\_MAX: GE a potencia máxima, GH a potencia máxima, GT igual a valores de escenario PICO\_BASE y demanda valle.

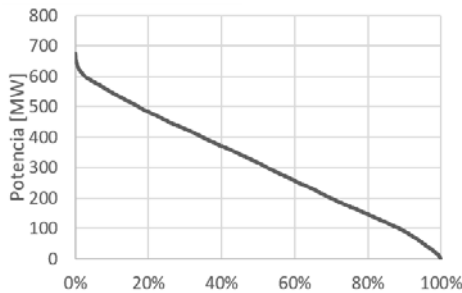


Figura 2. Curva de probabilidad acumulada de potencia despachada en simultaneo por PEs de Región Patagónica.

### RESULTADOS

Los resultados de las simulaciones evidencian sobrecargas en líneas y transformadores, además de subtensiones en nodos. A continuación, se listan las restricciones detectadas en el sistema:

- Sobrecargas en transformador de la ET de Puerto Madryn 500/330 kV y en la línea de 132 KV Comodoro Rivadavia A1-Pico Truncado. Solo en escenario PICO BASE no se advierten sobrecargas.
- Subtensiones en las barras de 500 kV y 330 kV de la ET Puerto Madryn en el escenario de VALLE\_BASE\_MAX.
- Altos valores de cargabilidad, para el escenario VALLE\_BASE\_MAX, en el tramo de línea de 500 kV ET Puerto Madryn – ET Choele Choe.

Como solución a los problemas de la red para evacuar los bloques de potencia generada por los PEs, en Tabla 1 se listan las obras propuestas, con motivo de eliminar las sobrecargas (Figura 3) y las subtensiones (Figura 4).

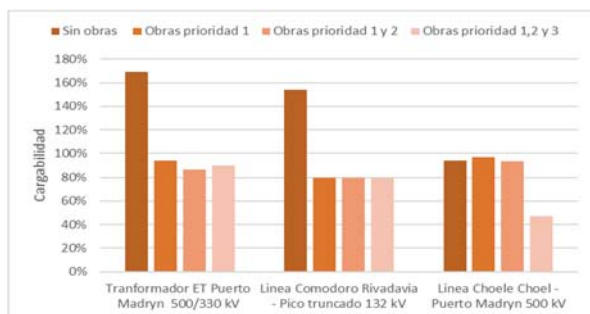


Figura 3. Cargabilidad de equipamiento más exigido.

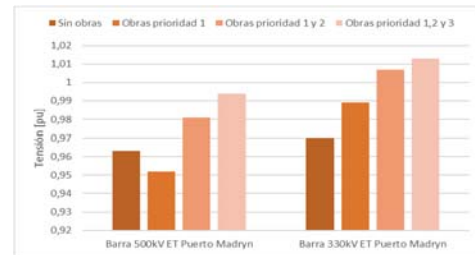


Figura 4. Tensión en barras más exigidas de la red. Análisis comparativo con obras propuestas.

Tabla 1. Obras propuestas.

Prioridad	Obras	Costo
Prioridad 1	Línea 132 kV de 140 Km	32 M USD
	CT Patagonia – Pico Truncado 2	
Prioridad 1	Transformador 500/330 kV de 450 MVA	11 M USD
Prioridad 2	Capacitor Shunt de 100 MVar de 500 kV en ET Puerto Madryn	2 M USD
	Capacitor Shunt de 150 MVar de 330 kV en ET Puerto Madryn	
Prioridad 3	Segunda Línea 500 kV de 350 Km ET Puerto Madryn – ET Choele Choe	259 M USD

La obra de prioridad 3 tiene el objetivo de llevar la cargabilidad de la línea a valores más aceptables y se propone con la visión a futuro del ingreso de más PEs en la zona.

### CONCLUSIONES

La metodología desarrollada en el presente trabajo permite obtener resultados satisfactorios a la hora de analizar obras que garanticen la máxima inyección de potencia de los PEs. A su vez, dicha metodología es idónea para aplicarse en cualquier red que posea características similares a la que se estudia en este trabajo.

### REFERENCIAS

IRENA. “Future of wind: Deployment, investment, technology, grid integration and socio-economic aspects (A Global Energy Transformation paper)”. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, (2019).

E&Y. “Renewable Energy Country Attractiveness Index (recai)”. EY Global Power & Utilities Corporate Finance Leader, United Kingdom, (2019).

Ministerio de Energía y Minería de la Nación. “Resolución N° 71-2016: Convocatoria Programa RenovAr Ronda I”. (2016).

## ELABORACIÓN DE METODOLOGÍA PARA CÁLCULO DE LA ENERGÍA NO SUMINISTRADA EN UNA RED INDUSTRIAL

U. Manassero\*<sup>(1)</sup>; G. Ecenarro<sup>(1)</sup>; B. Pirola<sup>(1)</sup>; M.M. Perdomo<sup>(1)</sup>; J.L. Torres<sup>(1)</sup>; J.M. Banegas<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, UTN. Lavaise 610, Santa Fe, Santa Fe

\*ulisesmanassero@hotmail.com

### INTRODUCCIÓN

Un parque industrial (PI) requiere ser alimentado con alta calidad de energía y las industrias emplazadas en su área, requieren un elevado grado de confiabilidad del suministro de energía, pues si no es adecuado puede derivar en importantes pérdidas de producción y dinero de los usuarios industriales. Las industrias, en especial aquellas con alto grado de automatización, exigen cada vez menor cantidad de perturbaciones en el servicio, (Arizpe Islas et. al., 2013) como ser las interrupciones, huecos de tensión, distorsiones armónicas y fluctuaciones rápidas de tensión.

En el presente trabajo se desarrolla una metodología para identificar deficiencias en la calidad de energía del suministro eléctrico de usuarios industriales pertenecientes a un PI, para luego cuantificar y valorizar los niveles de energía no suministrada (ENS) anuales originados a causa de perturbaciones en las redes de media tensión (MT) existentes en la región de estudio. Se ha considerado como unidad específica de interés para el desarrollo del caso de estudio al PI Sauce Viejo ubicado a 10 km de la ciudad de Santa Fe. Se propone la implementación de una metodología para mejorar la confiabilidad en el suministro eléctrico de un PI, mediante el análisis de la infraestructura de redes aledañas, con evaluación de las distintas posibilidades de conectividad entre las redes, como posibles alternativas de suministro en condiciones de falla.

Los desarrollos están apoyados por modelos matemáticos detallados de la red. La metodología desarrollada es susceptible de aplicarse a cualquier red industrial de MT con topología y configuración de operación similar a la evaluada en este estudio.

### MÉTODOS

El PI Sauce Viejo se emplaza en la localidad homónima. La metodología empleada para efectuar la determinación de la ENS del PI consiste en modelar la red de distribución eléctrica en 33 kV que alimenta al PI mediante un software específico de sistemas eléctricos de potencia. En la Fig. 1 se observa una imagen satelital de la red de MT en estudio, se destacan las trazas de las líneas aéreas, las subestaciones transformadoras aéreas (SETAs) y los elementos de maniobra.



Fig. 1. Imagen satelital de la red.

El PI es abastecido de energía eléctrica mediante dos alimentadores, provenientes de la estación transformadora (ET) Brigadier López (ET BRI) 132/33/13,2 kV, denominados “Colectora Norte” (CN) y “Colectora Sur” (CS). Están compuestos en su primer tramo de cable de 185 mm<sup>2</sup> de sección, conductor de aluminio con aislación en XLPE y los tramos restantes que acometen en las SETAs están conformados por conductores aéreos 95/15 mm<sup>2</sup> Al/Ac, con una longitud aproximada de los alimentadores en el desarrollo de sus troncales de 4 km. Las SETAs están conformadas por transformadores de 33/0,4 kV con potencias nominales de 160, 315, 630 y 5000 kVA. En condiciones normales de operación, los alimentadores operan con topología radial, aunque la red presenta la posibilidad de vincularlos por medio de cuatro seccionadores, obteniendo una topología anillada.

Para el análisis del incremento de la confiabilidad del suministro se tiene en cuenta que la red del PI puede vincularse por su lado oeste con dos alimentadores de 33 kV de la ET Pay Zumé (ET PAY), denominados “Arocena” y “Aeropuerto” y además con una línea correspondiente al alimentador de 33 kV “Coronda”, abastecido desde la ET Arocena (ET ARO). Por su lado norte, puede vincularse con el alimentador de 33 kV “PI Sauce” de la ET PAY.

Luego, se procede a efectuar un análisis de la demanda energética de los usuarios del PI en el año base de estudio y su proyección a 10 años con una tasa de crecimiento compuesta interanual de 4,24%, obtenida a partir de datos históricos. Se consideran cinco escenarios de demanda: pico, sub-pico, resto, valle, sub-valle. Se realiza un modelo de la red para cada año de estudio, y a la vez, para cada escenario de demanda planteado, resultando un total de 50 modelos de la red con la misma topología, y distintos niveles de demanda. Se obtienen los parámetros descriptivos del sistema mediante corridas de flujos de potencia con el software específico de sistemas de potencia.

Se simulan contingencias en la salida de cada uno de los alimentadores CN y CS por separado, luego se analiza la viabilidad de efectuar el suministro de manera radial a través del alimentador no fallado. Además, se simula una contingencia que provoque la salida de servicio del transformador de la ET BRI, analizando las alternativas de realimentación al PI desde las redes aledañas a partir de las vinculaciones existentes con otras ETs.

Según los procesos desarrollados por cada empresa del PI, se clasifica el usuario como demanda crítica (DCR) o demanda no crítica (DNCR). En base a esta clasificación, se determinan los niveles teóricos de DNA del subsistema para cada contingencia planteada tal que no se superen las condiciones admisibles de operación del sistema, recortando en primer lugar la DNCR y continuando con la DCR -solo la DCR desconectada es considerada como DNA-. Por medio de estudios estadísticos se obtienen los indicadores de fallas de los transformadores y líneas junto a las probabilidades de ocurrencia en los distintos escenarios de demanda planteados del PI. Por último, con la DNA y tasas de fallas asociadas a cada contingencia, se calculan los niveles teóricos de ENS y su valorización, para el período de estudio de 10 años.

## RESULTADOS

**Contingencia en Alimentador Interno al PI:** Ante ambas fallas simuladas se plantean las realimentaciones de todas las variantes que ofrecen los seccionadores que vinculan ambas colectoras. Del análisis de los resultados se infiere que dentro de los 10 años de estudio no se superan los límites operativos de los alimentadores en las dos fallas analizadas. En caso de contingencia, ambos alimentadores soportan la demanda del otro sin inconvenientes.

**Contingencia en ET BRI:** En este caso se analiza la realimentación de la demanda del PI por medio de la red exterior a él. De sucesivas simulaciones de flujo de carga se obtiene como resultado que en los circuitos de realimentación desde a ET PAY existe DNA desde el año 2025 en el escenario de pico de demanda, siendo el elemento limitante el transformador 2 de la ET PAY. Por otra parte, la alternativa de realimentación desde la ET ARO resulta inviable en situaciones de emergencia debido a que las líneas presentan sobrecargas y las tensiones nodales caen por debajo de los límites admisibles.

**Frecuencia y duración de fallas:** Solo se consideran las indisponibilidades forzadas de los elementos, y la cantidad de fallas por año es obtenida en base a un promedio de salida de las ET's del año 2018. Son consideradas 5 fallas por año distribuyendo proporcionalmente en forma cuatrimestral las horas de fallas. Del análisis de la cantidad de fallas por cuatrimestre de los datos históricos, de 12 años resultan dos fallas en el primer cuatrimestre, una en el segundo y dos en el tercero.

**ENS:** A través de cálculos probabilísticos se obtiene la cantidad de horas que la demanda se encuentra en cada uno de los 5 escenarios planteados por cuatrimestre. Con los valores de DNA, duración de cada tipo de falla y las probabilidades de ocurrencia para cada valor de demanda se obtienen los niveles de ENS en los 10 años de estudio (Fig. 2).

**Valorización de ENS:** Se valoriza la indemnización por ENS a las empresas del PI (Fig. 3) teniendo en cuenta un costo de penalización de 3.000 [USD/MWh] (Ministerio de Hacienda Secretaría de Recursos Renovables y Mercado Eléctrico, Res. 45/2019, 2019). Las penalizaciones económicas incurridas a la empresa distribuidora resultarían para el período de estudio en USD 171.502.

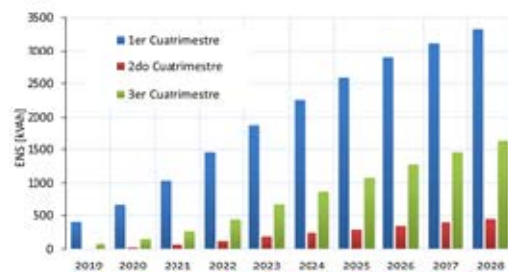


Fig. 2. ENS por año y por falla para cada cuatrimestre.

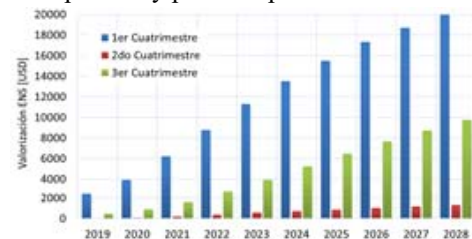


Fig. 3. Valorización por ENS en el período de estudio.

## CONCLUSIONES

Se logró definir una metodología para obtener un máximo nivel de aprovechamiento de las redes de distribución primaria disponibles, orientada a reducir los niveles de ENS e incrementar la confiabilidad de suministro de las demandas industriales definidas como críticas en un PI.

Los resultados obtenidos en este trabajo permitirán proseguir con un estudio técnico-económico de diseño de una planta virtual compuesta por diversas fuentes de generación distribuida y almacenamiento de energía con el fin de brindar soporte de energía en casos de contingencias y si se generan excedentes, con la posibilidad de inyectarlos en las redes de distribución.

## REFERENCIAS

- Arizpe Islas, J.L., Neira Rosales, S. y López, A., "Calidad de energía y sistemas eléctricos de potencia", (2013).
- Ministerio de Hacienda Secretaría de Recursos Renovables y Mercado Eléctrico, "Resolución. 45/2019", Ciudad de Buenos Aires, Argentina (2019).



# ACCESO A LA RED DE TRANSMISIÓN DE CUYO Y COMAHUE DE PROYECTOS DE GENERACIÓN RENOVABLE ENMARCADOS DENTRO DEL PROGRAMA RENOVAR

Marcos M\*<sup>(1)</sup>, Cea, Damián A<sup>(1)</sup>, Cano, Pablo G. Gaspoz<sup>(1)</sup>, Juan P. Fernández<sup>(1)</sup>, Matías W. Orue<sup>(1)</sup>

Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Santa Fe  
Lavaise 610, Santa Fe, Santa Fe  
marcoscea28@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objetivos analizar y proponer obras eléctricas de acceso a los proyectos de Generación Renovables Intermitentes (GRI), enmarcadas dentro de rondas RENOVAR, MATER y Resolución 202, proyectadas para la regiones eléctricas de CUYO y COMAHUE, en el nivel de tensión 132 kV. A su vez, se propone evaluar el impacto de los proyectos de GRI en forma individual y conjunta en las condiciones de operación de la red de transmisión. Finalmente, se efectúa un análisis de las posibles obras de infraestructura de red adicionales, tal que permitan evacuar el excedente de generación, a fin de evitar el vertido energético y maximizando la energía anual inyectada, manteniendo así los índices de confiabilidad del sistema.

## METODOLOGÍA

### *Descripción de la red modelada:*

Los estudios se realizan sobre la red de transporte y transmisión de las regiones de CUYO y COMAHUE. La misma se modela con un software específico de sistemas eléctricos de potencia, utilizando sus herramientas de simulaciones en régimen estático. La red de 500 kV, 220 kV y 132 kV se modela parcialmente, definiendo la red de potencia infinita en la Estación Transformadora (ET) Choele Choele y las interconexiones, hacia el norte entre la ET Gran Mendoza y ET Luján y hacia el sur entre la ET El Chocón y ET Puelches, como extracciones de potencia constante, ajustadas para cada escenario de demanda analizado, según despacho típicos de CAMMESA.

### *Determinación de la curva PQ:*

Se determinan las curvas P-Q para cada Parque Eólico (PE) y Fotovoltaico (PFV) en su punto de acople con la red, a fin de definir si es necesario solicitar una ampliación del rango de reactivo de los inversores equivalentes o instalar compensación shunt para el ingreso de la GRI bajo estudio. Para ello, se comparan las curvas P-Q obtenidas con las curvas teóricas para PE y PFV definidas según el Anexo 40 y Anexo J del Procedimiento Técnico N° 4 (CAMMESA, 2011; CAMMESA, 2017).

### *Cálculo de la potencia máxima admisible en forma individual y conjunta de la GRI*

Se analiza la inserción individual de cada proyecto de generación en los distintos puntos de la red según su ubicación geográfica. Para ello, se realizan simulaciones de flujos de carga, con los PEs y PFVs controlando tensión en su punto de acople con la red para dos escenarios típicos de carga:

- Un escenario de pico de demanda del subsistema a partir de los datos del verano de 2018/2019 (demanda máxima).
- Un escenario de valle a partir de los datos de invierno 2019 (demanda mínima).

Para verificar el impacto de la GRI, se comprueban estados de carga de líneas y transformadores de potencia y niveles de tensiones en todos los corredores. Además, se estiman fluctuaciones de tensión en la red, debido a la intermitencia del recurso eólico y solar en las zonas vinculadas eléctricamente al nodo de conexión de los PEs o PFVs, para lo cual se tiene en cuenta “la mayor variación de generación frecuente”, dado que puede definir la potencia máxima de generación renovable intermitente en un nodo del Sistema Argentino de Interconexión (SADI).

Si alguno de los parques alcanza alguna de las restricciones dispuestas por CAMMESA en los anexos del PT N° 4 (CAMMESA, 2011), se disminuye su potencia hasta adoptar un valor máxima admisible del PE o PFV que no produzca perturbaciones en la red.

Luego de determinar la potencia máxima para cada PE o PFV, se analiza la inserción en conjunto de los proyectos GRI, siguiendo una secuencia de actividades igual a la definida para el ingreso individual de los mismos. Además, se verifican las nuevas potencias de cortocircuito con toda la GRI en servicio.

En aquellos escenarios donde se alcanza alguna de las restricciones definidas en los anexos del PT N° 4, se proponen y modelan obras eléctricas de transmisión y/o transporte para la red, tal que permitan su operación dentro de parámetros eléctricos admisibles. De esta manera, se optimiza el abastecimiento de la energía de modo que responda a las necesidades de la demanda, evitando perturbaciones en el sistema o la interrupción del suministro eléctrico.

## RESULTADOS

### *Determinación de la curva PQ:*

En la Fig. 1 se observa, a modo de ejemplo, la curva obtenida en el punto de acople a la red para el caso del

PFV DIAGUITAS 2 de la región de Comahue (curva roja). El resultado demuestra que la curva no cubre por completo la curva teórica (curva azul), por lo cual se determina que es necesario la compensación shunt, con un reactor de 0,5 MVar, para el control de tensión en el nodo (Fig. 2).

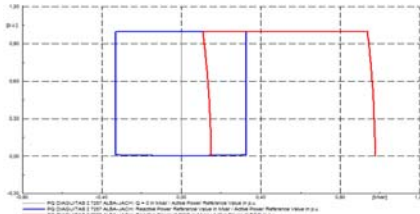


Fig. 1. Curva PQ sin compensación shunt.



Fig. 2. Curva PQ con compensación shunt.

### Resultados del análisis de generación individual y conjunta de la GRI:

Las simulaciones de flujos de carga para la inserción en forma individual y posteriormente en conjunto de los PEs y PFVs, en la condición de red con todos sus elementos en servicio, muestran que el sistema presenta restricciones, tanto por tensiones fuera de los rangos admisibles, como sobrecarga en electroductos. Por otro lado, si bien se presentan incrementos importantes en las potencias máximas de cortocircuito de la red, en el rango de 3% a 36%, no se superan los límites de diseño de las ETs.

Para subsanar los inconvenientes presentados, se proponen distintas obras para mantener condiciones admisibles del sistema:

- ET de 132 kV a 500 kV en Rodeo SJ
- Línea de 500 kV de sección 300/50 Al/Ac, que interconecte la ET Rodeo SJ con la ET Nueva San Juan, longitud. de 150 km
- 4 líneas de 132 kV: 3 para el COMAHUE de sección 300/50 mm<sup>2</sup> Al/Ac, que interconecten ET Plaza Huinca con ET Cutral-co, ET Cutral-co con ET El Chonconcito y ET Pomona con ET Choele Choel, y una línea para CUYO de sección 240/40 mm<sup>2</sup> Al/Ac, que interconecte ET Solar Ullum con ET Punta Rieles, totalizando 72 km de líneas de AT.

En la Fig. 3 se observa que la incorporación de GRI con las obras propuestas produce un aumento de tensión en barras de 500 kV, acercándose al límite superior.

En la Fig. 4 y 5 se presentan los resultados de los estados de carga en líneas de extra alta tensión y transformadores de potencia, respectivamente. Con las

obras propuestas, el ingreso de la GRI trae alivio de hasta el 60% en la cargabilidad de algunos electroductos.

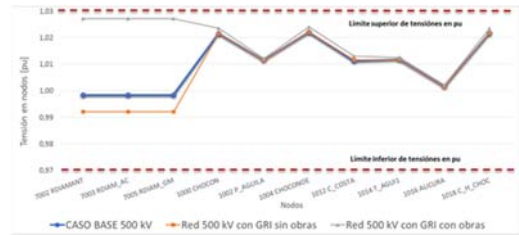


Fig. 3. Tensiones nodales en la red de 500 kV.

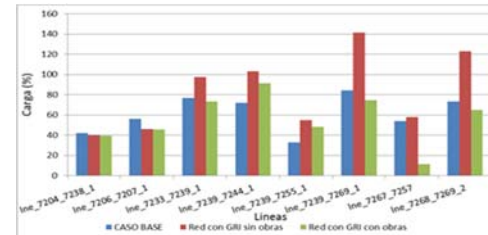


Fig. 4. Carga de líneas de extra alta tensión.

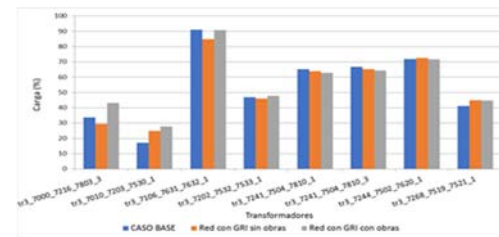


Fig. 5. Carga de transformadores de potencia.

## CONCLUSIONES

La metodología desarrollada para evaluar la inserción de GRI permite determinar las restricciones del subsistema debido a las condiciones en la que opera actualmente, a su vez, posibilita definir las mejores obras de infraestructura eléctrica, tal que, permitan una inserción en conjunto de los PE y PFV, manteniendo así la confiabilidad del sistema y evitando el vertido de energía por capacidad insuficiente de transporte.

## REFERENCIAS

- CAMMESA. (2011). Anexo 40: Generación Eólica.  
 CAMMESA. (2017). Anexo J: Generación fotovoltaica - requisitos de conexión.  
 CAMMESA. (2011). Procedimiento Técnico N° 4: Ingreso de nuevos grandes usuarios mayores, distribuidores, generadores, autogeneradores y cogeneradores al MEM.

# ANÁLISIS DE INSERCIÓN DEL PROGRAMA PROSUMIDORES EN LA CIUDAD DE SANTO TOMÉ Y SU IMPACTO EN LA OPERACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE 13,2 KV

C. Sanseverinatti<sup>(1)</sup>; U. Manassero<sup>(1)</sup>; M. Muller<sup>(1)</sup> \*; D. López<sup>(1)</sup>; P. Marelli<sup>(1)</sup> ; P. Gaspoz<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Eléctrica y Sistemas Energéticos (CIESE), Facultad Regional Santa Fe, UTN. Lavaise 610, Santa Fe, Santa Fe.

\*maximuller.94@frsf.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

La matriz energética mundial posee mayor cantidad de generación basada en combustibles fósiles, lo cual produce una serie de inconvenientes como son el daño al medio ambiente, el alto costo de generación, y las grandes pérdidas de transporte de energía (Shahbaz et al, 2020). Por ello, en los últimos tiempos, la situación energética se encuentra en un marco de acelerado crecimiento en tecnologías renovables, que apuntan principalmente a reducir la dependencia energética de las generaciones convencionales, enfocándose en la lucha contra el cambio climático y la reducción del costo de la energía (Mengyao Han et al, 2020). Gracias al avance tecnológico existente de los equipos fotovoltaicos (FV), hace que éstos bajen sus costos, traduciéndose en un incentivo para que los usuarios se inclinen a la incorporación de estas tecnologías, y de esta manera, reducir sus tarifas energéticas. La provincia de Santa Fe, mediante el programa Prosumidores, hace posible que los usuarios residenciales conectados a la red de distribución de baja tensión cuenten en sus instalaciones con un equipo FV para generar energía, reduciendo su consumo de la red de distribución.

El actual trabajo se centra exclusivamente en el análisis de inserción del “Programa Prosumidores” a partir de clientes de tipo residencial. El programa establece una restricción de producción máxima de energía renovable por parte del usuario con un máximo del 80% de la energía consumida del año anterior, sin admisión de baterías en la instalación.

Como sistema de estudio, se utiliza la red de distribución de 13,2 [kV] de la localidad de Santo Tomé, ciudad ubicada a 4 [km] de la Capital de Santa Fe. Esta red es alimentada por 3 estaciones transformadoras (ET) de 132/33/13,2 [kV], a través de 12 distribuidores de 13,2 [kV], que abastecen a un total de 236 subestaciones transformadoras (SETs) de 13,2/0,4-0,231 [kV], brindando energía a 24.830 usuarios residenciales.

## MÉTODOS

A partir de un software específico de flujos de carga se elabora un modelo de la red de estudio. Este modelo eléctrico presenta como particularidad que todos los usuarios residenciales de la red se asumen con generación

FV, con un módulo de potencia nominal equivalente a la generación de energía máxima permitida por el programa.

El cálculo del módulo de potencia nominal de los generadores FV, se realiza con un software específico de dimensionamiento de sistemas de generación de energía FV, en función a los datos de entrada solicitados por el mismo, tales como: bases de datos históricas de la energía consumida anualmente por los usuarios residenciales abastecidos por cada SET, lugar de emplazamiento de los paneles, tipo de tecnología, orientación y tipo de ventilación, entre otros.

Para el análisis de penetración de los Prosumidores residenciales en la red de estudio, se definen y elaboran perfiles de carga correspondientes a diferentes escenarios de operación de la red a partir de los estados de carga extremos que pueden presentarse (Pico y Valle), y según las dos estaciones del año más significativas (Invierno y Verano). En el caso de los perfiles de demanda, se elaboran cuatro curvas, correspondientes a escenarios de Valle y Pico para escenario de Verano e Invierno. Por otro lado, para la generación se elaboran dos perfiles, referentes al escenario de invierno y verano, pues los niveles de irradiancia solar y temperatura ambiente determinan la potencia generada por el FV. Tanto los perfiles de demanda como los de generación se realizan con paso horario en una semana completa.

En la Fig. 1 se presentan los perfiles de carga típicos de las SETs de uno de los distribuidores, y en la Fig. 2 se muestra la curva de carga de los generadores de todos los distribuidores, para el caso de invierno y verano.

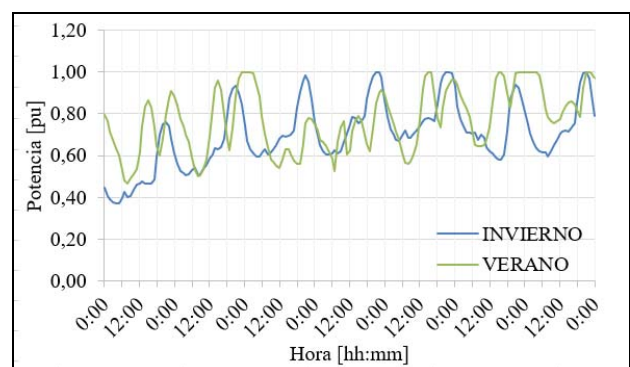


Fig. 1. Perfil de carga estacional típico de un distribuidor de 13,2 [kV].

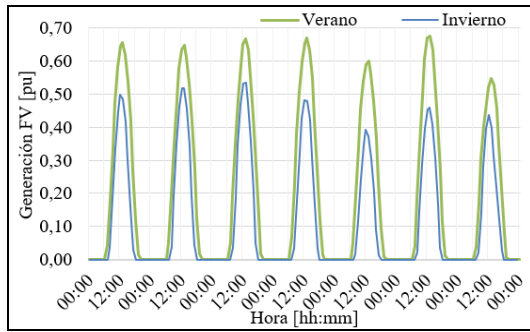


Fig. 2. Curva de generación de los generadores FV. Caso INVIERNO y VERANO.

Los parámetros principales que se estudian corresponden a las variaciones y porcentajes de cargabilidad en las líneas, y las variaciones y los niveles de tensión en cada una de las barras (representadas por las SETs). Las simulaciones se realizan para cada uno de los escenarios establecidos, con y sin inyección FV, de manera de aumentar el porcentaje de inserción sin infringir las restricciones de tensión impuestas por normativa ENRE, que establece un rango admisible de  $\pm 7\%$  para 13,2 [kV], y la cargabilidad de las líneas, no deben superar el 100% de su capacidad nominal.

### RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las simulaciones de flujos de carga demuestran que, para los diferentes escenarios, ninguno de los distribuidores supera los límites de tensión establecidos. Si bien en el caso Valle Verano con inserción FV, la tensión llega a valores cercanos al límite superior, siempre se mantiene dentro del rango admisible.

En la Fig. 3 se presenta el valor del nodo que posee la mayor tensión para cada uno de los distribuidores en los cuatro casos de estudio con inserción de generación FV. Se observa que en ninguno de ellos la tensión excede los límites permitidos por norma.

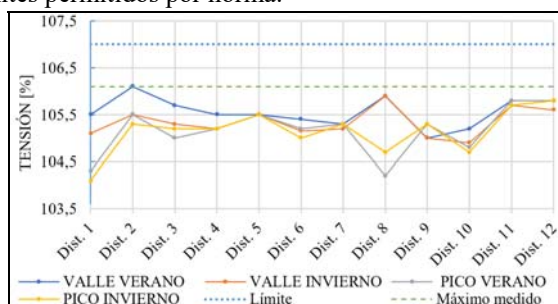


Fig. 3. Niveles máximos de tensión por distribuidor para los diferentes escenarios. Casos con FV

Con respecto a la cargabilidad de las líneas, no se advierten sobrecargas, aunque en escenarios de Pico Verano y Pico Invierno se alcanzan valores muy próximos, del orden de aproximadamente el 97%.

En la Fig. 4 se muestran las variaciones de las líneas con máxima cargabilidad de cada distribuidor obtenidas de las simulaciones para el escenario Pico Verano con y sin inserción FV. Se destaca que la cargabilidad máxima de los conductores no varía de un caso al otro (con y sin FV), esto

se debe a que la carga máxima se da para ocasiones nocturnas, donde los generadores FV no inyectan energía. En cambio, los niveles mínimos de cargabilidad resultan disminuidos con la inserción del FV, según se evidencia en la figura 4, con rangos porcentuales de variación que oscilan, según el distribuidor, entre 2 y 18%.

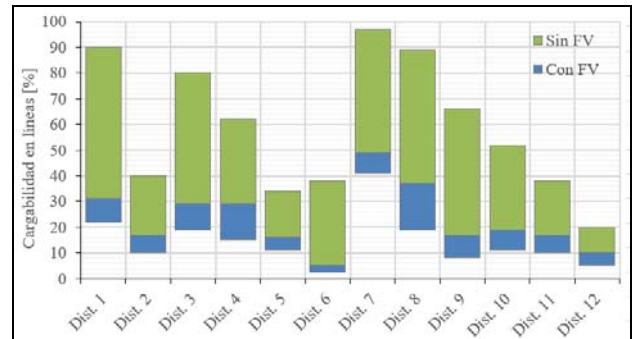


Fig. 4. Cargabilidad máxima en las líneas.

### CONCLUSIONES

La ciudad de Santo Tomé presenta condiciones positivas para la implementación de generadores FV residencial, no solo por las políticas de incentivo del Programa Prosumidores, sino también por las condiciones técnicas de la red de distribución.

Con respecto a la calidad de energía y variables de operativas de la red, para todos los escenarios de estudio el acceso de la generación FV residencial mantiene perfiles de tensión en nodos y niveles de cargabilidad de líneas aceptables. Ello implica que, resulta factible incorporar el Programa Prosumidores a todos los usuarios residenciales de la red en estudio, que representa un nivel de penetración del 81% en términos de la relación entre la potencia instalada en FV y la demanda pico de consumo de la red de distribución de Santo Tomé.

### REFERENCIA

Shahbaz M, Raghutla C, Chittedi K., Jiao Z, Vo X.. "The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from the renewable energy country attractive index", (2020).

Mengyao H., Jiao X. "Chinese photovoltaic poverty alleviation: Geographic distribution, economic benefits and emission mitigation", (2020).

Ente Regulador de la Electricidad (ENRE). "Base Metodológica para el Control de la Calidad del Producto Técnico".

## DISEÑO MECÁNICO DE SOPORTE DE ALTAVOCES PARA UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE CABEZA

Martín Méndez<sup>(1)(2)</sup>; Juan Cruz Bordón<sup>(1)</sup>; R. Martín Guido<sup>(1)</sup>; G. Agustín Cravero<sup>(1)</sup>; Fermín Scaliti<sup>(1)</sup>; Fabián C. Tommasini\*<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), CONICET, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba, Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba, Argentina.

<sup>(2)</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1611, Córdoba, Argentina.

\*ftommasini@frc.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Las funciones de transferencia de cabeza (*head-related transfer functions*, HRTFs) contienen todas las claves auditivas necesarias para que un ser humano pueda localizar con precisión una fuente sonora en el espacio (Middlebrooks, 1999). Es posible realizar simulaciones de un escenario auditivo virtual, generando audio en tres dimensiones, a partir de filtros creados con las HRTFs (Møller, 1992). La medición de estas funciones se realiza mediante complejos y costosos sistemas desarrollados ad-hoc. Para obtener un registro completo del espacio sonoro es necesario realizar un gran número de mediciones, con la fuente sonora ubicada en diferentes ángulos de azimut y de elevación, a fin de conseguir una esfera densa de puntos medidos alrededor de la cabeza. Actualmente, en el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), CONICET, UTN Facultad Regional Córdoba, se está desarrollando un sistema de medición de HRTFs.

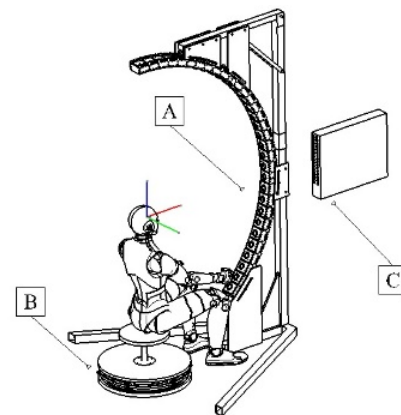
En la Figura 1 se muestra un esquema general de este sistema. El mismo consta de tres partes, el primero es una estructura de soporte de altavoces con movimiento rotacional en el plano vertical (ángulo de elevación) para las fuentes sonoras (Fig. 1-A), el segundo es una plataforma con movimiento rotacional en el plano horizontal (ángulo de azimut) (Ferreyra et al., 2017) sobre la que se sitúa el oyente (Fig. 1-B) y el tercero es un dispositivo demultiplexor-amplificador de audio (Scaliti et al., 2019) (Fig. 1-C) que controla las señales acústicas del sistema. El presente artículo se centra en el diseño mecánico de la estructura de soporte de altavoces en base a requisitos y criterios específicos.

### PROPUESTA DE DISEÑO MECÁNICO

El soporte de altavoces consta de un *arco soporte* y de un *brazo soporte*.

*Arco soporte.* Para el diseño del arco soporte, se propone un modelo de tipo arco semicircular (Fig. 2a), similar al presentado por Richter et al. (2016) donde la cabeza de un oyente sentado se ubica en el centro geométrico del arco. El motivo por el que se utiliza un semiarco, en lugar

de un arco completo, es debido a que se eliminan las reflexiones producidas por los altavoces de la segunda mitad del arco.



**Fig. 1.** Componentes del sistema de medición de HRTFs: (A) estructura soporte de altavoces, (B) plataforma rotativa y (C) dispositivo demultiplexor-amplificador.

Este arco semicircular alberga hasta 32 cajas acústicas con sus respectivos altavoces (AuraSound NSW1-205-8A de 1" de rango extendido y 0,5 N de peso), distribuidos sobre el plano vertical, perpendicular al plano horizontal, con un radio de 1,10 m. El arco es ensamblable, de manera que las cajas acústicas no se ubiquen de manera independiente, sino que estén adosadas a un mismo esqueleto y separadas por placas. Para esto, fue necesario integrar las cajas acústicas al arco semicircular, utilizando las paredes laterales de la estructura general y subdivisiones internas formando una figura prismática con un mismo volumen como cavidad resonante. Para el diseño de cada caja acústica, se consideró una frecuencia de corte de 150 Hz y un modelo de reflector de bajos, con un volumen interno de 216 cm<sup>3</sup> y dos tubos de sintonía de 3,9 mm de diámetro y 9 mm de largo, al frente. Los centros de las cajas, y en consecuencia los centros de los altavoces, están distanciados ~4,4° entre sí, equivalentes a una longitud de arco de ~84 mm.

El material de construcción de todo el arco semicircular fue diseñado utilizando paneles de fibra de densidad media (*medium density fibreboard*, MDF) de pino de 9 mm de

espesor y una densidad de  $718 \text{ kg/m}^3$ , con un peso total de  $\sim 5,7 \text{ N}$ .

**Brazo soporte.** El arco semicircular de altavoces se fija al brazo soporte, que posee una altura de  $2,4 \text{ m}$  y un peso de  $\sim 327,6 \text{ N}$  (Fig. 2b). Esta estructura fija consiste, por un lado, de una estructura metálica tubular que proporciona una estabilidad adecuada a todo el brazo soporte utilizando perfiles estructurales de acero de secciones cuadradas ( $60 \times 60 \text{ mm}$ ) y rectangulares ( $60 \times 40 \text{ mm}$ ), con espesor de  $1,6 \text{ mm}$ . Por otro lado, posee un sistema de ocho placas estructurales de acero con ranuras en forma de arco, las cuales se fijan, por medio de bulones, a la primera parte y, por medio de pernos, al arco soporte de altavoces, permitiendo un deslizamiento relativo entre el brazo y el arco, logrando una rotación del arco semicircular en el plano vertical (ángulo de elevación).

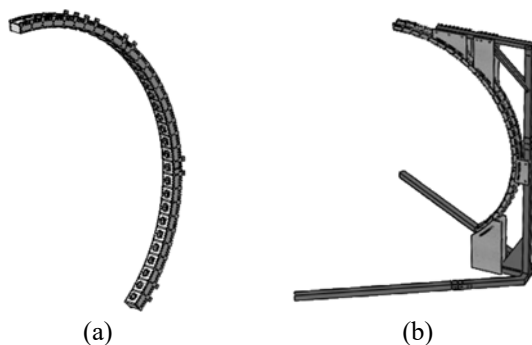


Fig. 2. Diseño CAD de (a) arco soporte semicircular de altavoces, y (b) brazo soporte con arco.

### DISCUSIÓN

El diseño propuesto permitirá realizar mediciones de un conjunto de HRTFs, siguiendo la definición dada por Blauert (1997) para campo libre

$$H(\theta, \phi, f) = \frac{p(\theta, \phi, f)}{p(f)} \quad (1)$$

donde  $p(\theta, \phi, f)$  es la presión sonora medida en un punto del canal auditivo para una determinada posición  $(\theta, \phi)$  y  $p(f)$  es la presión sonora medida en un punto de referencia correspondiente al centro de la cabeza del sujeto (centro del sistema de coordenadas) cuando éste está ausente.

Para ello, los altavoces del arco semicircular deben excitar los micrófonos colocados en los conductos auditivos externos activando un altavoz por vez dentro de un recinto libre de reflexiones acústicas (campo libre). El control de dicha activación se realiza por medio del dispositivo demultiplexor-amplificador, al que ingresan 4 entradas de audio de nivel de línea y permite la selección entre 32 salidas de potencia.

De esta manera será posible realizar mediciones para diferentes posiciones y generar una esfera densa de puntos alrededor de la cabeza del sujeto. Esto se logra gracias al movimiento rotacional de la plataforma (barrido de  $360^\circ$  en el plano horizontal o azimutal), al movimiento relativo entre el brazo soporte y el arco semicircular (barrido de  $\sim 135^\circ$  en el plano vertical, ángulo de elevación), como así también, a

la utilización de múltiples altavoces. Esto, además, ayuda a disminuir el tiempo de medición.

Luego, durante el pos-procesamiento, todas las señales  $p(\theta, \phi, f)$  obtenidas para cada posición son divididas por la referencia  $p(f)$  en el dominio de la frecuencia, como indica la Ec. (1). Así, se elimina la influencia de las respuestas del micrófono y de los altavoces, como también las reflexiones que se producen en los aparatos y en la sala (Andreopoulou et al., 2015). Como resultado, se logra un conjunto de HRTFs (pares de filtros para oído izquierdo y oído derecho) individuales para el sujeto medido.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Sebastián Ferreyra y Aldo Ortiz Skarp por sus comentarios técnicos, y a Tomás Tommasini por sus aportes en el diseño inicial. Este trabajo fue financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Argentina (PICT 2016-0738); y la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina (PID UTN 4498 y PID UTN 6565).

### REFERENCIAS

Andreopoulou, A., Begault, D.R., y Katz, B.F.G. (2015) 'Inter-Laboratory Round Robin HRTF Measurement Comparison'. *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing* 9 (5), 895–906.

Blauert, J. (1997) *Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization*. MIT Press

Ferreyra, S.P., Moreno, A.M., Morales, J.I., Novillo, D.A., López, J.F., Gelerstein, S.I., Simes, J.Y., Rametta, J., Cravero, G.A., y Gilberto, L.G. (2017) 'Diseño de Plataforma Rotativa para Medición de Dispositivos Acústicos'. *Mecánica Computacional* 35 (2), 27–37

Middlebrooks, J.C. (1999) 'Virtual Localization Improved by Scaling Nonindividualized External-Ear Transfer Functions in Frequency'. *The Journal of the Acoustical Society of America* 106 (3), 1493–1510.

Møller, H. (1992) 'Fundamentals of Binaural Technology'. *Applied Acoustics* 36 (3–4), 171–218. DOI: 10.1016/0003-682X(92)90046-U

Richter, J.-G., Behler, G., y Fels, J. (2016) 'Evaluation of a Fast HRTF Measurement System'. *Audio Engineering Society*

Scaliti, F., Tommasini, F.C., Guido, R.M., Cravero, G.A., Capiglioni, L., y Guber, D.M. (2019) 'Amplificador de Audio Multicanal Con Control de Salidas Para Aplicaciones Experimentales de Acústica'. *Mecánica Computacional* 37 (5), 87–96

# Ingeniería Civil

## COEFICIENTES DE PRESIÓN EXTERNA PARA DOMOS GEODÉSICOS DETERMINADOS CON TUNEL VIRTUAL DE VIENTO

R. Bonetto <sup>(1)</sup>, H.F. Begliardo <sup>(1,2)\*</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela.

<sup>(2)</sup> GIAMNCI (Grupo de Investigación en Aplicaciones de Métodos Numéricos en Ciencia e Ingeniería)

Acuña 49, (2300) Rafaela, Santa Fe

\*E-mail: [hugo.begliardo@frra.utn.edu.ar](mailto:hugo.begliardo@frra.utn.edu.ar)

### INTRODUCCIÓN

Las cúpulas o domos geodésicos son reticulados espaciales mono-capas, poliédricos, cuyas plantas se inscriben en un círculo. En razón de su bajo peso, economía y rapidez de ejecución, se las utiliza tanto como estructuras fijas o temporales para cubrir grandes espacios (pabellones de exposición, salas de conciertos, estadios, etc.). La disposición triangulada de las barras que conforman la estructura las dota de rigidez frente a distorsiones de superficie, y su configuración cuasi-esférica les aporta significativa resistencia axial (Fig. 1).



Fig. 1. Modelo estudiado: (a) planta; (b) vista lateral

El análisis del comportamiento de estas formas se ha venido realizando en las últimas décadas bajo distintos enfoques, sometiéndolas a diferentes acciones, con y sin evaluaciones de colapso, (Fujimoto *et al.*, 1993; Abedi y Parke, 1996; Saka, 2007; López *et al.*, 2007; Szmit, 2017).

En este trabajo se describe sucintamente la metodología llevada a cabo para la optimización de secciones de barras mediante programación visual, de domos geodésicos con relación  $f/d$  (altura/diámetro) = 0,5, expuestos al viento, correspondiente a un Proyecto Final de grado (Bonetto, 2020) desarrollado en el marco del PID ECUTIRA004601TC y presenta, de modo particular, los valores de *coeficientes de presión externa* ( $C_p$ ) para cúpulas poliédricas de frecuencia  $n = 6$ , hallados a partir de la modelización de un túnel simulado de viento. Si bien es habitual que a este tipo de estructuras se las construya en acero o madera, en esta investigación se utilizaron barras de material polimérico de uso frecuente en el mercado de la construcción.

### MÉTODOS

La geometría de los domos se generó a partir de los sólidos platónicos icosaedro y octaedro. Ambos se evaluaron para diámetros comprendidos entre 4 y 10 metros, con frecuencias  $n = 2, 3, 4, 5$  y 6.

Las barras de las cúpulas se modelaron con los datos provistos por dos marcas comerciales de tubos, una de caños para distribución de agua en instalaciones domiciliarias, fabricadas con polipropileno, y la restante de caños de pvc para el pasaje de conductores eléctricos.

Para la modelización de los coeficientes y acción del viento, el comportamiento estructural y la optimización del diseño, se utilizó un paquete informático conformado por *Grasshopper*, software de programación visual que opera dentro del entorno de modelado geométrico *Rhinoceros*, auxiliado por software complementarios específicos: *Butterfly*, *Karamba* y *Galapagos*.

A tal efecto, se desarrollaron tres algoritmos. El primero de ellos -objeto de los resultados que se vuelcan en este artículo- se apoyó en *Butterfly*, el cual permitió la determinación de los coeficientes de presión externa mediante un túnel virtual de viento por cuanto, para estas estructuras de superficie facetada, no están contemplados en el Reglamento CIRSOC 102-2005. Este software, que resuelve por el método de los volúmenes finitos, crea y ejecuta simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD) usando *OpenFOAM*, programa de código abierto para la aplicación de CFD, capaz de ejecutar simulaciones avanzadas y modelos de turbulencia tales como RANS (*Reynolds Averaged Navier-Stokes*) y LES (*Large Eddy Simulation*).

Un segundo algoritmo incorporó los coeficientes hallados para la obtención de la presión dinámica del viento según el citado reglamento y, a partir de estos, las fuerzas nodales.

Finalmente, el tercer algoritmo, teniendo como función objetivo la minimización del peso propio, tomó el conjunto de las acciones (viento, peso y sobrecargas) y, mediante *Karamba*, realizó el análisis estructural por elementos finitos lo cual, combinado con *Galapagos*, solucionador evolutivo por algoritmos genéticos, permitió alcanzar la respuesta y optimización estructural para cada caso.



## RESULTADOS

En la Figura 2 se representan, en planta, los valores de  $C_p$  obtenidos para domos icosaédricos de relación  $f/d$  (altura/diámetro) = 0,5 y frecuencia  $n=6$ , según los modelos CFD-RANS y CFD-LES. En estas imágenes, como en las de la restante figura, el sentido del viento obrante es de izquierda a derecha.

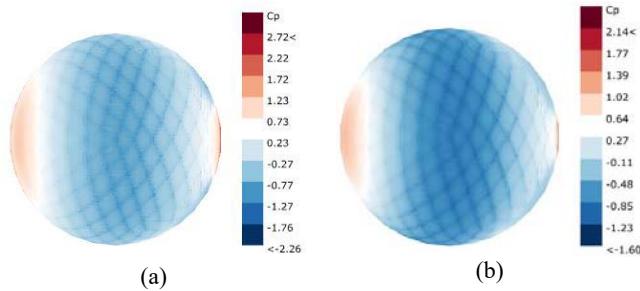


Fig. 2. Coeficientes  $C_p$ : a) CFD-LES, b) CFD-RANS

A partir del trazado de isolíneas de  $C_p$ , la Figura 3 permite compararlos con los recomendados en las normas ASCE/SEI 7-16 (esencialmente similar a su homóloga EN 1991-1-4:2005+A 1) y la brasilera NBR 6123 para cúpulas de superficie lisa. El estándar americano establece la constancia de los coeficientes en cada plano perpendicular al viento.

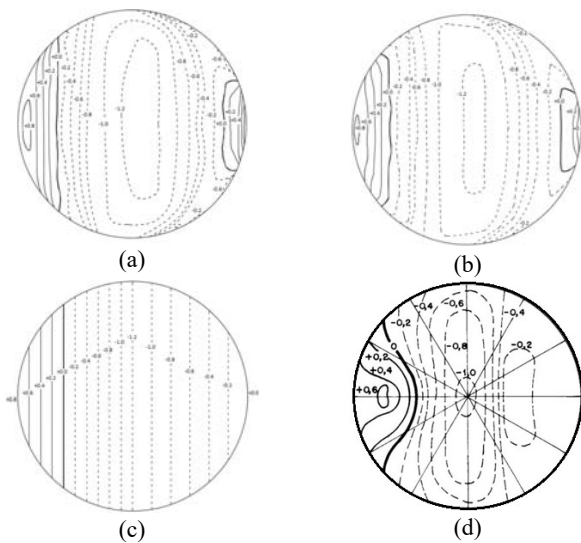


Fig. 3. Isolíneas de coeficientes  $C_p$ . a) CFD-LES; b) CFD-RANS; c) ASCE 7-16; d) NBR 6123

En ambos modelos CFD se puede observar una similar distribución de los valores de los coeficientes, siendo el máximo a barlovento de  $C_p = +0,8$ , para luego decrecer hasta hacerse negativo sobre el coronamiento del domo, llegando a  $C_p = -1,2$  (en CFD-LES son sensiblemente superiores). A sotavento, decrecen hasta anularse y tornarse positivos hasta un máximo de  $C_p = +0,4$ .

Es aceptable la correspondencia entre lo hallado en este trabajo con ASCE/SEI 7-16, a excepción de la parte

inferior del domo, a sotavento, donde en el estándar americano se anulan.

Por otro lado, la normativa NBR 6123 prescribe coeficientes menores, tanto a barlovento como a sotavento, con valores máximos de  $C_p = +0,6$  y  $C_p = -1,0$  respectivamente. El mismo reglamento recomienda tomar precauciones al aplicarlos, al advertir sobre el carácter aproximado de los mismos.

## CONCLUSIONES

Los coeficientes de presión externa hallados en este trabajo con el túnel virtual de viento, guardan significativa correspondencia con los valores recomendados por el ASCE/SEI 7-16 y el Eurocódigo 1. Se destaca, particularmente, una mejor definición a sotavento que la constancia por arcos de círculo recomendada en estos. Sin embargo, debe tenerse presente que las diferentes superficies de domos comparadas (facetadas y lisas), contribuye, necesariamente, a esas diferencias observadas.

## REFERENCIAS

- Abedi, K., Parke, G., "Progressive Collapse of Single-Layer Braced Domes", *International Journal of Space Structures*, II No.3, 291-306 (1996).
- ASCE/SEI 7-16: Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.
- Bonetto, R., *Optimización de secciones de barras de domos geodésicos*, Proyecto Final, UTN F.R.Rafaela (2020).
- Butterfly. <https://www.grasshopper3d.com/video/butterfly>
- CIRSOC 102-2005: Reglamento Argentino de Acción del Viento sobre las Construcciones
- EN 1991-1-4 (2005): Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-4: General actions - Wind actions.
- Fujimoto, M, Saka, T., Imai, K., Morita, T., "Experiment and numerical analysis of the buckling of a single-layer latticed dome", *Space Structures 4*. T. Telford, London, 396-405 (1993)
- Galapagos. [www.grasshopper3d.com/group/galapagos](http://www.grasshopper3d.com/group/galapagos)
- Grasshopper (v.0.9.0076) [www.grasshopper3d.com](http://www.grasshopper3d.com)
- Karamba (v. 1.1.0). [www.karamba3d.com](http://www.karamba3d.com)
- López A., Puente I., Serna, M., "Direct evaluation of the buckling loads of semi-rigidly jointed single-layer latticed domes", *Engineering Structures*, **29**, (2007).
- NBR 6123 (1988). Forças devidas ao vento em edificações. PID ECUTIRA0004601TC. *Diseño paramétrico de sistemas reticulados espaciales*. (2017/19).
- Rhinoceros (5.0). [www.rhino3d.com](http://www.rhino3d.com)
- Saka, M., "Optimum Geometry Design of Geodesic Domes Using Harmony Search Algorithm", *Advances in Structural Engineering* Vol. 10 No. 6 (2007)
- Szmit, R., "Geometry Design and Structural Analysis of Steel Single-Layer Geodesic Domes", *Baltic Geodesic Congress (Geomatics)*, 205-209 (2017).

# PROPIEDADES DE HORMIGONES CON REEMPLAZO DE AGREGADOS POR CAUCHO MOLIDO.

Ana Giselle Cressa\*<sup>(1)</sup>; Carlos Baronetto<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> CINTEMAC, UTN Facultad Regional Córdoba  
 Maestro Lopez esq. Cruz Roja, Ciudad Universitaria, Córdoba, Córdoba  
 \*anicressa@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

El sostenido crecimiento anual del parque automotor, sin la existencia de una legislación que controle la disposición final de las cubiertas, plantea un escenario ambiental complejo. El Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), expuso que en Argentina la generación de neumáticos inservibles superaba las 100.000 toneladas anuales en el año 2010 (Poliak, 2010). Se puede estimar que dicha cifra alcanza las 130.000 toneladas en la actualidad. La disposición final de neumáticos inservibles descontrolada y fuera de cualquier criterio de reciclaje en cualquiera de sus formas, representa un grave peligro para la salud humana y, además, constituye un potencial riesgo de incendio incontrolable. Por otro lado, se estima que el tiempo de su descomposición natural o biodegradación supera los 600 años y, por su forma constructiva de aro, abarcan grandes extensiones de tierras aprovechables para otros usos más eficientes. Además, se genera una contaminación visual del entorno y comienza una incipiente, lenta y peligrosa degradación química de los neumáticos.

En ese mismo sentido, existen variadas posibilidades de reciclaje de los neumáticos inservibles, algunas son la reutilización, revalorización y recuperación energética. Hay múltiples ejemplos de ello y uno es la adición de partículas de caucho a hormigones, tema de estudio del presente trabajo. Su objetivo principal es analizar la influencia de la utilización de caucho de neumáticos inservibles molido en hormigones, como sustituto de los agregados inertes, en sus propiedades para su empleo en elementos de protección vial.

## MÉTODOS

En una primera etapa, el trabajo consistió en el estudio de hormigones con distintos porcentajes de remplazo en volumen de agregados por caucho molido, realizando ensayos tanto en hormigón en estado fresco como en estado endurecido, previa caracterización de los materiales utilizados. Se realizaron un hormigón patrón (HFP), cuya dosificación se puede observar en la Tabla 1, y reemplazos del 10%(HF10), 17,5% (HF17,5) y 30% (HF30). En la Figura 1 se presenta la curva granulométrica del caucho molido utilizado. Los resultados de este plan experimental permitieron definir las características más sobresalientes de cada mezcla.

Posteriormente, y a partir de la elección de la mezcla óptima, se realizaron sobre ésta los ensayos para evaluar su comportamiento frente a impactos y, en base a estos ensayos, se realizó teóricamente la deducción del comportamiento energético.

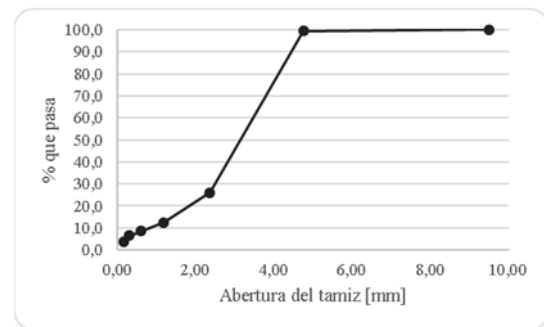


Fig. 1. Curva granulométrica del Caucho Molido

Tabla 1. Dosificación HFP.

	Densidad relativa	Volumen [dm <sup>3</sup> ]	Peso [kg]
Cemento CPF40	2,99	129	385
Agua	1,00	154	154
Caucho Molido	0,97	-	-
Binder	2,75	340	936
Arena Guesa	2,65	256	678
Fino	2,62	121	317
Hidrolavado			
Relación a/c		0,40	
Densidad teórica [kg/m <sup>3</sup> ]		2470	

## RESULTADOS

Los resultados de los ensayos realizados en estado fresco más relevantes se encuentran resumidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Ensayos en estado fresco.

	HFP	HF10	HF17,5	HF30
Peso Unitario (PUV) [kg/m <sup>3</sup> ]	2460	2211	2215	1727
Trabajabilidad (Asentamiento) [cm]	3,0	2,1	2,1	2,1

En cuanto a los ensayos en estado endurecido, en una primera etapa se realizaron los ensayos cuyos resultados se muestran en la Tabla 3 y Figura 2.

Tabla 3. Ensayos en estado endurecido.

	HFP	HF10	HF17,5	HF30
Resistencia a compresión [MPa]	7 días	21,80	6,80	8,30
	14 días	24,30	7,00	11,10
	28 días	26,30	7,60	10,50
	90 días	35,80	9,50	14,00
	2,10			
Módulo de elasticidad [GPa]	33,80	14,60	12,40	3,70

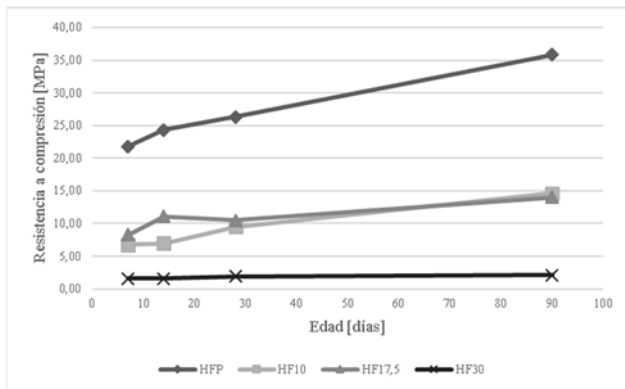


Fig. 2. Evolución de la resistencia a la compresión en función de la edad.

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ensayo del módulo de elasticidad con agregado de caucho molido se obtienen valores menores a los de la mezcla patrón, lo que indica que para tensiones similares, los hormigones con agregado de CM presentarán mayores deformaciones y esto puede traducirse en una mayor disipación de energía frente al impacto.

A partir de este último concepto, se evaluó el comportamiento al choque de la mezcla con un reemplazo del 17.5 % del agregado por CM al considerarse esta mezcla la más apropiada por su resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, utilizando un método modificado del indicado en la Norma IRAM N°1522. Los resultados de ambos ensayos, realizados a la edad de 28 días, se presentan en la Tabla 4. También, se puede observar la energía absorbida por las distintas mezclas calculadas según la Ecuación (1).

$$E_i = \sum_{i=1}^{i=rotura} m_i * g * h_i = m * g * \sum_{i=1}^{i=rotura} h_i$$

Donde  $E_i$  = Energía acumulada absorbida por la placa,  $m_{(i)}$  = Masa del cuerpo que impacta (2295 gr),  $g$  = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>),  $h_i$  = Alturas desde las cuales se produce la caída.

Tabla 4. Ensayos en de choque, esclerometría y absorción de energía.

	HFP	HF17,5
Choque (Rotura) [cm]	57	60
Esclerometría [N°]	31	31
Energía acumulada absorbida [J]	97,94	111,44

Si bien los valores obtenidos no son significativamente mayores, al considerar que el hormigón con caucho molido tiene menor resistencia, este hecho indicaría una mejora en el comportamiento del hormigón que posee reemplazo de agregados inertes por caucho molido frente al choque.

## CONCLUSIONES

El material desarrollado, además de proponer un nuevo destino a los neumáticos inservibles, disminuyendo así sus impactos negativos, responde de la manera esperada en los aspectos evaluados.

Uno de los principales desafíos ambientales que enfrentan los municipios de todo el mundo es la eliminación de neumáticos fuera de uso. Para abordar este problema global, en este trabajo se ha avanzado en aplicaciones del caucho de neumáticos reciclado, para su aplicación en elementos de usos vial.

En estado fresco los resultados obtenidos del hormigón con caucho molido han permitido lograr similar trabajabilidad.

En estado endurecido para el hormigón con caucho molido se verifica una disminución de la resistencia a compresión y una disminución del módulo de elasticidad.

La disminución que presenta la masa en hormigones con reemplazo de agregado por caucho molido, junto con la mayor capacidad de deformación, permitiría una reducción en los efectos negativos generados en los pasajeros de los vehículos ante un choque con un elemento fabricado con este material.

Según resultados obtenidos, tanto experimental como teóricamente, se verifica un comportamiento que permite mejorar la absorción de energía frente a impactos debido a su mayor capacidad de deformación respecto a la de hormigones convencionales.

Por este motivo podemos considerar al hormigón desarrollado como un material apto para la elaboración de elementos de protección vial, quedando abierta la determinación del valor óptimo de reemplazo de agregados inertes por CM de acuerdo con las características del elemento a diseñar.

## REFERENCIAS

- Poliak, R. (2010) Reciclado y disposición final de neumáticos. Saber cómo – Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2012). Norma IRAM N° 1562: Hormigón fresco de cemento. Método para la determinación de la densidad (masa de la unidad de volumen) y el cálculo del rendimiento y del contenido de aire (gravimétrico).
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1978). Norma IRAM N° 1536: Hormigón fresco de cemento portland. Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2013). Norma IRAM N° 1546: Hormigón de cemento. Método de ensayo de compresión
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (2009). Norma IRAM N° 1865: Hormigón de cemento. Métodos de ensayo para la determinación del módulo de elasticidad estático y la relación de Poisson de probetas y testigos cilíndricos de hormigón sometidos a esfuerzos de compresión axial.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1989). Norma IRAM 1694 Método de ensayo de la dureza superficial del hormigón endurecido mediante la determinación del número de rebote empleando el esclerómetro de resorte”.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (1971). Norma IRAM 1522 “Baldosas aglomeradas con cemento con cara vista plana”

# Interdisciplinarios

## TITULADOR AUTOMÁTICO: UNA EXPERIENCIA DE TRABAJO INTERDISCIPLINAR

Fernando Daniele<sup>(1)</sup>; Federico Córdoba<sup>(1)</sup>; Leonardo Anchino<sup>(1)</sup>; Lorenzo Depetris<sup>(1)</sup>; Lucio Bea<sup>(1)</sup>; Joel Mercol<sup>(1)</sup>; Micaela Sanmartino<sup>(1)</sup>; Ma. Eugenia Taverna<sup>(1)</sup>; Rebeca Yuan<sup>(1)</sup>; Jessica Pettiti<sup>(1)\*</sup>

(1) Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional San Francisco  
 Av. De la Universidad 501, San Francisco, Córdoba, Argentina  
 \*jpettiti@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

La titulación es una técnica analítica, que permite determinar la concentración de diferentes especies químicas. Actualmente, en los laboratorios de servicio de la UTN Facultad Regional San Francisco, el proceso de titulación se realiza en forma manual; demandando tiempo de análisis y posibilidad de error operativo. La adquisición de equipamiento automático de estas características resulta extremadamente costoso para una universidad pública. En este sentido, se plantea el desarrollo de un prototipo de titulador automático mediante el trabajo colaborativo (Sampieri et al., 2010) de las diferentes carreras de ingeniería que se dictan en la universidad incluyendo: i) sistemas de información, ii) electrónica; iii) electromecánica, y iv) química. Esta estrategia de trabajo implica la interacción de varias disciplinas, entendida como el diálogo y la colaboración de éstas para lograr un nuevo conocimiento (Carbajal Escobar, 2010).

En particular, en este trabajo se muestran los avances obtenidos en la construcción del prototipo de titulador y los principales logros al trabajar en la Facultad de manera interdisciplinaria.

### MÉTODOS

Para llevar adelante el desarrollo del prototipo, el equipo dividió las actividades en función a los perfiles educativos. En la primera etapa el análisis del titulador se realizó bajo la mirada de las cuatro disciplinas ingenieriles.

A continuación, se detallan las actividades de acuerdo a la especialidad.

#### i) Tareas inherentes a la ingeniería electrónica

En esta área, se llevó a cabo un sistema embebido que realizará el control del proceso de titulación. En la

figura 1 se muestra el diagrama en bloques del sistema que incluye los elementos necesarios para la titulación.

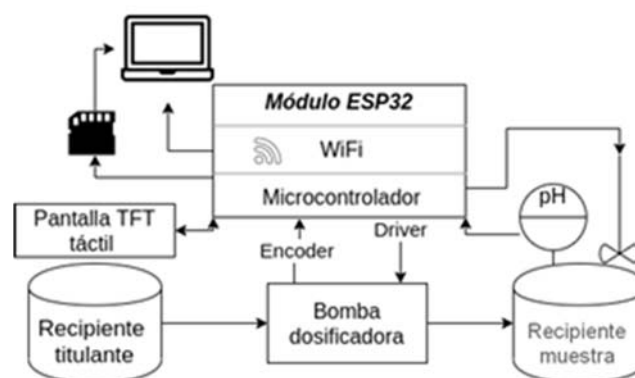


Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema electrónico.

De acuerdo a la figura, el sistema de control se encarga de inyectar mediante la bomba la solución titulante sobre la muestra a analizar. A la vez, el sistema realiza la lectura del potencial que entrega un electrodo de pH situado en el recipiente de la muestra. Mediante los datos obtenidos de la medición del volumen añadido del titulante y la medición del potencial, se construye una curva de titulación, cuyo punto de inflexión permite obtener el volumen de titulante que el analista requiere para determinar el analito. Siendo este, la especie química cuya presencia se quiere medir en la muestra, como objetivo del proceso de titulación.

#### ii) Tareas inherentes a la ingeniería electromecánica

En esta área se realizó el diseño y la construcción de una bomba peristáltica que permitirá dosificar el caudal del titulante. La carcasa de la bomba se fabricó mediante impresión 3D empleando ácido poliláctico. Además, se empleó un motor paso a paso "Nema 17" bipolar, de 12V; y 1,7 A y mangueras termoplásticas del tipo PharMed BPT.

### iii) Tareas inherentes a la ingeniería en sistemas de información

En esta primera etapa de elicitación de requerimientos, el área de sistemas concretó entrevistas con los usuarios del área del laboratorio de servicios a fin de desarrollar un producto de software de calidad que se ajuste a lo solicitado.

### iv) Tareas inherentes a la ingeniería química

Desde el área de química, se plantearon las diferentes mediciones que se llevarán a cabo para la calibración, el correcto funcionamiento del sistema de control y la adquisición de curvas de titulación.

## RESULTADOS

En primer lugar y como principal resultado, el trabajo interdisciplinar permitió no solo enriquecer los cimientos para la construcción y futuro funcionamiento del titulador sino que además dio la posibilidad de la presentación del tema en la tesis de maestría desarrollada por el Ing. Fernando Daniele.

En relación a las actividades para la construcción del titulador se muestran los avances de las distintas especialidades.

Desde el área de electrónica, se logró que los datos fueran adquiridos por el módulo ESP32, que incluye un microprocesador dual Core de 32 bits y WiFi integrado, entre otros. El ESP32 realiza las siguientes funciones: i) se comunica con la pantalla táctil, que brinda soporte a una interfaz de usuario; ii) controla el motor de la bomba; realiza la medición del potencial de un electrodo de pH; iii) controla el motor del agitador de la solución; iv) almacena los resultados en una memoria SD, y v) los muestra en una página web. En la figura 2, se muestra la bomba peristáltica construida por el área de electromecánica.



Fig. 2. Bomba peristáltica desarrollada para el prototipo de titulador

La misma luego debe acoplarse al sistema de control desarrollado por el área de electrónica.

Del trabajo desarrollado por el área de sistemas, quedaron establecidas las funciones principales y de apoyo que debe cubrir el software. Las tareas que se realizan en el laboratorio de servicio, se corresponden con análisis de agua y suelo. En particular, el equipo de titulación se emplearía en el análisis de Kjeldahl y alcalinidad, con lo cual este proceso debería quedar registrado en el sistema, así como también el resultado que se obtiene. Además, con pequeñas modificaciones del titulador, se podría extender su uso a los ensayos de dureza, cloruros y materia orgánica. El sistema también busca presentar una interfaz gráfica que visualice el control sobre la muestra, y las distintas variables que intervienen en el análisis, con el objetivo de tomar decisiones de control en tiempo real sobre el proceso. Se incorporará en el producto del software herramientas de aprendizaje automático, para clasificar las muestras y predecir zonas contaminadas, sobre los datos analizados (Jones, 2018). Las herramientas a utilizar se corresponden con árboles de decisión para la clasificación del agua y suelos, y regresión lineal para determinar los valores a futuro que pueden tomar las muestras.

Finalmente, desde el área de química, se emplearon soluciones reguladoras para calibrar el equipo, observándose que el sistema de control necesita ajustes. Esta actividad se encuentra limitada por la situación emergente actual correspondiente a la pandemia debida al COVID-19.

## CONCLUSIONES

Se han llevado adelante las primeras actividades para la construcción del prototipo de titulador, desarrollándose tareas desde las distintas miradas ingenieriles. Es importante resaltar que la fortaleza de este trabajo se encuentra en la mirada holística obtenida por la suma de áreas de distintas disciplinas. Esto permitió no sólo generar conocimiento para el objetivo final de la construcción del titulador sino que además derivó en trabajos específicos de los integrantes del grupo.

## REFERENCIAS

- Escobar, Y. C. (2010). Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. *Revista Luna Azul*, (31), 156-169.
- Hernandez Sampieri, R; Fernandez Collado, C; Baptista Ma. del Pilar, *Metodología de la Investigación*, McGraw-Hill, México (2010).
- Jones, Herbert; *Minería de Datos*, CPSIA, USA (2018).

# DIAGNÓSTICO OPERACIONAL A TRAVÉS DE GESTION DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO EN PYMES AGROINDUSTRIALES

Pinto, Oscar\*<sup>(1)</sup>; Rete, Oscar<sup>(1)</sup>

(1) Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Nacional San Francisco  
 Av. De la Universidad 501. San Francisco, Córdoba (2400)  
 \* goperaciones@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

La gestión de las operaciones en PyMEs agroindustriales, resulta ser un tema complejo. La mayoría de las plantas trabajan bajo periodos de estacionalidad, sus procesos tienen una gran cantidad de equipos con altos consumos energéticos y sistemas de transporte que funcionan en épocas de cosechas hasta 24 horas de manera ininterrumpida. La mayoría de las plantas agroindustriales de PyMEs argentinas no presentan mediciones de indicadores que permitan evaluar su desempeño operacional durante su gestión en el área de mantenimiento. Si consideramos que gran parte de los equipos en esta industria de procesamiento son diseñados y fabricados *Ad hoc* en forma unitaria para cubrir una determinada necesidad, los parámetros de medición y referencias son casi inexistentes.

Una gran cantidad de plantas trabaja en su mantenimiento en épocas de baja de cosecha y la mayoría del mantenimiento es correctivo. Un aspecto muy general es que el trabajo es realizado a partir de personal propio de la empresa, el cual comúnmente es dividido en cuadrillas que son dispuestas a salir a realizar reparaciones a distintas áreas de acuerdo con las necesidades existentes. Por razones de prioridades y desconocimiento, se resta importancia a asignar un adecuado mantenimiento preventivo a los equipos, lo que muestra una evidencia de la carencia de tecnificación existente en el sector agroindustrial. Los equipos no están siendo reemplazados y, a los equipos existentes se les da el mantenimiento mínimo lo que implica mayores volúmenes de desperdicios, reducciones en la calidad de productos y altos costos, lo cual se ve reflejado en la pérdida de competitividad de la empresa.

De acuerdo con Arias, C (2010), un programa de mantenimiento no solo deberá garantizar un óptimo funcionamiento de los equipos, si no que debe hacerlo económicamente de manera eficiente con los recursos humanos, recursos técnicos e insumos. Se estima que el 40%-60% de los costos totales en la agroindustria se encuentran asociados al mantenimiento y a actividades logísticas de almacenamiento y distribución Domínguez, G (1998).

La presente investigación está dividida en dos partes, con la finalidad de cumplir dos grandes objetivos, como primer objetivo es elaborar un tablero de indicadores que pueda ser utilizado para gestionar y cuantificar el costo del mantenimiento realizado por cuadrillas de trabajo a

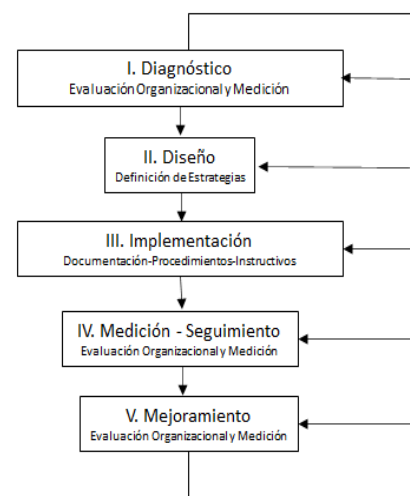
partir de horas hombre asociadas a las reparaciones. Como segundo objetivo es definir un plan de mantenimiento que permita mejorar la confiabilidad de los equipos a partir de elaboración de planes preventivos.

## MÉTODOS

Para la realización del trabajo se realizaron estudios de caso a partir de metodologías descriptivas en doce plantas agroindustriales pertenecientes al rubro de procesamiento de granos, en la región de San Francisco, provincia de Córdoba, realizando un seguimiento y medición de los trabajos de mantenimiento realizados durante el periodo julio de 2019 a agosto de 2020.

Como primer paso se identificaron los stakeholders asociados al departamento de mantenimiento, clasificándolos como grupos de interés internos y externos. Posteriormente con la metodología 5Qs se estableció una propuesta de valor buscando potenciar la gestión del mantenimiento de equipos, controles y acciones realizadas. La metodología 5QS es una propuesta de García Monsalve, González-S., Cortés-M. (2009) para diseñar e implementar el plan de mantenimiento.

Figura 1. Esquema de Metodología 5Qs para el diseño y gestión de planes de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

## RESULTADOS

**Fase I.** De acuerdo con el análisis interno y de conversaciones con la gerencia se encontraron las siguientes oportunidades de mejora, las cuales fueron priorizadas por una matriz de GUT (Gravedad, Urgencia, Tendencia). Según Fáveri y Silva (2016) el método GUT fue desarrollado por Kepner & Tregoe en la década de 1980, para escalar prioridades basadas en la necesidad de resolver problemas complejos en las industrias estadounidense y japonesa.

**Tabla 1.** Descripción de oportunidades.

No	Tipo de defecto	Detalle del oportunidades	% Prioridad GUT
1	Falta de medición	No existe monitoreo y registro de trabajos existentes	90%
2	Falta de control de equipos	No existe monitoreo y seguimiento de los equipos críticos por parte de la empresa	85%
3	Ausencia de plan de mantenimiento	Las reparaciones son realizadas solo de manera correctiva	85%
4	Falta de capacitación de personal	No existe un programa de capacitación	78%
5	Ausencia de informes sobre trabajos realizados	No se efectúan informes sobre los avances de trabajos realizados	70%

Fuente: Elaboración propia

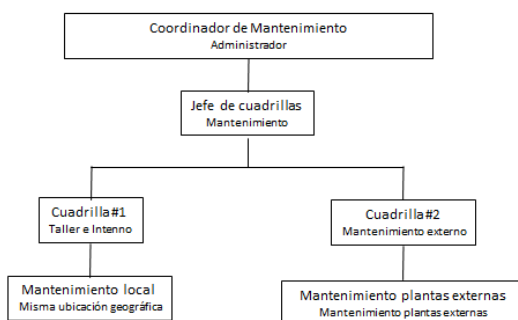
La falta de medición, falta de control de equipos críticos y ausencia de un plan general de mantenimiento, como altas prioridades, permitieron definir el enfoque estratégico del departamento de mantenimiento

**Fase II.** Se definió la consolidación de un departamento de mantenimiento centralizado, el cual gestionará la parte operativa de las plantas y los recursos necesarios para su adecuado funcionamiento para la obtención de un mayor rendimiento y disponibilidad de equipos, buscando como premisas las siguientes metas estratégicas

- Medir los costos de mantenimiento
- Disminuir parada de equipos
- Llevar un control de horas/hombre trabajadas
- Capacitación continua a operadores
- Minimizar los mantenimientos correctivos

**Fase III.** Se procedió a implementación bajo el siguiente organigrama.

**Figura 2.** Organigrama de mantenimiento.



Fuente: Elaboración propia

El administrador es la persona responsable de su implementación, control, seguimiento y gestión de los recursos ante la dirección.

**Fase IV.** Una vez obtenidos los primeros resultados de la gestión del mantenimiento, se procedieron a definir los indicadores de eficacia y costos los cuales son mostrados a continuación.

**Tabla 2.** Indicadores de gestión de mantenimiento.

Descripción	OTM	Horas	Costos Asociados	%Costo h/h
Planta Agroindustrial 1	20	147,2	\$ 478.154,60	\$ 3.248,33
Planta Agroindustrial 2	17	78,2	\$ 297.633,60	\$ 3.806,06
Planta Agroindustrial 3	13	64,4	\$ 87.929,60	\$ 1.365,37
Planta Agroindustrial 4	68	483	\$ 2.398.020,90	\$ 4.964,85
Planta Agroindustrial 5	9	58,65	\$ 229.831,80	\$ 3.918,70
Planta Agroindustrial 6	25	54,05	\$ 840.048,00	\$ 15.542,05
Planta Agroindustrial 7	29	173,65	\$ 907.500,00	\$ 5.226,03
Planta Agroindustrial 8	66	301,3	\$ 2.086.814,40	\$ 6.926,04
Planta Agroindustrial 9	19	154,1	\$ 648.762,40	\$ 4.210,01
Planta Agroindustrial 10	130	821,1	\$ 4.049.196,80	\$ 4.931,43
Planta Agroindustrial 11	90	469,2	\$ 2.223.744,60	\$ 4.739,44
Planta Agroindustrial 12	14	64,4	\$ 274.887,80	\$ 4.268,44

OTM: Ordenes de trabajo de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

**Fase V.** Es necesario realizar una evaluación a partir de un análisis cuantitativo de los resultados obtenidos por planta, buscando obtener resultados de mejora que puedan ser aplicadas en las siguientes actualizaciones de los planes generados.

## CONCLUSIONES

En las estructuras modernas de las PyMEs el mantenimiento se considera una estructura propia, su adecuada gestión mejora la calidad, genera beneficios y sobre todo respaldar la confiabilidad de los equipos que es la base para garantizar las políticas de cumplimiento y satisfacción del cliente. En los siguientes seis meses es necesario seguir ejecutando la estrategia y analizar de manera cuantitativa los resultados obtenidos en las OTM, estableciendo y detectando nuevas oportunidades de mejora. La gestión de los costos busca potenciar el planeamiento del mantenimiento, los costos obtenidos por planta deberán asociarse a futuro a presupuestos establecidos que permitan planificar estrategias futuras.

Se deberá establecer un plan de capacitación anual con los recursos necesarios, la gerencia deberá asegurarse que lo planificados se ejecute correctamente dentro del presupuesto y que exista un equilibrio entre las ordenes de trabajo y cargas de trabajo evitando desperdicios y mala disposición de los recursos.

## REFERENCIAS

- Arias, Cristian (2010). *Mantenimiento Productivo Total*. Seminario TPM. Guayaquil. Ecuador.
- Dominguez, G (1998). *Indicadores de Gestión del Mantenimiento*. Medellín: Biblioteca Jurídica Dique.
- Fáveri, R. de; Silva, A. da. Método GUT aplicado a gestión de riesgos de desastres: una herramienta de auxilio para jerarquización de riesgos. Revista orden pública e defensa social, SC, v.9, n.1, jan./jun. 2016.
- García-Monsalve, G., González-S., H., & Cortés-M., E. (2009). *Metodología de mantenimiento con posible aplicación en el sector agroindustrial*. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 4 (2), 137-150.



## DISTANCIA A UNA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD

M. A. Ré\*<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> CIII, Materias Básicas, F. R. Córdoba, UTN, Maestro López y Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, Córdoba

<sup>(2)</sup> Fa.M.A.F., U.N.C., Haya de la Torre y Medina Allende, Ciudad Universitaria, Córdoba

\*E-mail del autor de contacto: [mre@frc.utn.edu.ar](mailto:mre@frc.utn.edu.ar); [mgl.re33@gmail.com](mailto:mgl.re33@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

En diversos contextos de las Ciencias Naturales o la Ingeniería es de importancia decidir si una secuencia de valores, resultado de una medición, por ejemplo, se ajusta a una distribución de probabilidades en particular. Sin duda el caso más conocido es el de la distribución normal para el promedio de un conjunto de variables aleatorias como en la "teoría de errores de mediciones" (Cernuschi y Greco, 1968). Esta hipótesis se basa en el teorema central del límite (Papoulis, 1991). Sin embargo, la comparación de una secuencia de valores con una particular distribución es un problema más general. Así por ejemplo en las imágenes obtenidas por radar de apertura sintética la intensidad de retrodispersión presenta un ruido multiplicativo con una distribución exponencial (Moreira et al., 2013). También podemos mencionar que modelos para la distribución de tamaños de gotas de nube, basados en el principio de máxima entropía, predicen una distribución de Weibull (Liu y Hallet, 1998; Liu et al. 2002). Para validar estas hipótesis es necesario contar con una medida objetiva que permita cuantificar la proximidad de los valores en una secuencia a la distribución propuesta en el correspondiente modelo.

Proponemos aquí a la divergencia de Jensen Shannon (DJS) (Deza y Deza, 2006), una medida de distancia entre distribuciones de probabilidad, como estimador de la proximidad. La DJS con pesos para dos densidades de probabilidad,  $f_1$  y  $f_2$ , se define por

$$D[f_1, f_2] = H[\alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2] - \alpha_1 H[f_1] - \alpha_2 H[f_2] \quad (1)$$

donde

$$H[f] = - \int dy f(y) \ln[f(y)]$$

es la entropía de Gibbs Shannon para la densidad  $f(y)$  y los coeficientes  $\alpha_i$  son pesos arbitrarios sujetos a la restricción  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ .

Para el cálculo de la DJS, cuando sólo se dispone de la secuencia de valores, es necesario aproximar la densidad de probabilidad correspondiente. Se elige aquí el método del Kernel de densidad (Silverman, 1986). Para una secuencia de largo  $n_i$  aproximamos

$$\tilde{f}(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{1}{n_i h_i} \sum_{k=1}^{n_i} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{y-y_k}{h_i} \right)^2 \right] \quad (2)$$

con un kernel gaussiano. Aquí la suma se extiende sobre todos los elementos de la secuencia.

Calculamos la integral en (1) por el método de Monte Carlo y los pesos  $\alpha_i = n_i/n$  con  $n = n_1 + n_2$ , obteniendo

$$\tilde{D}[f_1, f_2] = \frac{1}{n} \sum_{l=1}^2 \sum_{k_l=1}^{n_l} \ln \left[ \frac{\tilde{f}_l(y_{k_l})}{\varphi(y_{k_l})} \right] \quad (3)$$

siendo  $\varphi(y_{k_l}) = \tilde{f}_1(y_{k_l}) + \tilde{f}_2(y_{k_l})$ .

Los resultados obtenidos con el método propuesto se comparan con los que surgen de la propuesta de Amadio et al. (2017).

### MÉTODOS

Sea  $\mathcal{F}(y)$  la densidad de probabilidad propuesta en el modelo a comparar con la secuencia. Se generan 100 secuencias a partir de la distribución del modelo por el método de Monte Carlo más una secuencia extra que se toma como referencia. Se calcula la distancia de cada una de las secuencias generadas a las secuencia de referencia y se define el intervalo

$$\hat{\Delta} = \bar{d} \pm \sigma \quad (4)$$

con  $\bar{d}$  el valor medio de las distancias obtenidas y  $\sigma$  su desviación estándar.

Luego se calcula la distancia de la o las secuencias a comparar a la secuencia de referencia y se verifica si el resultado está dentro del intervalo en (4), en cuyo caso se acepta la coincidencia con el modelo dentro del grado de aproximación.

### RESULTADOS

Se evalúa el desempeño del método propuesto calculando la distancia a una distribución normal de media 0 y varianza 1,  $\mathcal{N}(0,1)$ . Se generan las secuencias con esta distribución: una de referencia y las 100 de calibración de acuerdo al método descrito y se calculan la distancia

media y su desviación estándar en (4) para secuencias de distinta longitud. Luego se generan secuencias a partir de la distribución uniforme también con media 0 y varianza 1,  $\mathcal{U}(0,1)$ . Denotamos al elemento  $i$  de la secuencia  $j$  por  $u_i^{(j)}$ . A partir de las secuencias uniformes generamos nuevas secuencias con el promedio

$$v_i = \frac{1}{\sqrt{m}} \sum_{j=1}^m u_i^{(j)} \quad (5)$$

De acuerdo al teorema central del límite estas nuevas secuencias se aproximan a una  $\mathcal{N}(0,1)$  con el incremento de  $m$ . Calculamos la distancia de estas secuencias a la secuencia normal de referencia a fin de determinar la capacidad de discriminación del método. Repetimos el cálculo de distancia usando el método descrito en (Amadio et al., 2017). Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Valores medios de distancia y desviación estándar calculados por DJS y el método de Amadio et al. (hist).

	DJS	hist
$\mathcal{NB}$	$(3 \pm 0.8) \cdot 10^{-3}$	$(1.7 \pm 0.8) \cdot 10^{-5}$
$\mathcal{U2B}$	$(6 \pm 1) \cdot 10^{-3}$	$(3.4 \pm 0.6) \cdot 10^{-4}$
$\mathcal{NC}$	$(9 \pm 2) \cdot 10^{-4}$	$(1 \pm 0.2) \cdot 10^{-4}$
$\mathcal{U2C}$	$(7.3 \pm 0.6) \cdot 10^{-3}$	$(1.12 \pm 0.08) \cdot 10^{-4}$
$\mathcal{U5C}$	$(1.1 \pm 0.2) \cdot 10^{-3}$	$(6 \pm 0.9) \cdot 10^{-5}$
$\mathcal{ND}$	$(5 \pm 1) \cdot 10^{-4}$	$(6.4 \pm 0.9) \cdot 10^{-5}$
$\mathcal{U5D}$	$(8 \pm 2) \cdot 10^{-4}$	$(3.3 \pm 0.5) \cdot 10^{-4}$

Los índices indican: la longitud de la secuencia: B-1000, C-5000, D-10000, y los números el valor de  $m$  en el promedio (5).

Se encuentra así que la capacidad de discriminación del método DJS depende de la longitud de la secuencia en consideración, en tanto que el método en (Amadio et al., 2017), identificado en la tabla como hist, ha dado el resultado esperado sólo en el primer caso presentado. arrojando resultados contradictorios en los demás.

### CONCLUSIONES

Se ha propuesto un método para cuantificar la aproximación de una secuencia de valores a una dada distribución de probabilidad. Se evaluó el funcionamiento del método calculando la distancia a una distribución normal de la distribución de la secuencia obtenida del promedio de  $m$  secuencias con distribución uniforme. La

posibilidad de discriminación para secuencias con  $m$  creciente depende de la longitud de las mismas. Se compararon estos resultados con los obtenidos con otro método propuesto en la literatura, pero éste último arrojó resultados contradictorios.

En la continuidad de este trabajo se propone el desarrollo de un método alternativo basado en el cálculo de la DJS partir de la expresión analítica de la distribución de referencia a fin de mejorar la sensibilidad del método. Agradecemos desde ya seguir estos lineamientos en la medida de lo posible, para agilizar la edición y poder ofrecerles un volumen de lectura agradable.

**Agradecimiento:** el autor agradece el apoyo parcial de SCyT UTN a través del proyecto ICUTO0006600TC.

### REFERENCIAS

- Amadio, A., Bollini, C. y Otero D., "Medida de una distribución respecto de la normal", *Actas VI MACI, Sexto Congreso de Matemática Aplicada, Computacional e Industrial*, Comodoro Rivadavia, Argentina 344-347 (2017).
- Cernuschi F. y Greco F. I., , *Teoría de Errores de Mediciones*, EUDEBA (1968).
- Deza E. y Deza M. M., *Dictionary of Distances*, Elsevier B. B. 2006.
- Liu, Y. y Hallet J., "On size distributions of cloud droplets growing by condensation: a new conceptual model", *J. Atm. Sciences*, **55**, 527-536 (1998).
- Liu, Y., Daum, P. y Hallet J., "A generalized systems theory for the effect of varying fluctuations on cloud droplet size distributions", *J. Atm. Sciences*, **59**, 2279-2290 (2002).
- Moreira, A., Prats-Iraola, P., Younis, M., Krieger, G., Hajnsek, I. y Papathanassiou, K. P., "A Tutorial on Synthetic Aperture Radar" *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, **1**, 6-43, (2013). doi:10.1109/MGRS.2013.2248301
- Papoulis A., *Probability, Random Variables and Stochastic Processes*, 3<sup>rd</sup> Ed., McGraw-Hill, New York (1991).
- Silverman, B. W., *Density Estimation for Statistics and Data Analysis*. Chapman and Hall, London (1986).
- Komatsue, L., "A new method of convergence for solving reacting distillation problems", *J. Chem. Eng. Japan*, **10**, 292-297 (1977b).
- Komatsue, L. and J. Simand, "Simulation of reactive distillation by the inside-outside method", *Proc. 37th Chem. Eng. Conf.*, Montreal, Canada, 365-367 (1987).

## METODOLOGIAS PARA LA INVESTIGACION EN GESTION DE LAS OPERACIONES. OPORTUNIDADES EN LA AGROINDUSTRIA ARGENTINA.

Rete, Oscar\*<sup>(1)</sup>; Pinto, Oscar<sup>(1)</sup>

(1) Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Nacional San Francisco  
Av. de la Universidad 501. San Francisco, Córdoba (2400)  
\* goperaciones@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

La gestión de las operaciones es un área del conocimiento encuadrada en la ingeniería de las organizaciones, proporciona a los departamentos ejecutivos una base científica cuantitativa para la toma de decisiones, presenta grandes resultados en la optimización y mejora de las eficiencias operativas. Sin embargo, es muy común que cada vez que se presente un trabajo se haga un énfasis y referencia en los aspectos metodológicos, si el método está bien fundamentado el trabajo cumple con ciertos estándares de calidad y de conocimiento científico. Karlsson (2002), apunta que la metodología sirve para hacer creíble al lector sobre la planificación y la ejecución del estudio, así como el análisis y la extracción de conclusiones se han hecho de modo en que se puede confiar en lo que el autor ha escrito. En el área de gestión de operaciones tradicionalmente no se ha prestado atención a cuestiones metodológicas, el paradigma de investigación tradicional de procesos operativos basado en modelos cuantitativos puede enmarcarse sin problemas en lo denominado conocimiento científico, sin embargo la investigación en gestión ha ido ampliando su foco, inicialmente centrado en la organización de sistemas productivos, hasta el estudio de la influencia del factor humano en el desarrollo de nuevos productos, la reingeniería de los procesos y la transformación durante el cambio organizacional.

La gestión de las operaciones en comparación con muchas disciplinas académicas de larga tradición es una disciplina relativamente nueva, no se dispone de una larga trayectoria investigadora y de métodos totalmente consensuados por la mayoría de los expertos de la comunidad científica del área. El objetivo del presente trabajo es realizar una revisión de los principales métodos de investigación que se consideran habituales en la gestión de las operaciones y evaluar sus oportunidades de aplicación en los sectores de la agroindustria argentina, donde existen numerosas oportunidades de ahorrar costos y mejorar las eficiencias en las operaciones de sus procesos.

### MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se utilizó la revisión de la literatura científica y el análisis comparativo

como herramientas de obtención de datos. Se revisaron artículos científicos sobre metodologías aplicadas a la gestión de operaciones, basado en cuatro técnicas de investigación, de acuerdo con Meredith et al, (1989), Karlsson (2002), Voss et al (2002), Forza (2002), Bertrab y Franso (2002).

Se ha considerado complementariamente que estas metodologías permiten oportunidad de aplicación sobre la cadena de valor de empresas agroindustriales y su posibilidad de análisis sobre los resultados de desempeño organizacional, con factores de incidencia en la gestión de operaciones. Estas metodologías deben considerar la eficiencia, relación con la productividad, y la eficacia demostrada a través de la satisfacción a los clientes, accionistas y a la sociedad donde desarrolla su actividad la organización. Debe además considerarse la inclusión en estas metodologías para evaluar la eficacia en el aprendizaje organizacional (Senge, 2005). La competitividad, que según Aiginger & Vogel (2015) es un concepto de varias dimensiones y difícil de medir, esta fuera del alcance de este análisis.

La empresa agroindustrial también involucra al conocimiento como factor productivo. De la misma manera que en industrias de otros sectores donde los factores productivos que forman la cadena de valor son el trabajo, el capital y el conocimiento (Gorey y Dobat, 1996), resulta de interés poder analizar esta viabilidad de metodologías y su uso en la agroindustria en particular.

### RESULTADOS

En función del análisis y estudio de la bibliografía científica revisada y referenciada se encontraron cuatro metodologías principales de uso común en el ámbito de investigación de operaciones.

- Investigación mediante el Uso de Encuestas
- Investigación mediante Modelos Cuantitativos
- Investigación mediante Estudio de Casos
- Método mediante la Investigación-acción.

A continuación, se presenta una tabla identificando las ventajas que presenta cada metodología, y sus posibles aplicaciones en casos de Agroindustrias Argentinas.

Tabla 1. Comparación de resultado entre metodologías.

METODOLOGÍA	COMPARACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE VIABILIDAD	
	Ventaja comparativa del método	Posibilidad de aplicación en casos de Agroindustria
Investigación mediante el Uso de encuestas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite cuantificar respondiendo a la pregunta ¿cuánto? mediante escalas preconfiguradas</li> <li>• Descripción de características en función de su frecuencia.</li> <li>• Confirmación de teorías asociadas con la intensidad de las relaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuantificar relacionamiento de clientes internos-externos y frecuencia relativa de satisfacción (eficacia operacional)</li> </ul> <p>Ej.: Encuesta sobre satisfacción en logística de entrega y nivel de cumplimiento de demanda.</p>
Investigación mediante Modelos Cuantitativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite decidir median uso de Reglas de decisión, respondiendo a la pregunta de ¿qué hacer?</li> <li>• Permite predecir, pronosticando el comportamiento futuro, mediante a la operacionalización de las variables seleccionadas para analizar cómo evolucionará un sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Decisión sobre los elementos, o variables de un sistema, pudiendo identificarse los de mayor impacto sobre los resultados operativos.</li> </ul> <p>Ej. Estratificación de datos para determinación de causa raíz de problema. Determinación de punto de equilibrio de un sistema operativo</p>
Investigación mediante Estudio de Casos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite describir y explicar un caso de estudio donde se pueden identificar el cómo o porqué de la situación bajo análisis.</li> <li>• La investigación sobre una descripción no permite al investigador tener control sobre el fenómeno u objeto en estudio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilidad caracterizada por análisis de caso semejante a una cadena valor en estudio.</li> </ul> <p>Ej. Comparación de eficiencias sobre un sistema operativo comparando con caso de estudio disponible, identificación de gap entre variables.</p>
Método mediante la Investigación-acción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite describir y explicar una actividad de estudio donde se pueden identificar el cómo o porqué de la situación bajo análisis.</li> <li>• La investigación es una intervención sobre la realidad, lo que le permite al investigador tener control sobre el fenómeno u objeto en estudio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabilidad caracterizada por relevamiento de estudio de un proceso productivo in situ permitiendo la modificación de variables y obtención de resultados operativos en la realidad.</li> </ul> <p>Ej. Análisis de una cadena de valor accediendo a variables que intervengan sobre la eficiencia del sistema operativo.</p>

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

La agricultura tiene una importancia estratégica en la economía argentina, el país es uno de los líderes mundiales en el rubro y tiene la posibilidad de consolidar de la misma manera su agroindustria. El gran desafío es pasar de ser un productor de cereales básicos a ser un productor de alimentos más sofisticados, generando agregado de valor a partir de sus cadenas productivas. Este desarrollo agroindustrial presenta grandes oportunidades de generar lazos de interacción entre instituciones, organizaciones públicas y privadas, donde se incentiva a la investigación, desarrollo y transferencias de tecnologías.

Durante este proceso de transformación, el satisfacer futuras demandas, deberá realizarse mediante procesos operativos, eficaces, esbeltos y eficientes, lo cual abre un abanico de amplias posibilidades de aplicar nuevas metodologías y herramientas para la mejora de las operaciones y hacer eficiente su gestión, generando nuevas estrategias que permitan a las empresas e instituciones generar ventajas competitivas basadas en la administración de sus procesos, proyectos y operaciones.

## REFERENCIAS

- Aiginger, K., & Vogel, J. (2015). *Competitiveness: from a misleading concept to a strategy supporting Beyond GDP goals*. *Competitiveness Review*, 25(5), 497-523.
- Bertrand, J.W. Y Fransoo, J.C. (2002). “*Operations management research methodologies using quantitative modeling*”. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 22 (2), pp.241 – 264.
- Forza, C. (2002). “*Survey research in operations management: a process-based perspective*”. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 22 (2), pp. 152-194.
- Gorey, R.M. & Dobat, D.R. (1996). *Managing in the Knowledge Era*. Cambridge: Pegasus Communications
- Karlsson, C. (2002). “*Guest editorial*”. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 22 (2), pp. 141-147.
- Senge, P. (2005). *La quinta disciplina*. Buenos Aires: Gránica
- Voss, C., Tsikriktsis, N. Y Frohlich, M (2002). “*Case Research in Operations Management*”. *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 22 (2), pp. 195-219.

# Educación

## CARRERAS CORTAS DISEÑADAS EN MODALIDAD A DISTANCIA – B LEARNING

Abet Jorge<sup>(1)</sup>; Soro Rubén<sup>(2)</sup>, Carrizo Blanca \*<sup>(3)</sup>

(1) U.T.N. – F.R.C. – GICCAP.

Maestro M.López esq. Cruz Roja Argentina. Córdoba Capital, Córdoba.

\*E-mail del autor de contacto: [bcarrizo@frc.utn.edu.ar](mailto:bcarrizo@frc.utn.edu.ar) / [bcarrizo@yahoo.com.ar](mailto:bcarrizo@yahoo.com.ar)

### INTRODUCCIÓN

La Universidad Tecnológica Nacional (U.T.N.) optó por sostener la formación de técnicos, como una solución a la formación de recursos humanos y poder ofrecer alternativas a los estudiantes que necesitan una pronta salida laboral.

Las carreras cortas surgen ante la necesidad que tiene la industria en general de reforzar la formación de sus técnicos en algunos temas y en disminuir la brecha de formación entre el ingeniero y el técnico de nivel medio en el momento del ejercicio profesional.

La Facultad Regional Córdoba (F.R.C.) cuenta con un abanico de Tecnicaturas que responden a requerimientos específicos de desarrollo de competencias orientadas a “hacer y saber hacer”.

En el ciclo lectivo 1999 se implementó la primera carrera corta en el seno de la Regional, que fue la Tecnicatura Universitaria en Programación (TUP), luego vendría Alimentos, Mecatrónica, Mantenimiento Industrial y por último Moldes y Matrices.

La propuesta analiza la factibilidad de solucionar problemas de masividad y de abandono (desgranamiento) de estudiantes que cursan distintas carreras y modalidades.

Inicialmente, la propuesta se centró en migrar la TUP de la modalidad presencial a la semi presencial; pero el brote de coronavirus a nivel global y en particular a nivel provincia, aceleró los tiempos y mutó el proyecto a la virtualidad.

Se presentan aquí las distintas etapas implementadas de esta propuesta; desde la presentación, diagnóstico, planteamiento del problema, antecedentes, encuestas y sus resultados, la justificación, los objetivos, como se desarrolla la implementación del modelo *b-learning*, las estrategias de implementación y evaluación, reporte de resultados y algunas conclusiones a priori a elaborar.

Es decir que, la gestión de la pandemia cambió todos los paradigmas a nivel global e impactó transversalmente en todos los procesos educativos en los distintos niveles, desafiando a la educación que forme ciudadanos de un mundo que sea parte de un sistema inclusivo.-

### MÉTODOS

La experiencia se enmarca en la modalidad de un proyecto factible, pues es una indagación, elaboración, y desarrollo de un modelo operativo viable, cuyo propósito es

la búsqueda de solución de problemas y satisfacción de necesidades tanto institucionales como del medio regional.

El objetivo es la solución de problemas de formación de recursos humanos técnicos intermedios y que cubran cierto nicho de requerimientos de la industria existente en la región principalmente industrias metalmeccánicas, informática, agroindustria y empresas de servicios.

Previamente, se analizaron resultados de encuestas efectuadas a las empresas y la opinión de los estudiantes que participan en dictado presencial de la Tecnicatura.

Además de las etapas del despliegue o implementación se propone el uso de las ocho (8) dimensiones de Khan (2005) que deben ser evaluadas y sobre ellas fijar estrategias para la implantación de la modalidad virtual.

Estas etapas son: la institucional, la pedagógica, la tecnológica, la de diseño de la interfaz, la de evaluación, gestión, recursos de apoyo y la dimensión ética.

Cada dimensión en el modelo representa una categoría de cuestiones que deben abordarse. Estas ayudan a organizar el pensamiento, de forma de asegurar que el programa de aprendizaje resultante alcance un aprendizaje significativo de parte de los estudiantes.

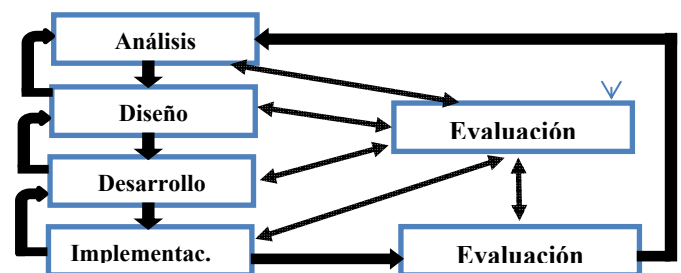


Fig. 1. Diagrama de secuencia del Diseño Instruccional

### RESULTADOS

El análisis de la necesidad, conveniencia y oportunidad de poner en funcionamiento la virtualidad exigió un estudio complementario de tres aspectos que hacen al éxito de un proyecto: la factibilidad técnica, económica y operativa de implementar la misma contra reloj.

La factibilidad técnica fue viable dado que se cuenta con parte de la infraestructura a nivel hardware (computadoras en red) y software (plataforma de Moodle), con mejoras incorporadas a nivel comunicaciones y conectividad.

Se priorizó el uso de herramientas institucionales que brinden trazabilidad a docentes y estudiantes responsabilizando a cada integrante de la comunidad educativa con su usuario y clave en el Sistemas Académico, plataforma virtual (Moodle) y de videoconferencia (Zoom).

La factibilidad económica representada por la relación costo/beneficio presentó distintas aristas que fueron solucionables (como costo de la hora cátedra, pago de diseño de materiales, entre los más representativos) y que fueron ponderadas como positivas al evaluar el costo de transporte versus gastos en Internet y electricidad a nivel particular por cada Docente que debió mutar su perfil a Tutor.

La factibilidad operativa fue favorecida por un proceso continuo de capacitación docente que venía motivando un cambio de actitud en lo referido al uso de TIC's. A priori, se había trabajado en tópicos como:

- Conocer y dominar las herramientas básicas computacionales.
- Conocer y dominar la plataforma educativa virtual, identificar las TIC, definir Educación Virtual, conocer y discutir los diferentes modelos pedagógicos y didácticos aplicables a los ambientes virtuales.
- Fortalecer el uso de Herramientas institucionales.

El objetivo fue desarrollar las competencias necesarias para el diseño e implementación modular de cursos en ambientes virtuales; así como definir clara y objetivamente las concepciones epistemológicas del área de conocimiento donde el docente se desempeña, seleccionando los recursos didácticos por implementar en el diseño estructural del curso en concordancia con los contenidos a cubrir.

Junto al liderazgo del Coordinador de la carrera surgen otros perfiles laborales a incorporar a la una nueva estructura orgánica-funcional, como son: diseñador web, administrador de plataforma, diseñador instruccional, docentes reconvertidos en tutores, entre otros.

La implementación de TUP fue potenciada por la Ord. 1627 de junio de 2018 mediante la cual, se crea del SIED de la U.T.N., que contiene a las carreras de pregrado, grado y posgrado, sustentado en un enfoque pedagógico socio constructivista y sistémico mediado por las tecnologías apropiadas; permitiendo la implementación de propuestas académicas en modalidad semipresencial o a distancia.

### CONCLUSIONES

El uso de la tecnología, pretende la creación de comunidades virtuales y las necesidades de los estudiantes serán atendidas de una manera más rápida y eficaz, así como también, la educación virtual es flexible, los estudiantes pueden seguir los estudios sin los rígidos requisitos de espacio, asistencia, tiempo y ritmo que tiene el sistema de enseñanza aprendizaje de la modalidad presencial.

El estudiante debe convertirse en el personaje principal del proceso de aprendizaje. Se vuelve realidad el principio de que el estudiante ha de ser el centro del proceso, en la medida que debe responsabilizarse de su propio aprendizaje y asumir un papel activo, muy diferente a lo que ha vivido en los salones de clase hasta ahora.

Es una oportunidad de valorar la Educación a Distancia (EaD) desde un rol social trascendente como lo es lo es la inclusión social en la aldea global que hoy facilita internet.

La implementación de cursos en un entorno de aprendizaje virtual permite superar las dificultades de acceso de los estudiantes y facilita su aprendizaje centrado en la colaboración y la interacción, como también su seguimiento personalizado.

El desafío al que se enfrentará la Universidad en general y la U.T.N. a nivel general será necesario reconvertir sus Programas de Estudio a nivel virtual, dado su carácter federal e inclusivo.

Las instituciones de tradición presencial deberán adaptar sus recursos pedagógicos, tecnológicos y administrativos para implementar cursos hasta lograr carreras en modalidades virtuales.

### REFERENCIAS

- Córica J.L.; Portalupi C.; Lourdes Hernández Aguilar M.; Bruno A. Fundamentos de diseño de Materiales para Educación a Distancia / 1a ed.- Mendoza: Editorial Virtual Argentina, (2010)..CD-ROM. ISBN 978-987-24871-6-4
- García Aretio L. Sociedad del Conocimiento y Educación. Madrid. (2012): Universidad Nacional de Educación a Distancia ISBN: 978-84-362-6573-6
- Hovos Giraldo H. Impl. b-learning y Estrategia de Formación por proyectos para generar soluciones educativas para desarrollo de competencias. Set. 2018, de Prosisistemas Virtual Colombia. (2012). Sitio web: [http://www.ufrgs.br/niece/eventos/RIBIE/2006/ponencias/ar\\_t097.pdf](http://www.ufrgs.br/niece/eventos/RIBIE/2006/ponencias/ar_t097.pdf)
- Asociación Nacional de Universidades i Instituciones de Educación Superior. Anuies (s.f.) (2016). Web <http://www.anuies.mx/anuies/acerca-de-la-anuies>
- Universidad Lasalle México. Catálogo de estrategias de aprendizaje y enseñanza para educación a distancia. Universidad La Salle Ed.. (2013). Web de [http://ulsa.welknow.net/PDF/Catalogo\\_de\\_estrategias\\_CIED.pdf](http://ulsa.welknow.net/PDF/Catalogo_de_estrategias_CIED.pdf)
- U.T.N. Resolución. N° 1133. Lineamientos para el desarrollo de programas y carreras con modalidad de educación a distancia en el ámbito de la U.T.N. (2007). Recuperado de: <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/salida.php3?tipo=ORD&numero=1133&anio=0&facultad=CSU&pagina=1>
- U.T.N. Resolución Consejo Superior. Lineamientos del Sistema Institucional de Educación a Distancia de la U.T.N. (2018). Recuperado de: <http://csu.rec.utn.edu.ar/docs/php/buscador.php3>

## PROYECTO APTITUD

Edgardo Remo Benvenuto Pérez<sup>\*(1)</sup>; Jorge Luis Contreras Vidal<sup>(2)</sup>

(1) Ex Prof. Universidad Tecnológica Nacional, Fac. Reg. San Francisco, Fac. Reg. Paraná, Antártida Argentina 2469, San Francisco, Córdoba, Argentina

(2) Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

\*E-mail: remoben@hotmail.com

### DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN

El Proyecto Aptitud (PApt) está relacionado con la selección, secuencia, calidad y cantidad (SSCC) de contenidos de Química. Se destaca que el concepto del proyecto se puede aplicar a otras disciplinas.

Debido a la complejidad de la Química, su estudio se debe realizar con muchas precauciones para evitar presentar y desarrollar conocimientos que al avanzar en la disciplina son contradictorios, incorrectos o invalidados por conocimientos omitidos. Este concepto se desarrolla en el trabajo “Teoría de la Omisión (Toms): propuesta pedagógica para abordar temas”.

La selección, secuencia, calidad y cantidad de contenidos (SSCC) de los temas es imprescindible y se debe realizar después de un análisis crítico, no repitiendo esquemas conocidos e intentando aplicar una lógica Química - Física que disminuya las dificultades en el aprendizaje y comprensión. Un concepto fundamental es que los temas de Química y Química - Física tienen una complejidad creciente que permiten un análisis lógico de la selección, secuencia, calidad y cantidad (SSCC).

El concepto del Rompecabezas para Comprender (RomCom) se aplica a la construcción del conocimiento y comprensión de temas. Un rompecabezas tiene piezas separadas, su complejidad depende de la calidad y cantidad de las piezas separadas. Las piezas separadas son análogas a los conocimientos separados y quizás comprendidos. Armar el rompecabezas es análogo a relacionar conocimientos separados y posiblemente comprendidos, al relacionarlos es probable que aumente la comprensión parcial y además se comprendan otros conceptos.

Se puede argumentar que si la secuencia en el desarrollo de un tema o disciplina es ilógica y además hay omisiones, se encuentran muchas dificultades para armar el rompecabezas y comprender el tema, según la calidad y cantidad de los conocimientos separados y las omisiones, armar el rompecabezas para comprender tiene muy distintas y diferentes dificultades. Otro efecto posible al armar el rompecabezas es que pueden aclarar la comprensión de varios temas.

En el nivel medio y universitario inicial se detectan graves deficiencias en las propuestas pedagógicas oficiales.

Los contenidos oficiales (Pedagogía - Qué) son ilógicos y caóticos en la selección, secuencia, calidad y cantidad, además se omiten conocimientos (Teoría de la Omisión) que provocan confusiones y conceptos erróneos.

También en los libros, en general, la selección, secuencia, calidad y cantidad no es lógica, con errores y omisiones.

El Proyecto Aptitud (PApt) está relacionado con la selección, secuencia, calidad y cantidad (SSCC) de contenidos, el rompecabezas para comprender (RomCom) y la teoría de la omisión (Toms).

La SSCC, el RomCom y la Toms son complementarios e imprescindibles.

La Didáctica (Cómo) debe estar al servicio de la Pedagogía (Qué), el “Cómo” son los medios, formas, métodos variables para el “Qué”.

Si el “Qué” es un rompecabezas con omisiones, el “Cómo” es ineficiente y/o inútil.

### OBJETIVOS

El Proyecto Aptitud (PApt) tiene por objetivos evaluar las aptitudes de las personas y proponer relaciones entre aptitudes y temas de distinta complejidad. Las aptitudes se evalúan según algún test de coeficiente intelectual (CI).

El objetivo del trabajo está dirigido a seleccionar los contenidos (Pedagogía – Qué) de Química y Química - Física en la escuela media (EM) y universitario inicial (UI) analizando relaciones entre el coeficiente intelectual (CI) y complejidad de los temas de Química y Química - Física.

#### Contenidos

El proyecto Aptitud (PApt) propone la siguiente selección y secuencia (SSCC) de contenidos de Química y Química Física Básica:

Para Escuela Media (EM):

1. Conocimientos básicos I.
2. Cuerpos y sustancias.
3. Estructura del átomo.
4. Estructura de los cuerpos.
5. Conocimientos básicos II.
6. Naturaleza de la materia.
7. Sustancias compuestas.
8. Fenómenos químicos clásicos.

Se destaca que los contenidos propuestos para la escuela media (EM) están desarrollados (calidad y cantidad) en el libro (en publicación) Química Básica (E. R. Benvenuto Pérez, J. L. Contreras Vidal).

Para Universitaria Inicial (UI):

1. Estructura de la materia.
2. Clasificación de los elementos químicos. Propiedades periódicas.
3. Sustancias y cuerpos. Uniones entre partículas.
4. Sistemas macroscópicos.
5. Las disoluciones.
6. Equilibrio químico.
7. Cinética química.
8. La química y la electricidad.



9. La química y la energía.

Se destaca que los contenidos propuestos para universitario inicial (UI) están desarrollados (calidad y cantidad) en el libro (a publicar) Química Física Básica (E. R. Benvenuto Pérez, J. L. Contreras Vidal).

En los prefacios de los libros se describen criterios, conceptos y argumentos para la selección, secuencia, calidad y cantidad (SSCC) en ambos libros.

**MARCO TEÓRICO**

En internet hay varios test para el coeficiente intelectual (CI) con distintos, por ejemplo, cantidad, tipo de consignas (se puede hacer el Test para obtener el CI propio). Hay test con pocas preguntas, por ejemplo, el Test de CI – 123 Test que tiene 10 consignas.

Se adoptan los resultados del Test CI Internacional, con 40 consignas, que muestran las figuras 1, 2 y 3.

Adoptando que el 50 % con CI entre 90 – 109 es la mayoría “normal”, es necesario evaluar la selección, secuencia, calidad y cantidad de temas a desarrollar para el CI «normal», esta evaluación es complicada pero es imprescindible.

Se puede adoptar, por ejemplo, el criterio que entre CI 90 y 109, las aptitudes permiten desarrollar y comprender temas no complejos con matemática simple.

El coeficiente intelectual CI se debe tener en cuenta para la selección, secuencia, calidad y cantidad (SSCC) de los contenidos (Pedagogía - Qué) de Química y Química – Física. También, por ejemplo, el rango de edades, objetivos del curso.

Se considera fundamental analizar los contenidos propuestos en el Proyecto Aptitud.

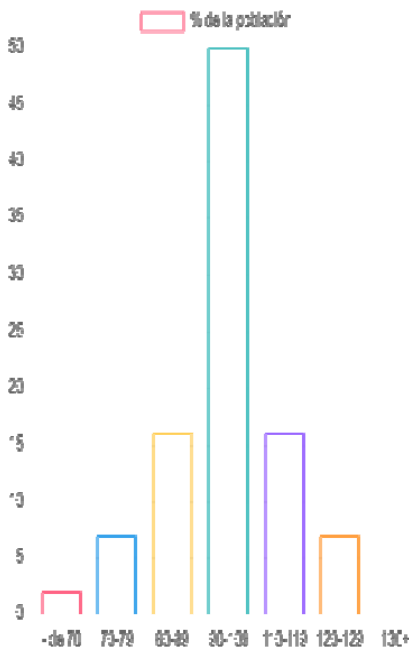


Figura 1

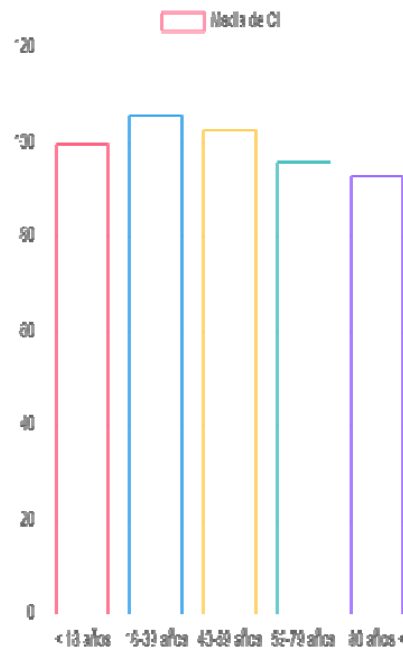


Figura 2

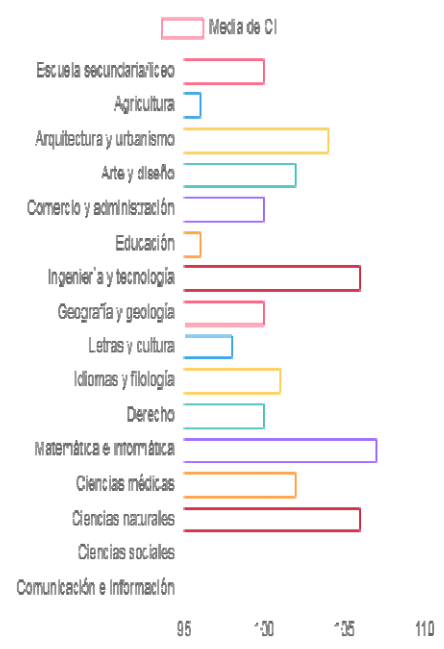


Figura 3

El resultado que muestra la figura 1 justifica el concepto subjetivo que el coeficiente intelectual (CI) y las aptitudes de las personas son muy distintas, tienen una distribución gaussiana y abarcan un amplio rango.

En general, todas las personas tienen distintos coeficientes intelectuales CI (“medible”).

La expresión “capacidades diferentes” expresa el concepto. Según la figura 1, el 50 % tiene un coeficiente intelectual CI entre 90 y 109, el 25 % de la población tiene CI menores y el 25 % CI mayores.

**REFERENCIAS**

Pauling L. (1971), Química General, Madrid, España, Ed. Aguilar.  
 Vygotsky N. (1981), Pensamiento y Lenguaje, La Habana, Cuba, Editorial Pueblo y Educación, MINED.  
 Thurstone I. (1972), La medición de la inteligencia, la aptitud y el interés, Buenos Aires, Argentina, Ed. Paidós.  
 “Teoría de la Omisión”, E.R.Benvenuto, J.R.García, J.L.Contreras Vidal, IX Congreso Internacional “Didácticas de las Ciencias”, La Habana, Cuba, Marzo 2016.

## LAS COMPETENCIAS, LA EVALUACIÓN Y EL USO DE TECNOLOGÍAS

Eva Casco<sup>(1)\*</sup>, Aldana Tibaldo<sup>(1)</sup>, Débora Massara, Romina Durunda

<sup>(1)</sup> Departamento de Materias Básicas, Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional  
Lavaisse 610 – Santa Fe  
\*ecasco@frsf.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

Estimular el desarrollo de competencias es una de las máximas aspiraciones de la educación y también una de las más difíciles de lograr. La 63<sup>o</sup> Asamblea del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de la República Argentina (Rosario, 1 de junio de 2018) aprobó la propuesta “estándares de segunda generación” para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina, la cual constituye un avance sustantivo, que promueve un cambio paradigmático en la formación de ingenieros, en tanto ponen su foco en el estudiante y en el proceso de enseñanza y aprendizaje, con la expectativa de desarrollar y fortalecer las competencias en el graduado. La propuesta, también conocida como “El libro rojo del CONFEDI”, establece que el egresado de una carrera de ingeniería debe poseer un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística.

En la sección V del mencionado libro, “Condiciones curriculares comunes para las carreras de ingeniería”, se clasifican dos competencias que debe poseer el graduado, las cuales se denominan *genéricas* y *específicas*, y se definen:

a) *Genéricas*: cada institución universitaria, en su marco institucional y del proyecto académico individual, determinará para sus carreras, la estrategia de desarrollo para asegurar competencias de egreso genéricas comunes a todas las carreras de ingeniería y necesarias para asegurar el perfil de egreso.

b) *Específicas*: el plan de estudios debe garantizar el desarrollo de las competencias específicas para las actividades reservadas definidas en la terminal y verificar el cumplimiento, además, de la formación en el proyecto académico de la carrera, de los alcances de título que defina la institución, con la profundidad y calidad propia de un título de ingeniero.

En este sentido, el grupo de docentes e investigadores pretende propiciar y evaluar el desarrollo en el alumno de competencias genéricas tecnológicas como “identificar, formular y resolver problemas de ingeniería, utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería, así como competencias sociales, políticas y actitudinales, el desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo y comunicarse con efectividad.

Bajo este marco, el objetivo del presente trabajo es proponer una actividad que permita analizar las

competencias obtenidas por los alumnos en las asignaturas del ciclo básico, a partir de la utilización de tecnologías emergentes en educación para evaluar la contribución de estas en el proceso de enseñanza y aprendizaje a partir del cambio de paradigma el aprendizaje centrado en el alumno.

### MÉTODOS

La actividad se focalizará en un contenido mínimo de la asignatura Análisis Matemático I (AMI), cuya evaluación se considera podría contribuir a un portafolio de la asignatura, formado por distintos instrumentos de valoración que proporcionen información válida y confiable acerca del valor o mérito de las metas alcanzadas o no, con el fin de servir de guía para tomar decisiones, solucionar problemas y promover la comprensión de los fenómenos implicados.

Para este trabajo se abordará el contenido mínimo “Derivada”- su interpretación Razón de cambio. Los sujetos de evaluación serán los alumnos de primer año de las carreras de ingeniería de la U.T.N. Facultad Regional Santa Fe y las competencias que se analizarán serán las establecidas por el CONFEDI bajo el nombre “genéricas”.

La metodología propuesta comienza cuando los docentes presentan el tema en clases. Una vez expuesto el contenido, los alumnos se organizarán en grupos de tres integrantes y trabajarán leyendo, analizando e interpretando el problema dado y la resolución de la Mini Unidad de Aprendizaje (MUA), con el objetivo de desarrollar competencias para identificar, formular y resolver problemas, así como desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

La MUA se encuentra disponible en la plataforma “Campus Virtual” y en ella, los alumnos disponen además de los conceptos teóricos, la resolución de un problema mediante el uso del Software Geogebra (Casco et al., 2019). <https://n9.cl/wust>

Luego, cada grupo resolverá un problema de la guía práctica de la asignatura, desarrollando competencias de liderazgo y colaboración, propiciando el pensamiento crítico y la resolución de problemas, disponiendo de espacios de consultas presenciales de los profesores involucrados.

Una vez transcurridos 10 días, oralmente deberán demostrar la resolución del problema mediante la aplicación del concepto Derivada, explicando la resolución

analítica y la ejecución de una animación (simulación), en el Software Geogebra.

Al finalizar la exposición, los resultados serán presentados en una rúbrica para que el grupo realice una co-evaluación y una autoevaluación de la participación de cada uno y de la presentación (véase Fig. 1). La rúbrica es un instrumento que define tareas, actividades o comportamientos específicos que se desean valorar, así como los niveles de desempeño asociados a cada uno de estos (Garibay et al., 2020).

1. Evaluación MUA			
1.1. Presentación			
1 No respeta tiempos, incompleta, no realiza las consignas	2 En tiempo y forma no respeta las consignas	3 En tiempo y forma respeta consignas	4 En tiempo y forma respeta consignas, organiza el trabajo y supera lo solicitado
1.2. Fundamentación teórica y claridad conceptual			
1 No incluye, no responde ninguna pregunta	2 No incluye, responde algunas preguntas correctamente	3 Incluye, responde algunas preguntas correctamente	4 Incluye, responde todas las preguntas correctamente
1.3. Coherencia Interna			
1 No guarda relación lo presentado con lo solicitado	2 Guarda poca relación lo presentado con lo solicitado	3 Hay coherencia interna entre las variables y el problema dado pero no concluye bien la simulación	4 Hay coherencia interna entre las variables y el problema dado, concluye bien la simulación y conclusión
1.4. Pertinencia de la presentación			
1 Es inadecuada-No responde a las consignas	2 Adecuada pero carece de contexto	3 Adecuada, contextualizada y realiza reflexiones a partir de la solución hallada	4 Adecuada, contextualizada, realiza reflexiones a partir de la solución hallada e infiere posibles escenarios a partir del cambio del estado de las variables
1.5. Oralidad			
1 No se comunica de manera eficaz, su discurso no es adecuado teóricamente	2 No se comunica de manera eficaz, su discurso es en parte adecuado teóricamente	3 Se comunica de manera eficaz, su discurso es adecuado teóricamente y expone claramente el problema y la solución encontrada	4 Se comunica de manera eficaz, su discurso es adecuado teóricamente, expone claramente la relación teórico-práctica asociando los conceptos con el ejercicio dado y extrapolando a otros posibles casos

Fig. 1. Rúbrica: evaluación MUA.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se considera que la organización en grupos propiciará liderazgo, esfuerzos conjunto entorno a objetivos, la negociación de soluciones (mediación; esfuerzo de las personas por prevenir conflictos o resolverlos; realizar acuerdos; arbitrar; etc.), la conexión personal (empatía; reconocer y responder adecuadamente a los sentimientos y preocupaciones de la gente; trabajar en equipo; persuadir; ser asertivo), etc (Casco et al., 2018).

El tipo de evaluación contribuye a una evaluación sumativa de la asignatura AMI, desde la valoración formativa de cada contenido, apostando en este caso, al aprendizaje colaborativo, pues se realizará la división del grupo amplio de la clase en pequeños equipos heterogéneos que sean representativos de la comisión en cuanto a los distintos niveles de rendimiento y se valorará el trabajo grupal que debe realizarse para conseguir los objetivos propuestos.

En lo que respecta a los contenidos a evaluar, estos incluyen dominio cognitivo del concepto y su aplicación en otros contextos, el afectivo relacionado actitudes personales y grupales, y procedimental en el desarrollo habilidades, destrezas, organización del tiempo, etc. para la solución del problema planteado.

Las técnicas de evaluación usadas serán la observación, entrevista y de desempeño. El sistema de evaluación será tanto cualitativo como cuantitativo. Los criterios adoptados para evaluar a los alumnos se basarán en la realización de los trabajos y la presentación oral de los mismos. Para ello, se considerará la exposición individual, la presentación de la resolución del problema y las respuestas a las preguntas realizadas por los docentes. Luego se evaluará la exposición y presentación de la solución grupal. En última instancia, luego de valorar el desempeño de cada alumno y del grupo, los docentes realizarán los aportes que contribuyan a la mejora académica y al desempeño en la vida real.

Como docentes recurren a las didácticas activas, con la intención de resultar mediadores, adaptando los recursos didácticos, mediante las tecnologías emergentes, para lograr potenciar los procesos de aprendizaje. El uso de softwares es una exigencia curricular, esta actividad propiciará su revalorización, no sólo como herramienta para resolver cálculos sino como motivador del aprendizaje y favorecedor en el desarrollo de competencias.

## REFERENCIAS

Casco, E., De Santis, E., Tibaldo, A., Verrengia, M. "El uso de tecnologías, la comprensión y la evaluación". VI Jornadas Nacionales y II Latinoamericanas de Ingreso y Permanencia en Carreras Científico-Tecnológicas (IPECyT), ISBN: 978-950-658-471-9 (2018).

Casco, E., Rodríguez, M. E., Tibaldo, A., Canal, M. "Creación de un objeto a partir de una Mini Unidad de Aprendizaje para mejorar la comprensión en estudiantes universitarios", Jornada de Ciencia y Tecnología. San Francisco, Santa Fe, ISBN: 978-950-42-0193-9 (2019).

Consejo Federal de Decanos de Ingeniería - CONFEDI. *Propuesta de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina - Libro rojo de CONFEDI*, Roberto Giordano Lerena, Sandra Cirimelo, (2018).

Garibay, E., González, R., Ramírez, K. *Evaluación del y para el aprendizaje: instrumentos y estrategias*, Universidad Nacional Autónoma de México, ISBN: 978-607-30-2345-0 (2020).

## TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS: DEL PIZARRÓN A LAS PANTALLAS

Cima, Josefina\*<sup>(1)</sup>; Lunad Rocha, Ma. Eugenia<sup>(1)</sup>; Mercol, Giuliana<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Facultad de Ciencias de la Comunicación (UNC), Av. Enrique Barros s/n, Córdoba, Córdoba.  
\*josefinacima@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

La Sociedad de la Información (Castells, 1996) supuso nuevas maneras de vivir, de trabajar, de comunicarnos, de relacionarnos, de aprender e incluso de pensar. Durante la segunda mitad del S. XXI las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se desarrollaron significativamente e impactaron sobre las formas de organización política, económica, social, cultural y educativa. Con estos conceptos como norte y asumiendo que las prácticas de enseñanza son sociales, culturales y están profundamente mediadas por las tecnologías, es menester reflexionar sobre la inserción de las redes sociales al sistema educativo y los nuevos entornos virtuales.

La presente ponencia se propone analizar el uso y potencial pedagógico-didáctico de la interfaz comunicacional de Instagram en los/as estudiantes de primer año de la asignatura anual Taller de Lenguaje I y Producción Gráfica (cátedra A) de la carrera de Licenciatura en Comunicación Social de la Universidad Nacional de Córdoba: @talleruno.a.fcc

Cada red social tiene sus propios lenguajes, discursividades, gramáticas y lógicas específicas. En este caso, Instagram se caracteriza por la convergencia de recursos narrativos y multimedia (texto, gráficos, imágenes, vídeo, animaciones, sonido, etc) que se combinan en la producción periodística de textos digitales e inciden en la formación profesional de los/as estudiantes (hipertextos, emojis, hashtags, gifs, stickers, avatars, tags, etc).

En la actualidad, la naturalización de la utilización de las redes sociales conduce a pensarlas como recurso educativo en la enseñanza superior y en esta etapa de emergencia sanitaria mundial, la cual imposibilita la clase tradicional, Instagram se posiciona como un canal viable para conectar con los/as alumnos/as.

En el escenario actual tan dinámico, las nuevas tecnologías son una alternativa para potenciar el aprendizaje. Además, posibilitan resignificar la alfabetización digital y el uso de las TIC con el fin de promover la ciudadanía digital y activa en una sociedad pluralista y democrática.

Palabras clave: Redes sociales, TIC, educación superior, innovación educativa

### MÉTODO

Este trabajo se inscribe en una perspectiva de investigación mixta en tanto se propone comprender e interpretar un fenómeno que se ubica en un contexto de incesantes cambios en el campo educativo, producto del avance vertiginoso de las tecnologías que se utilizan en la comunicación y también por el complejo escenario del consumo cultural. Asumiendo una metodología más cualitativa realizamos entrevistas estructuradas a los diez seguidores e indagamos sobre el uso que los estudiantes le dan a esta cuenta: frecuencia de consulta y valoración de los contenidos.

La opción por una metodología cualitativa responde a la pertinencia que esta tiene para analizar fenómenos sociales. Consideramos también, la manera en que los/as destinatarios/as, es decir los/as sujetos de educación construyen la propia subjetividad en su vinculación con las tecnologías digitales.

Por su parte, asumiendo una metodología cuantitativa, analizamos la cantidad de seguidores, su composición (alumnos, ex alumnos, docentes, otros) y la interacción que estos tienen con la cuenta.

### RESULTADOS

En relación a la experiencia en el Taller, el equipo docente tuvo la compleja tarea de buscar formas nuevas de generar la proximidad con los estudiantes. A partir de allí, la incorporación de contenidos educativos en esta red social nos invitó a repensar las formas, estilos y prácticas de enseñanza y la relación alumno-docente, sedimentada desde la modernidad.

Al ser una cuenta transversal a las cinco comisiones (aproximadamente 500 estudiantes en total) que conforman la materia, la plataforma permitió recopilar información sobre dudas vinculadas a los temas desarrollados en las clases y, por medio de actividades acotadas, detectar errores frecuentes y comunes. Estos datos constituyen uno de los insumos necesarios para reflexionar los contenidos que deben reforzarse y/o actualizarse.

Además de relevar información respecto al desarrollo de las clases, Instagram habilitó instancias de producción de contenidos. Es decir, en el ejercicio y en el hacer de la propia práctica periodística.

Los seguidores de la cuenta son principalmente alumnos del taller, sin embargo, también hay ex alumnos

de la materia los cuales también participan de las actividades planteadas.

Así también, a través de la cuenta de Instagram se pusieron en juego mecanismos de interacción que evidenciaron el tono dialógico y otro modo de desarrollar la propuesta pedagógica, la clase, los recursos digitales y curriculares alineados a la virtualidad.

## CONCLUSIONES

Resulta insoslayable incluir en las propuestas didácticas a las tecnologías y recursos digitales, no solo por su valor innovador para la enseñanza sino también porque supone asumir una mirada epistemológica desde la cual se reconoce que el objeto de conocimiento está atravesado por las TIC, las cuales siempre fueron un espacio de disputa social y cultural y hoy constituyen una opción válida capaz de sostener la continuidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en el contexto de confinamiento.

Se puede promover un e-aprendizaje (Coll, 2005), entendido como la utilización de las nuevas tecnologías multimedia e internet con el fin de promover y mejorar la calidad del aprendizaje, aún en aquellas plataformas digitales que no nacieron con fines estrictamente educativos.

## REFERENCIAS

ALBARELLO, F. (2019). Hacia una ecología de las pantallas. En Albarello, F. *Lectura transmedia. Leer, escribir, conversar en el ecosistema de las pantallas*. Buenos Aires: Ampersand.

AREA MOREIRA, M., GROS SALVAT, B., y MARZAL GARCÍA-QUISMONDO, M. A. (2008). *Alfabetizaciones y tecnologías de la información y la comunicación*. Madrid: Editorial Síntesis.

CASSANY, D. (2002). La alfabetización digital, Actas del XIII Congreso Internacional de la Asociación de Lingüística y Filología de América Latina (ALFAL), Universidad de Costa Rica, San José de Costa Rica.

CASTELLS, M. (1996). *La era de la información. Economía, sociedad y cultura*. Vol. 1 México siglo XXI.

COLL, C. (2005) “Psicología de la educación y prácticas mediadas por las tecnologías de la comunicación y la información. Una mirada constructivista”. *Revista Sinéctica* n° 25. Universidad Jesuita de Guadalajara.

DE CASAS-MORENO, P; TEJEDOR-CALVO, S; ROMERO-RODRÍGUEZ, L. M. (2018). Micronarrativas en Instagram: Análisis del storytelling autobiográfico y de la proyección de identidades de los universitarios del ámbito de la comunicación. *Revista Prisma Social* no20, 2018, 40-57. Recuperado el 15 de Agosto de 2019, de <https://revistaprismasocial.es/article/view/2288/2474>

DUSSEL I., QUEVEDO L.A. (2010). *Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital*. Documento elaborado en el VI Foro Latinoamericano de Educación, Buenos Aires.

JENKINS, H. (2006). *Convergence Culture. La cultura de la convergencia en los medios de comunicación*. Ed. Paidós. España.

LITWIN, E. (2008). El oficio del docente y las nuevas tecnologías: herramientas, apremios y experticias. *EducaçãoUnisinos*. 12(3):167-173, setembro/desembro.

MANOVICH, L. (2012). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación: La imagen en la era digital*. Barcelona: Paidós.

MARTÍN-BARBERO, J. (2003). *Saberes hoy: Diseminaciones, competencias y transversalidades*. *Revista Iberoamericana de Educación*. N.º 32, pp. 17-34.

MITCHELSTEIN, E. y BOCZKOWSKI, P. (2017): *Titulares, hashtags y videojuegos. La comunicación en la era digital*. Buenos Aires: Manantial.

SALMON, C. (2008). *Storytelling. La máquina de fabricar historias y fomentar las mentes*. Barcelona: Ediciones Península.

SCOLARI, C. (2013). *Narrativas transmedia. Cuando todos los medios cuentan*. Bilbao: Deusto.

SCOLARI, C. (2015) (ed.): *Ecología de los medios. Entornos, evoluciones e interpretaciones*. Barcelona: Gedisa.

VIADA, M. M., & ECHEVARRÍA, M. C. (2014). *Periodismo en la Web Lenguajes y herramientas de la narrativa digital*. Córdoba: Editorial Brujas.

# ESTRATEGIAS EN LA FORMACION POR COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DEL ÚLTIMO NIVEL DE INGENIERIA ELECTRICA DE UTN-FRT

García Luis Francisco\* <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Facultad Regional Tucuman, UTN, Rivadavia 1050, San Miguel de Tucuman, Tucuman  
\*luisgarcia@firt.utn.edu.ar

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza universitaria, debe tender a lograr la mayor autonomía posible, tanto en la configuración de un pensamiento original e independiente, como en el fortalecimiento de todos aquellos modos de acción que aseguren un inmejorable aprovechamiento de los propios recursos personales y estimulen una vocación de perfeccionamiento y actualización continua, Lafourcade (1974).

Los métodos tradicionales de enseñanza no han alcanzado a motivar a los estudiantes haciendo que se alejen del estudio de las ciencias exactas. Ante esto, surge la pregunta ¿Por qué el estudio de la ciencia no resulta atractivo para muchos estudiantes?, Fernández González (2008). Se supone que una parte de la responsabilidad recae en el planteamiento que mantiene su enseñanza, que sigue mostrando la mayor parte de las veces que, la ciencia está centrada en sí misma, es académica y formalista, Léna, (1999), y en general sin aplicación a la resolución de problemáticas reales.

En consecuencia, este trabajo pretende aportar una concepción constructiva y motivadora para los estudiantes basada en la aplicación integrada de conocimientos, en un caso práctico de una organización productiva o de servicios. La propuesta de la aplicación de estudio de casos, como metodología de enseñanza nos resulta adecuada para la adquisición de las competencias integradoras y emprendedoras de los estudiantes de quinto nivel de la especialidad de Ingeniería Eléctrica de la Facultad Regional Tucumán de la Universidad Tecnológica Nacional.

Para lograrlo se pone énfasis en la metodología de casos como herramienta esencial para llevar el cambio de los tradicionales contenidos académicos a contenidos profesionales, Montoya Ortlieb (2017). En cuanto a las competencias a desarrollar en este contexto, se aplicará en las mismas el concepto de capacidad de “*saber hacer*” y “*hacer con saber*” con conciencia de las consecuencias de ese hacer, Aguirre (2020).

En este trabajo se presenta las estrategias diseñadas para la asignatura Organización y Administración de Empresas en la carrera Ingeniería Eléctrica. Esta experiencia resultó motivadora para los estudiantes y docentes, ya que se lograron soluciones a casos reales de organizaciones del medio y algunos fueron de aplicación efectiva en las mismas.

## MÉTODOLOGIA

Al inicio del cursado se brindarán clases de presentación de la modalidad de trabajo de la asignatura, se comparte la agenda anual, los conceptos generales del programa y sus contenidos.

Durante el cursado los estudiantes trabajan de manera grupal en el desarrollo de un caso de estudio, cumpliendo los ejes temáticos de la asignatura. Se plantean las siguientes pautas generales a seguir para el desarrollo ordenado y sistemáticos del caso de estudio y de la agenda de cumplimiento de acuerdo a la guía didáctica que se entrega a los estudiantes, por el cuerpo docente.

Cada grupo prepara un caso a estudiar con aplicación de contenidos curriculares.

- Gestión temporal del proyecto.
- Gestión de recursos del proyecto.
- Estudio legal – tipos de sociedades.
- Investigación de mercado.
- Estudio técnico y de ingeniería.
- Estudio Económico.
- Estudio financiero.
- Análisis de sensibilidad.
- FODA.

Conclusiones

En el dictado de la asignatura, se realizan clases expositivas de los contenidos teóricos, que fundamentan los conocimientos para la elaboración del caso de estudio, el cuerpo docente realiza un seguimiento y acompañamiento durante todo el proceso del trabajo del estudiante.

Se evalúa el avance del trabajo y los conocimientos teóricos en concordancia con las evaluaciones parciales a mediado y final de año, donde los estudiantes realizan una presentación escrita y oral del caso de estudio. La modalidad de evaluación es de tipo tradicional, por competencia y por rubrica. Se evalúan por ej. Competencias específicas como: “Planificar dirigir y ejecutar proyectos, Gestión de tiempo, Pensamiento sistémico” a través de las competencias asociadas” a través de las Competencias asociadas “Proyectar dirigir y controlar la construcción, operación y mantenimiento de instalaciones y equipamiento de ingeniera eléctrica” que se encuentra en los contenidos de unidades temáticas : Planificación y administración de operaciones, Logística, cadena de abastecimiento, Reingeniería de los procesos empresariales, Administración de proyectos y costos, Formulación y evaluación de proyectos.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la aplicación de esta metodología en la asignatura Organización Industrial en la carrera Ingeniería Mecánica de la FRT-UTN, nos muestra que al cabo de 6 años se alcanzaron a elaborar 96 casos, con la participación de 381 estudiantes organizados en promedio de cuatro estudiantes por grupo.

Del total de los cursantes y considerando nota máxima 100 y nota mínima 40 resulto que el porcentaje de promocionales (con nota 70 o más) fue del 15%, el de Regulares (nota 40 a 60) fue 76% y no alcanzaron los objetivos o se retiraron del cursado el 6%

Los temas de los casos estudiados muestran la diversidad tratada y su relación con las tecnologías de la ingeniería eléctrica. Por otra parte, es importante expresar la articulación transversal generada de los temas curriculares con otras asignaturas de la carrera. Entre ellos figuran:

- Fábrica de máquinas hidráulicas.
- Proyecto de planta de elaboración de Hojuelas de PET.
- Montaje de taller de mantenimiento de máquinas viales.
- Montaje fábrica de acoplado.
- Montaje de taller mecanizado de precisión.
- Estrategias tecnológicas sustentables de la cogeneración a partir de residuos fibrosos de la caña de azúcar.
- Planta de clasificación, separación, reciclado y tratamientos de residuos sólidos urbanos.

Todos los casos estudiados tienen la potencialidad de aplicación efectiva, puesto que en ellos se analizan problemáticas del sector industrial y de organizaciones de servicios públicos de la región, y se destaca que en algunos las soluciones propuestas agregan valor y fue posible llevarlos a la práctica (es decir, de aplicación efectiva). Cabe mencionar que las temáticas tratan en general sobre cuatro líneas de estudio, por ejemplo: nuevos emprendimientos, casos de innovación, mejoras en instalaciones o equipos y optimización de procesos.

## CONCLUSIONES

Por la descripción y los resultados expuestos en este trabajo podemos concluir que la experiencia fue positiva para los estudiantes, ya que se mostraron animados e interesados a realizar los proyectos y con ello se contribuyó a la formación profesional por competencias de ingeniería.

Es importante comentar que esta metodología formativa aporta al desarrollo y evolución de las organizaciones regionales logrando un impacto en la productividad, calidad y competitividad de las empresas que se enfrentan a entornos dinámicos cambiantes.

## REFERENCIAS

Aguirre, Francisco Ayala (2020). Retos de un profesor de un modelo educativo basado en competencia. Tecnológico de Monterrey consultada 1 de marzo 2020.

<https://observatorio.tec.mx/edu-news/retos-modelo-educativo-basado-en-competencias>.

Consejo Federal de Decanos de ingeniería – CONFEDI (2018). Propuesta de estándares de segunda generación para la *acreditación de carreras de ingeniería “Libro Rojo de CONFEDI”*. Argentina. Editores: Lerena; Cirimelo. Universidad FASTA Ediciones, REUP; [www.confedi.org.ar](http://www.confedi.org.ar).

Fernández González, Manuel, (2008). Ciencias para el mundo contemporáneo. Algunas reflexiones didácticas. La Ciencia Ayer y Hoy, 5(2), 185-199.

Lafourcade, P. (1974). *Planeamiento, Conducción y Evaluación de la Enseñanza Superior*. Editorial Kapeluz, Buenos Aires,76.

Lena, P. (1999). Bulletin de l’Union des Physiciens. Désirs de science, désirs de vie., 93, 7-17.

Montoya Ortlieb, Jesús Guillermo (2017). *Metodologías y estrategias de la enseñanza universitaria*. Recuperado de <https://www.monografias.com/docs113/metologia-y-estrategias-enseñanza-universitaria/metologia-y-estrategias-enseñanza-universitaria.shtml>.

## UNA PRÁCTICA EXPERIMENTAL MEDIADA POR TIC

M. A. Ré\*<sup>(1,2)</sup>

<sup>(1)</sup> CIII, Materias Básicas, F. R. Córdoba, UTN, Maestro López y Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria, Córdoba

<sup>(2)</sup> Fa.M.A.F., U.N.C., Haya de la Torre y Medina Allende, Ciudad Universitaria, Córdoba

\*E-mail del autor de contacto: [mre@frc.utn.edu.ar](mailto:mre@frc.utn.edu.ar); [mgl.re33@gmail.com](mailto:mgl.re33@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

Las TIC tienen una presencia creciente en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Su importancia se ha puesto de manifiesto recientemente en el contexto de las condiciones de aislamiento en que ha debido desarrollarse la actividad académica. Sin duda muchas innovaciones han llegado para quedarse y se abren nuevas perspectivas que requieren una reconsideración y evaluación de los métodos y prácticas de enseñanza favoreciendo una mayor participación de el/la estudiante. La inclusión de tecnología no puede pensarse de manera independiente de los aspectos didácticos y disciplinares como se ha hecho explícito en el esquema denominado Conocimiento Tecnológico, Didáctico y Disciplinar (TPCK por sus siglas en inglés) en (Mishra y Koehler, 2006 y Mishra et al., 2007).

La Física, en tanto ciencia fáctica, requiere de la práctica experimental para su aprendizaje. Los objetivos perseguidos con la incorporación del laboratorio introductorio de Física han sido resumidos por la Asociación Americana de Profesores de Física en (AAPT, 1998). Así, bajo la premisa del esquema TPCK, se propone la incorporación de TIC a través de la práctica experimental, como contribución al logro de estos objetivos. Sin embargo debe notarse (Holmes y Wieman, 2018) que no es conveniente pretender que todos los objetivos se busquen en una misma actividad.

Se presenta aquí una práctica en una modalidad que denominamos vídeo experimental: a partir de la filmación de un evento simple se pide su análisis. En la presente comunicación se considera el movimiento de caída de una esfera metálica en un tubo con glicerina, en el régimen de velocidad terminal. El/la estudiante deberá encontrar las funciones de movimiento correspondientes, en el marco de la cinemática. Como se informa a continuación los objetivos más avanzados no logran alcanzarse por la mayoría de las/los estudiantes que realizaron la práctica.

### DISEÑO DE LA PRÁCTICA

La práctica se planteó a partir de un vídeo en <https://www.youtube.com/watch?v=Ma3YYu0B9nc>. Corresponde a la filmación de una esfera cayendo en un tubo con glicerina. La esfera alcanza rápidamente su

velocidad terminal por lo que desarrolla un movimiento rectilíneo uniforme. El práctico queda así enmarcado en la cinemática: se solicita la determinación de las funciones de movimiento de la esfera: posición, velocidad y aceleración vs.  $t$ . Se espera que las/los estudiantes hagan un ajuste de las funciones y reconozcan a partir de estos ajustes la relación entre posición y velocidad.

Para la realización de la práctica se presenta una guía de actividades, solicitando:

- Construir una tabla  $t$ - $x$  y graficar.
- Calcular la velocidad media entre los instantes registrados y graficar.
- Proponer un modelo (una función dependiente del tiempo) para la posición y la velocidad de la esfera.
- Calcular los valores de ajuste correspondientes.
- Caracterizar el movimiento y justificar.

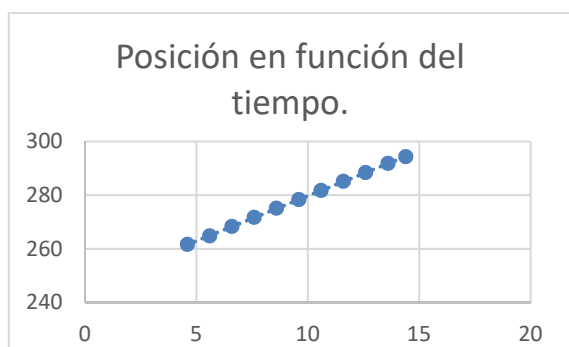
Aún cuando puede suponerse una tarea simple, la práctica permite evaluar el grado de comprensión del tema cinemática y el uso de métodos de ajuste. Los resultados obtenidos se evalúan a partir de los informes de laboratorio presentados.

### RESULTADOS

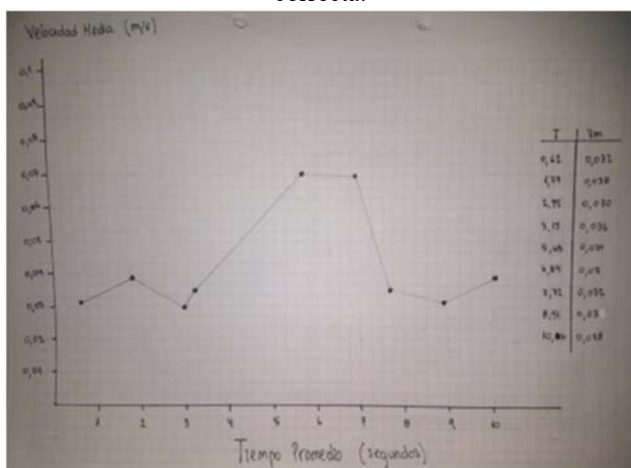
La experiencia se ensayó en el curso de Física 1 de la carrera de Ingeniería Química de la Facultad Regional Córdoba de UTN. Los resultados son preliminares y sólo se consideran cualitativamente. Se observa que la totalidad de los estudiantes logran completar un registro de valores de posición vs. tiempo y construir un gráfico a partir de los mismos. El cálculo de la velocidad como función del tiempo ha presentado mayor dificultad. Se incluyen dos gráficos representativos de lo incluido en los informes. En una proporción menor las/los estudiantes logran realizar un ajuste lineal de la posición vs. tiempo. Sin embargo el razonamiento no se repite al considerar los valores de velocidad vs. tiempo. En algunos casos se observa (de los informes presentados) que las/los estudiantes parten de una suposición acerca de las características del movimiento y tratan de ajustar sus mediciones a este modelo previo (aunque no hacen explícito cómo han llegado al mismo), cuando el proceso debiera ser el inverso: de las mediciones



al modelo para el movimiento. En general los/las estudiantes se desentendieron del cálculo de la aceleración, lo que permitiría confirmar sus propuestas.



**Fig. 1.** Presentación de resultados y ajuste de la medición de posición vs. tiempo. Figura tipo incluida en los informes. En la mayoría de los informes la medición fue correcta.



**Fig. 2.** Presentación de resultados del cálculo de velocidad vs. tiempo. Figura representativa de algunos informes. Un error frecuente es unir los puntos determinados por el cálculo con una línea quebrada, sin intentar la propuesta de un modelo.

La mayor dificultad encontrada aparece en el reconocimiento de la necesaria relación que debería establecerse entre posición y velocidad como funciones del tiempo

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (1)$$

Este hecho se refleja al no establecerse una comparación entre los valores de ajuste de la posición vs. tiempo y velocidad vs. tiempo en los casos en que tales ajustes fueron realizados. En general en los ajustes de valores efectuados no se calcularon los errores correspondientes, aún cuando en actividades anteriores fueron completados.

Todos estos resultados corresponden a la primera presentación realizada por las/los estudiantes. Luego de la misma se planteó una discusión y puesta en común de la actividad, lográndose una mejora en la segunda presentación.

## CONCLUSIONES

Se ha presentado en esta comunicación una práctica experimental en el formato que hemos denominado de vídeo experimental: a partir de la filmación de un evento se solicita a el/la estudiante su análisis. En este caso la práctica corresponde al tema de cinemática en un primer curso de Física, aún cuando la filmación permitiría el análisis de la dinámica involucrada. Como primera conclusión podemos afirmar que la propuesta permite buscar, parcialmente, los objetivos del laboratorio introductorio de Física. Se han detectado dificultades en la comprensión de la cinemática en aspectos que en general se dan por establecidos. La actividad permite además revisar los contenidos correspondientes al tratamiento de datos y valorizar aspectos en general no contemplados por las/los estudiantes como el cálculo de los errores en los valores ajustados. Cabe aclarar que esto no es inesperado al ser una de las primeras actividades prácticas realizadas en el curso (en esta edición la segunda).

El autor agradece a los realizadores del vídeo Dra. C. González y A. Wolfenson.

El autor agradece el apoyo de SCyT UTN a través del proyecto TEUTNCO0002065.

## REFERENCIAS

- American Association of Physics Teachers, "Goals of the introductory physics laboratory", *Am. J. Phys.*, **66**, 483-485 (1988).
- Derry, S. J., Ed., *Video research in education. Recommendations from an expert panel.* Data Research and Development Center, Chicago (2007).
- Holmes, N. G. y Wieman, C. L., "Introductory Physics labs. We can do better", *Physics Today*, **71**, 38-45 (2018).
- Mishra, P. y Koehler, M. J., "Technological Pedagogical Content Knowledge", *Teachers College Record*, **108**, 1017-1054 (2006).
- Mishra, P., Koehler, M. J. y Zhao, Y. Eds., *Faculty development by design. Integrating technology in higher education.* Information Age Publishing, Charlotte (2007).

## CADENA DE VALOR EN LA COMUNICACIÓN VIRTUAL UNIVERSITARIA EN TIEMPOS DE COVID-19

Rete, Oscar\*<sup>(1)</sup>; Pinto, Oscar<sup>(1)</sup>; Alberto, Myrna<sup>(1)</sup>; Fusero, Ezequiel<sup>(1)</sup>; Altina, Daniel<sup>(1)</sup>; Griotti, Juan Pablo<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional (UTN) Facultad Regional San Francisco  
(Avenida Universidad 501. San Francisco, Córdoba (2400))  
\*goperaciones@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

En diciembre de 2020 en la ciudad de Wuhan China, se originó una enfermedad viral causada por una especie de Coronavirus denominada Covid-19, en pocos meses se expandió por todo el mundo convirtiéndose en una pandemia mundial con efectos devastadores para todos los integrantes de la sociedad (Yi, et al., 2020).

En el mundo el proceso de digitalización de enseñanza de las competencias en colegios y universidades sufrió un crecimiento exponencial, en Sudamérica, Argentina no fue la excepción, la enseñanza se vio acelerada digitalmente a partir del 20 de marzo del 2020, fecha donde se decretó el aislamiento social, preventivo y obligatorio nacional y acciones de distanciamiento social obligatorio, las instituciones se han visto obligadas a suspender las actividades académicas en todos los niveles educativos, los docentes se vieron obligados a dejar el salón de clase tradicional utilizado por décadas y se vieron en la necesidad de ser usuarios tecnológicos, interactuando con diferentes herramientas virtuales con los alumnos, en una situación de un entorno totalmente diferente, con excesos de información y en una situación de incertidumbre.

El objetivo de la presente investigación es describir la situación actual del dictado de la educación universitaria a nivel de grado y posgrado, de acuerdo con tres pilares básicos de la educación a virtual. Sistemas de Gestión del Aprendizaje (Learning Management System), Tecnología de Mensajería y Live Streaming, bajo una perspectiva de la cadena de valor del docente universitario.

### MÉTODOS

La presente investigación se realizó a través de un estudio exploratorio no experimental y descriptivo, donde se elaboró un cuestionario de veinte preguntas, tomando en consideración como análisis cuantitativo datos que fueron exportados de *Google forms* para ser graficados y como análisis cualitativo se consideraron las respuestas de texto libre. Se recopiló un listado de correos electrónicos de los participantes docentes colaboradores de grado y posgrado de universidades públicas y privadas de seis países de Latinoamérica. El cuestionario fue compartido en línea y a través de redes sociales a diferentes universidades,

con una muestra inicial de 900 participantes al final del mes de Marzo de 2020.

### RESULTADOS

A los 15 días de enviado el cuestionario, respondieron 590 docentes, un 66.0% de los participantes. De acuerdo con los datos obtenidos, se procedió a la realización del análisis, encontrando los siguientes resultados.

Tabla 1. Grupo de docentes encuestados,

Nivel	Cantidad Docentes	Universidad Publica	Universidad Privada
Grado	401 (68%)	73%	27%
Posgrado	189 (32%)		
Total	590 (100%)		

Fuente: Elaboración propia.

### Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS)

La primera pregunta a los encuestados se refirió acerca su experiencia digital utilizando plataformas de gestión del aprendizaje o LMS (Learning Management System).

Las dos plataformas más utilizadas son *Moodle* en un 47.7% y *Google Classroom* en un 16.9%. Un 49% de los docentes mantienen una frecuencia de uso diario, un 43% de los docentes mantienen una frecuencia de uso semanal.

En función de la experiencia de uso los docentes manifiestan las siguientes características de las plataformas utilizadas.

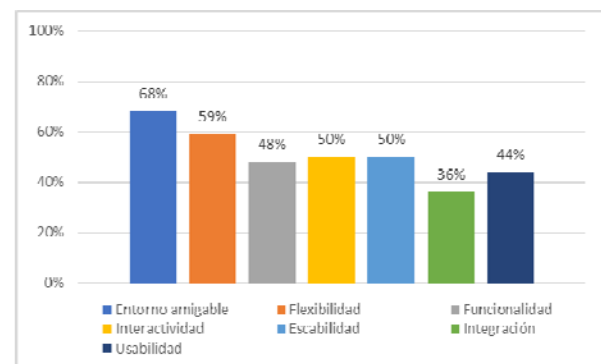


Gráfico 1. Experiencia docente en uso de plataformas LMS.

Fuente: Elaboración propia.

### Tecnología en Mensajería

Se identificaron ocho herramientas principales utilizados para mensajería en los docentes encuestados,

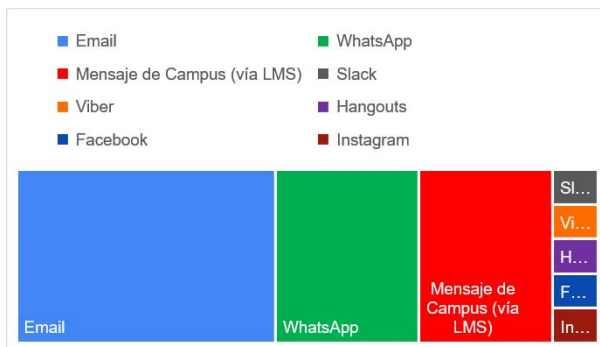


Gráfico 2. Herramientas utilizadas para mensajería.

Fuente: Elaboración propia.

Email representa la herramienta principal de comunicación docente-alumno, con una frecuencia de uso semanal siendo esta utilizada por el 45% de los docentes encuestados.

Las aplicaciones WhatsApp y Mensajes de Campus comparten su posición como las herramientas de mensajería, con una frecuencia de uso diario, siendo cada una de ellas utilizadas por un 25% de la población de docentes encuestados.

Los criterios de elección docente para el uso de herramientas TIC's se encuentran identificados por: accesibilidad, facilidad para enviar y recibir archivos, efectividad de comunicación, facilidad para generar grupos de estudio, agilidad para envío de mensajes cortos.

### Live Streaming

Zoom es la plataforma más utilizada como live streaming, la misma es elegida por el 52% de los docentes, con una frecuencia de uso semanal. Adobe Connect es la segunda más utilizada por el 11% de los encuestados.

Skype y Hangouts ocupan el tercer puesto con un 8% de los docentes. Otras 7 plataformas son utilizadas para este tipo de retransmisión, no obstante, un 5% de los docentes encuestados no hace uso de esta tecnología.

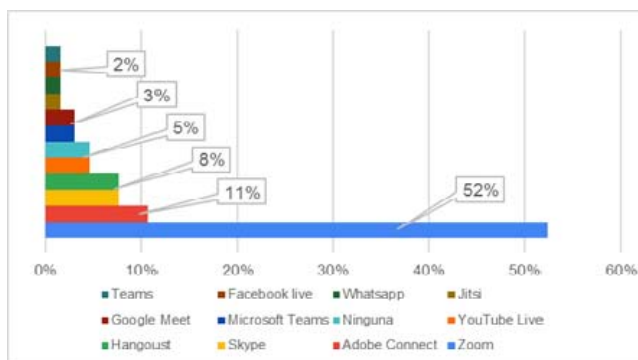


Gráfico 3. Plataformas Live Streaming utilizadas por docentes universitarios.

Fuente: elaboración propia.

Identifica todas las actividades dentro de este proceso que se están realizando para conseguir su resultado más óptimo. A pesar de todo el esfuerzo dispuesto por profesores como estudiantes en el uso de estas tecnologías, la mitad de ellos percibe que solo logra transmitir un 50% del conocimiento para las competencias definidas en el alumno. Solo el 9 % percibe que las logra plenamente

### CONCLUSIONES

Durante la encuesta se pudieron describir las primeras experiencias en el uso de tecnologías para impartir clases en tiempos de exclusión social, el conjunto de datos obtenidos es relativamente pequeño para establecer conclusiones generalizadas en base a estos hallazgos. No está dentro del alcance de este trabajo, sin embargo, nos permite obtener datos de las primeras experiencias de los docentes universitarios en el cambio drástico del uso de la tecnología. Algunos datos son proporcionados desde la percepción docente, donde en el logro de la transmisión de las competencias definidas no son las ideales, la enseñanza a través del video es la más popular y el feedback es fundamental para la elaboración de nuevos contenidos, son importantes datos para evaluaciones futuras

### RECOMENDACIONES

En este nuevo contexto es necesario pensar en futuros ajustes mejorando la infraestructura, desde lo académico asegurando que todos los docentes estes equipados para proporcionar aprendizaje virtual de manera adecuada, capacitar para mejorar la enseñanza pedagógica de manera digital y seguir desarrollando estudios de investigación que fortalezcan la transmisión del conocimiento para cada zona en particular, considerando su desarrollo y características culturales.

### REFERENCIAS

Bao W. (2020) COVID-19 and online teaching in higher education: A case study of Peking University. Hum Behav & Emerg Tech. 2020;1-3.

The Chronicle of Higher Education. (2020). Moving Online Now. How to Keep Teaching during Coronavirus [Moverse en línea ahora. Cómo seguir enseñando durante el Coronavirus.

Yi, Y., Lagniton, P., Ye, S., Li, E., y Xu, R. H. (2020). Covid-19: what has been learned and to be learned about the novel coronavirus disease covid-19: International Journal of Biological Sciences, 16, 10, 1753-1766.

## IV. Índice

<b>Índice</b>	<b>Página</b>
<b>Autoridades</b>	3
<b>Prólogo</b>	7
<b>I.Cronograma de actividades de las Jornadas</b>	9
<b>II.Conferencias plenarias</b>	11
DISEÑO EFICIENTE DE FLUIDOS DE PERFORACIÓN EN BASE AGUA (WBMS) CON VENTAJAS AMBIENTALES, ECONÓMICAS Y DE PERFORMANCE APLICADOS A FORMACIONES "SHALE" DE ARGENTINA: ESTUDIO DE NUEVOS ADITIVOS POLIMÉRICOS Dra. Yurany Andrea Villada Villada	12
OBTENCIÓN DE POLÍMEROS DE PRODUCCIÓN NACIONAL PARA SU APLICACIÓN EN RECUPERACIÓN MEJORADA DE PETRÓLEO (EOR) Dr. Juan Manuel Milanese	13
CONTROL PREDICTIVO ÓPTIMO DE MICROREDES RENOVABLES Mg. Marcelo Menezes Morato	14
PROTECCIÓN POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS PARARRAYOS Ing. Gustavo Fabián Zarranz	15
I+D+i: ¿DEL LABORATORIO A LA INDUSTRIA? Dra. Verónica V. Nicolau	16
ANALÍTICA DE DATOS E INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA PROCESOS DE NEGOCIO Prof. Dr. Marlon Dumas	17
INTRODUCCIÓN A LA CIBER(IN)SEGURIDAD INDUSTRIAL Y OPORTUNIDADES Mag. José A. Cascallana Arroyo	18
¿CÓMO SE VERIFICA LA SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS EN ARGENTINA? Ing. Leonardo Sánchez	19
ENERGÍA UNDIMOTRIZ - TECNOLOGÍA ARGENTINA PARA SU APROVECHAMIENTO Mg. Alejandro Haim	20
DE LAS MATEMÁTICAS A LAS INDUSTRIAS INTELIGENTES Ing. Micaela Mulassano	21
AGRICULTURA, DEFORESTACIÓN E INUNDACIONES: ¿ES POSIBLE AUMENTAR LA PRODUCCIÓN Y SER SUSTENTABLE AL MISMO TIEMPO? EXPERIENCIA CON MODELOS DE SIMULACIÓN DE DEMANDA DE AGUA APLICADOS AL NORTE ARGENTINO. Mg. Andrés Cuberli	22
<b>III.Trabajos de investigación</b>	23
<b>Ingeniería Electromecánica</b>	24
SIMULACIÓN DEL FLUJO DE PARTÍCULAS EN UN TRANSPORTADOR HELICOIDAL USANDO MODELOS DE ELEMENTOS DISCRETOS S. Bertone; G. Puccin	25
SENSORES "MEMS" EN MOTORES ELÉCTRICOS PARTE I O.D. Gallo; A.J. Díaz; A.I. Vachetta	27
ANÁLISIS DE DATOS DE REPARACIONES PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN MANTENIMIENTO O.D.Gasparotti; E.C.Monier	29
DISEÑO CON OPTIMIZACIÓN TOPOLOGICA EN INGENIERÍA MECÁNICA H.Mina; A.Bailo;E.Giordano	31
BOMBEO SOLAR PARA RIEGO: FACTIBILIDAD ECONÓMICA PARA UN EMPRENDIMIENTO ARROCERO DE ENTRE RÍOS M.F. Moyano; D.M. Ferreyra	33
VALIDACIÓN DE LAS MEDICIONES DE ENERGÍA DEL INVERSOR DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA A RED G.D. Szwarc;N.J. Rocchia; D.M. Ferreyra	35
<b>Ingeniería Química</b>	37
AVANCES EN EL DESARROLLO DE MODELOS DE PREDICCIÓN DE FINURA EN FIBRA DE LLAMA Y VICUÑA CON ESPECTROSCOPIA NIR J. I. Amorena; A. Ortega; D. M. E. Álvarez; E. Fernández de Ahumada	38
DISEÑO DE NANOARCILLAS SINTÉTICAS PARA SU UTILIZACIÓN EN LA VALORIZACIÓN DE GLICEROL A CARBONATO DE GLICERIL D.S. Argüello; N.F. Bálsamo; G.A. Eimer; M.E. Crivello	40
EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LA BIOMASA EN UNA INDUSTRIA DE ACEITUNAS DE MESA	42

N.F. Bálsamo; A.M. Mansilla; D.M. Álvarez; D.O. Labuckas; M.E. Crivello	
CONVERSIÓN CATALÍTICA DE ÁCIDO LEVULÍNICO SOBRE UIO-66-NH <sub>2</sub> D.Bravo Fuchineco; A. Heredia; E. Rodríguez Castellón; M. Crivello Mónica	44
LA GESTIÓN AMBIENTAL EN ARGENTINA Y EL MERCOSUR (2001-2018). ANÁLISIS DE LOS EFECTOS DE LA FALTA DE UN ECOETIQUETADO DE ARGENTINA EN EL COMERCIO EXTERIOR EN RELACIÓN A LOS MIEMBROS DEL MERCOSUR C.C. Caminos; N. Specchia; B.R. Carrizo; V. Funes	46
SÍNTESIS DE MATERIALES MESOPOROSOS ORDENADOS A PARTIR DE CÁSCARA DE ARROZ Y SU APLICACIÓN EN LA DEGRADACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES P.M. Carraro; T.B. Benzaquén; G.A. Eimer	48
CARACTERIZACIÓN ESPECTROSCÓPICA POR RESONANCIA MAGNÉTICA NUCLEAR DE RESINA DE UREA-FORMALDEHÍDO M. A. Caula; D. A. Estenoz; V. V. Nicolau	50
IMPACTO DE LA EMISIONES GASEOSAS DE AFISA SOBRE LA LOCALIDAD DE PORTEÑA (CBA.) C.R. Ceberio; J. Britch(2)	52
LA ENSEÑANZA COMO ACTIVIDAD PRÁCTICA Y DIDÁCTICA: ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL P. Colombero; M. Peralta; V.A. Guntero	54
MÉTODO SENCILLO PARA LA FORMACIÓN DE MAGNETITA EN SBA-15 N. Cuello; M. Arana; V. Elías; G. Eimer	56
NANOCOMPOSITE APLICADOS A LA LIBERACION CONTROLADA DE FÁRMACOS J. Cussa; A.M. Prados; M.B. Gomez Costa; J.M. Juarez; O.A. Anunziata	58
ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO PROVOCADA POR LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN UTN FACULTAD REGIONAL SAN FRANCISCO L. Depetris; D. Ferreyra; J. Britch	60
SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BIO-CARBONES OBTENIDOS A PARTIR DE RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS C.S. Fermanelli; N. Rodríguez; L.B. Pierella; S. Vargas Gil; C. Saux	62
PIRÓLISIS DE RESIDUOS DE LA AGROINDUSTRIA FRUTIHORTÍCOLA N.O. Guiñazu; L. C. Cabana Saavedra; S.F. Mayer; C. Poncio; S. Renzini; H. Falcón	64
EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS TÉRMICOS OCASIONADOS POR UNA BOLA DE FUEGO DE PROPANO. OBTENCIÓN DE UNA CORRELACIÓN SIMPLE PARA ESTIMAR DISTANCIAS EN PLANES DE EVACUACIÓN R. A. Kraft; P. L. Mores; N. J. Scenna	66
DESARROLLO DE CATALIZADORES NANOTUBULARES PARA LA FOTODEGRADACIÓN DEL GLIFOSATO L.C. Lericci; L.B. Pierella	68
ESTUDIO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA CALCULO DEL BIOGAS PRODUCIDO EN UN VERTEDERO S. Martinez; S. Torres; P. Albarracin	70
ÓXIDOS MIXTOS MODIFICADOS CON ZINC, PARA LA OBTENCIÓN DE CHALCONAS SUSTITUÍDAS S.N.N. Mendieta, F.E. Romanin Llovel, J.D. Fernández, C.F. Pérez, M.E. Crivello	72
LAMINADOS DECORATIVOS DE ALTA PRESIÓN A PARTIR DE LIGNINA KRAFT SULFONADA CON PROPIEDADES FINALES SIMILARES A LOS LAMINADOS CONVENCIONALES S. Ontivero; M. Forlini; L.R. Chiappero; V.V. Nicolau	74
ALGORITMO PARA EL DISEÑO DE LAYOUT CONSIDERANDO EL RIESGO S. Orellano; N.H. Rodríguez; N.J. Scenna	76
TRANSESTERIFICACIÓN DE ACEITE DE RICINO E. E. Origlia; E. V. Sabre; A. L. Cánepa; S. G. Casuscelli	78
OPTIMIZACIÓN DE PARÁMETROS DE REACCIÓN EN LA OXIDACIÓN CATALÍTICA DE METIL FENIL SULFURO G.P. Ortenzi; L.B. Pierella; C. Leal Marchena	80
FITORREMEDIACIÓN DE DIFERENTES EFLUENTES BIOLÓGICOS EMPLEANDO HUMEDALES CONSTRUIDOS M.C. Panigatti; M.C. Schierano; R. Bogleione; C. Griffa; G. Gutierrez	82
ACTIVIDAD DE ARTICULACIÓN ENTRE EL NIVEL MEDIO Y UNIVERSITARIO: ELABORACIÓN DE PERFUMES M.Peralta; V.A. Guntero, C.A. Ferretti, P.M.E. Mancini, M.N.Kneeteman	84
PIRÓLISIS CATALITICA DE RESIDUOS PROVENIENTES DEL PROCESAMIENTO DE SORGO C.E. Poncio; S.F. Mayer; N.O. Guiñazu; L.C. Cabanas; S. Renzini; H. Falcón	86

PREPARACIÓN DE PELÍCULAS DE ALMIDÓN CON INCORPORACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LIMÓN M.A. Raspo; M.B. Vignola; G. Bulla; A.E. Andreatta	88
APLICACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN HUMEDAL CONSTRUIDO PARA EL TRATAMIENTO Terciario de Efluentes de Tambo M.C.Schierano; M.C. Panigatti; R. Bognione; C.Griffa, M.Taverna; G.Gutierrez	90
EFFECTO ANTIMICROBIANO DEL ACEITE ESENCIAL DE ALOYSIA POLYSTACHYA Y DE R(-)CARVONA EN SALCHICHAS TIPO VIENA M.A. Serra; J. Garnero; A. del L. Quiberoni; A.E. Andreatta	92
ANÁLISIS DE UNA MEZCLA DE EFLUENTES TRATADOS, PROVENIENTES DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO CLOACAL Y UNA INDUSTRIA FRIGORÍFICA; EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA DURANTE SU TRANSPORTE POR UN CONDUCTO, HASTA LA LAGUNA MAR CHIQUITA P.Tagliaferri; J. Britch	94
ELABORACIÓN DE QUESOS CON BAJO CONTENIDO EN SODIO UTILIZANDO MINERALES DE LACTOSUERO PARA EL SALADO H.V. Torasso; F.Salgado; F.R. Habegger; A. Gadara; Juan Bicego; F.A. Perone; C.E. Robledo; H.R. Allasia; J.Britch; M.Rodríguez Walker; P.E.A. Rodríguez	96
DIFERENCIAS EN LA FORMACIÓN DE ESPECIES FexOy SOBRE DOS MATRICES DE H-ZSM-5 A.J. Vinuesa; L. Bonetto; C.Saux	98
OXIDACIÓN DE TRANS-2-HEXEN-1-OL: EFECTO DEL OXIDANTE B. M. Viola; E. V. Sabre; A. L. Cánepa; S.G. Casuscelli	100
ESCALADO DE UN FOTOREACTOR PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES DE ACEITUNAS DE MESA: PARÁMETROS INVOLUCRADOS E.G. Zorzoli; D.M. Alvarez; D. Conte; M.E. Crivello; S.N. Mendieta	102
<b>Ingeniería Electrónica</b>	104
MINISATÉLITE CANSAT APLICADO AL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN DIVERSOS CONTEXTOS EDUCATIVOS M. Arruabarrena; L. Báez; A. Fernández; M. Lammers; E. Marengo; R. Medel; L. Mori; M. Requena; A. Vicente	105
OBSERVADOR DE SALIDA DE TIEMPO DISCRETO PARA DETECCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE FALLAS EN ELEMENTOS SENSORES E. Bernardi; E.J. Adam	107
CÁMARA UV-C PARA SANITIZACIÓN DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN C.A. Centeno; F.J. Cagnolo; C.E. Olmos; M.A. Salamero; F. Linares; J.A. Voos; V. Anchorena; R. A. Iglesias	109
DESARROLLO DE DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DE MEDICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES POR IOT CON SOPORTE DE FUNCIONES EN LA NUBE J.C. Colombo; R.D. Egea; F. Poli; R.R. Navarro; A.M. Leal; C.I. Colombo	111
SISTEMA DE MEDICIÓN DE GLUCOSA EN SANGRE BASADO EN MÉTODO IMPEDANCIMETRICO J.C. Colombo; R.R. Navarro; A.M. Leal; R.D. Egea; C.I. Colombo; F. Poli	113
SISTEMA DE MEDICIÓN DE GLUCOSA EN SANGRE BASADO EN ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO NIR J.C. Colombo; F. Poli; R.R. Navarro; A.M. Leal; R.D. Egea; C.I. Colombo	115
DISEÑO DE CAJA ACÚSTICA PARA SISTEMA DE MEDICIÓN DE FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE CABEZA G.A. Cravero; F.C. Tommasini; R.M. Guido; F. Scaliti	117
INTERFACES ENACTIVAS APLICADAS EN AUDIOJUEGOS L.G. Gilberto; F. Bermejo; C.D. García Bauza	119
DISPOSITIVO ELECTRÓNICO DE MEDICIÓN DE GLUCOSA EN SANGRE UTILIZANDO NANOMARCADORES R.R. Navarro; J.C. Colombo; R. Egea; Á.M. Leal	121
SISTEMA DE INFUSIÓN DE SUSTANCIAS ACTIVAS A LAZO CERRADO C.E. Olmos; C.A. Centeno; F. Linares	123
<b>Ingeniería Industrial</b>	125
EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN CORDOBESA DE PARTES MECÁNICAS DE GENERADORES EÓLICOS M.E. Algañaraz; S.N. Castagno; M. Scagliotti Olmedo	126
APLICACIÓN DE MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA A TRAVÉS DE NUEVOS PATRONES DE CONSUMO EN LA REGIÓN MÁS POBLADA DE ARGENTINA N.B. Caballero; M. Tognarelli, M. Moreno; V. Karina; M. Coggiola	128
UTILIZACIÓN DE HERRAMIENTAS DE BI EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN. CASO DE ESTUDIO: HOGAR TIPO ARGENTINO	130

N.S. Jara; G.S. Rubiolo; V.K. Moreno; M. Coggiola	
IMPACTO DE LA APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS EN EL USO DE CALEFACCIÓN TRADICIONAL Y RENOVABLE EN LA PATAGONIA ARGENTINA M.N. Pereyra Guaycochea; J. Alfarano; V.K. Moreno; M. Coggiola	132
OBTENCIÓN DE LiFePO <sub>4</sub> A ESCALA PILOTO P.E.A. Rodríguez; G. Rodríguez Walker; A. Cometto; R. Stefanutti; C.M. Sánchez; J.H. de Aguiar Sousa; A. Gomes Souza Filho (5); J. Britch	134
GESTIÓN DEL TALENTO EN LAS PYMES Germán Yennerich* (1); Gabriel Cerutti (1); Alberto Toloza(1)	136
<b>Ingeniería en Sistemas de Información</b>	138
SISTEMA DE MARCADO ESTRUCTURAL DE CÓDIGO FUENTE COMO HERRAMIENTA DE SOPORTE PARA PROGRAMADORES CON DISCAPACIDAD VISUAL T. Assenza; C. Ballardini; P.A. Marchetti; M.F. Golobisky	139
REUTILIZACIÓN DE DATOS PÚBLICOS: PROPUESTA DE EVALUACIÓN DEL GRADO DE APERTURA DE LOS DATOS EN PORTALES DE INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES M.A. Barrera; C. Salgado; M. Peralta; J. Saldarini; C. Carrizo	141
SUBSISTEMAS DE PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN TEXTUAL M.E. Cardenas; J.J. Castillo; N. Hernández	143
UN ESTADO ACTUAL SOBRE CIENCIA DE DATOS Y BIG DATA C. Carrizo; F. Cardona; R. Navarro Peláez; S. Racca; F. Barrera; P. Vacca	145
MARCO CONCEPTUAL PARA INCORPORAR CALIDAD DE DATOS EN FASE DE REQUISITOS EN SCRUM C. Carrizo; A. Caro; C. Salgado; A. Sánchez; M. Peralta	147
DESARROLLO DE HERRAMIENTAS PARA LA RECOLECCIÓN Y EL ANÁLISIS DE DATOS DE INCENDIOS FORESTALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA J. Castillo; M. Cardenas Marina; N. Hernández; M. Navarro Mugas	149
UNA PROPUESTA DE EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO CON DISCAPACIDAD EN SISTEMAS E-LEARNING I. Balmaceda Castro; C. Salgado; M. Peralta; A. Sánchez; J. Saldarini; C. Carrizo; S. Armando; J. Trasmontana; G. Ferreyra	151
OPTIMIZACIÓN GLOBAL DE UNIDADES DE NEGOCIO INTERRELACIONADAS DE PYMES DE LA REGIÓN APLICANDO MODELOS DE REDES COLABORATIVAS D. Cocconi; M. Pérez; J.P. Ferreyra; C. Verino	153
DETERMINACIÓN DE INDICADORES, TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS QUE EVIDENCIAN BUENAS PRÁCTICAS EN LA CIBERSEGURIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA EN UN LABORATORIO DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE LA UTN-FRC. F.A. Gibellini; R.M. Muñoz; A.L. Ruhl; J. Notreni; C. Sánchez; M.N. Zea Cardenas; I. Sánchez Balzaretti	155
UN PROCEDIMIENTO PARA COMPRENDER EL NEGOCIO UTILIZANDO PATRONES N. Horenstein; G. Ulla; J.G. Achaval Vinuesa; M.M. Marciszack	157
INCORPORACIÓN DE PATRONES DE BUENAS PRÁCTICAS EN EL MODELO CONCEPTUAL DE SISTEMAS DE GOBIERNO ELECTRÓNICO O.C. Medina; M.M. Marciszack; M.A. Gropo	159
AUTOMATIZACIÓN DE LA MEDICIÓN DE SOFTWARE PARA FLOTAS DINÁMICAS MEDIANTE UN MODELO DE CALIDAD MIXTO PARA LA MOVILIDAD EN CIUDADES INTELIGENTES A. Rivoira; G. Cavallera; C. Salgado; A. Fernández Gil; A. Sánchez; M. Peralta	161
TÉCNICA BASADA EN ISO/IEC 25030: UN APOORTE PARA LA ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS DE CALIDAD DEL SOFTWARE J. Saldarini; C. Carrizo; S. Armando; J. Trasmontana; G. Ferreyra; C. Salgado; A. Sanchez; M. Peralta	163
DEFINICIÓN DE UN INSTRUMENTO EVALUATIVO COMO APOYO A LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA F. Sánchez Arroyo; C. Salgado; M. Peralta; A. Sanchez; L. Roqué Luis; J. Saldarini; C. Carrizo; L. Rivara; I. Solís	165
ANÁLISIS DE CUANTIFICACIÓN DE RECURRENCIAS PARA EL ESTUDIO DE TAREAS DE APRENDIZAJE PERCEPTIVO F. C. Tommasini; F. Bermejo; M. X. Hüg; A. Pampaluna; M.V. Barrios; D. Evin	167
DISEÑO CENTRADO EN USUARIO: INCORPORANDO REQUISITOS Y ASPECTOS DE USABILIDAD C. Vera; M. Fernandez; S. Rodriguez; I. Balmaceda Castro	169
MODELO ONTOLÓGICO COMO HERRAMIENTA DE ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE EVALUADO EN LA COMPLETITUD FUNCIONAL DE LA NORMA ISO 25010	171



R. Yuan; C. Salgado; M. Peralta; A. Sánchez	
<b>Licenciatura en Administración Rural</b>	173
VALORACIÓN DE LAS BPA EN UN ESTABLECIMIENTO TESTIGO DEL DEPARTAMENTO SAN JUSTO, PROVINCIA DE CÓRDOBA N.C. Binotto; J. Britch	174
ECONOMÍA AMBIENTAL EN EL SECTOR AGROINDUSTRIAL LÁCTEO DEL CENTRO DE SANTA FE: CARACTERIZACIÓN, CÁLCULO DE HUELLA HÍDRICA Y ANÁLISIS DE MEJORAS EN LOS SISTEMAS L.B. Jennerich; M.C. Panigatti	176
<b>Ingeniería Eléctrica-Ingeniería Mecánica</b>	178
DESARROLLO DE METODOLOGÍA PARA LA COMPARACIÓN DE OBRAS BASADO EN INDICADORES DE PLANIFICACIÓN TÉCNICOS Y ECONÓMICOS U. Manassero; F. Bernal; A. Nahs; J. P. Fernández; R. Furlani; J. Acosta	179
PROPUESTA DE OBRAS PARA ACCESO DE PARQUES EÓLICOS EXISTENTES EN LA REGIÓN PATAGÓNICA U. Manassero; A. De Marco; E. Sangoi; M. Orue; I. Steinmann	181
ELABORACIÓN DE METODOLOGÍA PARA CÁLCULO DE LA ENERGÍA NO SUMINISTRADA EN UNA RED INDUSTRIAL U. Manassero; G. Ecenarro; B. Pirola; M.M. Perdomo; J.L. Torres; J.M. Banegas	183
ACCESO A LA RED DE TRANSMISIÓN DE CUYO Y COMAHUE DE PROYECTOS DE GENERACIÓN RENOVABLE EN MARCADOS DENTRO DEL PROGRAMA RENOVAR M.M. Cea; D.A. Cano; P.G. Gaspoz; J.P. Fernández; M.W. Orue	185
ANÁLISIS DE INSERCIÓN DEL PROGRAMA PROSUMIDORES EN LA CIUDAD DE SANTO TOMÉ Y SU IMPACTO EN LA OPERACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE 13,2 KV. C. Sanseverinatti; U. Manassero; M. Muller; D. López; P. Marelli; P. Gaspoz	187
DISEÑO MECÁNICO DE SOPORTE DE ALTAVOCES PARA UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE CABEZA M. Méndez; J.C. Bordón; R.M. Guido; G.A. Cravero; F. Scaliti; F.C. Tommasini	189
<b>Ingeniería Civil</b>	191
COEFICIENTES DE PRESIÓN EXTERNA PARA DOMOS GEODÉSICOS DETERMINADOS CON TUNEL VIRTUAL DE VIENTO R. Bonetto; H.F. Begliardo	192
PROPIEDADES DE HORMIGONES CON REEMPLAZO DE AGREGADOS POR CAUCHO MOLIDO A.G. Cressa; C. Baronetto	194
<b>Interdisciplinarios</b>	196
TITULADOR AUTOMÁTICO: UNA EXPERIENCIA DE TRABAJO INTERDISCIPLINAR F. Daniele; F. Córdoba; L. Anchino; L. Depetris; L. Bea; J. Mercol; M. Sanmartino; M.E. Taverna; Y. Yuan; J. Pettiti	197
DIAGNÓSTICO OPERACIONAL A TRAVÉS DE GESTIÓN DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO EN PYMES AGROINDUSTRIALES O. Pinto; O. Rete	199
DISTANCIA A UNA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD M.A. Ré	201
METODOLOGÍAS PARA LA INVESTIGACIÓN EN GESTIÓN DE LAS OPERACIONES. OPORTUNIDADES EN LA AGROINDUSTRIA ARGENTINA O. Rete; O. Pinto	203
<b>Educación</b>	205
CARRERA CORTA DISEÑADA EN MODALIDAD A DISTANCIA – B LEARNING J. Abet; R. Soro; B. Carrizo	206
PROYECTO APTITUD E.R. Benvenuto Pérez; J.L. Contreras Vidal	208
LAS COMPETENCIAS, LA EVALUACIÓN Y EL USO DE TECNOLOGÍAS E. Casco; A. Tibaldo; D. Massara; R. Durunda	210
TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS: DEL PIZARRÓN A LAS PANTALLAS J. Cima; M.E. Lunad Rocha; G. Mercol	212
ESTRATEGIAS EN LA FORMACION POR COMPETENCIAS EN ESTUDIANTES DEL ÚLTIMO NIVEL DE INGENIERIA ELECTRICA DE UTN-FRT L.F. Garcia	214
UNA PRÁCTICA EXPERIMENTAL MEDIADA POR TIC M.A. Ré	216
CADENA DE VALOR EN LA COMUNICACIÓN VIRTUAL UNIVERSITARIA EN TIEMPOS DE COVID-19 O. Rete; O. Pinto, Oscar; M. Alberto, Myrna; E. Fusero; D. Altina; J.P. Griotti	218
<b>IV. Índice</b>	220