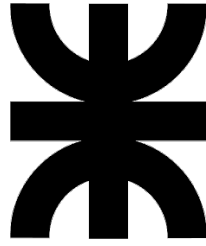


# IV Encuentro de Comunicación Investigación, Docencia y Extensión

## IV ECIDE 2023

19 al 20 de octubre de 2023





# IV Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión

## IV ECIDE

Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional La Rioja

edUTecNe

UTN – Facultad Regional La Rioja, 2024

Libro del IV Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión /  
Diana Nieto ... [et al.] ; editado por Fernando Cejas. - 1a ed. - Ciudad Autónoma  
de Buenos Aires : edUTecNe, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-8992-36-5

1. Ingeniería. 2. Tecnologías. 3. Ambiente. I. Nieto, Diana. II. Cejas, Fernando, ed.

CDD 607.1



**Universidad Tecnológica Nacional – República Argentina**

**Rector:** Ing. Héctor Eduardo **Aiassa**

**Vicerrector:** Ing. Haroldo **Avetta**

**Secretaria Académica:** Ing. Liliana Raquel **Cuenca Pletsch**



**Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional La Rioja**

**Decano:** Ing. José **Nieto**

**Vicedecano:** Ing. Martín **Heredia**



**edUTecNe – Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional**

**Coordinador General a cargo:** Fernando **Cejas**

**Dirección General:** Mg. Claudio **Véliz**

**Dirección de Cultura y Comunicación:** Ing. Pablo **Lassave**

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

© **edUTecNe, 2024**

Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ) Buenos Aires.

Publicado Argentina – Published in Argentina



ISBN 978-987-8992-36-5



Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de esta obra, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio (electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otros) sin autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. La infracción de dichos derechos puede constituir un delito contra la propiedad intelectual.

## **Autoridades**

---

**Decano**

Ing. José Nieto

**Vicedecano**

Ing. Martín Heredia

**Secretaria Académica**

Ing. María Luisa Palazzi

**Secretario de Ciencia y Tecnología**

Dr. Carlos Sanchez Reinoso

**Secretario de Extensión**

Ing. Antonio Abdala

**Secretaria Administrativa**

Cra. Karina Moreno

## **Comisión Académica**

---

Dra. ALITTA, Mónica Patricia  
Dra. BALDO, María Cecilia  
Dra. NIZ, Adriana  
Dr. CALBO, Vicente  
Dra. COMBINA, Ana María  
Mg. MERCADO, Manuel Eduardo  
Mg. MUNUCE, Ana Cecilia  
Esp. DÍAZ, Esteban  
Dr. SANCHEZ REINOSO, Carlos  
Dr. CAMARGO, Federico Gabriel

## **Comisión Organizadora**

---

Dr. CALBO, Vicente  
Ing. PALAZZI, María Luisa  
Ing. ABDALA, Antonio  
Ing. MISKOSKI, Federico  
Ing. PEROSIO, Leonardo  
Dra. ALITTA, Mónica Patricia  
Mg. MUNUCE, Ana Cecilia  
Dra. BALDO, María Cecilia  
Esp. DÍAZ, Esteban  
Esp. QUINTERO, Claudia  
Esp. AGÜERO, Claudio  
Ing. GRACIA, Germán  
Ing. BRIZUELA, Juan Elio  
Ing. SOTOMAYOR ILLANES, Walter  
Lic. MORZÁN, Laura

La Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional La Rioja (FRLR) posee una política de fortalecimiento de actividades de investigación y extensión mediante una activa participación de sus docentes y alumnos de grado y posgrado. Los proyectos de investigación, desarrollo, extensión, transferencia, proyectos finales y tesis de posgrado dan lugar a una producción que corresponde ser divulgada y que además permite, en algunos casos, una primera experiencia en eventos académicos científicos.

Con dicho objetivo se organizó y realizó en la FRLR en el año 2023 el IV Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión, a partir del cual surgió el presente libro.

Dr. Carlos Sanchez Reinoso  
Secretario de Ciencia y Tecnología  
UTN FRLR

Resistividad eléctrica en los suelos de la zona este de la ciudad de La Rioja, densificación de puntos

Estrategias de fortalecimiento del tejido empresarial en la provincia de Catamarca

Las prácticas de comunicación educación y su relación con la configuración de representaciones sociales

Valuación fiscal inmobiliaria y equidad tributaria

Plantas nativas: tóxicas o medicinales según el cristal con que se lo mira.

Estudio morfométrico de la cuenca del rio de los sauces, provincia de La Rioja, Argentina.

Gestión integrada de los recursos hídricos subterráneos de la ciudad de La Rioja.

Ensayos de material reciclado para su potencial uso en construcción.

Implementación de técnicas para análisis de compost.

Avances en el diseño de un sistema para el análisis de movimiento mediante sensores inerciales (IMU).

Utilización de un índice de calidad del agua en fuentes subterráneas para consumo humano en la provincia de La Rioja.

Desarrollo de sistema para captar patrones indicadores de biodinámica emocional.

Modificaciones didácticas en la pandemia covid-19 y su incidencia en el desgranamiento o abandono en ingeniería civil – actuación docente.

Revisión y análisis del fenómeno fotoeléctrico asociado a los sistemas solares fotovoltaicos.

Modulo habitacional flexible sustentable.

Revisión y análisis de normativas de la generación distribuida de sistemas solares fotovoltaicos en La Rioja Argentina.

Medición de la intensidad de radiación electromagnética en la ciudad de La Rioja.

Validación de un modelo para incorporar la seguridad durante el ciclo de desarrollo de software.

Tecnologías de humedales construidos para tratamiento de efluente líquido residual en la industria gráfica.

Depuración de efluentes cloacales con vetiver en la provincia de La Rioja.

# RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN LOS SUELOS DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE LA RIOJA, DENSIFICACIÓN DE PUNTOS

---

**Aegerter, Claudio<sup>(1)</sup> – Mercado, Manuel<sup>(2)</sup> – Karam, Claudio<sup>(3)</sup> – Morales, Marcelo<sup>(3)</sup> – Vergara, Martín<sup>(3)</sup> – Sarroca, Esteban<sup>(3)</sup> – Meneze, Alberto<sup>(4)</sup> – Carrera, Lourdes<sup>(5)</sup>**

(1) Autor y Director. Dpto. Ingeniería Electromecánica UTN-FRLR.

(2) Aval científico. GAIA-UTN-FRLR.

(3) Investigador de apoyo. Dpto. Ingeniería Electromecánica UTN-FRLR.

(4) Investigador de apoyo. Graduado Ingeniería Electromecánica UTN-FRLR.

(5) Investigador de apoyo. Graduado Ingeniería Agroindustrial UNLaR.

[cjaegerter@gmail.com](mailto:cjaegerter@gmail.com)

**Resumen:** En este proyecto se pretende obtener una adecuada y representativa cantidad de valores de resistividad de suelos que se miden en puntos de medición fijos, específicamente en la zona este de la Capital provincial. En esta zona se observa un crecimiento significativo y sostenido de la población y consecuentemente un aumento de construcción de viviendas, con la consecuente instalación de redes y sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica que requieren la instalación de sistemas de puestas a tierra adecuadamente dimensionados, siendo la resistividad del suelo un parámetro fundamental de diseño de las mismas. Obtener los perfiles de resistividad del suelo, su variación estacional y los valores máximos, mínimos y media aritmética anual resulta de fundamental importancia para efectuar el correcto diseño y dimensionamiento de las puestas a tierra de estaciones transformadoras y generadoras como así también las puestas a tierra de seguridad de las viviendas, pararrayos y edificios que se construyan, permitiendo cumplir con las reglamentaciones eléctricas vigentes. Con el objeto de obtener estos valores, de resistividad de manera mensual, actualmente se están realizando las mediciones y se continuará efectuándolas mensualmente a lo largo de un año con el objeto de obtener los datos necesarios destinados a efectuar el procesamiento de los mismos para poder trazar los perfiles de resistividad del suelo correspondientes. Las mediciones se realizan en puntos fijos que ya fueron georreferenciados, los mismos tienen origen en la rotonda existente entre las Avenidas Félix de La Colina y Avenida Ortiz de Ocampo, en dirección Este hacia la Ruta Nacional 38, a lo largo de 3 km aproximadamente, luego se continúa hacia el este por las Rutas Provincial N° 25 y N° 5 en dirección Este cubriendo una distancia adicional de 7 km a lo largo de cada una de estas dos arterias viales. Se utiliza un Telurímetro digital de cuatro terminales y se aplicará el método de Medición de Wenner, volcándose los datos a una planilla de cálculo, procesándose y obteniendo perfiles de resistividad, valores máximos, mínimos y media aritmética de la resistividad del suelo en cada uno de los puntos georreferenciados.

**Palabras Clave:** Resistividad, Suelos, La Rioja.



## Introducción

La instalación de redes y sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica que requieren la construcción de los sistemas de puestas a tierra adecuadamente dimensionados, siendo la resistividad del suelo un parámetro fundamental de diseño de las mismas. Obtener los perfiles de resistividad del suelo, su variación estacional y los valores máximos, mínimos y media aritmética anual resulta de fundamental importancia para efectuar el correcto diseño y dimensionamiento de las puestas a tierra de estaciones transformadoras y generadoras como así también las puestas a tierra de seguridad de las viviendas, pararrayos y edificios que se construyan, permitiendo cumplir con las reglamentaciones eléctricas vigentes. Para ello se debe contar con información fehaciente de valores de resistividad de suelos de la zona Este de la Ciudad La Rioja, la variación anual y estacional de los valores de resistividad para garantizar la seguridad en el cálculo y dimensionamiento de las Puestas a tierra, disminuyendo la incertidumbre que se suscita al efectuar dimensionamientos sin conocer valores ciertos de resistividad de los suelos del área de emplazamiento.

## Materiales y Métodos

Entre los meses de diciembre del 2019 y marzo del 2022 se ejecutó el proyecto de investigación denominado “*Evaluación de la Resistividad eléctrica en los suelos de la zona sur de la Ciudad de La Rioja, Densificación de Puntos*” donde se establecieron 10 puntos de medición a lo largo de la Avenida Ortiz de Ocampo, los mismos fueron georreferenciados. Para la medición de resistividad se utilizó un telurímetro de 4 terminales, aplicando el método de determinación de resistividad del suelo desarrollado por Frank Wenner. Se realizaron mediciones a profundidades “a” de 0,5 m; 1 m y 2 m. Cada familia de mediciones fue volcada a una tabla de cálculo Excel, calculando las resistividades para cada punto a diferentes profundidades de suelo “a”, obteniéndose los perfiles de resistividad característicos para cada zona y profundidad “a” considerada y con ello se trazaron una familia de curvas características de resistividad del suelo para cada mes del año en función de los puntos considerados a lo largo de la avenida Ortiz de Ocampo. También se obtuvieron curvas con valores máximos, mínimos y medias aritméticas de resistividad del suelo y su variación anual.

En el proyecto se desea obtener curvas y valores de resistividad del suelo para la zona Este de la ciudad. Para esto se establecieron los 17 puntos de medición (cada 1 Km aproximadamente) a los costados de cada calle o ruta indicada y en un posible ancho de 200 metros. Los puntos seleccionados se indican en la Figura N° 1.



**Figura N° 1:** Localización de los puntos de medición de la zona este Ciudad de La Rioja – Argentina

El equipo utilizado en la medición es un Telurímetro de 4 terminales, aplicándose el método de determinación de resistividad del suelo desarrollado por Frank Wenner en 1915, cuyo principio básico es inyectar una corriente de baja frecuencia a través de la tierra y entre dos electrodos C1 y C2, mientras que el potencial que aparece se mide entre dos electrodos P1 y P2. Estos cuatro electrodos se encuentran enterrados en línea recta e igual separación “a”. El instrumento mide la Corriente I que circula a través de la tierra desde el electrodo C1 al electrodo C2 el instrumento mide la caída de tensión V existente entre P1 y P2 provocada por la circulación de la corriente entre C1 y C2. El instrumento realiza el cociente entre V e I calculando la resistencia aparente del suelo de un casquete semiesférico de terreno de radio “a”.

Para determinar el valor de resistividad del casquete semiesférico se determina por medio de la ecuación  $\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$ . Para obtener el valor de resistividad eléctrica promedio de un hemisferio de terreno de un radio igual a la separación “a” de los electrodos.

El trabajo de campo se inició en el mes de mayo con la capacitación a los alumnos que participan del trabajo de investigación, esta tarea se realizó en el laboratorio de especialidades de la Facultad Regional La Rioja de la UTN, Figura N° 2.



**Figura N° 2:** Capacitación en la metodología y utilización del instrumento de medición.

Luego, con la delimitación geográfica realizada en el trabajo de gabinete se procedió a recorrer la zona e iniciar el proceso de medición de resistividad del suelo en cada punto considerado, tarea que se inició a mediados del mes de mayo, totalizándose hasta el momento tres instancias completas de medición en los 17 puntos y a las profundidades preestablecidas de 0,5m, 1m, y 2m. En la Figura N° 3 se observa una secuencia de imágenes de las mediciones realizadas con los alumnos, docentes y graduados investigadores participantes.



**Figura N° 3:** Proceso de medición de resistividad de los suelos de la zona este.  
Ciudad de La Rioja – Argentina

## Resultados

Las mediciones realizadas en los meses de mayo, junio y julio del año en curso fueron procesadas y se alcanzaron los datos parciales que pueden observarse en las Figuras N° 4.a, 4.b, 4.c y N° 5.a, 5.b y 5.c. Los resultados definitivos se obtendrán una vez que se realicen todas las mediciones y se procesen, obtengan y calculen los datos de resistividad y se tracen las familias de curvas definitivas, además se determinarán los valores Máximos, Mínimos y la Media Aritmética de las Resistividades para cada punto, y se trazarán las curvas respectivas.



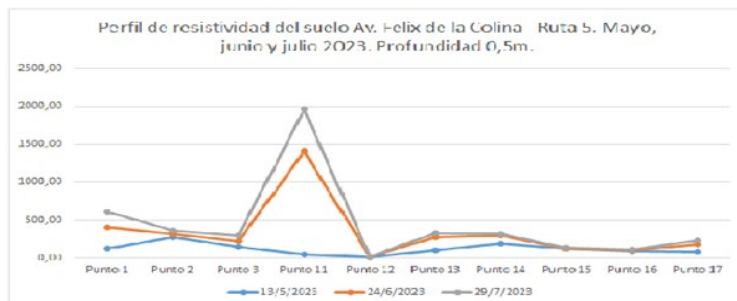
**Figura N° 4.a:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N° 25. Meses de mayo, junio y julio de 2023. Profundidades de 0,5m.



**Figura N° 4.b:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N° 25. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 1m.



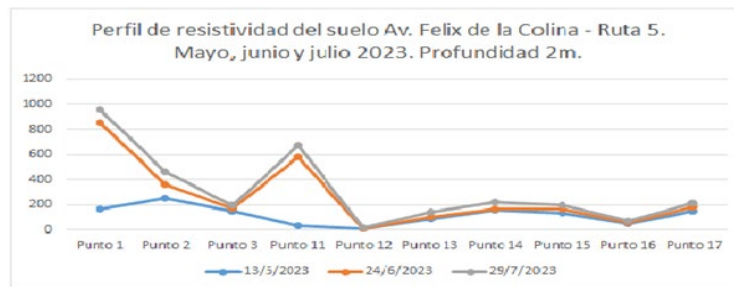
**Figura N° 4.c:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N° 25. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 2m.



**Figura N° 5.a:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N°5. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 0,5m.



**Figura N° 5.b:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N°5. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 1m.



**Figura N° 5.c:** Perfil de Resistividad obtenidos en Avenida Félix de La Colina y Ruta Provincial N°5. Meses de mayo, junio y julio del 2023. Profundidades de 2m.

## Conclusiones

Se observa que en la mayoría de los puntos la resistividad a 0,5m es completamente dependiente de la composición, humedad y vegetación en el punto donde se efectúa la medición.

En los 4 primeros Km los valores de resistividad a profundidades de 1m y 2m tienden a mantenerse relativamente constantes y en general toman valores que pueden oscilar entre 200 a 400 Ohm.m.

En particular, en los puntos 5 y 11, para las tres profundidades medidas, se elevan abruptamente los valores de resistividad, es factible que esto se corresponda a la composición arenosa del suelo hasta profundidades importantes, ya que los puntos de medición indicados se encuentran próximos a lechos de ríos.

Desde el punto 6 al 10 y del 15 al 17 disminuye en gran medida la resistividad a las profundidades de 1 y 2m, esto puede suscitarse por la presencia de grandes extensiones de fincas de olivo en los laterales de la Rutas Provinciales N° 5 y 25 y al riego por goteo que estas efectúan en sus plantaciones.

Desde el punto 12 al 14 se denota una disminución abrupta en los valores de resistividad a 1m y 2m, se presume que puede estar ocasionado por posibles roturas en las cañerías principales de la red de desagües industriales que se encuentran en la zona.

## Bibliografía

- Arcioni, Juan C. (Sarmiento, Jorge). (2005). PUESTAS A TIERRA Y SEGURIDAD TECNICA. Argentina. Universitas Libros. ISBN 9875720348.-
- Asociación Electrotécnica Argentina. (2006). Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364. Buenos Aires, Argentina. ISBN 109506590168.-
- Reyes González, C.; Cruz Granada, E. (2016). Análisis de Técnicas para medición de la Resistividad de Terreno mediante modelado (Tesis de PreGrado). Recuperado de: <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/21876/TESIS%20FINAL%20WENNER2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, Leandro S., (2016). Modelado de Resistividad y pH de la provincia de Buenos Aires: Capitalización del conocimiento del suelo y contribución al desarrollo del sector de la protección anticorrosiva de la república argentina (Tesis Doctoral). Recuperado de: [https://institutoi4.net/wp-content/uploads/2017/07/11746\\_5622\\_2.pdf](https://institutoi4.net/wp-content/uploads/2017/07/11746_5622_2.pdf)

## ESTRATEGIAS DE FORTALECIMIENTO DEL TEJIDO EMPRESARIAL EN LA PROVINCIA DE CATAMARCA

---

Morales, Andrea <sup>(1)</sup> – Figueroa Carrizo, Marcia <sup>(2)</sup> – Acosta Malebrán, Marcos <sup>(1)</sup>

(1) Cátedra Contabilidad de Costos, Facultad de Ciencias Económicas y de  
Administración UNCA

(2) Cátedra Políticas Públicas, Facultad de Ciencias Económicas y de  
Administración UNCA

e-mail: andream@eco.unca.edu.ar

**Resumen:** El objetivo del presente trabajo es compartir la labor investigativa y de transferencia en el marco del proyecto de investigación “Estructura Empresarial y Desarrollo Local” ejecutado en el ámbito de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración de la Universidad Nacional de Catamarca. Dicho proyecto surge de la motivación de investigar sobre la composición del tejido empresarial de la provincia, haciendo hincapié en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs), a fin de aportar a las necesidades específicas del sector empresario local, según sus particularidades y características coadyuvando al desarrollo económico local de Catamarca. Según el estudio Tejido empresarial y factores de éxito (2004) “La empresa es el centro de las relaciones económicas y el sujeto principal en la adopción de las decisiones de producción e inversión”. El tejido empresarial es una parte muy importante de la economía de un país, ya que condiciona el nivel de eficiencia, el nivel tecnológico, la productividad de los recursos utilizados y repercute en la capacidad de generar empleo (Costa, 2015). Resultados preliminares de la investigación realizada evidencian una serie de debilidades en las empresas catamarqueñas tales como limitaciones financieras, carencia de recursos humanos profesionalizados, falta de recursos tecnológicos y herramientas de administración y gestión. Esta situación deja entrever un rezago en el nivel de adopción de herramientas tecnológicas y de administración y que apoyen el control de la gestión de la empresa, tal como el uso de sistemas de costos, de información gerencial, de control estratégico y otros instrumentos que apoyen la medición del negocio a través de indicadores de gestión. Las debilidades de emprendedores y empresarios no es un aspecto exclusivamente colateral de ellos, sino que exige una política de articulación entre el sector público (nacional, provincial, municipal) y el sector privado, siendo un aspecto de fundamental importancia para contemplarse en la política pública estatal. Atento a lo antes expuesto, en este trabajo se comparten algunos modelos y propuestas de articulación pública – privada para el fortalecimiento de las PYMEs y MiPYMEs llevados a cabo desde la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración de la UNCA en el marco del proyecto de investigación.

**Palabras Claves:** Microempresas, PYMEs, desarrollo.

## Introducción.

La empresa es el centro de las relaciones económicas y el sujeto principal en la adopción de las decisiones de producción e inversión, y por tanto agente fundamental en el proceso de creación de empleo.

Desde esta perspectiva, el papel que juega la empresa en la sociedad actual no sólo se limita a generar beneficios para sus propietarios o accionistas e invertir para crecer y salvaguardar los intereses de estos, sino que por medio de este mecanismo la empresa crea empleo y riqueza, con lo que se beneficia el conjunto de la sociedad y favorece el crecimiento económico general.

El objetivo del presente trabajo es compartir la labor investigativa y de transferencia en el marco del proyecto de investigación “Estructura Empresarial y Desarrollo Local” ejecutado en el ámbito de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración de la Universidad Nacional de Catamarca.

La investigación realizada aborda dos grandes metas. Por un lado, el conocimiento de la estructura del tejido empresarial existente en Catamarca, abundando en las características y tipologías de las empresas, realizando un análisis de la dinámica del tejido empresarial y estudiando los factores de riesgo que inciden negativamente en la supervivencia de dicho tejido; y por otro lado, contextualizar la situación de la empresa catamarqueña y sus desafíos dentro del marco regional y nacional.

Si partimos de la idea de que el factor empresarial es el motor del crecimiento económico en el modo de producción capitalista, es de destacar que en la composición de la empresarialidad destacan tres funciones: a) la función financiera, relativa a la propiedad de la empresa y la posesión de un mínimo de capital propio; b) la función gerencial, referida a la dirección y administración de la empresa en condiciones de certidumbre; y c) la función impulsora, conformada por las oportunidades de mercado, el plan estratégico y la innovación (Guzmán Cuevas y Cáceres Carrasco, 2001; Guzmán Cuevas, 2006). Es la función impulsora el componente más destacado de la calidad empresarial que incide positivamente en el desarrollo económico.

Según el estudio de la Junta de Andalucía titulado Tejido empresarial y factores de éxito (2004) “La empresa es el centro de las relaciones económicas y el sujeto principal en la adopción de las decisiones de producción e inversión”. Por su parte Costa Vaz (2015) expone que el tejido empresarial es una parte muy importante de la economía de un país, ya que condiciona el nivel de eficiencia, el nivel tecnológico, la productividad de los recursos utilizados y repercute en la capacidad de generar empleo.

La empresa desempeña un papel vital en el sistema económico, lo que ha incentivado, en los últimos años el análisis de los múltiples factores que la afectan, tanto de orden interno como externo. En cualquier caso, dada la relevancia que tienen las PYME -Pequeñas y Medianas Empresas- como así también las micro, pequeña o mediana empresa -MiPyME- en la actividad económica como creadoras de riqueza, se ha suscitado un creciente interés para investigadores y responsables públicos por conocer e identificar aspectos básicos relacionados con éstas, caso de los factores que ayudan o impiden su creación, o de las condiciones que permiten su supervivencia a largo plazo. En tal sentido desde el equipo de trabajo surge de la motivación de investigar sobre



la composición del tejido empresarial de la provincia de Catamarca, haciendo hincapié en formular propuestas para fortalecer a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs).

### **Objetivo General:**

Indagar la composición del tejido empresarial de la provincia de Catamarca, con la finalidad de aportar desde la Universidad a las necesidades específicas del sector empresario local, según sus particularidades y características, coadyuvando al desarrollo económico local de Catamarca.

### **Hipótesis de trabajo:**

Trabajamos con la hipótesis que la estructura empresarial es determinante en la estrategia de desarrollo local y en función de ello decimos que es probable que el tipo de estructura vigente actúe como una limitante para el desarrollo. En tal sentido podemos sintetizar nuestra principal hipótesis:

H1) El tipo de estructura empresarial actúa como una limitante para el desarrollo local.

### **Metodología, diseño experimental o teórico:**

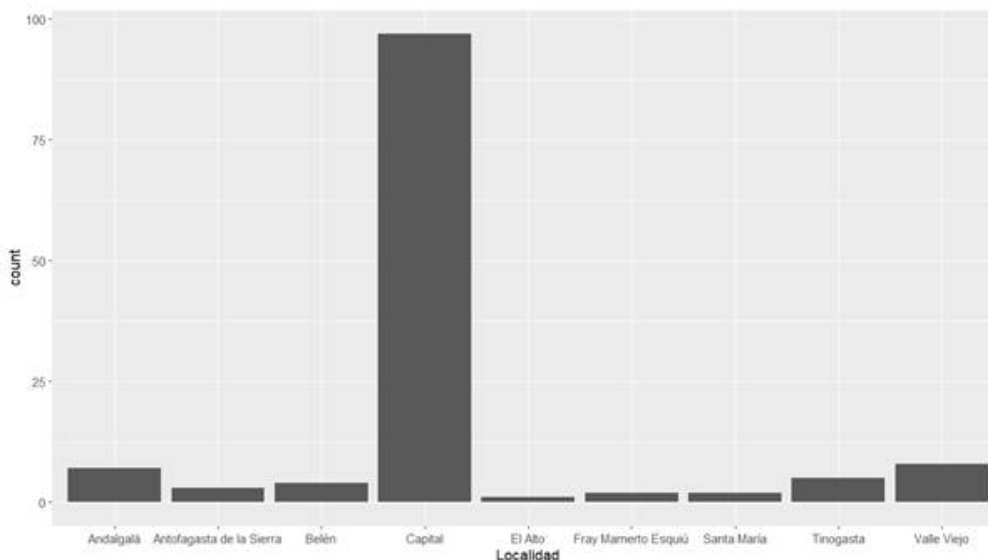
El proyecto se enmarca en una investigación de tipo exploratoria y descriptiva, combinará las diferentes técnicas de la investigación social cuantitativa y cualitativa que se presentan a los investigadores desde la evolución lograda en esta disciplina. Asimismo, se emplearon técnicas de investigación-acción participativa (IAP) de la que resultó un diagnóstico de situación. Para evaluar la información se realizaron análisis de tipo cualitativo y cuantitativo; el primero recoge cifras o datos que son expresados en palabras y no en números. El segundo se refiere a términos numéricos, específicamente al tratamiento estadístico de los datos con el fin de determinar los valores numéricos que complementan el estudio realizado. En tal sentido se utilizó el Software Estadístico RStudio 2022.07.2.

Se trabajó con una población de ciento treinta (130) empresas de la Provincia. Las Fuentes de Información complementarias fueron tomadas del INDEC – Censo INDEC. Censo Nacional Agropecuario 2018, IERIC -Instituto de Estadísticas y Registros Industria de la Construcción y SEPYME – Secretaría de Emprendedores y PYMES.

### **Principales resultados:**

- ✓ Total de Empresas relevadas: 130
- ✓ Se determinaron aspectos tales como la clasificación de las empresas por su tamaño, por su tipología jurídica, por los sectores a los cuales pertenecen (comercio, industria, construcción, sector agrario, servicios, etc.), por su localización geográfica, el grado de digitalización existente de las empresas y otros factores relevantes.
- ✓ Se generó un banco de información -Base de datos- que permite tipificar a las empresas permitiendo la representación de la estructura empresarial de Catamarca.
- ✓ El 75% de las PYMES se encuentran concentradas en Capital (97).

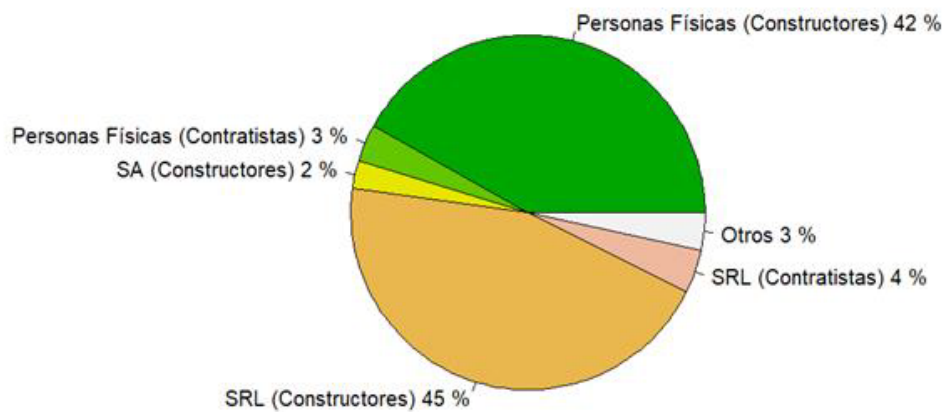
- ✓ De ellas, 24 empresas radicadas en el Parque Industrial El Pantanillo.
- ✓ Existe diversificación en cuanto a los rubros.
- ✓ A nivel provincial se destaca la presencia de empresas dedicadas a la construcción y venta de materiales de construcción, que representan un 21.53% del total.
- ✓ Los principales objetivos que desearían alcanzar los empresarios, lo que está relacionado con el éxito empresarial, son las posibilidades de crecimiento como incrementar el valor de sus ventas, la cantidad de clientes, expansión, exportación.
- ✓ Las principales amenazas están relacionadas con la competencia, incluso la desleal, y la globalización, mientras que las oportunidades se perciben fundamentalmente en la ampliación del mercado y en la expansión de la actividad económica.
- ✓ Los factores que consideran más importantes como limitantes de estabilidad y el crecimiento son la inflación, la situación económica general, la presión fiscal, la falta de acceso a créditos blandos, la falta de incentivos a microempresas para la dotación de infraestructuras.
- ✓ Las empresas de menor tamaño muestran una serie de debilidades: limitaciones financieras, carencia de recursos humanos profesionalizados, falta de recursos tecnológicos y manejo de herramientas de gestión. Asimismo, se advierte que existe un elevado rezago en el nivel de adopción de recursos tecnológicos y de administración, tal como el uso de sistemas de costos, de información gerencial, de control estratégico y otros instrumentos que permitan la medición del negocio a través de indicadores de gestión.
- ✓ Los resultados obtenidos ponen de manifiesto una elevada capacidad emprendedora en empresas ya consolidadas, pero, al mismo tiempo, se han analizado otros en los que se manifiestan dificultades de nuevas empresas para consolidarse y mantenerse en el mercado.
- ✓ Se presentan, a modo de síntesis, algunos de los resultados obtenidos en las figuras 1 a 5:



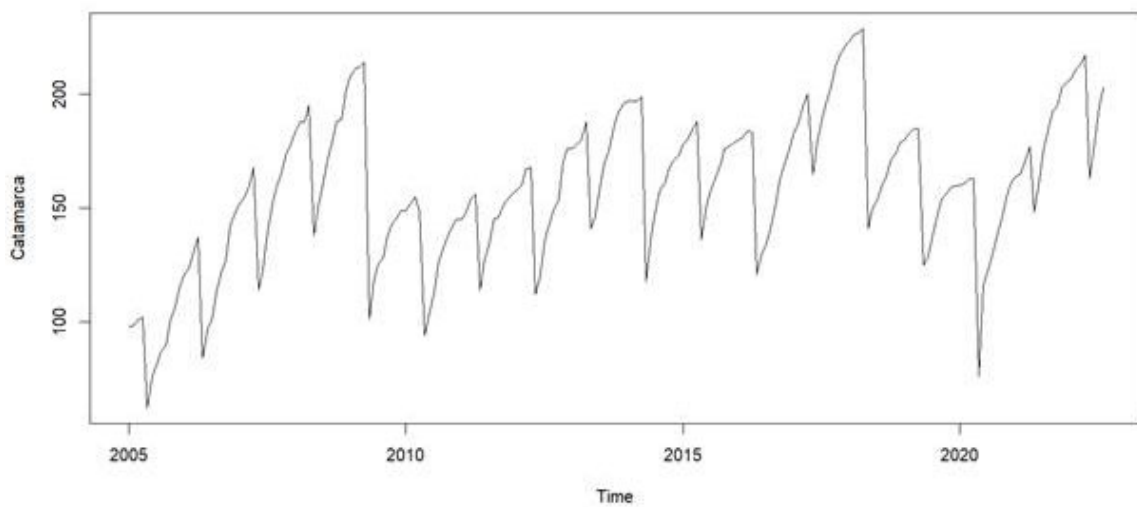
**Figura 1:** Distribución de empresas catamarqueñas por ubicación geográfica



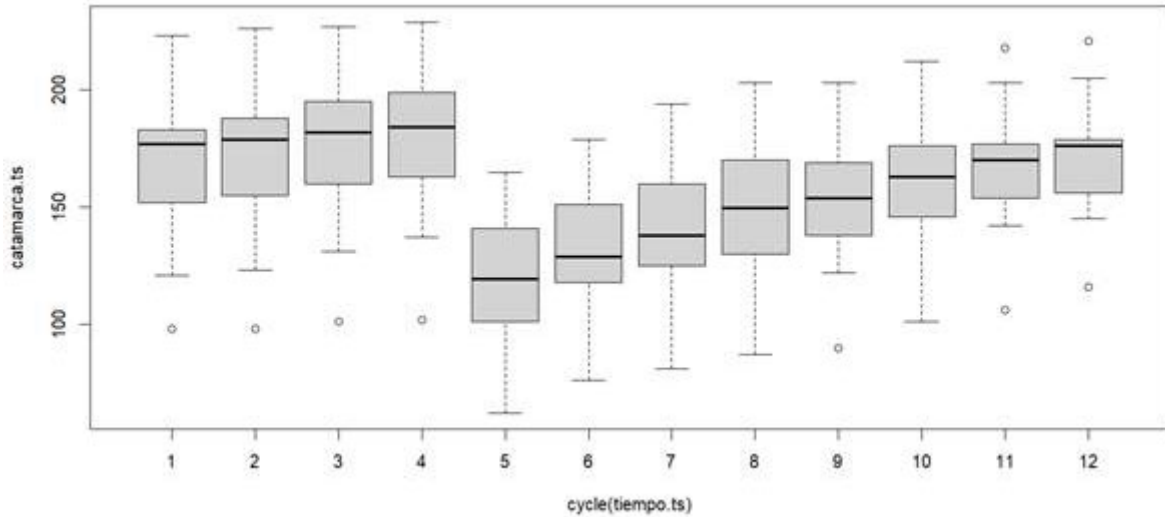
**Figura 2:** Distribución de empresas por rubro Catamarca (Capital)



**Figura 3:** Empresas constructoras por forma jurídica y actividad (Año 2022)



**Figura 4:** Series de tiempo Empresas constructoras Catamarca (Periodo 2005-2022)



**Figura 5:** Empresas constructoras Catamarca (Periodo 2005-2022)

## Conclusiones

A partir de la investigación realizada, se lograron identificar las características del tejido empresarial de nuestra provincia, sus debilidades y necesidades como así también sus fortalezas y oportunidades, la importancia de los encadenamientos productivos y de empleo de las actividades locales, destacándose la identificación de las relaciones entre los distintos actores de economía local y el contexto, identificando igualmente la visión del potencial local de recursos en la generación de valor agregado del territorio.

Un desarrollo local efectivo puede contribuir a la reducción de disparidades, generar empleos y multiplicar empresas, aumentar la inversión total del sector privado, mejorar los flujos de información con los inversionistas, además de aumentar la coherencia y confianza de las estrategias económicas locales y en ese marco es nuestra intención que el proyecto represente un aporte a la investigación aplicada destacando el rol de la Universidad como agente de desarrollo local.

## **Bibliografía**

- Costa Vaz, P. (2015). Accounting Monologue: Management Accounting Use in Micro and Small Companies According to Bakhtin's Communicational Process. *Journal of Business and Economics*, February 2015, Volume 6, No. 2.
- Guzmán, J. y Cáceres, F.R. (2008). Factores cualitativos de la estructura empresarial: Hacia una tipología macroeconómica de las empresas en el análisis regional. *Información Comercial Española*.
- Guzmán Cuevas, J. y Cáceres Carrasco, F. R. (2001). Un modelo explicativo de la emergencia de empresarios. *Economía industrial*.
- Junta de Andalucía. (2004) *Tejido Empresarial y Factores de Éxito. Una aproximación al caso Andaluz*. Sevilla.

# LAS PRÁCTICAS DE COMUNICACIÓN EDUCACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA CONFIGURACIÓN DE REPRESENTACIONES SOCIALES

---

Gordillo, Alejandra María<sup>1</sup> – Vichi, Zulma del Valle<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura en Comunicación Social, Escuela de Ciencias Sociales, UNDeC

[mgordillo@undec.edu.ar](mailto:mgordillo@undec.edu.ar)

**Resumen:** Se presentan los resultados del proyecto de investigación “Análisis de prácticas institucionales en el Colegio Nacional Agrotécnico “Ing. Julio C. Martínez”: su relación con las representaciones sociales de la comunidad educativa de zonas rurales y periurbanas de Chilecito”. En esa institución educativa (CoNAg) se analizaron las prácticas de comunicación al interior del establecimiento como al exterior, especialmente con las comunidades educativas de nivel primario de la zona rural y periurbana donde se inserta. El marco teórico se enfoca en las comunicaciones institucionales que desplegó el CoNAg en tanto discurso que cala en el imaginario colectivo y da lugar a un modo de interpretar la realidad y a crear una representación social (RS) en relación a un tema o una institución. Es una investigación cualitativa que apeló al modelo interpretativo para comprender, describir y valorar los datos. Para explicar el contenido de las Representaciones Sociales (RS) se aplicó la teoría fundamentada, en tanto es uno de los enfoques de la metodología cualitativa que permite crear propuestas teóricas basándose exclusivamente en los datos. Considerando el marco de referencia, en lo teórico y en la versión reconstruida a partir de los datos analizados según cada dimensión de la RS respecto del CoNAg y sus prácticas educativas, este colegio es apreciado como un medio para llegar a ser profesionales, y desempeñarse exitosamente e ingresar a la universidad. Otro aspecto valorable es que se lo considera como una institución donde se adquieren habilidades y conocimientos que facilitarán el trabajo en el agro o labores afines, en el marco de la ruralidad. La investigación tuvo lugar entre marzo de 2020 y noviembre de 2021.

**Palabras clave:** prácticas institucionales, comunicación, educación

## Introducción

Se exponen resultados del proyecto de investigación (FICYT 2019, UNdeC) que indagó sobre la relación entre las prácticas de comunicación-educación del Colegio Nacional Agrotécnico “Ing. Julio C. Martínez”, en Tilimuqui, Chilecito, L.R. y las representaciones sociales (RS) que propician en las comunidades educativas de nivel primario de la zona rural y periurbana en la que se inserta el citado colegio pre universitario que depende de UNdeC.

## Marco conceptual de las Representaciones Sociales

El abordaje de las RS posibilita entender la dinámica de las interacciones sociales y aclarar los determinantes de las prácticas sociales, pues la representación, el discurso y la práctica se generan mutuamente (Abric, 1994, en Araya Umaña, 2002, p.12). Moscovici, define a las RS como: (...) una modalidad particular del conocimiento, cuya función es la elaboración de los comportamientos y la comunicación entre los individuos. La representación es un corpus organizado de conocimientos y una de las actividades psíquicas gracias a las cuales los hombres hacen inteligible la realidad física y social, se integran en un grupo o en una relación cotidiana de intercambios, liberan los poderes de su imaginación (1979, p.17-18).

Son también sistemas de valores, ideas y prácticas con una función doble: primero, establecer un orden que permita a los individuos orientarse en su mundo material y social (Farr, 1984, p. 496).

Los modos de apropiación de la teoría de las RS son: el enfoque procesual, interesado en el contenido de las RS en términos de su sentido y significación y el enfoque estructural interesado en los mecanismos de organización de dichos contenidos (Ceberio de León, Olmedo, Vichi, 2016) que conducen a desarrollos metodológicos diversos, (cualitativos como cuantitativos). Esta investigación se abordó desde el enfoque estructural y la metodología fue cualitativa. El enfoque estructural de las RS reside en la definición teórica y metodológica de la estructura de las RS:

El análisis de una RS y la comprensión de su funcionamiento necesitan obligatoriamente una doble identificación: la de su contenido y la de su estructura. Es decir, los elementos constitutivos de una representación son jerarquizados, asignados de una ponderación y mantienen entre ellos relaciones que determinan la significación y el lugar que ocupan en el sistema representacional. (Abric, 1994, en Araya Umaña, 2002, p. 51).

En el *análisis descriptivo*, se reconstruyen inductivamente categorías generales a partir de elementos particulares, así como contenidos socialmente compartidos por medio de comparaciones de representaciones singulares. Concluida esta etapa se obtiene una descripción exhaustiva de los contenidos de las RS del grupo investigado. En el *análisis relacional* se reconstruye la estructura interna de las RS, conformada por relaciones y jerarquías existentes entre sus diferentes contenidos. Esta teoría se convierte en un método inductivo que permite crear una formulación teórica basada en la realidad tal y como se presenta, usando

con fidelidad lo expresado por los informantes, buscando mantener la significación que estas palabras tienen para sus protagonistas. El enfoque se basa en cuatro pasos diferenciados: codificación abierta de los datos o información, codificación axial de la información, codificación selectiva y delimitación de la teoría emergente.

### **Acerca del campo empírico**

Desde su creación en 2010, el CoNAG priorizó el ingreso a estudiantes residentes en la zona rural y periurbana aledaña a la localidad de Tilimuqui, Chilecito, La Rioja. Su oferta educativa agrotécnica, pre universitaria y sus prácticas motivaron una mayor demanda de un sector socio económicamente más favorecido de la sociedad chilecoteña, y un paulatino decrecimiento de la matrícula de ingresantes provenientes de distritos rurales y periurbanos. Una de las probables causas sobre las que se especuló fue la cantidad de estudiantes que egresan del nivel primario de la zona urbana y periurbana (Distritos) que es en conjunto inferior a la de las escuelas de la ciudad de Chilecito, aun así, el porcentaje de ingresantes es bajo. La otra surge de una investigación previa: “la especificidad de la formación agrotécnica, y la duración de los estudios (6 años) son factores que inciden en la elección del estudiante”. (Gordillo, 2016, p.73). Otros aspectos que podrían incidir son: gastos de traslados, comida, uniformes, tipo y medios de comunicación que establece con las escuelas primarias, valoración que hacen los padres de la oferta educativa.

Se identificaron estrategias comunicacionales e institucionales implementadas desde su fundación por la dirección del CoNAG, algunas de ellas tendientes a captar estudiantes de las escuelas primarias de las zonas rurales y periurbanas, en tanto principales destinatarios del proyecto educativo. Los datos fueron analizados a la luz de las RS, asumiendo que las mismas pueden incidir en las decisiones de optar o no por CoNAG.

A través de un formulario on line se entrevistaron a los sujetos seleccionados (directivos y padres de estudiantes de 7mo. grado de escuelas primarias de la zona priorizada) atendiendo a la situación de Aislamiento Social Preventivo Obligatorio del momento. La decisión de consultar a padres o tutores y directivos y no incluir a estudiantes se fundamentó en el hecho que para asistir al CoNAG los estudiantes requieren solventar gastos – traslado, comida, uniforme – que asumen los padres o tutores, por lo que son, en gran medida los decisores de la elección de la oferta educativa. Las directoras son el vínculo con las instituciones educativas de nivel medio y actúan de nexo con el CoNAG.

En cuanto a las RS, se abordaron las dimensiones: información, actitud, y campo de la representación. La primera, refiere a la organización de los conocimientos que tiene una persona o grupo sobre un objeto o situación de la realidad social. Conduce, necesariamente, a la riqueza de datos o explicaciones que sobre la realidad se forman las personas en sus relaciones cotidianas. (Araya Umaña, 2002, p.40). Responde a ¿qué se sabe sobre el objeto social en cuestión? La segunda dimensión es el aspecto más afectivo de la representación, por ser la reacción emocional acerca del objeto o hecho y también es el elemento más primitivo y resistente de las representaciones y está siempre presente aunque los otros elementos no estén. Remite a la decisión de los padres o tutores de optar o no por la oferta educativa del CoNAG. Esta respuesta actitudinal está



vinculada con la valoración que hacen de la oferta educativa. En cuanto al **“campo de representación”** alude al orden y jerarquía de los elementos de la RS, a la organización interna que adoptan cuando quedan integrados en la representación, diferentes elementos en términos de actitudes, opiniones, imágenes, creencias, vivencias y valores, presentes en una misma RS.

### **Estrategia metodológica**

Se organizaron los datos para incluir la información recabada dentro de las categorías conceptuales y se elaboraron tablas referenciales para cada dimensión de las RS. Luego se definieron categorías: información acerca del CoNAg, actitud, en relación a la valoración de su desempeño como institución educativa y oferta educativa y campo de la RS, (imagen o concepto preponderante en la mente de las personas). Esta categorización abierta de datos, permitió comprender la compleja relación entre ideas y significados. A partir de la lectura de frases más significativas referidas a dimensiones y categorías del mismo nombre de las RS - vinculadas a comunicaciones institucionales y oferta educativa del CoNAg - se elaboraron categorías constituidas por una agrupación de frases coincidentes provenientes de diferentes informantes. Luego se nombraron las categorías en función de la recurrencia de las significaciones e interpretaciones que contenían cada una de ellas para los y las entrevistados/as de la zona rural y periurbana. Las categorías emergentes se ubicaron en torno a una categoría central: **“es un buen colegio” (campo de la RS)**

- conocen al CoNAg y su oferta educativa - cuestiones económicas y sociales dificultan a estudiantes rurales asistir a este Colegio (dimensión información).
- valoran su calidad educativa y el perfil de los egresados.(dimensión actitud)

### **Análisis de Representaciones Sociales**

En la **dimensión información** se relevaron datos que tutores y directoras de las siete escuelas poseen sobre la existencia, ubicación, oferta educativa, dependencia, perfil del estudiante que promueve y formación. 58 de los 67 tutores consultados respondieron afirmativamente (86,56 %). Lo mismo sucedió con las Directoras: 4 de las 6 (66,7 %) respondieron afirmativamente.

### **Conocimiento sobre la existencia del CoNAg y oferta educativas**

Se ofrecieron opciones: el nombre correcto del CoNAg y otros nombres afines con los que se lo suele denominar: Escuela Agrotécnica, Escuela Secundaria de Tilimuqui, Colegio de Tilimuqui. Los resultados indican que el 60,3% lo conoce por su nombre, el 32,8% lo reconoce como Escuela Agrotécnica, el 13,43 % no sabe/no contesta y el 6,9% lo denomina Escuela secundaria de Tilimuqui. El 60,3% de tutores responde correctamente sobre la denominación del Colegio. El 39,7 % asocia el nombre con “agrotécnica” o “Tilimuqui”. El dato es valioso

porque implica cierto nivel de conocimiento (no existe otro establecimiento educativo agrotécnico en Chilecito y también la ubicación geográfica, porque es el único establecimiento secundario en ese Distrito). Acerca de la duración de los estudios, el horario de clases, el título al acceden los egresados, respondieron: el 59 % de los padres respondieron correctamente (6 años). En cuanto al horario de clases: 67 % respondieron correctamente (doble jornada), 15 % turno mañana y 18 % turno tarde o no supo la respuesta. Sobre el título de los egresados el 78 % respondió correctamente (Técnico Agrónomo), Perito mercantil y bachiller compartieron el 4,5 % cada una y el 4% no supo la respuesta.

## **Dimensión actitud**

Se recuperaron las valoraciones personales de los sujetos entrevistados, las que se nutren de las comunicaciones informales, interpersonales, del fondo de la cultura acumulada, de todo el legado de saber cotidiano o popular. Se destacan: ampliación de la oferta educativa en zona rural; el reconocimiento de una oferta específica (agrotécnica) en esta zona productiva; salida laboral que ofrece el CoNAg; cercanía y posibilidades de acceso de empleados rurales a formación específica. Los tutores, en un porcentaje menor al 2 %, valoraron positivamente al CoNAg, porque “brinda una excelente educación”, “les dá una buena base que les permite a los alumnos insertarse en la Universidad sin problema alguno, permitiéndole estudiar una amplia gama de carrera desde las Ciencias Naturales y Sociales”, “es una excelente escuela y tiene un muy buen nivel de enseñanza”. “la formación que brinda el CoNAg le permite al estudiante insertarse en el plano laboral y/o estudiar cualquier carrera universitaria.” Otros indicaron “haber escuchado que es muy buena escuela” o “que es muy buena escuela”, “da muy buena base”, “es excelente la enseñanza”.

## **Valoración sobre las prácticas educativas del CoNAg**

Sobre este aspecto, las directoras valoraron las prácticas del CoNAg como “son muy buenas”, “excelentes”, “muy interesantes”. Resaltaron la vinculación entre teoría y práctica. Los tutores destacaron: “la utilidad de lo que aprenden para aplicarlo en el trabajo de las fincas”, “la doble escolaridad”, “el título de Técnico Agrónomo que obtienen los egresados”, “los profesores que trabajan allí dependen de la UNdeC”, “... no sólo se abocan a lo agropecuario... (el alumno) puede completar sus estudios ... o seguir estudios universitarios.” Simultáneamente aparece una valoración negativa relacionada con la doble escolaridad.

## **Aspectos o razones que pueden dificultar la elección del CoNAg**

Las Directoras identificaron las dificultades: desconocimiento de la comunidad sobre la oferta educativa, lo cual se corresponde con la dimensión información, que reflejó una muy baja difusión de la oferta educativa. El factor económico, el nivel socio económico de los estudiantes que asisten al CoNAg. Los padres y tutores identificaron: razones: económicas (transporte, ubicación geográfica,

distancia). Hay una alta valoración de la dependencia institucional de CoNag con UNdeC.

## **Dimensión campo de la representación**

Aquí se materializa la representación de la situación por medio de una imagen o modelo. Considerando lo identificado en las dimensiones información y actitud, se advierte:

- a. Valoración de la educación de calidad que brinda,
- b. Su categoría de pre-universitario. Esta significación se posiciona como núcleo de estructura significativa, quedando en un lugar menor las críticas negativas y desfavorables.
- c. La opinión de terceros mencionada por los entrevistados acerca de la educación que brinda el CoNag se manifiesta preponderante en MB y B.

**En tutores, el núcleo de la representación sobre la elección de la escuela secundaria anida en la calidad educativa, ubicación geográfica y perfil del egresado.** El leitmotiv de esa elección se centra en la utilidad de su formación y título que otorga. **La no elección del colegio se posiciona en el aspecto económico (gastos de almuerzo y transporte) y en la falta de vocación agropecuaria o interés en las ciencias agronómicas.**

## **Conclusiones**

Los estudiantes de familias que residen en la zona rural y periurbana al CoNag asisten a otras escuelas secundarias. Los tutores a la hora de elegir una escuela secundaria para sus tutorados prefieren una institución educativa de calidad y en el supuesto de elegir al CoNag lo harían por la formación y utilidad que ésta implica para el trabajo agrario. Otra razón para seleccionarla es la dependencia de la UNdeC. No obstante las familias no proyectan la posibilidad de que los jóvenes de la zona rural ingresen a la CoNag por los gastos que implica (traslado, comida, uniformes). Más del 50 % de las directoras de las escuelas entrevistadas valoran positivamente la educación que brinda el CoNag, que se focaliza en el desarrollo de competencias agropecuarias, agroindustriales y de agro servicios e implica la formación de sujetos que a futuro operará críticamente sobre la realidad para transformarla.

Como aspecto positivo se destaca el perfil del egresado y la utilidad de la formación que reciben los estudiantes para trabajar en tareas agropecuarias y/o ingresar con mejor capacitación a la universidad en la carrera de Ingeniería Agronómica (UNdeC). El CoNag es apreciado como un medio profesionalizante y/o ingresar a la universidad.

## Bibliografía

- Araya Umaña, S. (2002), Las representaciones sociales: Ejes teóricos para su discusión. **Cuaderno de Ciencias Sociales** 127. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO). Disponible en: <http://www.flacso.or.cr/fileadmin/documentos/FLACSO/Cuaderno127.pdf>
- Abric, Jean-Claud, (1994), “L´ Organization interne des représentations sociales”. En: Guimelli, C., Structures et transformations des représentations sociales. Delachaux et Niestlé, Lausanne.
- Ceverio de León, I.; Olmedo, C.; Vichi Z. (2016). Representaciones sociales: ¿cómo se representan los habitantes de Nonogasta (provincia de La Rioja, Argentina) el sufrimiento ambiental vinculado a la contaminación que produce la curtiembre? Fundamentos en Humanidades Universidad Nacional de San Luis – Argentina Año XV – Número II (30/2014) pp. 9 – 25
- Gordillo, A.M., (2016) Tesis de Maestría en Ciencias Sociales y Humanidades – orientación Comunicación. UNQ – El marco institucional del Colegio Nacional Agrotécnico “Ing. Julio César Martínez”: su relación en la conformación del vínculo Comunicación–Educación. <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/795>

## VALUACIÓN FISCAL INMOBILIARIA Y EQUIDAD TRIBUTARIA

---

**Bevacqua, Cristian** <sup>(1)</sup> – **Villafañez, Miguel** <sup>(1)</sup> – **García, Luis** <sup>(2)</sup> – **Herrera Ocaranza, Juan** <sup>(3)</sup>

(3) Cátedra Valuaciones Inmobiliarias, Departamento Agrimensura, FT y CA – UNCa

(4) Cátedra Ordenamiento Territorial y Planeamiento, Depto. Agrimensura, FT y CA - UNCa

(5) Cátedra Catastro Territorial, Departamento Agrimensura, FT y CA – UNCa  
e-mail: cibagrim@teccno.unca.edu.ar

**Resumen:** Con el objeto de fortalecer la autonomía de las provincias y proveer estabilidad jurídica a los contribuyentes, el Estado Nacional y veintitrés provincias firmaron a fines del año 2021 un nuevo Consenso Fiscal. El acuerdo pretende instaurar una estructura impositiva orientada a fomentar la inversión, el crecimiento económico y la generación de empleo formal en el sector privado. Se amplía de esta manera el acuerdo concretado en el año 2017, cuando los gobiernos provinciales y el Estado Nacional firmaron un primer acuerdo. Aquel documento conocido también como Consenso Fiscal, fue homologado por el Congreso por Ley Nacional N° 27.429. En el nuevo Consenso Fiscal se abarca una gran variedad de puntos, entre los que se destacan en cuanto a la administración tributaria, la necesidad de avanzar en una normativa orientada al fortalecimiento del Organismo Federal de Valuaciones de Inmuebles (O.Fe.V.I.), como así también, el compromiso por parte de las provincias de adoptar en el futuro los procedimientos valuatorios establecidos por dicho Organismo. Por otra parte, el concepto de “objeto territorial legal” incluido en la Ley Nacional de Catastro N° 26.209, sumado a las normas de derecho público que contienen restricciones al dominio, deben ser interpretadas en el marco del Consenso Fiscal vigente, lo que genera un marco normativo que conforma un gran desafío para la agrimensura del país. El desafío se centra en los Catastros Territoriales, en virtud de que los mismos constituyen una herramienta fundamental para el cumplimiento del principio constitucional de equidad en materia tributaria, ya que la determinación de los impuestos sobre bienes inmuebles se relaciona directamente con el correcto cálculo del valor fiscal de los mismos. En el presente trabajo se pretende mostrar los avances orientados a establecer pautas generales para determinar el valor fiscal de los inmuebles en concordancia con el concepto de objetos territoriales legales y las restricciones al dominio emanadas del derecho público, efectuando así, un aporte concreto en lo que se refiere a las valuaciones catastrales masivas.

**Palabras Claves:** Valor Fiscal, Catastro Territorial, Impuesto.

## Introducción

Las provincias argentinas durante el mes de diciembre del año 2021 suscribieron con el Gobierno Nacional el documento conocido como “Nuevo Consenso Fiscal”. De este modo se amplía el acuerdo que fuera concretado en el año 2017, cuando gobiernos provinciales y Estado Nacional firmaron un primer acuerdo. Aquel documento, conocido también como Consenso Fiscal, fue confirmado meses más tarde por Ley Nacional N° 27.429 del Congreso argentino.

El nuevo acuerdo tiene por objeto fortalecer la autonomía de las diferentes jurisdicciones provinciales, a los efectos de aportar estabilidad jurídica a los contribuyentes a partir de una estructura impositiva destinada a fomentar la inversión, el crecimiento económico y la generación de empleo formal en el ámbito privado.

Entre la diversidad de temas que comprende el nuevo Consenso Fiscal, se destacan los vinculados con la administración tributaria y la necesidad de progresar en una normativa orientada al fortalecimiento del Organismo Federal de Valuaciones de Inmuebles (O.Fe.V.I.). El mencionado acuerdo también señala el compromiso de las provincias de adoptar en el futuro los procedimientos valuatorios que establezca dicho Organismo.

El Organismo señalado en el párrafo precedente, tiene la función de establecer procedimientos y metodologías a aplicar en la determinación del valor fiscal de los inmuebles, tendientes a reflejar la realidad de los diferentes mercados inmobiliarios y su actual dinámica territorial.

La actividad relacionada con la determinación del valor fiscal de los inmuebles es una de las finalidades de los organismos catastrales conforme la Ley Nacional de Catastro N° 26.209.

La misma normativa catastral a nivel nacional, incorpora el concepto de “objeto territorial legal” y señala, además, que los Catastros Territoriales serán registros públicos de los datos concernientes a todos los objetos territoriales legales que existan en sus correspondientes jurisdicciones.

Es conforme el documento “Catastro 2014” de la Federación Internacional de Agrimensores (FIG) que introduce en el léxico catastral el término “objeto territorial legal”, que se entiende que un “objeto territorial legal es una porción de territorio en el cual existen condiciones homogéneas dentro de sus límites”; agregando además, que “estas condiciones están normalmente definidas por ley”.

Por lo antes expuesto, podemos inferir que estamos en presencia de elementos que son susceptibles de inscripción en el Catastro Territorial, es decir de “objetos territoriales legales”, sí es que son contornos que coinciden con límites que establecen donde comienza y termina un determinado derecho o restricción.

Es en función de todo lo antes detallado, incluyendo el concepto de objeto territorial legal conforme lo instaurado por la Ley Nacional de Catastro N° 26.209, sumado a las restricciones al dominio con origen el derecho público, más los alcances del nuevo Consenso Fiscal, que se denota un marco normativo nacional que forma un gran desafío para la agrimensura y los catastros territoriales del país, por la incidencia que ejercen dichas normas en el cálculo

del valor fiscal de los inmuebles y la posterior determinación de tributos que deben ser justos, equitativos y no confiscatorios.

En el presente trabajo se detallan los avances orientados a establecer pautas generales para determinar el valor fiscal de los inmuebles en concordancia con el concepto de objetos territoriales legales y las restricciones al dominio emanadas del derecho público, lo que significa un aporte en materia de valuaciones catastrales masivas.

## **Materiales y Métodos**

Se aplica un estudio descriptivo de los principales aspectos del documento “Catastro 2014” de la Federación Internacional de Agrimensores (FIG) y su implicancia en los aspectos relacionados con la registración catastral de inmuebles que coexisten con objetos territoriales legales de derecho público, para la posterior determinación de su valor fiscal.

Se emplea un método comparativo de las metodologías valuatorias a utilizar para la obtención del valor fiscal de inmuebles no afectados por restricciones al dominio o limitaciones al dominio, en confrontación con aquellos que coexisten con objetos territoriales legales de derecho público.

Todo ello, a los efectos de generar pautas orientadas a incorporar en el cálculo del valor fiscal la incidencia de restricciones al dominio generadoras de objetos territoriales legales de derecho público.

## **Resultados y Discusión**

### **Aspecto económico del Catastro Territorial**

Entre las actividades propias de los Catastros Territoriales de cada jurisdicción local, se encuentra la determinación del valor fiscal de los inmuebles que existen en su espacio territorial, lo que permite cumplir con el aspecto económico de tales organismos registrales catastrales.

Conforme lo señalado en la Ley Nacional de Catastro N° 26.209, más precisamente en su artículo 2°, se encuentra entre las finalidades de los Catastros Territoriales el “conocer la riqueza territorial y su distribución”, “elaborar datos económicos y estadísticos de base para la legislación tributaria y la acción de planeamiento de los poderes públicos”, “registrar la incorporación de las mejoras accedidas a las parcelas y determinar su valuación”, “determinar la valuación parcelaria”, entre otras.

La mencionada ley nacional, ha instaurado con referencia a los inmuebles un nuevo concepto del estado parcelario, compuesto por elementos esenciales y complementarios. Ese estado parcelario es el que debe ser determinado por un profesional de la agrimensura, al ejecutar un acto de mensura para registrarlo en el Catastro Territorial con fines jurídicos. Uno de los elementos complementarios que enumera la Ley Nacional de Catastro N° 26.209 en su artículo 5° es la valuación fiscal del inmueble.

## Objetos territoriales legales

La Federación Internacional de Agrimensores (FIG), por intermedio de la Comisión 7 encargada de temas inherentes al Catastro y Administración Territorial, ha elaborado y aprobado en 1998 el documento denominado Catastro 2014. Tal documento, contiene una visión para el desarrollo de los sistemas catastrales futuros y define que el Catastro 2014 “es un inventario público metódicamente ordenado de datos relativos a todos los objetos territoriales legales, en un cierto país o distrito, basado en la medición de sus límites”.

Es el mencionado documento el que incorpora el concepto de “objeto territorial legal”, con referencia a los espacios del territorio que se deben registrar en el Catastro Territorial y en el Registro de la Propiedad Inmobiliaria.

Partiendo de los documentos de la Federación Internacional de Agrimensores (FIG) donde se pueden distinguir los “objetos territoriales legales” en el ámbito del derecho público y del derecho privado, y observando además que las restricciones al dominio en general constituyen algunos de los objetos territoriales legales que deben quedar contenidos en los registros catastrales, es que se debe considerar su incidencia en el valor fiscal de los inmuebles coexistentes con los mismos.

En nuestro país pueden reconocerse objetos territoriales legales que responden a los derechos reales establecidos en el Código Civil y Comercial, que tienen aplicación al territorio y se registran en los organismos respectivos, pero también, se registran otros objetos territoriales legales no contemplados en el mencionado cuerpo normativo y que a los efectos de lograr una apropiada determinación del valor fiscal deben ser incorporados en el análisis valuatorio.

En el ámbito de las limitaciones a la propiedad privada en razón del interés público, se hallan las servidumbres administrativas, las que se diferencian de las servidumbres reales activas del Código Civil y Comercial, ya que en este caso no implican la existencia de un fundo dominante, son simples restricciones al derecho de propiedad, teniendo como objeto la utilidad pública. Las mismas recaen sobre la propiedad inmueble, significando una limitación razonable en el ejercicio del derecho de propiedad, ya que el mismo se ve restringido en su uso y goce.

En este tipo de servidumbres administrativas se encuentran los electroductos, resultando la Ley Nacional N° 19.552 y su modificatoria Ley Nacional N° 24.065 el marco regulatorio en materia de generación, transporte, distribución y demás aspectos vinculados con la energía eléctrica.

Como resultado del proceso de transporte y distribución de gas natural, propietarios de un gran número de inmuebles se ven afectados por el desarrollo de estas actividades, los que ven restringido su derecho por la existencia de servidumbres administrativas de gasoducto. Tales restricciones dan origen a objetos territoriales legales, los que resultan de constituir las servidumbres administrativas de gasoductos.

La Ley Nacional N° 17.319 de hidrocarburos y Ley Nacional N° 24.076 que regula el transporte y la distribución de gas natural, son el marco legal en la materia. Dichas servidumbres administrativas se constituyen a favor de un concesionario



privado, en el marco de la actividad del Estado de proveer gas natural, quien es el titular principal de los servicios públicos.

Las servidumbres administrativas de gasoductos, al igual que las servidumbres administrativas de electroductos, dan origen así a objetos territoriales legales que surgen de las restricciones al dominio impuestas e inciden en el valor fiscal de las propiedades inmuebles afectadas.

En cada centro urbano de las diversas provincias argentinas existen Códigos de Edificación, ordenanzas para el ordenamiento territorial, y/o uso del suelo urbano, etc., que legislan las restricciones al dominio, y cuyo órgano de aplicación son las municipalidades. Este tipo de restricciones al dominio privilegian el interés público, las que pueden resultar de muy disímil índole y naturaleza, debido a que la función de las mismas es facilitar y mejorar la convivencia entre los ciudadanos.

Las restricciones al dominio impuestas con fines urbanísticos, al igual que las servidumbres administrativas señaladas en los párrafos precedentes, dan origen a objetos territoriales legales y afectan el valor de la propiedad inmueble ya que inciden a la posibilidad de uso de la misma.

## **Aspectos generales para Valuación Fiscal**

Los catastros territoriales provinciales obtienen el valor catastral o fiscal de un inmueble como el resultado de la suma del valor de la tierra libre de mejoras, más el valor de las mejoras en el caso de que existieran las mismas, todo ello, conforme un criterio separatista y que responde a una ecuación general como la siguiente:

$$V_p = V_t + V_m$$

**Ecuación N° 1:** Ecuación General para la Valuación Fiscal

En donde los elementos de la formula serian:

V<sub>p</sub>: Valor total de la Propiedad.

V<sub>t</sub>: Valor del Terreno.

V<sub>m</sub>: Valor de las Mejoras.

En el caso del valor del terreno, una ecuación general presenta la siguiente estructura:

$$V_t = \text{Sup.} \times VUB \times \text{Coef. Homogeneizadores}$$

**Ecuación N° 2:** Ecuación General para la Valuación del Terreno libre de mejoras

En donde los elementos de la formula serian:

V<sub>t</sub>: Valor del Terreno.

Sup: Superficie del Terreno.

VUB: Valor unitario básico del terreno (\$/unidad de superficie).

Coef. Homogeneizadores: Serie de coeficientes variable según la jurisdicción.

Para obtener el valor de la tierra conforme la Ecuación N° 2, se utilizan valores básicos del valor de la tierra conforme las diferentes zonas o sectores de la

jurisdicción, las que se encuentran divididas generalmente en tierras rurales, sub rurales, sub urbanas y urbanas.

En la misma ecuación, tenemos una serie de Coeficientes Homogeneizadores que van variando según la jurisdicción catastral del país en la que nos encontremos, por lo general en zonas urbanas, por ejemplo, se refieren a medidas de frente y fondo o ubicación o no en esquina.

En el caso del valor de las mejoras, una ecuación general responde al siguiente formato:

$$V_m = S_m \times V_{UBm} \times \text{Coef. Homogeneizadores Mejoras}$$

**Ecuación N° 3:** Ecuación General para la Valuación de las mejoras

En donde los elementos de la formula serian:

$V_m$ : Valor de la mejora.

$S_m$ : Superficie mejora.

$V_{UBm}$ : Valor unitario básico de la mejora (\$/unidad de superficie).

Coef. Homogeneizadores Mejoras: Serie de coeficientes según la jurisdicción.

Para el segundo término de la Ecuación N°1, el valor de las mejoras (edificaciones, cultivos, instalaciones agrícolas, etc.) se logra aplicando diferentes metodologías según cuál sea la provincia.

En algunas provincias, como ser el caso de la provincia de Catamarca, el valor de las mejoras urbanas se obtiene asignándole un puntaje a la misma como resultado de observar sus diferentes características constructivas y con la posterior aplicación de coeficientes de depreciación por edad y estado de conservación, y atento también a las particularidades intrínsecas de la mejora analizada.

Para otras provincias, la metodología establece un estándar de vivienda al que se le asigna un valor por metros cuadrado, para luego establecer otras categorías de viviendas por debajo o con características constructivas superiores a la estándar, a los fines de asignarles valores para cada una de las diferentes categorías.

En términos generales, los catastros territoriales provinciales no cuentan con ecuaciones para la valuación masiva de sus inmuebles que consideren la incidencia de las restricciones al dominio y que son generadoras de objetos territoriales legales de derecho público.

## **Conclusión**

Atento a lo desarrollado a lo largo del presente trabajo y con la finalidad de hacer un aporte concreto desde la agrimensura para el estudio de la temática abordada, es que se pueden extraer como principales conclusiones para el tratamiento del valor fiscal de los inmuebles que coexisten con objetos territoriales legales de derecho público que resulta conveniente que las metodologías en materia valuatoria defina coeficientes homogeneizadores que atiendan la disminución del valor del inmueble en virtud de la disminución en las posibilidades de aprovechamiento por parte del propietario, todo ello, a los

efectos de que la posterior determinación de tributos sea justa, equitativa y no confiscatoria.

### **Bibliografía**

Bevacqua, C.; Romero M. (2018). Incidencia en el valor de los inmuebles afectados por restricciones urbanísticas al dominio. IV Jornadas Estudiantiles de Investigación e Innovación Tecnológica. Facultad de Tecnología y Cs. Apl. UNCa. Catamarca.

Bevacqua, C.; Villafañez, M.; Romero, M. (2018). Análisis de la incidencia de las restricciones urbanísticas al dominio en el valor Fiscal de los inmuebles. Exposición y publicación en Libro de Resúmenes - XIII Jornadas de Ciencia y Tecnología de las Facultades de Ingeniería del NOA. Pág. 249. ISSN: 2618-396X. Santiago del Estero.

Bevacqua C. (2015). Identificación, Clasificación y Registración de los Objetos Territoriales Legales. Editorial Científica Universitaria. ISBN 978-987-661-183-1. Catamarca.

Código Civil y Comercial de la República Argentina (2015).

FIG - Federación Internacional de Agrimensores (1998). Cadastre 2014.

Ley Nacional N° 17.319 – Hidrocarburos.

Ley Nacional N° 19.552 - Servidumbres administrativas de electroductos

Ley Nacional N° 24.065 – Modificatoria Ley Nacional N° 19.552 - Servidumbres administrativas de electroductos

Ley Nacional N° 24.076 - Transporte y la distribución de gas natural

Ley Nacional N° 26.209 – Catastro

Ley Nacional N° 27.429 - Consenso Fiscal

## PLANTAS NATIVAS: TÓXICAS O MEDICINALES SEGÚN EL CRISTAL CON QUE SE LO MIRA.

---

Loyola, M. J.<sup>(1,2,3)</sup>; Forner, A. V.<sup>(1,2)</sup>; Galleguillo, R.<sup>(1)</sup>; Galleguillo, M.<sup>(1)</sup>; Herrera, F.<sup>(1)</sup>; Seco, M.<sup>(1)</sup> y Montero Hagen, L. N.<sup>(1,4)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Nacional de Chilecito (UNdeC)

<sup>(2)</sup> Herbario UNDEC- UNdeC

<sup>(3)</sup> Instituto de Agricultura Sostenible en el Oasis (IASO- UNdeC)

<sup>(4)</sup> Instituto de Ambiente de Montañas y Regiones Áridas (IAMRA-UNdeC)  
artemisamj@gmail.com

**Resumen:** La zona de Chilecito y sus alrededores presenta una tradición muy rica en cuanto a uso y recolección de plantas aromáticas y/o medicinales (PAM) nativas, colectadas en poblaciones silvestres. En la región se han usado históricamente estas plantas como medio para subsanar malestares y enfermedades de toda índole. Sin embargo, en la actualidad conviven dos miradas confrontadas respecto a las PAM. Para la población en general, muchas de las especies tienen propiedades medicinales y su uso aún sigue vigente, por otra parte, para los agentes de salud, tanto en los dispensarios como en el hospital, el empleo de PAM es causa de intoxicación, por lo cual se prohíbe su uso, con hincapié en niños y adolescentes. El conocimiento sobre estas especies forma parte del patrimonio intangible (conocimiento sobre el medio y cómo operar en relación al mismo) como tangible (plantas y ecosistemas, productos obtenidos, etc.) de la comunidad y está en relación directa con su identidad. En este contexto se planteó como objetivo relevar cuales son las especies de PAM con las que existen conflictos asociados a la salud. Para ello se analizaron las historias clínicas de los últimos 2 años para identificar cuáles son las plantas asociadas a ingresos de infantes y adolescentes a la guardia del Hospital de Chilecito. Posteriormente se realizaron 6 talleres de intercambio de saberes, en los que participaron el personal de enfermería y los referentes del saber tradicional asociado a PAM de Famatina y Chilecito. En los mismos se logró un diálogo horizontal entre agentes de salud y referentes del saber tradicional, se reconocieron las 7 plantas registradas como tóxicas en las historias clínicas, se especificaron dosis, formas de aplicación y cuidados a tener. Se coincidió en que solo una de las especies “el paico” (*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants puede ser riesgosa para la salud según la dosis en que se aplique.

**Palabras Claves:** saber tradicional, plantas medicinales, patrimonio natural.

## Introducción

Las sociedades tradicionales acumulan conocimiento de su entorno en interacción con el mundo natural, este conocimiento forma parte del patrimonio intangible (conocimiento sobre el medio y cómo operar en relación al mismo) como tangible (plantas y ecosistemas, productos obtenidos, etc.) de la comunidad y están en relación directa con su identidad (Pochettino et al., 2008). Las plantas con compuestos químicos que alteran o modifican de manera transitoria o permanente las funciones fisiológicas pueden clasificarse en plantas medicinales, utilizadas en tratamientos terapéuticos; plantas tóxicas, usadas para producir muerte o graves trastornos en el organismo animal; y plantas psicoactivas, empleadas para modificar la actividad psíquica. Una misma planta puede ser medicinal, tóxica o psicoactiva, según la dosis que se administre, la parte vegetal utilizada o su modo de empleo (Hurrell et al., 2011).

La zona de Chilecito y sus alrededores presenta una tradición muy rica en cuanto a uso y recolección de plantas aromáticas y/o medicinales (PAM) nativas, colectadas en poblaciones silvestres. En la región se han usado históricamente estas plantas como medio para subsanar malestares y enfermedades de toda índole (Juri et al., 2012). Por otra parte, en el presente se ha producido el resurgimiento y difusión de las medicinas naturistas o las llamadas “medicinas alternativas” por oposición a la medicina alopática. Esta tendencia se sustenta en la creencia popular que el consumo de productos naturales es inocuo y que posee cierta superioridad sobre las drogas sintéticas (Arenas, 2007; Pochettino et al., 2008).

En la actualidad conviven dos miradas confrontadas, en los departamentos Famatina y Chilecito, respecto a las PAM: ¿medicinales o tóxicas? Para la población en general, muchas de las especies tienen propiedades medicinales y su uso aún sigue vigente, por otra parte, para los agentes de salud, tanto en los dispensarios como en el hospital, el empleo de PAM es causa de intoxicación, por lo cual se prohíbe su uso, con hincapié en niños y adolescentes. En este contexto y en el marco del proyecto de extensión “*Un aporte a la Economía Regional: uso sustentable de plantas aromáticas y/o medicinales nativas en los departamentos de Chilecito y Famatina*”, se propuso como uno de los objetivos relevar cuáles son las especies de PAM con las que existen conflictos asociados a la salud.

## Materiales y Métodos

En el año 2022, y retomando un trabajo conjunto con los recolectores de PAM del Valle, “yuyeros”, nuevos profesionales se sumaron a la propuesta de trabajo interdisciplinario con los Referentes locales, conocedores de PAM. Docentes de la carrera de Licenciatura en Enfermería se acercaron al equipo con consultas asociadas a que plantas hacen bien y cuáles no. En su experiencia tienen cada tanto ingresos que se catalogan como intoxicación por plantas. El equipo de salud se propuso analizar las historias clínicas (diarios de campo) de los últimos 2 años de los ingresos a la Guardia de Urgencias y Emergencias Pediátricas del Hospital Eleazar Herrera Motta de Chilecito para identificar cuáles son las plantas asociadas a ingresos de infantes y adolescentes. A partir de este análisis

surgieron en el personal de salud algunas dudas: ¿A partir de qué edad se puede ingerir algún yuyo? ¿Cuál es la cantidad máxima en centímetros cúbicos que se puede administrar?

Se realizaron 6 talleres de intercambio de saberes, en los que participaron el personal de enfermería y los referentes del saber tradicional asociado a PAM de Famatina y Chilecito.

## Resultados y Discusión

El personal de salud identificó 7 plantas ingeridas por los pacientes según el registro de la Guardia del Hospital (tabla 1).

**Tabla 1:** Listado de plantas asociadas a ingresos médicos en la Guardia Pediátrica del Hospital de Chilecito.

Motivo del ingreso a la guardia médica	Edad del paciente	Planta asociada	Nombre científico de la planta	Forma de uso
Fiebre, dolor corporal y cefalea	4 años	Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i> L.	Infusión
Dolor abdominal relacionado con el ciclo menstrual	12 años	Llantén	<i>Plantago major</i> L y <i>Plantago lanceolata</i> L.	Infusión de hojas
Cólicos abdominales	1 mes	Menta	<i>Mentha</i> sp. *	Infusión de hojas
Dolor abdominal, deshidratación, vómito y diarrea, ojeroso, pálido	2 años y medio	Paico	<i>Dysphania ambrosioides</i> L.	Infusión.
Dolor abdominal tipo cólico	4 años	Coca	<i>Erythroxylum coca</i> Lam.	Infusión con 3 hojitas
Cólicos abdominales y estreñimiento	15 días	Tala	<i>Celtis ehrenbergiana</i> (Klotzsch) Liebm.	Infusión en leche, 2 hojas, 10 cm <sup>3</sup> aprox.
Dolor abdominal y vómitos	2 años	Manzanilla	<i>Matricaria chamomilla</i> L.	Infusión, 30 cm <sup>3</sup> aprox.

\* En el caso de las Mentas son varias especies a las que la gente llama menta, yerba buena, yerba mota, mentapiperita, etc. Pero en cuanto a sus propiedades todas tienen muy parecido suele cambiar el aroma o sabor. Aproximadamente (aprox.).

En los talleres (figura 1) se abordaron temas asociados a la correcta identificación de las plantas, si es de recolección propia, la dosis correcta según quien las consume, formas de aplicación, cuidados a tener según edad y patologías preexistentes. Primero se aclararon dudas asociadas al listado de plantas con el que asistió el personal de salud y luego se extendieron sobre otras especies referidas por los pacientes en forma positiva para tratamientos varios ya sean crónicos o agudos.

Las especies mencionadas y suministradas en los distintos casos son empleadas según el saber tradicional para aliviar estos malestares. Por lo cual resulta útil resaltar que no pueden ser la causa sino que fueron suministradas una vez que los síntomas se presentaron. Solo en el caso del “paico” (*Dysphania ambrosioides* (L.) Mosyakin & Clemants puede ser la causa de una dosis no adecuada produciendo los síntomas mencionados. Tanto “yuyeros” como profesionales de la salud coincidieron en que es de vital importancia concientizar y educar al respecto, de los riesgos si se administra mal la dosis.

En los talleres de intercambio de saberes se logró un diálogo horizontal entre los participantes y se propició una dinámica de actualización permanente entre los “yuyeros” (figura 2). La conversación de saberes entre académicos y Referentes del saber tradicional, representó un desafío continuo en cuanto a la implementación de herramientas de comunicación interpersonales (Castro, 2023).



**Figura 1:** Tercer taller de intercambio de Saberes en los que se realizaron algunas preparaciones para tratar afecciones propias del invierno



**Figura 2:** Cuarto taller de intercambio de Saberes entre “yuyeros” y personal de salud.

Los profesionales de la salud afirmaron que en las poblaciones de los departamentos Famatina y Chilecito está muy arraigado el uso de PAM. El uso de PAM es parte de la identidad local (Juri et al., 2012) y el discurso de “prohibición” por parte de los profesionales, especialmente médicos, no necesariamente logra un “no uso” sino más bien lleva a que las personas que asisten al hospital o dispensario oculten información por miedo a ser juzgados y destratados.

## **Conclusión**

*Dysphania ambrosioides* “Paico” es una especie a la que necesita poner atención la ya que diferentes dosis hacen que esta planta medicinal pueda resultar tóxica en infantes.



## Bibliografía

- Arenas, P.M. (2007). Suplementos dietéticos: estudio etnobotánico en zonas urbanas. Volumen especial de Etnobotánica. *Kurtziana* 33 (1): 193-202.
- Castro, M.O. (2023). La comunicación como nexo: “conversación de saberes en torno a las plantas aromáticas y/o medicinales”. XI Jornada científica de Estudiantes Investigadores. Chilecito, La Rioja- Argentina. 16 y 17 de Agosto.
- Juri, M; Montero Hagen,L; Gimelfarb, L; Ormeño, M; Prosperi, A; Charini, F. (2012). *Plantas Aromáticas y Medicinales Silvestre de Chilecito y Famatina*. Universidad Nacional de Chilecito. 54 pp.
- Pochettino, M.L.; V. Lema; y A. Capparelli (2008). “¿Aprendices de shaman o piratas de la naturaleza? Apropiación del conocimiento botánico tradicional y ética etnobotánica”, en Ed. Sonia Archila, Marco Giovannetti y Verónica Lema, compiladores. *Arqueobotánica y teoría arqueológica: discusiones desde Suramérica*, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Sociales, Departamento de Antropología, CESO, Ediciones Uniandes, Bogotá.
- Pochettino, M. L.; Arenas, P.; Sánchez, D.; Correa, R. (2008). Conocimiento botánico tradicional, circulación comercial y consumo de plantas medicinales en áreas urbanas de Argentina. *Bol Latinoam Caribe Plant Med Aromat* 7 (3): 141-148.
- Ulibarri, E., Hurrell, J., Pochettino, M. y Arenas, P. (2011). *Plantas de herboristería: Plantas medicinales que se comercializan en la ciudad de Buenos Aires*. Buenos Aires, Argentina. Primera edición, Librería LOLA. 242 pp.

# ESTUDIO MORFOMETRICO DE LA CUENCA DEL RIO DE LOS SAUCES, PROVINCIA DE LA RIOJA, ARGENTINA.

---

Fernandez, Ian<sup>1</sup>- Ambrosini, Horacio<sup>2</sup>-Andrade, Ariel<sup>3</sup>-De Miguel, Fernando<sup>2</sup>-Falcon,  
Carlos M<sup>4</sup>

1 Secretaria del Agua de La Rioja (IPALAR)  
2 PAOLINI Hnos. S.A. Gerencia de H&S y M.A  
3 UTN-FRLR- La Rioja-Tucumán, Argentina  
4 UTN-Facultad Regional La Rioja-Tucumán

e-mail:fernandezian@live.com

**Resumen:** El manejo integral de las cuencas hidrográficas requiere identificar su problemática ambiental y consecuentemente establecer los lineamientos de solución pertinentes. El río Los Sauces tiene sus nacientes al norte del área de trabajo, en la parte más elevada del cordón montañoso central a unos 4.000 m.s.n.m, en su tramo superior posee escurrimiento oeste-este, corre encajonado en una profunda quebrada que evoluciona a partir de una falla del sistema transversal E-W, Esta cuenca presenta un sistema endorreico con gran desarrollo en el cordón montañoso de Las Sierras de Velasco y desagüe en las planicies orientales. La cuenca abarca un área de 1.200 km<sup>2</sup>, conformada por tres subcuencas principales que desaguan en el Dique Los Sauces. El objetivo de este estudio es la caracterización morfométrica de la cuenca del río de los Sauces, ubicada en la provincia de La Rioja, con el fin de determinar su respuesta hidrológica, y señalar la influencia de los factores morfométricos en la intensificación, lo que genera datos útiles para planificación territorial. Mediante el análisis morfométrico se logra generar una descripción de las características de las redes de drenaje de una región. Los parámetros morfométricos fueron calculados con apoyo de herramientas de sistemas de información geográfica y datos de sensores remotos. La relación entre orden de los ríos, longitud media y el número de ríos, sigue tendencias geométricas. El análisis se basó en el procesamiento de datos de sensores remotos, esto permitió caracterizar las redes de drenaje de los tributarios del río de los Sauces

**Palabras clave:** morfometría, cuenca, SIG

## Área de estudio

La cuenca correspondiente al río Los Sauces, se encuentra ubicada dentro del departamento Sanagasta, de la provincia de La Rioja. Esta cuenca en un sistema endorreico con gran desarrollo en el cordón montañoso de Las Sierras de Velasco y desagüe en las planicies orientales, en donde fluye por abanicos, se insume y evapora.

Esta abarca un área de 1.200 km<sup>2</sup>, conformada por tres subcuencas principales que desaguan en el Dique Los Sauces.

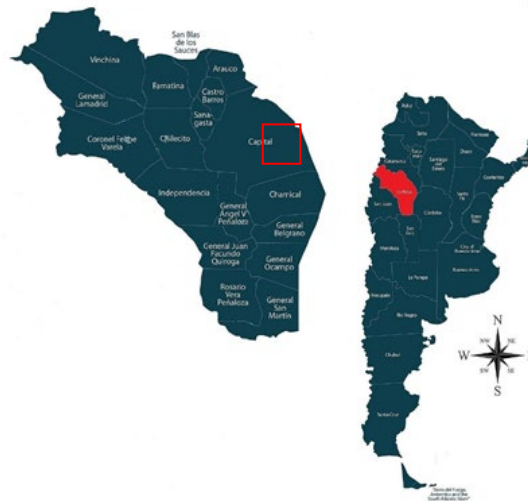


Figura 1. Ubicación del área de estudio, cuenca del Río de Los Sauces

## Introducción

El suministro de agua dulce que demanda la sociedad para usos domésticos, agrícolas e industriales depende de los caudales que se almacenan y regulan dentro de esta cuenca cuenca hidrográficas. La cuenca es reconocida como la unidad territorial más adecuada para el manejo integral de los recursos hídricos y forestales; en ella los sistemas físicos, bióticos y socioeconómico se encuentran interrelacionados (Dourojeanni, Jouravlev y Chávez, 2002). La descripción de las características geomorfológicas de una cuenca, puede obtenerse a través de técnicas morfométricas e hipsométricas.

Todas las cuencas hidrográficas forman una unidad geométrica en el espacio, por tal motivo se pueden expresar de forma numérica las propiedades y elementos que pueden servir de base para comprender su evolución y dinámica.

## Materiales y métodos

El desarrollo del análisis morfométrico de la cuenca se llevó adelante utilizando un modelo digital de elevación (MDE) de 30 m de resolución espacial obtenidos de la página del Instituto Geográfico Nacional (IGN), software gis y una visita de

campo. Este modelo nos aportó de información sobre la altitud de cada punto de la cuenca, a partir de los cuales se realizó su caracterización mediante una tabla de base de datos. El procesamiento de la información para delimitar la cuenca de drenaje se realizó mediante el software ArcGIS 10.4 (ESRI, 2011), haciendo uso de la herramienta Hydrology (módulo Spatial Analysis)

## Parámetros

### Área de la cuenca

El área de una cuenca (A) es la superficie plana en proyección horizontal, encerrada por su divisoria. Se define mediante el empleo de un planímetro y se mide en km<sup>2</sup> (Campos Aranda, 1992).

Este parámetro permite comparaciones con escalas conocidas y establecer si la cuenca es de tamaño grande o chica. Si es pequeña, resultará más sensible a las lluvias intensas, de corta duración y la distribución de escurrimiento estará influenciada por las condiciones físicas del suelo y su cobertura. Por el contrario, si la cuenca es grande, tendrá un mayor efecto de almacenamiento en el cauce principal y en sus características físicas.

**Tabla 1** Clasificación de cuencas. Tomado de Campos Aranda (1992).

Tamaño de la cuenca (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cuenca
<25	Muy Pequeña
25 a 250	Pequeña
250 a 500	Pequeña-Mediana
500 a 2500	Mediana-Grande
2500 a 5000	Grande
>5000	Muy Grande

### Perímetro de la cuenca

Es la medida de longitud de una línea que une puntos desde la desembocadura del cauce principal a través de la divisoria de aguas con las cuencas adyacentes. Este parámetro se mide con un curvímetro.

### Ancho de la cuenca

El ancho (W) es la relación entre el área (A) y la longitud (L) de la cuenca.

$$W = A / L$$

### **Largo del eje longitudinal de la cuenca**

La longitud del eje se mide con un escalímetro, entre la desembocadura del cauce principal y el punto más alejado de la divisoria de aguas.

### **Longitud del cauce principal**

La Longitud del cauce o colector principal es una magnitud característica y de efecto importante en la respuesta hidrológica, ya que es un cauce corto, los efectos de precipitación en la cuenca se harán sentir más rápido que en un cauce más largo.

### **Determinación del cauce principal**

Para determinar este parámetro no hay un criterio único establecido para definir la importancia relativa de dos cauces que se unen en una confluencia, en el caso de tener que decidir cuál es el cauce principal y cuál es el tributario.

Sabiendo que un río es una “corriente de agua que desemboca en otro río o en el mar”, se determina que el parámetro más importante es la aportación, como *la longitud*, ya que se puede dar el caso de que haya una fuente de gran caudal en un ramal de escasa longitud desde la confluencia, y sin embargo el otro ramal continúe su curso aguas arriba por más distancia y presentando también fuentes, no tan caudalosas, pero sí más distantes en la desembocadura.

Otro parámetro que define la importancia de un río es la *superficie de la cuenca*. El nivel de jerarquización y el perfil longitudinal son los dos parámetros que mejor representan la madurez y el tipo de red de drenaje y el cauce estudiado.

En el presente trabajo está determinado cual es el curso de agua principal, que corresponde al Río Los Sauces, el cual es de mayor orden. Es el que recibe diversos afluentes de orden inferior a medida que va avanzando a través de la pendiente de la cuenca.

### **Índice de compacidad (kc)**

Se define como la relación que existe entre el perímetro de la cuenca (P) y el perímetro de una circunferencia (Pc) de área igual al de la cuenca. Si el valor de esta relación es igual a 1, la cuenca es circular, si este valor es mayor, la cuenca es más irregular.

$$Kc = P / Pc = 0,28 * P / A$$

### **Factor de forma (kf)**

Definido por Horton, es el cociente entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de la longitud del cauce principal.

$$K_f = A / Lr^2$$

La forma de la cuenca está estrechamente vinculada con las características de la descarga de las aguas, sobre todo en los eventos de flujo máximo. Si el valor que se obtiene de esta relación es menor al valor límite de 0,7854, la cuenca no estará sujeta a crecientes continuas, más que una de la misma área y mayor valor del factor forma. A medida que el área aumenta, la relación  $A / Lr^2$  disminuye, lo cual indica una tendencia al alargamiento en cuencas grandes.

**Tabla 2.** Valores del Factor Forma.

Valores aproximados	Formas de la cuenca
<0,22	Muy alargada
0,22-0,30	Alargada
0,30-0,45	Ligeramente alargada
0,45-0,60	Ligeramente ensanchada
0,60-0,80	Ensanchada
0,80-1,20	Muy ensanchada
>1,20	Redondeando el desagüe

#### Pendiente media de la cuenca

La pendiente de la cuenca tiene una importante pero compleja relación con la infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al flujo en los cauces. Es uno de los factores que controlan el tiempo de flujo sobre el terreno y tiene influencia directa en la magnitud de las crecientes.

#### Pendiente del cauce principal

La pendiente del cauce principal está relacionada con las características hidráulicas del escurrimiento, en particular con la velocidad de propagación de las ondas de crecienta y su capacidad de transporte de sedimentos. Este parámetro está dado por una relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima, menos cota mínima) y su longitud. A mayor valor de estos dos últimos parámetros, mayor será la posibilidad de que se produzcan crecidas, ya que la capacidad de arrastre de sedimentos y la velocidad del caudal en caso de tormentas, se incrementa en cuencas con valores altos de pendientes, caso que

no sucede cuando la pendiente media del cauce principal y de la cuenca presentan valores bajos, lo que producirían crecidas mucho menos violentas.

### Curva hipsométrica de una cuenca

Es un gráfico que representa la variación de las elevaciones del terreno en función de las superficies acumuladas de la cuenca, e indica el porcentaje del área de drenaje que se encuentra por encima o debajo de cada altitud considerada, caracterizando en cierto modo su relieve. Esta curva hipsométrica permite calcular la altura media de la cuenca, a partir de un análisis del perfil y determinar su grado de madurez

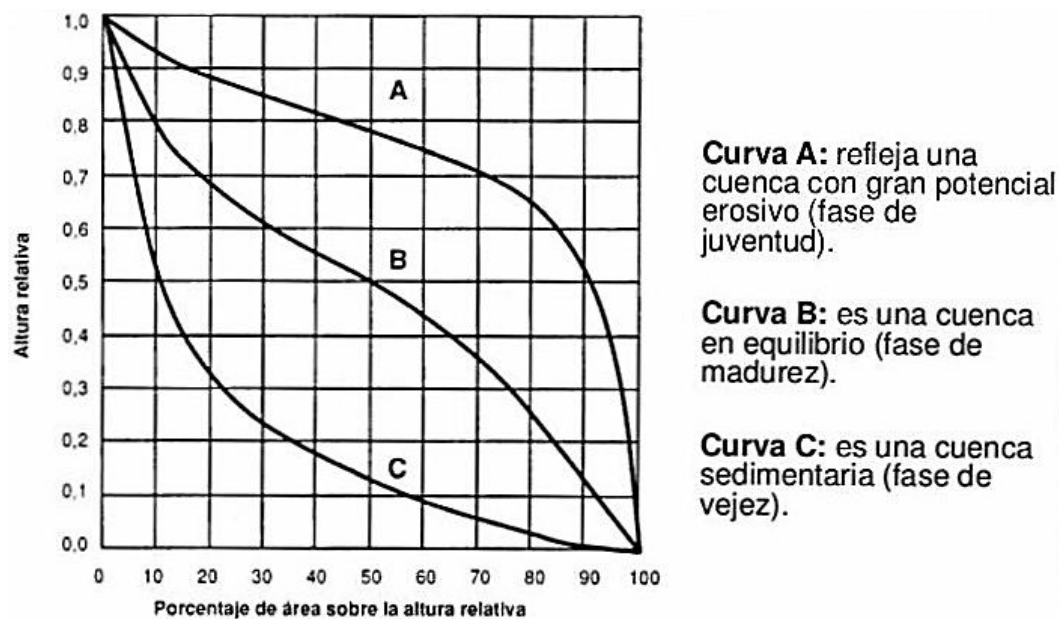


Figura 2. Curvas hipsométricas en ciclos de erosión y tipo de cuencas (extraída de Strahler, 1964).

### Red de drenaje

Es el sistema de cauces de una cuenca, por el cual fluyen los escurrimientos superficiales, subsuperficiales y subterráneos, ya sea de manera temporal o permanente. Su importancia radica en las características de formación y velocidad de drenado de los escurrimientos normales o extraordinarios. Además, proporciona indicios sobre las condiciones físicas del suelo y de la superficie de la cuenca.

Las principales características de la red de drenaje son el tipo de corrientes, modelo de drenajes, orden de corrientes, relación de bifurcación, densidad de drenaje y frecuencia de corrientes

- Tipo de corrientes:

Las distintas corrientes se clasifican en perennes, intermitentes y efímeras, dependiendo si su flujo o escurrimiento es constante o no, esto según sus condiciones físicas y climáticas de la cuenca.

Las corrientes que conducen agua constantemente son las perennes. Estas pueden no transmitir flujo en condiciones de sequía extremas. Las intermitentes transportan flujo la mayor parte del tiempo, pero en general en épocas de lluvia, y las corrientes efímeras solo conducen flujos de agua inmediatamente después de las lluvias.

- Número de orden de los cauces:

La clasificación del orden de los cauces que refleja el grado de ramificación o bifurcación de una cuenca.

El orden 1 designa a los cauces pequeños sin ramificación, que se originan en los bordes de las cuencas.

El orden 2 es el resultante de la unión de dos o más cursos de orden 1 y así sucesivamente hasta llegar al valor máximo del colector principal, que indica el grado de jerarquización de la cuenca.

Para la cuenca del río de Los Sauces, se llegó a determinar un número de orden 5, lo que indica la presencia de una cuenca hídrica jerarquizada y evolucionada.

- Densidad de drenaje:

Este parámetro indica la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca y el área total de la misma. Los valores altos de este parámetro indican que las precipitaciones influyen inmediatamente sobre las descargas de los ríos (tiempo de concentración cortos).

$$Dd = Li / A$$

- Extensión media del escurrimiento superficial de la cuenca:

Es la distancia media en la línea recta que el agua precipitada tiene que recorrer para llegar al lecho de un curso de agua a menor valor de tiempo.

$$Es = A / (4 \times Li)$$

- Frecuencia de ríos de una cuenca:

Parámetro que toma en cuenta el total de los cursos de agua con el área total de la cuenca y se expresa como el número de ríos o cauces por Km<sup>2</sup>.

$$FC = Nc / A$$



- Coeficiente de Torrencialita de una cuenca:

Parámetro que indica la relación entre la altitud media y el área total de la cuenca.

$$C_m = H_m / A$$

## Resultados

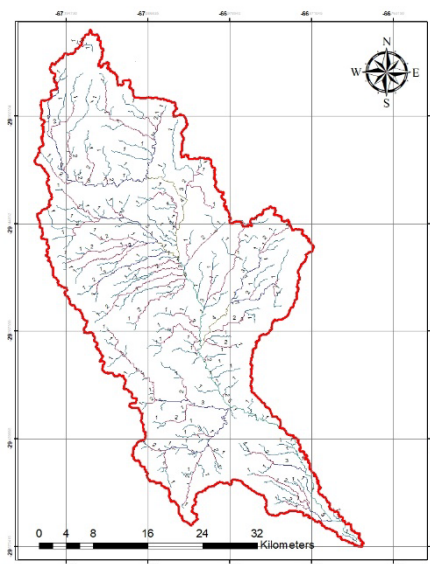
El factor de forma muestra cuán redondeada o alargada de la cuenca y mide la tendencia hacia crecidas rápidas y muy intensas o lentas y sostenidas (Horton, 1932, p. 351)

El análisis morfométrico a partir de datos derivados de teledetección y procesamiento en SIG permite la caracterización de las redes de drenaje de los tributarios

Los datos obtenidos constituyen la base para identificar los factores que controlan la génesis y el comportamiento hidrológico de los tributarios e identificar áreas prioritarias de manejo. Los valores absolutos obtenidos para cada coeficiente son indicativos de los procesos y pueden estar subestimando algunas características particulares a escala de cuenca; sin embargo, la aplicación de criterios y metodologías comunes permiten realizar comparaciones entre las cuencas y determinar un ordenamiento escalado de los procesos y características principales.

Tabla 3. Datos morfométricos de la cuenca del río de Los Sauces (elaboración propia) obtenidos a partir de la modelación con Software ArcGis.

<b>Morfometría de la Cuenca del Río de los Sauces</b>		
Área	(A)	1.413 km <sup>2</sup>
Perímetro	(P)	293 km
Longitud de la cuenca	(L)	83,5 km
Ancho de la cuenca	(W)	16,92 km
Índice de Compacidad	(Kc)	2,182
Longitud del río principal	(Lp)	104,60 km
Factor de forma	(Kf)	0,129
Pendiente de la cuenca	(Pc)	4,19%
Cota máxima m.s.n.m.	(C <sub>max</sub> )	3900 m
Cota mínima m.s.n.m.	(C <sub>min</sub> )	400 m
Densidad de drenaje	(Dd)	0,50 km/km <sup>2</sup>



**Figura 3.** Formas de las cuencas.

## Conclusiones

Mediante la modelación realizada con el software GIS se llegó a determinar que, la cuenca del río de Los Sauces representa una cuenca hidrográfica intermedia a grande, basándose en la clasificación de cuencas de Campos Aranda, con un área aproximada de 1.413 Km<sup>2</sup>. Posee una forma muy alargada e irregular con dirección NNW-SSE, limitando con las sierras de Velasco, y con un factor de forma de 0,129 y un coeficiente de compacidad (Kc) de 2,182 que estaría indicando que dicha cuenca es poco sensible a sufrir picos de grandes crecidas en lluvias de gran magnitud y de poca duración.

La cuenca solo está dominada por régimen de lluvias, ya que el aporte de vertientes es prácticamente nulo. Su cauce principal es el río de los Sauces, que discurre en dirección similar a la misma cuenca NNW-SSE. Posee una longitud total de 104,60 km y es correspondiente al orden 5, hasta alcanzar su nivel de base en el dique Los Sauces.

El escurrimiento superficial, presenta un tipo de red de drenaje detrítico, con un marcado control estructural, y con una densidad de drenaje de 0,50 km/km<sup>2</sup>, es un valor relativamente bajo, que indicaría la ocurrencia de picos de crecidas bajos. Por otra parte, el caudal del río principal es efímero y solo se puede apreciar circulación superficial en épocas de mayor precipitación durante los meses de estío.

## Bibliografía

Campos Aranda, D. 1992. Procesos del ciclo hidrológico. Public. Universidad autónoma de San Luis de Potosí. 2da. Ed. ISBN 968-6194-44-4. México.

Dourojeanni, A., Jouravlev, A., & Chávez, G. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: teoría y práctica. CEPAL-Serie de Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile, Chile: Publicación de las Naciones Unidas. ISBN: 92-1-322070-7.

Horton, R.E. 1932. Drainage basin characteristics. Eos, Transactions. American Geophysical Union, 13(1): 350-361.  
<https://doi.org/10.1029/TR013i001p00350>

SEGEMAR. 2017. Carta Geológica 2966-III. Provincia de La Rioja. Programa nacional de cartas geológicas de la República Argentina. Instituto de geología y recursos minerales. Buenos Aires.

Strahler, A.N. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In V. T. Chow (Ed.). Handbook of applied hydrology pp. 439-476. New York, USA. Ed. Mc Graw Hill.

Strahler, A.N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Am Geoph. Union. Vol. 38 (VI): 913-920. USA.

<https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/ModeloDigitalElevaciones>

# GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DE LA CIUDAD DE LA RIOJA

---

Falcón, Carlos <sup>1,2</sup>; Fernández, Ian<sup>3</sup>; Del Moral, Daniel <sup>4</sup> y Combina, Ana<sup>4</sup>

<sup>1</sup>UTN-Facultad Regional La Rioja y FR Tucumán

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Naturales e IML-Universidad Nacional de Tucumán

<sup>3</sup>Secretaría del Agua de La Rioja

<sup>4</sup>DACyTAPAU - Universidad Nacional de La Rioja  
falcon@csnat.unt.edu.ar

**Resumen:** El presente trabajo analiza la gestión integrada de los recursos hídricos subterráneos de la ciudad de la Rioja. Para ello, se aborda la situación de explotación y potencialidad de los acuíferos que conforman el abanico aluvial de La Rioja, considerando que gran parte de su superficie está urbanizada y con un importante desarrollo industrial conexo.

El ápice del abanico se compone de potentes secuencias gravosas y gravo-arenosas con bloques intercalados hasta los 300 m de profundidad. Los niveles piezométricos superan los 238 m de profundidad, con caudales de explotación de 50 m<sup>3</sup>/h y excelente calidad físico-química. El sector medio presenta secuencias gravo-arenosas con paquetes de arcillas intercaladas, que superan en algunos sectores los 500 m de potencia. Los niveles captados alcanzan profundidades de 180 m, con caudales promedios de 80 a 140 m<sup>3</sup>/h y buena a regular calidad físico-química. En su zona distal, se identificaron potentes secuencias areno-limosas que intercalan bancos de arcillas que confinan los acuíferos, hasta los 300-350 m de profundidad. Los rendimientos promedio son del orden de 50 a 90 m<sup>3</sup>/h y regular calidad físico-química, con presencia de sulfatos, cloruros y nitratos, estos últimos de origen antropogénico.

El trazado y comportamiento de las curvas equipotenciales en el área del abanico y particularmente en su sector urbano, está distorsionado debido a la intensa explotación del recurso subterráneo para satisfacer los requerimientos de agua potable e industrial. Este hecho ha provocado que las direcciones naturales divergentes del movimiento del agua subterránea se vean fuertemente alteradas.

La intensa y creciente demanda de agua para diversos usos, representa un factor de riesgo para la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo para generaciones presentes y futuras.

**Palabras Clave:** Abanico Aluvial, Hidrogeología, Gestión del agua.

## Marco Físico

El límite oeste del área de estudio comprende la vertiente oriental de la sierra de Velasco y su llanura adyacente, en el área de desarrollo del abanico aluvial de La Rioja, asiento de capital provincial. Su límite el norte lo constituye la localidad de Bazán, el sur la localidad de Talamuyuna y por el este, alcanza la localidad de El Estanquito.

Las principales vías de acceso al área es la ruta nacional N° 38 y las rutas provinciales N° 1, 5, 6 y 25 (figura 1). La ruta N° 38 atraviesa el área de sur-norte, pasando por la ciudad Capital. Permite la conexión con las provincias vecinas de Córdoba y San Juan a través de la localidad de Patquía y con las provincias del noroeste argentino a través de Catamarca.

La ruta provincial N° 1 comunica la capital provincial con Sanagasta, cabecera del departamento homónimo. Recorre la quebrada del río Los Sauces o de La Rioja en un trazado aproximado este-oeste, continuando luego hacia el norte, uniendo las poblaciones ubicadas en La Costa (Aminga, Anillaco, etc.), en el pie de monte del cordón occidental de la Sierra de Velasco, hasta llegar a Aimogasta.

Las rutas nacional N° 38 y provincial N° 1 se encuentran pavimentadas y en muy buenas condiciones de transitabilidad. Por las rutas provinciales N° 5 y 6 se accede al área desde el este (figura 1). La primera concluye en San Martín donde empalma con la ruta nacional N° 60 y la segunda, tiene punto final en la ruta nacional N° 79, a 110 y 127 Km respectivamente de la ciudad de La Rioja.



Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

La ciudad de La Rioja, ubicada en las coordenadas de 29°10'48"S y 67°38'35"O, cuenta con una población estable que supera los 333.000 habitantes (INDEC, 2022). Sus actividades económicas más importantes son la agricultura y la ganadería, agregándose la industrial, la cual ha tenido una expansión muy acelerada en el corto plazo.

## **Climatología**

El clima de la región es caluroso en los meses de verano y moderado en invierno. Según la clasificación de Knoché (1947) varía de tórrido seco en verano, con temperatura media de 26°C y precipitaciones entre 40 y 100 mm para el mes de enero, y templado muy seco en invierno, con temperaturas medias de 10 a 16 °C, precipitaciones de 0 a 20 mm para el mes de julio, con marcado déficit hídrico anual.

Las serranías del Velasco, por su orientación meridiana y las diferencias altura, dan lugar a la formación de "microclimas", lo cual favorece la existencia de "oasis", que se localizan en las bajadas aluviales del sector occidental de los valles. En estos sectores puede observarse aún, la representación más austral de la vegetación de Yungas del país.

## **Recursos hídricos**

La provincia de La Rioja se encuentra en emergencia hídrica y el departamento capital no es la excepción, es por ello que se aprovecha toda fuente posible de agua y con ello buscar satisfacer las necesidades de la sociedad en crecimiento constante y a su vez las demandas del parque industrial que se encuentra ampliándose a cada momento. En la actualidad, la capital provincial se abastece de agua de varias fuentes: 1- Dique de Los Sauces, 2- fuente del acueducto Sanagasta-La Rioja, 3-vertientes del faldeo Norte y 4- aguas subterráneas.

### **1- Dique de Los Sauces.**

El río de Los Sauces, principal colector hídrico de la región, es embalsado en el tramo inferior de su recorrido en el Dique de Lo Sauces. Su capacidad de embale original era de 21 millones de m<sup>3</sup>, reducidos en la actualidad a solo 6 u 8 millones de m<sup>3</sup> debido a la colmatación de su vaso por el avance del delta en la desembocadura del río Los Sauces.

Los aportes provenientes del dique son regulados mediante un sistema de compuertas y están destinados para consumo humano, dichos aportes son conducidos íntegramente hasta la planta potabilizadora de "Los Filtros", para aumentar la dotación de agua potable a la ciudad.

### **2- Acueducto Sanagasta-La Rioja.**

El acueducto proveniente del valle de Sanagasta recibe el aporte de la galería filtrante de Los Nacimientos, de algunas perforaciones próximas a su emplazamiento y de perforaciones ubicadas en El Bosquecillo. A partir de 1991, el agua del subsuelo se obtiene mediante la captación subálvea de Las Bombas (en proximidades del puente Virgen India). Los volúmenes extraídos son conducidos por un acueducto que recorre la margen izquierda del río y luego la quebrada de La Rioja, finalizando en la planta potabilizadora de la ciudad capital, para satisfacer las demandas de agua potable de la capital.

### 3- Vertientes.

En el sector oriental de la unidad orográfica de la sierra de Velasco, desde la altura de Amilgancho hasta la quebrada de La Rioja, encontramos una serie de vertientes que son captadas y conducidas para el abastecimiento de la ciudad la Rioja. Se destacan entre ellas la de Las Cañas, Alipán, El Duraznillo y El Saladillo y otras menores no identificados en la toponimia. Las vertientes poseen un fuerte control estructural por efecto de los sistemas de fallas que afectan las rocas que integran el basamento cristalino, con numerosos cauces rectos encajados en profundas quebradas.

### 4- Agua subterránea.

Extendido al este del cordón montañoso de Velasco, se desarrolla abanico aluvial de La Rioja, con una superficie que supera los 150 km<sup>2</sup> y una longitud de eje de 25 km. Su ápice se compone de potentes secuencias gravosas y gravo-arenosas con bloques intercalados hasta los 300 m de profundidad. Los niveles piezométricos superan los 238 m de profundidad, con caudales de explotación de 50 m<sup>3</sup>/h y excelente calidad físico-química.

El sector medio presenta secuencias gravo-arenosas con paquetes de arcillas intercaladas, que superan en algunos sectores los 500 m de potencia. Los niveles captados alcanzan profundidades de 180 m, con caudales promedios de 80 a 140 m<sup>3</sup>/h y buena a regular calidad físico-química.

En su zona distal, se identificaron potentes secuencias areno-limosas que intercalan bancos de arcillas que confinan los acuíferos, hasta los 300-350 m de profundidad. Los rendimientos son del orden de 50 a 90 m<sup>3</sup>/h y regular calidad físico-química, con presencia de sulfatos, cloruros y nitratos, estos últimos de origen antropogénico.

En la actualidad, se han perforado alrededor de 70 pozos en el área del abanico, de los cuales, 50 están destinados al suministro de agua potable y los 20 restantes, al uso industrial. La explotación creciente e intensiva del recurso hídrico subterráneo alteró la normal dirección del flujo subterráneo oeste-este, generándose como consecuencia un importante cono de bombeo en el sector central de la capital.

Para la construcción de los mapas de curvas de isopiezas (figuras 3 y 4), se tuvieron en cuenta 25 perforaciones cuya información se anexa en la tabla 1.

**Tabla1.** Síntesis de perforaciones censadas en el abanico aluvial de la ciudad de La Rioja.

POZO N°	TOPONIMIA	COORDENADAS GEOGRAFICAS	PROF. TOTAL (m)	DIAMETRO (Ø)	NIVEL AGUA (m)	CAUDAL (m3/h)
1	ARTIGAS	29°25'17.48"S 66°51'13.52"O	302,00	12"	189,78	S/D
2	PARQUE COMUNAL	29°24'19.79"S 66°49'55.00"O	267,00	12	159,1	200
3	EL MATADERO	29°24'26.18"S 66°48'9.68"O	251,00	12 10	136,45	90
4	LAWN TENNIS N° 2	29°24'57.06"S 66°53'53.69"O	267,00	12 10	211,9	194
5	AVENIDA BENAVIDEZ	29° 23' 48.1"S 66° 50' 23.6"O	258,70	12	163,18	80
6	BARRIO MUNICIPAL	29° 24' 30,25"S 66° 53' 41,66"O	302,00	12	196,33	80
7	BARRIO ALUNAI	29°24'26.02"S 66°54'25.48"O	305,00	12	238,14	51
8	PIO XII	29°26'41.08"S 66°52'27.65"O	240,00	8	148,00	15
9	PERF TAJAMAR	29°25'4.12"S 66°52'8.03"O	315,00	12	224,89	120
10	PLAZA SARMIENTO	29°24'43.11"S 66°50'59.95"O	276,00	S/D	183,9	75
11	AFEMA N° 2	29°23'42.00"S 66°47'46.80"O	255,00	12	125,18	S/D
12	PERF. SALMAN N° 2	29°25'12.02"S 66°53'39.73"O	262,00	12	200,91	100
13	AGUADITA DE VARGAS	29°23'43.54"S 66°50'51.56"O	235,00	12	195,11	S/D
14	JARDIN NORTE	29° 23' 0.01"S 66° 48' 59,35"O	S/D	12	134,77	S/D
15	LOS CAUDILLOS	29°25'11.51"S 66°49'54.97"O	200,00	12	201,00	S/D
16	EL MIRADOR	29° 26' 28.50"S 66° 52' 23,35"O	S/D	12	163,54	S/D
17	PERF. AV. COSTANERA NORTE	29°23'46.91"S 66°51'20.39"O	290,00	12	201,55	S/D
18	OLIVOS DE LA QUEBRADA	29°25'59.24"S 66°53'6.96"O	302,00	10	183,55	S/D
19	B° JULIO CORZO N°1	29°24'2.06"S 66°51'49.00"O	279,00	12	223,12	120
20	POZO YACAMPIS	29° 24' 33,0"S 66° 52' 23,2"O	260,00	S/D	192,96	S/D
21	B° VIRGEN DEL VALLE	29° 24' 13,9"S 66° 47' 54,4"O	S/D	S/D	128,20	S/D
22	U.N.La.R N°1	29°25'46.97"S 66°52'23.93"O	284,00	12	226,00	97,8
23	ASTERIO MORENO	29°25'24.06"S 66°53'29.45"O	256,00	10	196,3	S/D
24	FALDEO SUR	29°27'36.32"S 29°27'36.32"S	234,00	12	137,22	130
25	13 DE ENERO	29°27'52.25"S 66°52'29.56"O	241,00	12	119,66	118

## Hidroquímica

La información hidroquímica comprende 30 muestras de aguas de perforaciones profundas, regularmente distribuidas en el área del abanico y operadas por la SAPEM Aguas Riojanas. Los análisis se realizaron en el laboratorio I.Re.P.C.yS.A. (Instituto Regional de Planificación, Control y Servicios Ambientales) de la provincia de La Rioja y su interpretación permitió conocer el quimismo de las diferentes zonas que componen el abanico, en sus zonas de recarga, conducción y descarga, así como la variación composicional de las aguas en el sentido del tránsito subterráneo.

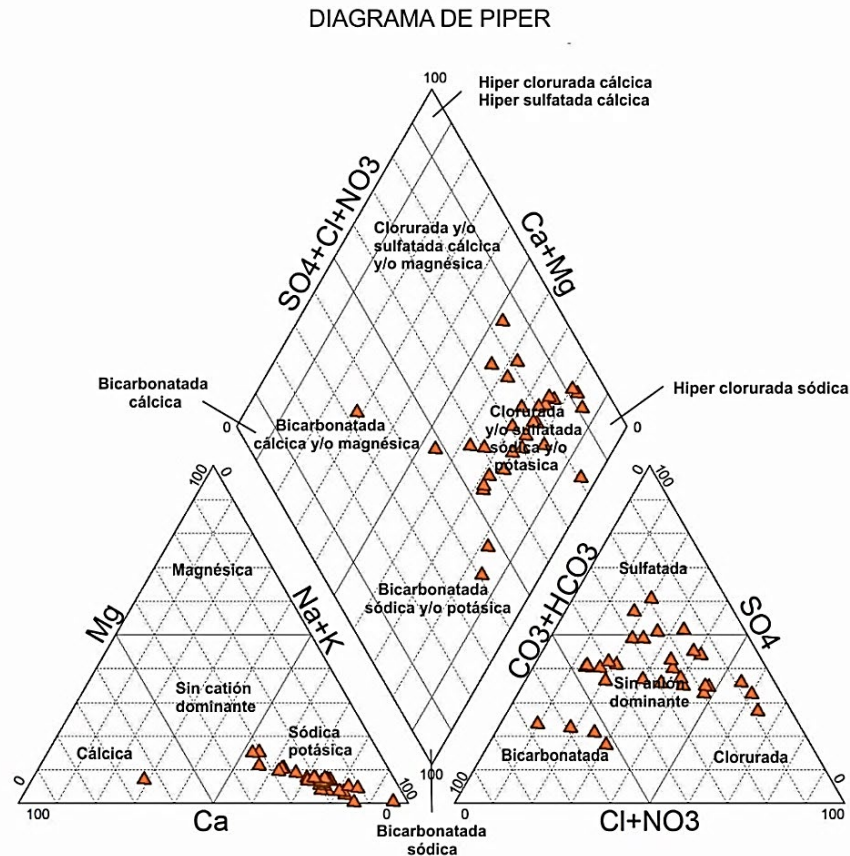
Las determinaciones realizadas incluyen parámetros fundamentales como Ph, Bicarbonato, Carbonato, Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Nitritos, Calcio, Magnesio,



Sodio, Potasio como así también Conductividad Eléctrica Específica expresada en  $\mu\text{mho}\cdot\text{cm}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ .

Los resultados fueron procesados mediante software específicos y sus resultados permitieron caracterizar y clasificar las aguas mediante el uso de diagramas hidroquímicos y de dispersión, así como determinar su aptitud para consumo humano, riego e industrial.

La composición iónica de las aguas se determinó a través del diagrama de Piper (1944) donde se representan las concentraciones de aniones y cationes expresadas en % de  $\text{meq}\cdot\text{L}^{-1}$  (Figura 2).



**Figura 2.** Química de las aguas subterráneas del abanico aluvial de la ciudad de La Rioja.

Se aprecia una marcada evolución y especiación química de las aguas en la dirección del flujo subterráneo, pudiéndose establecer una composición química predominantemente bicarbonatada cálcica a sulfatada cálcica para el área de recarga hasta sulfatada a clorurada sódica en el área de descarga.

Esta evolución puede ser resultado de la distancia al área de recarga, con aumento en la concentración de sulfatos y cloruros en detrimento de los carbonatos y/o también como producto de un mayor tiempo de interacción agua-roca.

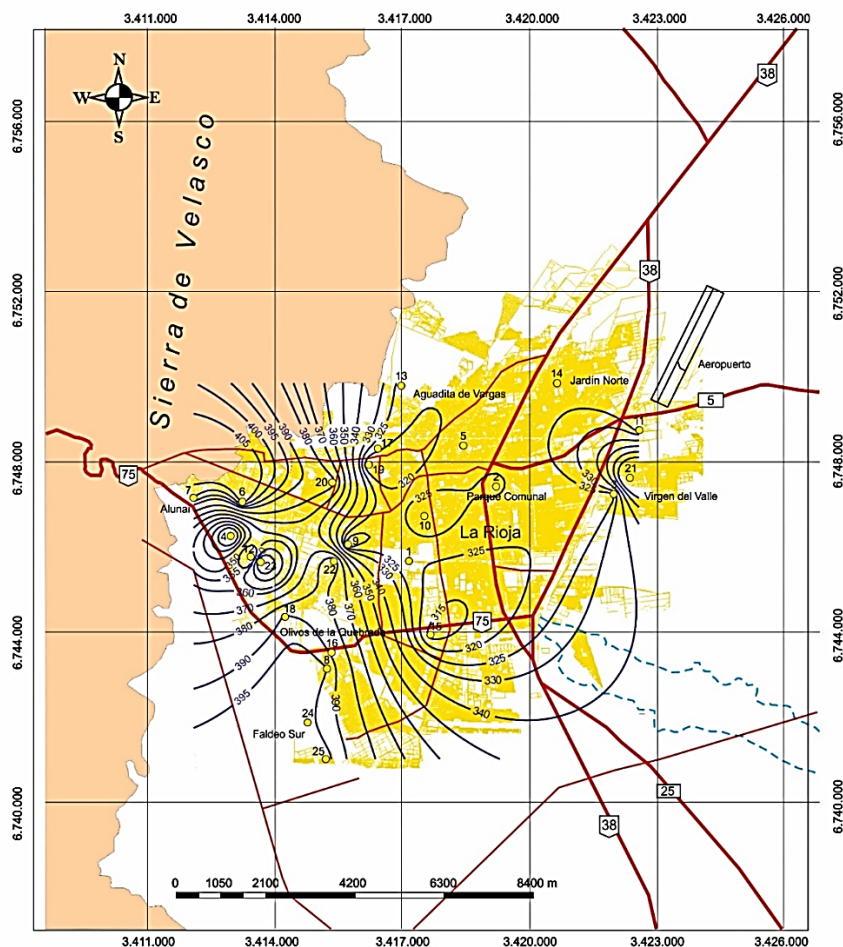
### Situación actual de la demanda de agua

Entre 1980 y 1990, se generó una acelerada expansión industrial en la ciudad de La Rioja, favorecida por una Ley de promoción del desarrollo que estimuló la radicación de distintas fábricas y talleres de manufacturas industriales. Ante la

falta de oferta de agua superficial, las demandas tuvieron que satisfacerse mediante la explotación de aguas subterráneas.

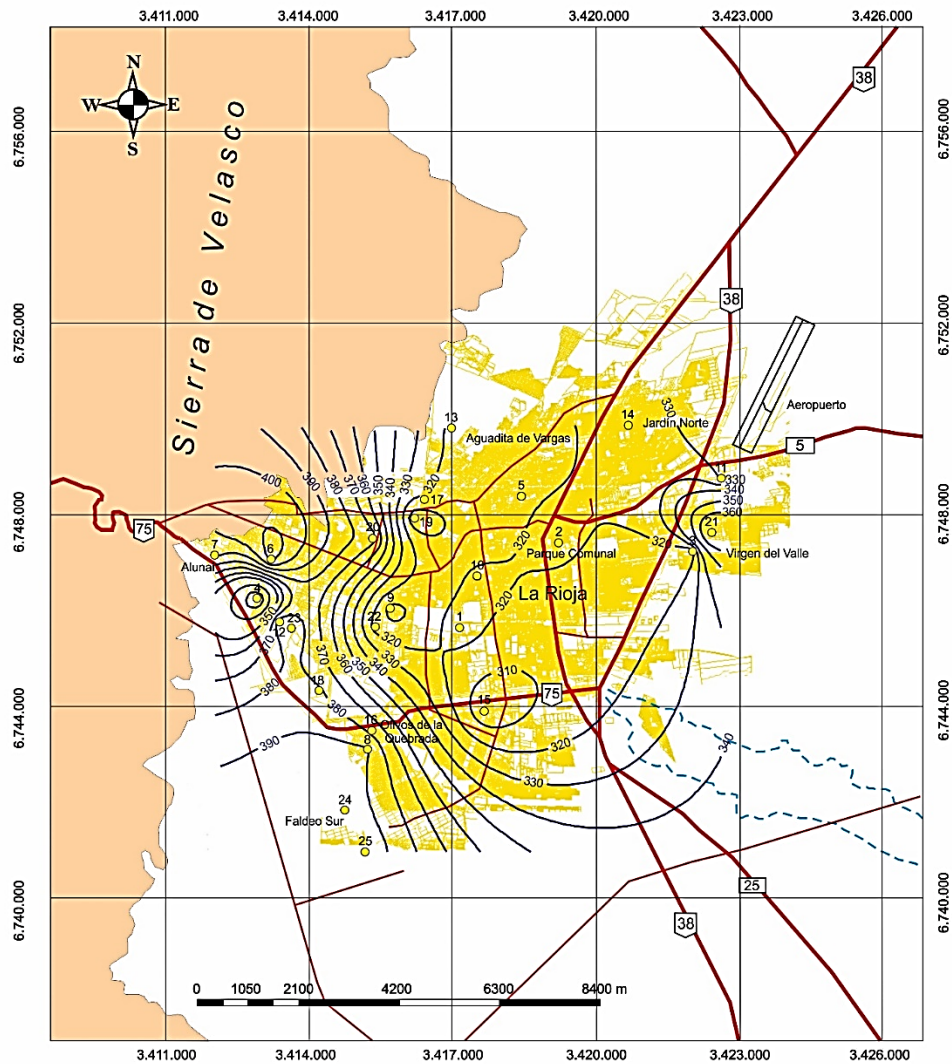
Castaño y otros (1974) destacan que la actividad industrial ha provocado un consumo de agua tal que, resulta imposible satisfacer la demanda de la población y las industrias en su conjunto solo con agua de red. Por este motivo, las industrias han recurrido a la construcción de sus propias obras de captación mediante perforaciones profundas, para paliar este déficit.

Desde principios de la década del noventa se genera un importante desarrollo agrícola vinculado a emprendimientos privados al este y sur de la ciudad, impulsados por el sistema provincial de diferimientos impositivos. A este hecho se le suma un crecimiento poblacional sostenido, asentado alrededor del viejo casco urbano que exige dotaciones de agua subterránea cada vez mayores.



**Figura 3.** Mapa de curvas de isopiezas del abanico aluvial de la ciudad de La Rioja referidas al nivel del mar para el año 2008.

El trazado y comportamiento de las curvas equipotenciales en el área del abanico está fuertemente distorsionado por la intensa explotación de sus aguas subterráneas. En el sector urbano se han alterado las direcciones naturales divergentes del movimiento del agua subterránea en el contexto de circulación local. Hoy, el agua se mueve desde el suroeste, oeste y sur hacia el centro del cono de bombeo que representa la ciudad de La Rioja, tal como se observa en los mapas de curvas de isopiezas para los años 2008 y 2020 (Figuras 3 y 4).



**Figura 4.** Mapa de curvas de isopiezas del abanico aluvial de la ciudad de La Rioja. Referidas al nivel del mar para el año 2020.

La variación de los niveles estáticos determinados entre ambos períodos considerados es del orden de los 20 m en el ápice del abanico, 14 m en la zona media y 5 m en la distal, estando estos valores fuertemente relacionados con la explotación intensiva del recurso que se realiza en la zona más poblada de la ciudad, en su sector central, norte y sur.

Esta situación de distorsión de la piezometría observada, ocasionada por la creciente demanda de aguas subterráneas y sin la existencia de un plan director que normalice y regule la explotación del mismo por parte de las autoridades competentes, representa un factor de riesgo para la continuidad de la explotación y preservación del recurso hídrico subterráneo para generaciones presentes y futuras.

## Conclusiones

El trazado y comportamiento de las curvas equipotenciales en el área del abanico está fuertemente distorsionado por la intensa explotación de sus aguas subterráneas, con una alteración de las direcciones naturales divergentes del flujo subterráneo en el contexto de circulación local; en la actualidad, el agua se

mueve desde el suroeste, oeste y sur hacia el centro del cono de bombeo que representa la ciudad capital, con variaciones de los niveles estáticos para los períodos 2008-2020 del orden de los 20 m en el ápice del abanico, 14 m en la zona media y 5 m en la distal, estando estos valores fuertemente relacionados con la explotación intensiva del recurso.

Se observa una clara evolución y especiación química de las aguas en la dirección del flujo subterráneo, desde predominantemente bicarbonatada cálcica a sulfatada cálcica para el área de recarga hasta sulfatada a clorurada sódica en el área de descarga. La misma puede ser resultado de la distancia al área de recarga, con aumento en la concentración de sulfatos y cloruros en detrimento de los carbonatos y/o también como producto de un mayor tiempo de interacción agua-roca.

El dique de los Sauces representa un tema de discusión inmediata, debido a la constante merma de caudal que aporta al suministro de agua potable a la ciudad de La Rioja. Esta merma se debe a la colmatación que está sufriendo su vaso y por la merma en los valores recientes precipitaciones registradas que alimentan el embalse.

La intensa y creciente demanda de agua subterráneas, sin la existencia de un plan director que normalice y regule su explotación por parte de las autoridades competentes, constituye un factor de riesgo para la continuidad de la explotación y preservación del recurso hídrico subterráneo para generaciones presentes y futuras.

## Bibliografía

- Abraham de Vázquez, E.M. 1978. Geomorfología y biota del valle de Sanagasta (Provincia de La Rioja). DESERTA, IADIZA: 5: 95-155. Mendoza.
- Castañó, O., Ottonello, R., Riera, J., Mamaní, M. y Cresta, M., 1974. Evaluación Hidrogeológica de la Cuenca y Cono Aluvial del Río de La Rioja y Faldeo Oriental del Velasco. Dirección de Estudios Hidrológicos de la Provincia de La Rioja. Informe Inédito.
- Falcón, C.; Fernández, I.; Del Moral, D. y Horta, L. 2020. Hidrogeología del Valle de Sanagasta. XII Jornadas de Ciencia, Tecnología y Arte Científico. "Un enfoque plural de desarrollo". SeCyT-UNLaR. Edición virtual.
- Falcón, C.M. y Fernández, I.M. 2022. Hidrogeología del abanico aluvial de la ciudad de La Rioja. X Congreso de Investigaciones y Desarrollo en Tecnología y Ciencia IDETEC. Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado. UTN-Villa María, Córdoba. Compilación: Cejas, Gonella y Sensini. Libro de Trabajos Completos. 1° Ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: edUTecNe, 2022. Pp. 43-54. Libro digital, PDF. Archivo Digital: descarga online ISBN 978-987-8992-02-0.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina, INDEC. 2022. Encuesta Nacional de Población y Viviendas. <https://www.indec.gov.ar/Secretaría de Minería de la Nación Argentina>. Resultados provisorios. Buenos Aires.

# ENSAYOS DE MATERIAL RECICLADO PARA SU POTENCIAL USO EN CONSTRUCCIÓN

---

Parco Parisi, Enzo<sup>(1,2)</sup> – Baldo, Cecilia<sup>(1)</sup> – Nieto, Diana<sup>(2)</sup> - Vega Díaz, Martina<sup>(2)</sup> –  
Rodríguez, Gabriel<sup>(2)</sup> – Quintero, Enzo<sup>(2)</sup> – Lobato, Hernán<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales, GAIA, UTN-FRLR

<sup>(2)</sup>Departamento de Ingeniería Civil – UTN-FRLR

enzoparcoparisi@yahoo.com.ar

**Resumen:** Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación en ejecución sobre bioarquitectura que lleva adelante el Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) en forma conjunta con docentes y estudiantes de los Departamentos de Ingeniería Civil, Electrónica y Electromecánica, pertenecientes a la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Rioja. Una parte importante del proyecto es la elección de los materiales con que se construirá el módulo habitacional, para ello se realizó una búsqueda tanto bibliográfica como de accesibilidad a los materiales, de diferentes alternativas, para lograr el objetivo de sustentabilidad del proyecto. Del análisis de posibles materiales efectuado se eligió una empresa de reciclado de materiales plásticos que funciona en el parque industrial de la capital de La Rioja. A través de un Convenio firmado con la Facultad Regional La Rioja, facilito muestras de su producto para que se le realicen ensayos de calidad y la posibilidad de uso en la construcción del modelo habitacional. Aquí se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el Laboratorio de Especialidades de la carrera de ingeniería civil.

**Palabras Clave:** Ensayos, Material reciclado, Construcción

## Introducción

Hoy en día el cuidado ambiental es cada vez más importante y dentro de esto está incluida la construcción de viviendas sustentables. Hay infinidad de ejemplos alrededor del mundo de diferentes tipos, ya que hoy en día la población ha entendido que la única forma de avanzar hacia un desarrollo sustentable es mediante una construcción que se adapte al entorno en forma amigable y con la utilización de materiales, técnicas y energía adecuada a la realidad actual.

En particular el estudio se enfoca en el uso de lo que se conoce como “madera plástica”, para cuya fabricación se utilizan materiales como foil de aluminio, polietileno, pasta celulósica, entre otros; la finalidad de este trabajo es determinar la posibilidad de utilizar este material para la fabricación de los componentes de un sistema constructivo sustentable y su posterior materialización.

Como antecedentes directos podemos mencionar trabajos de la Escuela militar de cadetes de Colombia “Propiedades físicas y mecánicas de la madera plástica para uso de estructura de atención y prevención de desastres de la “ESMIC” en donde se busca determinar la resistencia a compresión y flexión de la madera plástica (Johanna C. Ruiz A. Diego A. Lozano O. Johan S. González M. “Propiedades físicas y mecánicas de la madera plástica para uso en estructura de atención y prevención de desastres” de la “ESMIC”, 2019).

También se puede mencionar los trabajos sobre placas ecológicas T-PLAK de la firma Rezagos Industriales SA en Argentina, la empresa lleva más de 10 años produciendo bajo legislación nacional, disponen de CAT expedido por la ex – SVOA año 2019 y ficha técnica en donde se presentan parámetros como dimensiones, resistencia mecánica, propagación del fuego, entre otros; además cuenta con índice bajo de contaminación según el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).

Como antecedentes provinciales se puede mencionar a la planta recicladora RECYPACK SRL que recibe y procesa todo tipo de plástico y rezagos de las plantas industriales para la fabricación de madera de plástico en variadas dimensiones y para múltiples usos. Se puede destacar la teja elaborada de residuos plásticos como un producto que lleva más de 10 años siendo usado para la construcción de cubiertas de la zona.

## Materiales y Métodos

Los materiales entregados para la realización de ensayos fueron sometidos a ensayos de compresión axial y de compresión diametral con el fin de un parámetro de resistencia a compresión y constatar su calidad.

El Laboratorio de Especialidades de la Facultad Regional La Rioja cuenta con una prensa para compresión de muestras, este es siendo el equipamiento óptimo para realizar los ensayos de necesarios.

Las muestras entregadas desde la empresa presentaban un diámetro de alrededor de 82 mm en promedio, por lo tanto se estableció una relación largo/diámetro máxima de 2 buscando evitar problemas de esbeltez en las probetas a someter a ensayos de compresión axial con una prensa manual

marca ALEIN figura 1. Por lo tanto las probetas se prepararon con un largo máximo de 160 mm en promedio.



**Figura 1:** Prensa para compresión uniaxial

Para las probetas muestras que se sometieron a compresión diametral las probetas se prepararon de un largo de 100 mm en promedio, con esto se buscó asegurar que todo el largo de la muestra reciba la carga en forma uniforme (figuras 2 y 3).

Como primer paso se prepararon 2 muestras para compresión axial y 2 muestras para compresión diametral, luego se tomaron dimensiones de diámetro y largo de cada probeta antes de la realización del ensayo, los resultados se pueden ver en tabla 1.

Tabla 1: Dimensiones iniciales de las probetas

PROBETA	Ø mm				H mm			
	1° medición	2° medición	3° medición	PROMEDIO	1° medición	2° medición	3° medición	PROMEDIO
1	84,4	82,1	80,4	<b>82,30</b>	158,4	158,7	158,8	<b>158,6</b>
2	83,8	81,6	80,2	<b>81,87</b>	159,3	159,6	159,7	<b>159,5</b>
3	82,2	81,5	83,7	<b>82,47</b>	99,7	99,9	100,0	<b>99,9</b>
4	83,5	81,6	82,0	<b>82,37</b>	99,3	98,6	98,7	<b>98,9</b>





**Figuras 2 y 3:** Comprobación de dimensiones. Ver tabla 1

Se dispuso de 2 muestras para cada tipo de ensayo y de esa forma poder verificar que los valores obtenidos presenten similitudes y además obtener un valor promedio de los mismos.

## **Resultados**

Un dato importante a remarcar es que el material del que fueron confeccionadas las probetas presenta vacíos que no se pueden evitar por el proceso de fabricación disponible. Se determinó una capacidad de absorción de agua 3,53% y una densidad de 980 gr/cm<sup>3</sup>. Por lo tanto el material flota al sumergirlo en el agua.

Se colocaron las probetas utilizando distintos extensores y suplementos de hierro macizo rectificadas a los efectos de lograr la correcta aplicación de la carga, el proceso de aplicación de la carga se realizó teniendo en cuenta la norma IRAM 1546 a los efectos de no generar cargas dinámicas sobre las probetas. Figuras 4 y 5



**Figura 4:** Ensayo de compresión uniaxial



**Figura 5:** Ensayo de compresión diametral

La prensa dispone de un flexímetro ESSEX con precisión 1/100 mm y por ello se ajustó la lectura obtenida por error de apreciación antes de obtener la tensión de fluencia.

Durante los ensayos de compresión uniaxial se notó un ensanchamiento de las probetas en la zona central y un acortamiento en la longitud, al no disponer de las herramientas necesarias no se pudo determinar las mismas. Pero se notó que al retirar la carga la probeta recuperó sus dimensiones iniciales en forma casi inmediata. La tabla 2 presenta los resultados del ensayo de compresión uniaxial.

**Tabla 2:** Resultados de los ensayos de compresión uniaxial

PROBETA	ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL					
	lectura	lec. corr	Fuerza (kN)	area (m <sup>2</sup> )	Tensión (Mpa)	Tensión promedio (Mpa)
1	25	24	68,95	0,005317	<b>12,97</b>	<b>13,86</b>
2	28	27	77,57	0,005261	<b>14,74</b>	

Mientras que en los ensayos de compresión diametral, que indican la resistencia a tracción de las probetas si se observó una marcada deformación de reducción de diámetro, llegando está a un 30% del diámetro inicial, y fisuras en la dirección de aplicación del esfuerzo, se puede ver en tabla 3 y figura 6. La tabla 4 muestra los resultados de la resistencia a la tracción de las probetas.

**Tabla 3:** Dimensiones finales de las probetas

PROBETA	Ø mm				H mm			
	1° medición	2° medición	3° medición	PROMEDIO	1° medición	2° medición	3° medición	PROMEDIO
3	68,32	80,03	81,55	<b>76,63</b>	99,7	99,9	100,0	<b>99,9</b>
4	58,67	81,39	80,6	<b>73,56</b>	99,3	98,6	98,7	<b>98,9</b>



**Figura 6:** Detalle fisuras y variación en el diámetro probeta 3

**Tabla 4:** Dimensiones finales de las probetas

PROBETA	ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAMETRAL						
	lectura	lec. corr	Fuerza (kN)	Ø (m)	H (m)	Tensión (MPa)	Tensión promedio (MPa)
3	3,5	2,50	7,18	0,082	0,100	<b>0,56</b>	<b>0,61</b>
4	4	3,00	8,62	0,082	0,099	<b>0,67</b>	

## Conclusiones

El análisis de los resultados de los ensayos permitió determinar la importante capacidad de resistencia a compresión uniaxial de las probetas y marco que la resistencia a tracción diametral es casi nula.

La imposibilidad, por la falta de equipamiento, de la determinación de las deformaciones durante los ensayos no permite la calcular otras propiedades mecánicas, como el módulo de elasticidad. Por lo tanto se buscara complementar estos ensayos y estudios en laboratorios que dispongan de equipos para la medición de las deformaciones y además puedan realizar ensayos de flexión simple y compuesta recta sobre probetas.

## Bibliografía

- Elzafraney, M.; Soroushia, P. and Deru, M. (2004) “Development of Energy-Efficient Concrete Buildings Using Recycled Plastic Aggregates” This paper is part of the Journal of Architectural Engineering, Vol. 11, No. 4, December 1, 2005. ©ASCE, ISSN 1076-0431/2005/4-122–130.
- INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL, INTI, CIRSOC 601 (2013) - Reglamento argentino de estructuras de madera. Disposiciones generales y requisitos para el diseño y la construcción de estructuras de madera en edificaciones.
- Johanna, C.; Ruiz, A.; Diego, A.; Lozano, O.; Johan S. y González, M. (2019) “Propiedades físicas y mecánicas de la madera plástica para uso en estructura de atención y prevención de desastres” de la “ESMIC”. En INGENIARE, Universidad Libre Barranquilla, Año 15, No. 27, pp. 3139 • ISSN: 19092458 - <https://doi.org/10.18041/19092458/ingeniare.27.6616>
- Manual técnico de placas ecológicas T-PLAK. De resagos industriales SA - <https://www.tplak.com.ar/productos>
- Norma IRAM 9664 (2013) “Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad”.
- Rincón Garzón, Luisa; Rodríguez Carmona, Esperanza y Espitia Cubilla, Anny (2016) “Madera Plástica. Un producto amigo del planeta”. Revista Semilleros, Año 3, Vol III, N° 5, ISSN: 2343-6395. <https://www.redi4.edublogs.org/semilleros/>
- Salazar, Edgar; Arroyave, Juan y Moreno, Iván (2013) “Desarrollo de vivienda eco sostenible para sectores vulnerables” Ingeniería y Competitividad, vol. 16, núm. 1, 2014, pp. 249-259 Universidad del Valle Cali, Colombia. ISSN: 0123-3033 -<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291331195021>
- Sierra Jiménez, Jorge Andrés (2016) “Usos y aplicaciones del plástico PEAD reciclado en la fabricación de elementos estructurales para construcción de vivienda en Colombia”. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito Posgrado en Ingeniería Civil Bogotá, Colombia.

## IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS PARA ANÁLISIS DE COMPOST

---

Agüero, Claudio<sup>1</sup>, Alitta, Monica<sup>1</sup>, Julián, Silvia<sup>1</sup>, Morzan, Laura<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales, GAIA, UTN-FRLR  
[laboratorio.gaia@frlr.utn.edu.ar](mailto:laboratorio.gaia@frlr.utn.edu.ar)

**Resumen:** La separación en origen de las fracciones de los residuos sólidos urbanos, es ya una práctica común en muchas ciudades del mundo (Rebolledo A., 2012) y de nuestro país, como lo es así también la separación y recuperación de las fracciones útiles. Menos común, pero también con antecedentes de aplicación, es el compostaje domiciliario (Montes Cortez C., 2018). El compostaje es una solución a problemas económicos, sociales y ambientales, contribuyendo a dar respuesta a la baja fertilidad de los suelos y problemas sanitarios. El Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) de UTN-FRLR se adhirió al PROGRAMA DE COMPOSTAJE, promovido por la Secretaría de Ambiente de la Municipalidad de La Rioja, cuyos objetivos son el cuidado del ambiente a través de actividades prácticas y experimentales, campañas de concientización, formación y capacitación. No existen descripciones de técnicas analíticas normalizadas sobre compost a nivel nacional por ser un área relativamente nueva, por lo que el GAIA se sumó a esta iniciativa, abocándose a la búsqueda de técnicas o procedimientos para la determinación de los parámetros exigidos en la Resolución Conjunta 1/19 de la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental y Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria Argentina, se debió recurrir a técnicas utilizadas en otros países y adaptarlas a las posibilidades locales siguiendo la lógica científica de aquellas. El objetivo de esta primera etapa, es implementar dichas técnicas de análisis para la determinación de los parámetros físico-químicos de compost. Para ello se tomaron muestras de un compost realizado por vermicultura, con restos vegetales, en estado maduro y de procedencia conocida. La siguiente etapa consistirá en tomar muestras de diferentes tipos de compost para la determinación de la calidad de los mismos.

**Palabras Clave:** compost, técnicas analíticas, calidad.

## Introducción

El compostaje es un proceso de descomposición controlada de materiales biodegradables bajo condiciones dirigidas, que son predominantemente aerobias y que permiten el desarrollo de temperaturas adecuadas para las bacterias termofílicas, como resultado del calor producido biológicamente (Saveyn, 2014).

El compostaje es una solución a problemas económicos, sociales y ambientales, hoy reflejados en la generación de gran volumen de basura; la baja fertilidad de los suelos; y todos los problemas de índole sanitaria que conlleva.

Las propiedades del compost, que condicionan en gran medida sus posibles aplicaciones, dependen tanto de los materiales de partida como del proceso de compostaje. Esta dependencia es particularmente importante en el caso del compost de biorresiduos, que puede obtenerse a partir de distintas corrientes de residuos de diversa naturaleza y origen (de parques y jardines, de restos de alimentos, domiciliarios, comerciales, etc.) y por diferentes procesos (industrial o autocompostaje).

Los métodos de caracterización del compost adolecen de ciertas limitaciones para la interpretación de los resultados. Todo ello pone de manifiesto la necesidad de estandarizar los procedimientos analíticos empleados para determinar la eventual calidad del compost y sus características, previamente a su aplicación (Martínez-Blanco, 2008).

La calidad del compost para un uso dado suele determinarse, entre otras, por dos vías diferentes:

mediante experimentos de campo, en los que se mide la respuesta de las plantas en condiciones reales de cultivo a diferentes dosis de compost, en términos de producción de biomasa, crecimiento radicular, número de hojas o de flores, etc. Y, por otro lado, midiendo un conjunto de propiedades, algunas de las cuales, como las organolépticas (olor, color, tamaño de partícula, presencia de elementos impropios tales como plásticos, vidrio, etc.) pueden evaluarse sensorialmente, mientras que las propiedades físicas, químicas y biológicas (densidad, porosidad, aireación, pH, conductividad eléctrica, nutrientes, metales pesados, contaminación bacteriológica, etc.), normalmente se determinan en el laboratorio (Ansorena, 2015).

Las propiedades químicas de los sustratos, enmiendas y abonos orgánicos pueden clasificarse en dos tipos: las que permiten conocer el contenido total de un elemento o sustancia, tales como humedad, materia orgánica, nutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, etc.), metales pesados, etc., y las que determinan solamente la fracción disponible o asimilable para las plantas. Las primeras se determinan principalmente con fines legales o comerciales y no requieren una calibración específica, por lo que su interpretación es relativamente independiente del método de análisis empleado, a diferencia de las restantes determinaciones, que se llevan a cabo con fines agronómicos (Ansorena, 2015).

El Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) de UTN-FRLR se adhirió al evento denominado Mes del Compostaje, promovido por la Secretaría de Ambiente de la Municipalidad de La Rioja, cuyos objetivos son el cuidado del ambiente, promoviendo acciones, actividades prácticas y experimentales, campañas de concientización, de formación y capacitación, en sintonía con la temática en cuestión.

A partir de esta iniciativa surge el proyecto conjunto para determinar la calidad de los compost y así poder certificarlos para su comercialización.

A tal fin el laboratorio del GAIA se ha abocado a la búsqueda de técnicas o procedimientos para la determinación de los parámetros exigidos en la Resolución Conjunta 1, 2019. El tema es relativamente nuevo en nuestro país, por lo que no existen descripciones de técnicas analíticas sobre compost a nivel nacional, por lo que se debió recurrir a técnicas utilizadas en otros países y adaptarlas a las posibilidades locales siguiendo la lógica científica de aquellas.

Los parámetros a analizar seleccionados son los establecidos en la mencionada Resolución, la cual establece condiciones mínimas para la certificación de los compost y su posterior comercialización, que se listan a continuación:

Humedad y sólidos totales.

Tamizado, clasificación de agregados, separación y remoción de inertes.

Densidad aparente.

pH.

Conductividad Eléctrica.

Nitrógeno Total.

Materia Orgánica.

Índice de Germinación.

En esta primera etapa, el Laboratorio del GAIA, se enfocó en adaptar a las posibilidades locales, las técnicas para la determinación de los parámetros físicos químicos de la mencionada muestra con el fin de, en base a los resultados obtenidos, convertirla en muestra testigo, para compost con este mismo origen. Para ello se tomaron como punto de partida, técnicas de análisis de compost de la región (Sadzawka, 2005).

La segunda etapa de esta iniciativa será el ajuste e implementación de técnicas para la determinación de parámetros microbiológicos, necesarios para definir la calidad del compost.

Una vez ajustadas y comprobadas las técnicas, la tercera etapa de este trabajo consistirá en tomar muestras de diferentes tipos de compost para la determinación de la calidad de los mismos.

## **Materiales y Métodos**

Preparación de la muestra: Cuando ingresa una muestra de compost al laboratorio, se registra el peso de la misma, y se procede a realizar una mezcla

manual completa en bateas plásticas. Posteriormente se toma una alícuota de aproximadamente 50 ml para la determinación de humedad. El resto de la muestra se separa en dos: una fracción de aproximadamente 4 litros (dependiendo de la muestra total recibida) para la determinación de semillas viables. Otra fracción de 2 litros aproximadamente, se almacena en bolsas con cierre hermético, tipo Ziploc®, conservándola en heladera a 4 °C a 8 °C, para las demás determinaciones.

Determinación de humedad y sólido totales: La alícuota de muestra de aproximadamente 50 ml, se pesa en un vaso de precipitados tarado y se lleva a estufa a 70 °C ± 5 °C hasta masa constante (normalmente 24 hs). Se coloca en desecador hasta que alcance temperatura ambiente, y luego se registra el peso en balanza. Se obtiene de esta determinación, los porcentajes de sólidos totales y de agua en base a muestra húmeda.

Tamizado, clasificación de agregados, separación y remoción de inertes: La porción de aproximadamente 2 litros, se pesa y se tamiza en con un tamiz de malla 16 mm en un agitador de tamices durante 1 minuto. Se pesan ambas fracciones obtenidas (>16 mm y <16 mm). Y se lleva a estufa a 70 °C ± 5 °C la fracción >16 mm, hasta peso constante y se registra su masa. De la fracción < 16 mm, se toma una alícuota de 250-300 ml en vaso de precipitado de vidrio tarado, y se lleva a estufa a 36 °C a 40 °C de 36 h a 48 hs. Se registra la masa de la muestra seca. La fracción seca a 36-40 °C se tamiza con tamices de 2 mm y 4 mm en agitador de tamices durante 5 minutos. Se pesan las fracciones obtenidas: 16-4 mm, 4-2 mm y <2 mm. Las dos primeras se transfieren a una superficie plana para la remoción de inertes. De la fracción 16-4 mm se remueven con la ayuda de una pinza de laboratorio, si se encuentran presentes: plásticos flexibles (Pf), piedras y terrones (P,T), vidrio metales, caucho y plásticos rígidos (V,M,C,Pr). Se pesan cada tipo de inertes obtenidos. De la fracción de 4-2 mm se remueve: vidrio, metales, caucho y plásticos rígidos (V,M,C,Pr). Se pesa los inertes removidos. Se combinan las fracciones 16-4 mm y 4-2 mm libres de inertes con la fracción <2 mm. Se almacena en bolsa sellada en heladera para determinación de carbono orgánico.

Densidad aparente: Una porción de 500 ml a 800 ml de la fracción de <16 mm húmeda, se pesa en un vaso de precipitados graduado y tarado de 1 litro. Se comprime dejando caer tres veces el vaso, desde una altura de 15 cm, sobre una plancha de goma. Se completa con muestra hasta el triple de su volumen inicial, sin repetir las caídas. Se registra el peso de la muestra y el volumen final calculándose la densidad aparente de la muestra en kg/m<sup>3</sup> en base a muestra seca a 70 ± 5 °C.

pH: A una masa de muestra <16 mm y húmeda, equivalente a 40 g de muestra seca a 70 °C ± 5 °C, se le agrega un volumen de agua destilada para obtener una relación muestra/agua de 1:5. Se agita manualmente en frasco plástico con tapa durante 10 minutos y se mide con electrodo de pH hasta lectura estable.

Conductividad eléctrica: A partir del extracto 1:5 para la determinación pH, se centrifuga en centrífuga a 3000 rpm durante 5 minutos y se lee la conductividad con conductímetro, expresándola en dS/m.



**Nitrógeno Total (Técnica Kjeldahl):** Una muestra entre 0,2 a 0,5 g (exactitud 0,001 g) proveniente de la fracción <16 mm, seca a 70 °C y molida (con molino eléctrico a cuchillas), se digiere con una mezcla de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y ácido salicílico durante 24 hs. Se agrega tiosulfato de sodio calentando hasta el cese de espuma. Se deja enfriar y se adiciona una mezcla catalítica formada por K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O y TiO<sub>2</sub>, y se procede a calentar hasta digestión completa hasta obtener una mezcla clara (Fig.1).

A la muestra digerida se agrega agua destilada y NaOH 10 N y se conecta al destilador, donde por arrastre de vapor se burbujea el NH<sub>3</sub> generado en una solución de ácido bórico-indicador (Fig. 2). Se titula el destilado con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,005 N, hasta viraje a color rosado.



Fig. 1. Digestión de muestra de compost en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y ácido salicílico Kjeldahl.



Fig. 2. Destilación por arrastre de vapor en la determinación de nitrógeno total Kjeldahl.

**Materia Orgánica:** La muestra seca a 36 °C, tamizada a 16 mm libre de inertes, es molida con molino eléctrico a cuchillas, y luego secada a 70 ± 5 °C hasta masa constante. Se coloca en mufla a 550 °C durante 2 hs, se coloca en desecador hasta temperatura ambiente, para pesar y registrar la masa (exactitud 0,001 g). La pérdida de masa de la muestra, se atribuye a la materia orgánica de la misma.

**Índice de germinación:** De la muestra recibida se procesa una fracción, lavándola con agua destilada hasta obtener una conductividad eléctrica menor a 0,3 dS/m y se drena el agua. En una bandeja se dispone una capa de 2,5 cm de arena de cuarzo N° 20 y encima la capa de 2 cm de compost lavado. Luego se distribuyen 10 semillas de rabanitos en sitios marcados de la bandeja, se tapa con una cubierta transparente para minimizar la pérdida de agua. Se incuba a 20 °C durante 7 días, revisando diariamente las semillas germinadas. Se contabilizan las semillas de rabanito y de otras semillas germinadas, informando el porcentaje de recuperación de semillas de rabanito (Fig. 3).

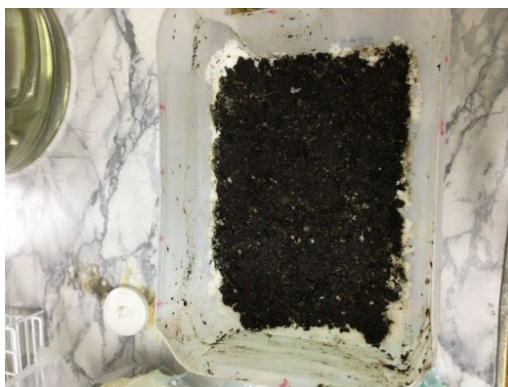


Fig. 3. Ensayo para la determinación del índice de germinación.

## Resultados

En esta etapa se analizaron diferentes parámetros físicos químicos para una muestra testigo de compost domiciliario (M1), cuyos resultados se indican en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de análisis de muestra de compost M1.

Parámetro	Resultado
pH en agua 1:5	7,66
Olores	Sin olores
Contenido de agua, en base a muestra húmeda (%)	56,9
Conductividad eléctrica, extracto 1:5 (dS/m)	3,2
Densidad Aparente, en base muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ de la muestra <16 mm ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )	241
Materia Orgánica, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	37,8
Carbono Orgánico, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	21
Nitrógeno Total, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	1,7
Relación C/N	12,4
Agregados >16 mm, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	0
Agregados 16-4 mm, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	5,22
Agregados 4-2 mm, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	18,52
Agregados <2 mm, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	91,84
Plásticos flexibles > 4 mm, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	0
Piedras y terrones > 4 mm, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	0,03
Vidrios, metales, caucho y plásticos rígidos >4 mm, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	0
Vidrios, metales, caucho y plásticos rígidos >2 mm, en base a muestra seca a $70\pm 5^{\circ}\text{C}$ (%)	0
Indicador de Madurez: Índice de germinación (%)	70

A partir del resultado de materia orgánica, se informa el porcentaje de carbono orgánico. Como así también se calcula la relación carbono/nitrógeno (C/N).

## Conclusiones

A partir de las muestras de compost analizadas, se lograron adecuar las técnicas de análisis para determinación de los parámetros físicos-químicos, en función de las posibilidades técnicas del laboratorio. Las metodologías aplicadas resultaron adecuadas para determinar la calidad del compost y su clasificación de acuerdo a la Resolución Conjunta 1, 2019 de la Secretaría de Control y Monitoreo Ambiental y el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

## Referencias

- Ansorena, J. Batalla, E. y Merino, D. (2015). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. [https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf\\_000304.pdf](https://cdn.blueberriesconsulting.com/2015/07/pdf_000304.pdf)
- Martínez-Blanco, J., Muñoz, P., Antón, A. and Rieradevall, J. (November 12-14, 2008). LCA of the application of compost from organic municipal solid waste in horticulture fertilization. 6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector, Zurich, Switzerland.
- Montes Cortéz, C. (2018). Estudio de los residuos sólidos en Colombia. [https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/handle/001/2327/MKB-spa-2018-Estudio\\_de\\_los\\_residuos\\_solidos\\_en\\_Colombia?sequence=1](https://bdigital.uexternado.edu.co/bitstream/handle/001/2327/MKB-spa-2018-Estudio_de_los_residuos_solidos_en_Colombia?sequence=1)
- Rebolledo, A. B. (2012). Gestión integral de residuos sólidos para países en desarrollo. Chisinau, República de Moldavia: Editorial Academica Espanola.
- Resolución Conjunta 1 de 2019 [Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Secretaria de Control y Monitoreo Ambiental]. Marco normativo para la producción, registro y aplicación de compost. 10 de enero de 2019.
- Sadzawka, A. Carrasco M. Grez, R. y Mora, M. (2005). Métodos de análisis de compost. Serie Actas N° 30. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Saveyn, H. Eder, P. (2014). End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost & digestate): Technical proposals. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC87124/eow%20biodegradable%20waste%20final%20report.pdf>

## AVANCES EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL ANÁLISIS DE MOVIMIENTO MEDIANTE SENSORES INERCIALES (IMU)

---

Gómez, Carlos Marcelo <sup>(1)</sup> – Dugarte Jerez, Nelson <sup>(2)</sup> – Alvarez Abril, Antonio <sup>(2)</sup> – Holote, Christian <sup>(1)</sup> – Turra, Daniel Nicolás <sup>(1)</sup> – Morzán, María Laura <sup>(1)</sup>.

(6) Cátedra Bioelectrónica, Departamento Ingeniería Electrónica UTN-FRLR

(7) Cátedra Bioelectrónica, Departamento Ingeniería Electrónica UTN-FRM  
e-mail: mgomez\_ar@hotmail.com

**Resumen:** El movimiento humano se produce como resultado de la acción coordinada de diversos sistemas musculares sobre la estructura ósea. Determinados procesos neurológicos y/o patológicos pueden causar alteraciones de la fuerza y coordinación que debe existir entre las respuestas musculares, que en principio podrían pasar desapercibidos pero que a largo plazo pueden generar daños físicos irreparables. Actualmente, el método más utilizado para el análisis del movimiento humano se basa en el estudio de fotografía secuencial en espacio limitado, aunque en menor medida también se utilizan sistemas de posicionamiento digital. Este proyecto trata sobre el desarrollo de tecnología para la evaluación del movimiento humano utilizando sensores de medida inercial. La idea es detallar el desplazamiento espacial de secciones específicas del cuerpo a partir de la medición de aceleración y movimiento angular en las articulaciones involucradas. El objetivo es desarrollar un sistema que permita a los médicos especialistas identificar anomalías en el movimiento del paciente en estudio. Los resultados preliminares demuestran la eficiencia del sensor inercial implementado y con una respuesta de 200 muestras por segundo permite describir movimientos incluso imperceptibles al ojo humano.

**Palabras Claves:** Medición del movimiento humano – Unidades de medida inerciales.

## Introducción

A lo largo de la vida se forman esquemas de movimientos que están potencialmente impresos en el sistema nervioso, y que transfieren a los músculos la acción antes de ingresar a la conciencia, dando lugar a lo que denominamos posturas. Esto implica que el movimiento requiere del trabajo en conjunto de los sistemas esquelético, muscular y nervioso (Lizárraga, 1999).

El Análisis de Movimiento Humano (AMH) tiene como propósito cuantificar el funcionamiento del sistema músculo esquelético y su relación con el sistema nervioso, durante la realización del trabajo mecánico (Pérez, 2015). El interés por el AMH tiene su origen en la Edad Antigua, aunque solo surge como disciplina de estudio en el Siglo XIX. Los griegos fueron pioneros en el estudio de la mecánica del cuerpo y su relación con el estado de salud del cuerpo. Con los avances en la tecnología médica se generan aportaciones importantes a la biomecánica del cuerpo basados en la anatomía moderna y la fisiología (Guillamón, 2014).

La ciencia moderna aún desconoce mucho acerca de los procesos psíquicos que tienen lugar cuando el movimiento es continuado, en especial sobre las patologías que pueden afectar el correcto desempeño del cuerpo al moverse. Actualmente existen diferentes técnicas utilizadas para el AMH, basadas en la utilización de instrumentos especializados. Algunos de estos instrumentos son:

Plataforma de presiones, utilizado en los estudios de podología para conocer el comportamiento de las presiones que ejerce el cuerpo sobre las plantas de los pies en condiciones estáticas y dinámicas (García, 2017).

Dinamómetro o newtómetro, es un instrumento utilizado para medir intensidades de fuerzas al sistema biológico. Basa su funcionamiento en un resorte que sigue la Ley de Hooke, siendo las deformaciones proporcionales a la fuerza aplicada (García, 2017).

Captura y procesamiento de video, utiliza una o múltiples cámaras de video con las cuales se pretende encontrar la diferencia en la postura del cuerpo entre cada fotograma, en la secuencia temporal de la filmación. Esta técnica resulta relativamente efectiva, de acuerdo a la eficiencia del software de procesamiento utilizado, pero suele ser muy costosa (Valladolid y col.,2019).

En este artículo se presenta una técnica para el AMH basada en el empleo de sensores inerciales IMU (inertial measurement unit). La idea es colocar sensores en las partes del cuerpo del paciente con el propósito de estudiar los cambios de movimiento por medio de las respuestas a la aceleración y al movimiento angular que los sensores IMU generan.

Desde el año 2019, en los laboratorios del Instituto Regional de Bioingeniería (IRB) del Centro Regional de Computación y Neurociencia (CeReCoN) de la Universidad Tecnológica Nacional – Regional Mendoza (UTN - FRM) (CeReCoN, 2018), y a partir del 2023 junto al laboratorio de Bioelectrónica de UTN – FRLR, se realiza un esfuerzo en conjunto entre la Escuela de Ingeniería Electrónica y la Escuela de Ingeniería en Sistemas de Información en el desarrollo de tecnología propia en la utilización de sensores IMU en el campo biomédico.

## **Metodología**

El proyecto trata sobre la implementación de sensores IMU estratégicamente ubicados sobre el cuerpo del paciente, donde la diferencia de movimiento generada en las articulaciones sea reflejada en las curvas de respuesta de cada uno de los sensores. Específicamente para captar el movimiento en la pierna de un paciente se utilizaría una disposición de cuatro sensores IMU identificados como SC (sensor en la cadera), SM (sensor en el muslo), ST (sensor en la Tibia) y SP (sensor en el pie).

Los cambios de posición en cualquiera de los ejes cartesianos de los sensores, se transmite de forma inalámbrica al computador, donde se realiza el procesamiento de la señal captada. El algoritmo de procesamiento se desarrolla en software libre, utilizando el lenguaje de programación Python.

### **Sensor IMU utilizado en el sistema**

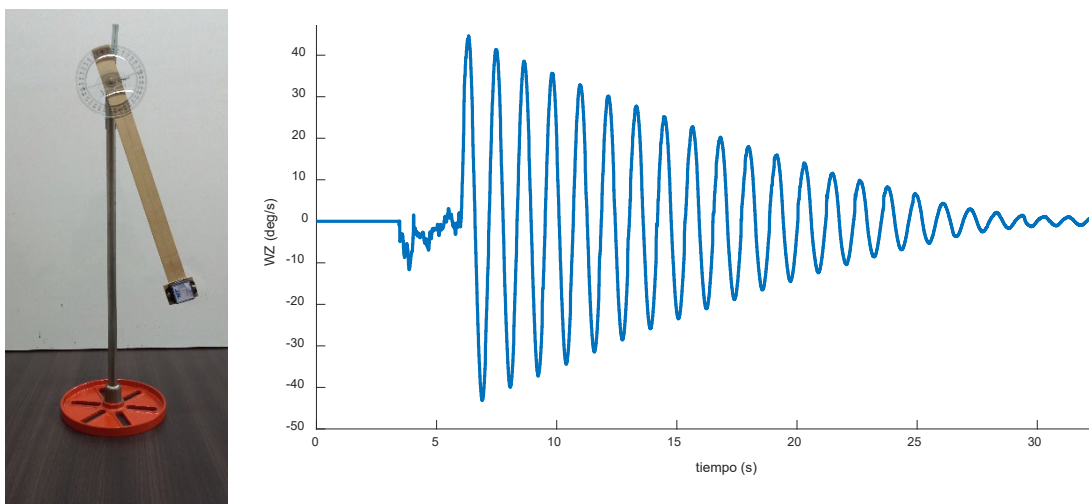
Existen diferentes tipos de sensores inerciales tipo IMU que se podrían utilizar en el desarrollo de este proyecto, pero se escogió el BWT901CL por sus características de funcionamiento (WitMotion, 2021). Es un multisensor tipo IMU, basado en tecnología MEMS (SBG Systems, 2023), el cual realiza mediciones de aceleración, velocidad angular y campo magnético en 3D, con mediciones de alta precisión en relación a los ejes cartesianos (X Y Z). Este componente implementa un algoritmo de calibración de detección automática de polarización cero. Adicionalmente, se considera de bajo costo en relación con otros componentes comerciales del mismo tipo.

El diseño implementado en este proyecto utiliza comunicación inalámbrica para evitar la interferencia de los cables con el movimiento del paciente. La velocidad de salida de datos puede ser regulada arbitrariamente entre 0,2 y 200 muestras por segundo (mps) con precisión de 16 bits por muestra.

## **Resultados**

Para evaluar el funcionamiento de las IMU se diseñó un experimento simple. Consiste en fijar el sensor al extremo de un péndulo con brazo oscilante rígido

de 35 cm de largo que se encuentra sujeto al anclaje por un eje transversal para que el movimiento solo se pueda ejecutar en un plano. El experimento inicia al liberar el brazo oscilante a  $45^\circ$  con respecto al eje del anclaje. Dado que el movimiento del péndulo es calculable, puede ser utilizado como referencia ante la medición que se obtiene del sensor IMU. La adquisición de datos se realiza durante 30 segundos, con lo cual solo se captan los primeros ciclos de oscilación del péndulo. La Fig. 1, muestra una imagen del péndulo y la gráfica que se obtiene como respuesta del movimiento angular en el eje Z con respecto al tiempo.



**Fig. 1.** Diseño del péndulo y gráfica de movimiento angular en el eje z adquirida con el sensor IMU.

### Discusión de los resultados

Del experimento se destaca la precisión en la medida, con 16 bit de resolución por muestra permite definir 0.01 g en aceleración y  $0.05^\circ$  en movimiento angular. Esto permite obtener mediciones de cambios de posición en cualquier parte del cuerpo con errores inferiores a fracciones de milímetros. También se comprobó la respuesta de adquisición a 200 mps, lo cual puede identificar micromovimientos en intervalos de 5 milisegundos, lo cual está dentro del tiempo de respuesta de cualquier parte del sistema neuromuscular del cuerpo.

### Conclusiones

Dados los resultados emanados del experimento con el sensor IMU implementado, se tiene como conclusión que puede ser implementado en la medición del movimiento humano. Cabe destacar que la velocidad de respuesta y la precisión en la adquisición de datos lo hacen óptimo para captar el movimiento de respuesta extrema, lo cual apunta al estudio de la respuesta de atletas en la medicina del deporte.

## Referencias

- CeReCoN de la UTN-FRM, (2023), URL: <http://irbutn.org/laboratorios-cerecon/>
- García, G. Elvar, H. Arenas, A. Pérez, C. Aguilera, J. Dispositivos y Técnicas Para la Medición del Rendimiento del Salto Vertical. Journal of Physical Exercise and Health Science for Trainers, 2017.
- Guillamón, A. Biomecánica del movimiento humano: evolución histórica y aparatos de medida. Revista Digital EFDeportes.com. 2014; 18 (188).
- Lizárraga G., Cuerpo y movimiento: dimensión psicológica. Revista de Psicología - Año III, N° 5, 1999.
- Pérez A., Análisis de movimiento humano: aplicaciones en rehabilitación física. Seminario del Instituto de Ciencias Físicas ICF, Universidad Nacional Autónoma de México. México DF. Marzo de 2015.
- SBG Systems. ¿Qué es la tecnología MEMS?. Disponible en: <https://www.sbg-systems.com/es/soporte/tecnolog%C3%ADa/tecnolog%C3%ADa-mems-imu-ahrs-ins/> (Consultado enero de 2023).
- Valladolid, O. Madera, F. Aguayo, A. Análisis Gráfico del Movimiento Humano para Detectar Alteraciones Biomecánicas. Revista de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mexico DF. 2019; 23 (2): 52-67.
- WitMotion Shenzhen Co. Bluetooth AHRS IMU sensor BWT901CL, Datasheet. v20-0707. Disponible en: [www.wit-motion.com](http://www.wit-motion.com) (Consultado 10 de febrero de 2021).



# UTILIZACIÓN DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN FUENTES SUBTERRÁNEAS PARA CONSUMO HUMANO EN LA PROVINCIA DE LA RIOJA

---

Díaz, Esteban<sup>1-4</sup>; Quintero, Claudia<sup>1-4</sup>; Macchi, Carlos<sup>1</sup>; Reinoso, Matías<sup>1</sup>; Herrera Carrizo, Guillermo<sup>2</sup>; Romero Vega, Marcela<sup>3</sup>; Agost Carreño, M.<sup>1</sup>; Ortiz, A.<sup>1</sup>; Rivera, B.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Dpto. Ingeniería Civil UTN-FRLR

<sup>2</sup> Becario BINID

<sup>3</sup> Maestría en Ing. Ambiental UTN-FRLR

<sup>4</sup> Grupo GAIA – UTN-FRLR

e-mail: [esteban28963@yahoo.com.ar](mailto:esteban28963@yahoo.com.ar)

**Resumen.** En forma global el aumento en los niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas ha generado la necesidad de cuantificar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. Por otra parte, debido a las diferencias de interpretación entre los encargados de tomar decisiones, los expertos en el tema y del público en general, existe un esfuerzo creciente para desarrollar un sistema indicador que agrupe los parámetros contaminantes más representativos dentro de un marco de referencia unificado.

Analizando la información se puede discernir que una de las metodologías que se destacan para determinar la calidad del agua es el uso de indicadores ICA: como herramienta matemática que permite la transformación de grandes cantidades de datos en una escala de medición única, que lleva dentro, la influencia compuesta de diferentes parámetros de calidad del agua, pero principalmente para determinar la idoneidad de un determinado recurso de agua subterránea para el consumo humano. El indicador será calculado con el fin de poder evaluar la calidad del agua subterránea de distintas fuentes de la provincia de acuerdo con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente. Y principalmente; que sirva de base a futuros estudios, y ser utilizado en propuestas sobre las posibles tecnologías de tratamiento y el grado de inversión requerido.

En este primer avance de investigación tipo descriptiva y retrospectiva con una muestra general obtenida en la provincia de análisis fisicoquímicos, se seleccionaron once parámetros químicos para aplicar el método de cálculo ICA aritmético ponderado. Para cumplir con el objetivo del trabajo de avance, se analizaron 303 protocolos de análisis fisicoquímicos en toda la provincia en un periodo de 10 años. Adoptándose en cada localidad los valores medios de cada uno de los once parámetros y determinar un ICA representativo del total de las perforaciones en cada localidad. En general en la mayor parte de la provincia la calidad del agua subterránea para abastecimiento humano es aceptable. No obstante, los resultados obtenidos son en forma muy global y simplificada. Se debe continuar el estudio de utilización del ICA para cada fuente en particular; obteniéndose así resultados más ajustados a la realidad del comportamiento de la fuente subterránea.

**Palabras Claves:** Agua Potable, Agua Subterránea, Índice de Calidad del Agua.

## Introducción

La provincia de La Rioja presenta una heterogeneidad, en cuanto a la disponibilidad y a la demanda de sus recursos hídricos, esto sumado a las características que posee tanto de las aguas superficiales como subterráneas, a la creciente demanda hídrica, al crecimiento poblacional, podemos identificar desafíos desde el punto de vista de la gestión y de la disponibilidad espacial, temporal y en calidad adecuada. El resultado se manifiesta en crecientes diferencias entre las necesidades a satisfacer y los recursos hídricos aptos para atenderlas.

En forma global el aumento en los niveles de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas ha generado la necesidad de cuantificar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua. Por otra parte, debido a las diferencias de interpretación entre los encargados de tomar decisiones, los expertos en el tema y del público en general, existe un esfuerzo creciente para desarrollar un sistema indicador que agrupe los parámetros contaminantes más representativos dentro de un marco de referencia unificado.

Durante las últimas décadas, se han duplicado los esfuerzos para implementar y poner en marcha programas de monitoreo a nivel mundial, con el fin de evaluar la calidad del agua de las fuentes de abastecimiento de las ciudades. (Bordalo et al., 2006; Kannel et al., 2007). El Índice de Calidad del Agua es un instrumento matemático que se utiliza para integrar y transformar ciertos valores en un solo número, éste índice se emplea para evaluar integralmente la calidad de diversos cuerpos de agua, se basa en el uso de algunos parámetros fisicoquímicos y biológicos (Olguín et al., 2010).

Analizando la información se puede discernir que una de las metodologías que se destacan para determinar la calidad del agua es el uso de indicadores ICA como herramienta matemática que permite la transformación de grandes cantidades de datos en una escala de medición única, que lleva dentro, la influencia compuesta de diferentes parámetros de calidad del agua, pero principalmente para determinar la idoneidad de un determinado recurso de agua subterránea para el consumo humano.

El ICA se calcula desde el punto de vista de la idoneidad de las aguas subterráneas para el consumo humano, siguiendo las tendencias actuales en cuanto a la vigilancia de la calidad del agua, donde según la Organización Mundial de la Salud (OMS) se debe dar prioridad a aquellas sustancias que se consideran de importancia para la salud y que sean conocidas por estar presentes en concentraciones apreciables en las fuentes de abastecimiento de agua.

Con relación al número de parámetros empleados, éste varía de un índice a otro; sin embargo, se puede observar que los ICA desarrollados en los últimos años y cuyo principal objetivo es la evaluación del agua a ser destinada para consumo humano previo tratamiento, emplean un mayor número de parámetros principalmente de tipo fisicoquímico, asociados a la evaluación del riesgo químico en el agua. (Torres et al., 2010).

En este estudio se relevaron las fuentes de agua empleadas o potencialmente por destinar para consumo humano y se trabaja en lo referente a las concentraciones de parámetros fisicoquímicos. Siempre en las fuentes de agua, y no en la distribución dentro de lo que es el sistema agua potable. El indicador será calculado con el fin de poder evaluar la calidad del agua subterránea de distintas fuentes de la provincia de acuerdo con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente.

Y principalmente satisfacer la necesidad de contar con un diagnóstico de situación preliminar; que sirva de base a futuros estudios, y ser utilizado para darle viabilidad y prioridades al planteo de propuestas sobre las posibles tecnologías de tratamiento de las aguas para consumo y el grado de inversión requerido.

## **Materiales y métodos**

En este primer avance de investigación tipo descriptiva y retrospectiva se utiliza como antecedente el trabajo “Concentraciones de Fluoruros y de Arsénico en Localidades de la Provincia de La Rioja” (Diaz et al., 2019); con la información histórica sobre análisis fisicoquímicos en las fuentes de aguas superficiales y subterráneas de la provincia. A los que se suman datos de los años 2019 al 2022, procedentes del Instituto Provincial de Agua (IPALAR) – Secretaria de Agua, de Aguas Riojanas SAU (ARSAU) y de la Dirección de Agua Potable (DAPyS), y en su desarrollo se utilizan solo los historiales de datos de los análisis fisicoquímicos de fuentes de agua subterránea disponibles para la provisión de agua de la población en las localidades y en un periodo que va desde el año 2013 al 2022.

De la muestra general de análisis fisicoquímicos, se seleccionaron once parámetros químicos para aplicar el método de cálculo ICA aritmético ponderado. En cada localidad se determinaron los valores medios resultantes de los datos analizados de parámetros como pH, Conductividad, Sólidos Totales, Dureza, Alcalin/Bicarb, Sodio, Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Flúor y Arsénico. La información final corresponde a 27 localidades ya que en 9 de las 36 localidades estudiadas no se cuenta con determinaciones en fuentes de aguas subterráneas. A los efectos de establecer comparaciones relativas se realizaron en función de los valores vigentes según los límites normativos establecidos dentro del Marco Regulador del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja (Ley N°6.281) y el Instrumento de Vinculación. Y complementariamente su comparación con respecto a lo establecido por el Código Alimentario Argentino (CAA). (Tabla 1).

Para determinar el ICA se siguen pasos sucesivos (Tiwari y Mishra, 1985; Singh, 1992; Anwar A. Aly, 2014). Primero, se le asigna un peso ( $\pi$ ) a cada uno de los once parámetros de acuerdo con su importancia relativa de calidad del agua en general para consumo humano. Los valores asignados estuvieron en el rango de 1 (menos significativo) a 4 (más significativo). (Tabla 1). Los valores de ICA calculados se clasificaron de acuerdo con Ramakrishnaiah et al. (2009); Ketata-

Rokbani et al. (2011) como excelente, buena, pobre, muy pobre e inadecuada o no apta para destinarla al consumo humano previo tratamiento. (Tabla 2).

Para cumplir con el objetivo del trabajo de avance, se analizaron los datos de las fuentes de aguas subterráneas de 303 protocolos de análisis fisicoquímicos en toda la provincia. Adoptándose los valores medios de cada uno de los once parámetros para determinar un ICA representativo del total de las perforaciones para cada localidad. Para simbolizar se procedió a representar los resultados que se promediaron por localidades, ubicándose de acuerdo con la Clase, agregándose como complemento una codificación por colores. (Tabla 2).

Tabla 1: Niveles de concentración aceptables y peso en orden de importancia.

Parámetros considerados	Valor estándar normativa provincial (NLR)	Valor estándar normativa (CAA)	Importancia relativa s/salud humana	Peso relativo
pH	6,5 - 8,5	6,5 – 8,5	1	0,036
Conductividad [ $\mu$ S/Cm]	1500		1	0,036
Sólidos Totales [mg/l]	2000	1500	3	0,107
Dureza [mg/l]	500	400	2	0,071
Sodio [mg/l]	200		2	0,071
Alcalinidad bicarbonatada [mg/l]	800		1	0,036
Cloruros [mg/l]	400	350	3	0,107
Sulfatos [mg/l]	400	400	3	0,107
Nitratos [mg/l]	50	45	4	0,143
Fluoruros [mg/l]	2	1,3	4	0,143
Arsénico [mg/l]	0,05	0,01	4	0,143

Tabla 2. Clasificación de la calidad del agua potable.

Clasificación de la calidad del agua potable		
Rango valor de ICA	Clase	Calidad de agua
$\leq 50$	I	Excelente
50,1 -100	II	Buena
100,1 -200	III	Pobre
200,1 - 300	IV	Muy Pobre
>300	V	Inadecuada

## Resultados y Discusión

En cuanto a los parámetros estudiados y tomando de referencia la normativa provincial, del total de muestra general estudiada de todas las localidades, se encontraron valores por encima de la norma (entre paréntesis s/CAA) como: Conductividad en un 52,1 %, Sulfatos 16,3 %, Sodio 12,5 %, Fluoruros 7,5 % (48,8 %), Dureza 7,1 % (13,5%), Cloruros 6,9 % (9,9 %), pH 3,3 %, Nitratos 3,0 % (6,3 %), Sólidos Totales 1,7 % (7,5 %), Arsénico 0,3 % (6,2 %) y Alcalinidad 0,0 %.

Con la información disponible y comparada, a pesar de que existen áreas con fuentes que presentan aguas con concentraciones superiores a los límites normativos, los valores son bajos en comparación con otros lugares del país, tanto del Flúor como del Arsénico y no presentan particularidades sobresalientes los otros parámetros cotejados. (Diaz et al., 2019). No obstante, es aconsejable reiterar la necesidad de profundizar en la evaluación de la distribución geográfica, en todos los parámetros estudiados.

El Gráfico 1 se muestra la comparación del ICA y el estado de calidad del agua entre las localidades estudiadas, el mayor valor de ICA se registra con 230,3 (259,3) -Tipo IV- que corresponde a muy pobre que necesita tratamiento, y el más bajo se registra 16,8 (24,0) -Tipo I- que es un agua considerada excelente que puede ser utilizada como fuente para consumo humano ya que a lo sumo debe controlarse algún parámetro por fuera de norma. No se encontró aguas del Tipo V o sea inadecuada.

En cuanto al comportamiento del ICA en porcentajes vemos que la calidad de agua de Tipo I (Excelente) es de 59,3% (48,1%), de Tipo II (Buena) es de 29,6% (37,0%), de Tipo III (Pobre) es de 7,4% y de Tipo IV (Muy Pobre) es de 3,7 %.

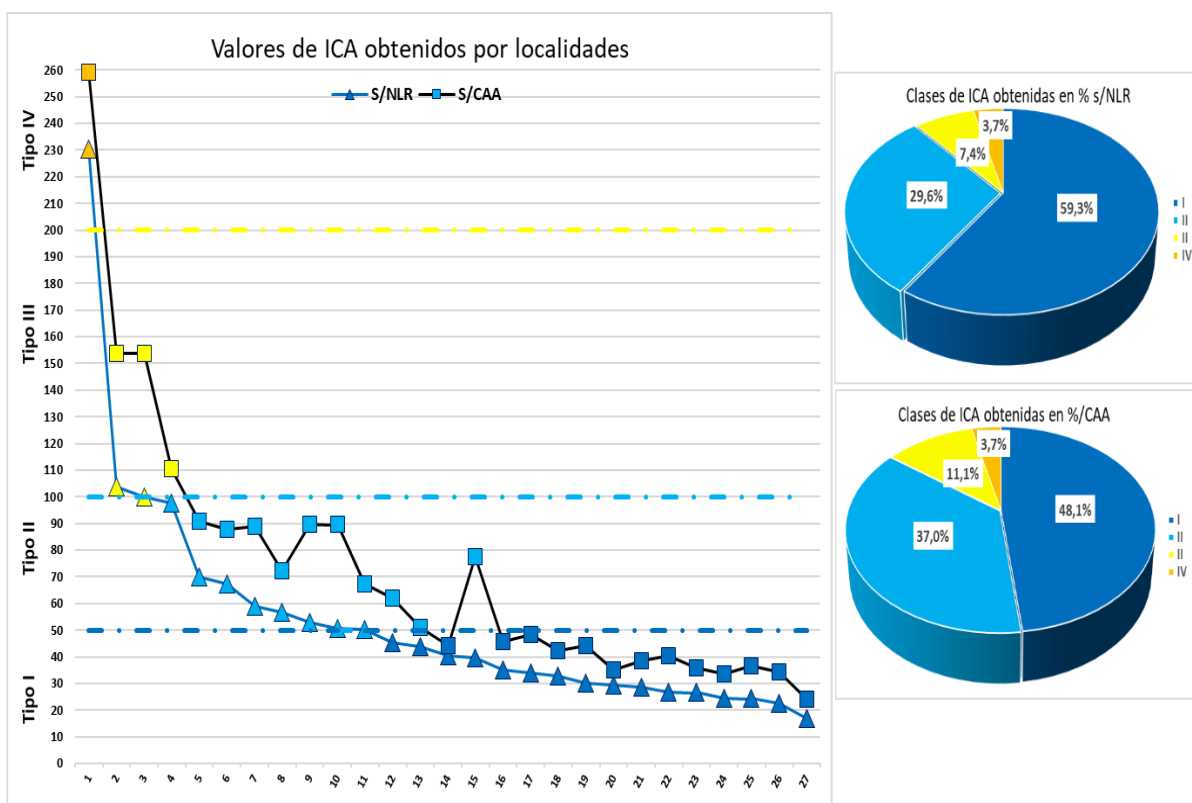


Gráfico 1. Comportamiento de los ICA s/NLR y s/CAA. Valores por Localidad y por Clases en %.

## Conclusiones

En general en la mayor parte de la provincia la calidad del agua subterránea para abastecimiento humano es aceptable, y esto en muchos casos no significaría grandes y costosos tratamientos para su potabilización.

No obstante, no debemos dejar de considerar que los resultados obtenidos son en forma muy global y simplificada. Se seguirá el estudio de utilización del ICA para cada localidad y para cada fuente en particular; obteniéndose así resultados más ajustados a la realidad del comportamiento de la fuente subterránea.

En general y por su diseño cualquier índice, contiene menos información que los datos a partir del cual se obtiene y del que constituye un resumen, por tanto, no puede reemplazar el análisis detallado de los datos obtenidos a partir de un plan de monitoreo.

Un ICA nos permite establecer un seguimiento continuo de la calidad del agua, como técnica para examinar tendencias, prioridades, etc.; y es un medio para identificar áreas geográficas potencialmente propensas con inconvenientes de calidad del agua y proteger el agua potable de manera proactiva de los peligros de contaminación.

Por último, avalar la necesidad de proseguir las investigaciones en lo referente a la calidad del agua y apoyar la uniformidad en una base de datos general para obtener resultados confiables y comparables

## Referencias

- Anwar A. Aly & Abdulrasoul M. Al-Omran & Mezal M. Alharby. (2014) The water quality index and hydrochemical characterization of groundwater resources in Hafar Albatin, Saudi Arabia. Arab J Geosci DOI 10.1007/s12517-014-1463-2.
- Díaz, Esteban O.; Quintero Claudia N. (2019) - "Concentraciones de Fluoruros y de Arsénico en Localidades de La Provincia de La Rioja". VII Congreso Bianual PROIMCA VII Congreso Bianual PROIMCA.
- Griffa, C.; Panigatti, C.; Boglione, R.; Schierano, C. Y Asforno, M. (2022) "Cálculo del Índice de Calidad (ICA) en Aguas Subterráneas de Rafaela (Santa Fé)". III ECIDE-2021 Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión UTN – Facultad Regional La Rioja p 48-53.
- Instrumento de Vinculación entre el Estado Provincial (2013) - (Titular del Servicio Público de Provisión de Agua Potable y Desagües Cloacales) y la Empresa Aguas Riojanas Sociedad Anónima con Participación Estatal Mayoritaria (ARSAPEM).
- Ketata-Rokbani, M., Gueddari, M., & Bouhlila, R. (2011). Use of Geographical Information System and Water Quality Index to Assess Groundwater Quality in El Khairat Deep Aquifer (Enfidha, Tunisian Sahel). Iran J. Energy Environ., 2(2):133-144.
- Ley Provincial N°: 6281/96. (1996) - Marco Regulador del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja y sus modificatorias Leyes N°6308/97; N°6349/97 y N°7173/01.
- Olguín et al., (2010). Rev Latinoam Biotecnol Amb Algal 1(2):178-190.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) (2013) "Guías para la calidad del agua potable. Vol. 1: Recomendaciones. Tercera edición.
- Patil, Vt y Patil, Pr (2013). Estado de la calidad del agua subterránea utilizando el índice de calidad del agua en la ciudad de Amalner, Maharashtra. Revista de Investigación Química y Farmacéutica, 5 (5), 67-71.
- Ramakrishnaiah Cr, Sadashivaiah C. y Ranganna G.; "Assessment of Water Quality Index for the Groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India". ISSN: 0973-4945; CODEN ECJHAO Revista electrónica de química 2009,6(2), 523-530.
- Torres, P., & Cruz, C., & Patiño, P., & Escobar, J. C., & Pérez, A. (2010). Aplicación de índices de calidad de agua - ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano. Ingeniería e Investigación, 30 (3),86-95.
- Torres, P.; Cruz, C. H. & Patiño, P. J. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano una revisión crítica. Revista Ingenierías, 8(15), 79-94.

## DESARROLLO DE SISTEMA PARA CAPTAR PATRONES INDICADORES DE BIODINÁMICA EMOCIONAL

---

**Gómez, Carlos Marcelo<sup>(1)</sup> – Dugarte Jerez, Nelson<sup>(2)</sup> – Alvarez Abril, Antonio<sup>(2)</sup> – Holote, Christian<sup>(1)</sup> – Turra, Daniel Nicolás<sup>(1)</sup> – Morzán, María Laura<sup>(1)</sup>.**

<sup>1</sup> Cátedra Bioelectrónica, Departamento Ingeniería Electrónica UTN-FRLR

<sup>2</sup> Centro Regional de Investigación y Desarrollo en Computación y Neuroingeniería, UTN-FRM

e-mail: [mgomez\\_ar@hotmail.com](mailto:mgomez_ar@hotmail.com)

**Resumen:** Cifras oficiales de la Organización Mundial de la Salud (OMS) para el 2019, revelan que cerca de 1000 millones de personas viven con algún trastorno mental, 3 millones de personas mueren cada año por el consumo nocivo de alcohol y una persona se suicida cada 40 segundos. Según datos de la OMS, por lo menos un 50% de las enfermedades mentales comienzan antes de los 14 años, y lo peor es que la mayoría de los casos pasan desapercibidos. El rostro humano es una parte intrincada y altamente diferenciada del cuerpo. Es el sistema de señales de sociabilización más complejo que existe, y está demostrado que el sistema nervioso autónomo genera rasgos, a veces imperceptibles, del estado cognitivo y patológico del cerebro. En este artículo se presenta el desarrollo de un sistema para el reconocimiento de algunas emociones a través de la biométrica de las facciones del rostro. La idea es crear un instrumento que sirva a los médicos especialistas para evaluar con mayor confiabilidad el estado emocional del paciente, a partir de los cambios sutiles que se producen en la biodinámica del paciente cuando se encuentra sometido a un estímulo emocional. La etapa de hardware del sistema, utiliza una cámara de video conectada a un computador. El software se diseña para realizar el análisis del video enfocado sobre el rostro del paciente.

**Palabras Claves:** Biodinámica, Emocional, Transconductancia



## Introducción

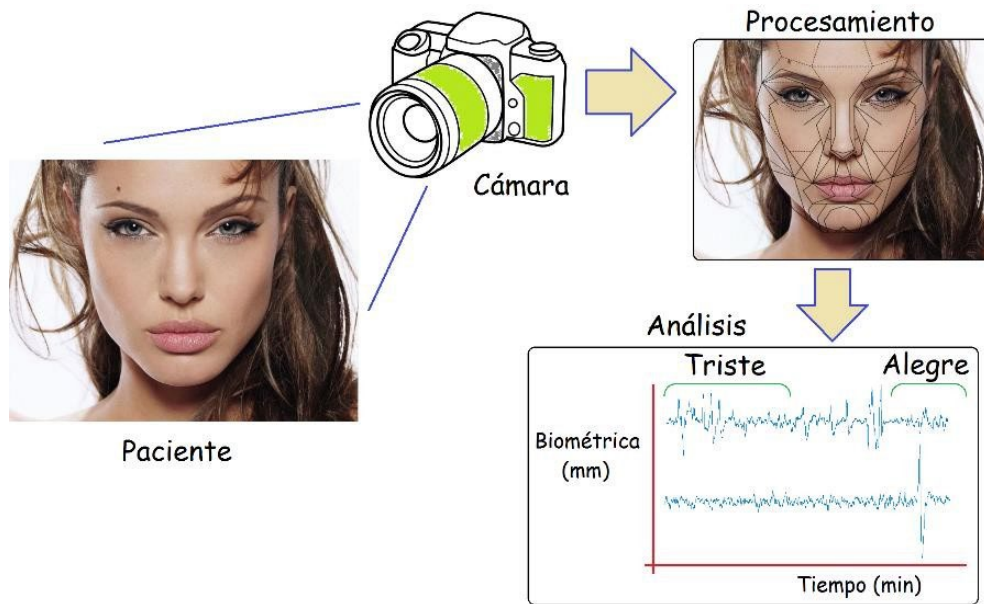
La evolución del cerebro humano dedicó una parte muy importante a la especialización en transmitir información a otros individuos por medio del manejo detallado de las facciones del rostro, así como también para el reconocimiento del estado emocional de otros individuos por medio de la observación de la cara (Burrows, 2008). El rostro humano incluye más de 40 músculos estructural y funcionalmente autónomos (Hutto y Vattoth, 2015), cada uno de los cuales se pueden activar de forma independiente. Las principales redes nerviosas para el procesamiento de la imagen del rostro se encuentran en la zona del gyrus inferior cerebro (Rymarczyk y col., 2018).

El problema se presenta cuando los cambios faciales son muy sutiles y pueden pasar desapercibidos (von Arx y col., 2018). Por lo menos un 50% de las enfermedades mentales comienzan antes de los 14 años, y lo peor es que la mayoría de los casos no son detectados en su fase inicial. Cifras oficiales de la OMS para el 2019, revelan que cerca de 1000 millones de personas viven con algún trastorno mental involucrado con la emocionalidad (Rehm y Shield, 2019), (WHO, 2019).

Este proyecto pretende el reconocimiento de patrones emocionales a través del registro sincrónico de la biométrica del rostro. Desde el año 2019, en los laboratorios del Instituto Regional de Bioingeniería (IRB) del Centro Regional de Computación y Neurociencia (CeReCoN) de la UTN - FRM junto al laboratorio de Bioelectrónica de UTN – FRLR, se realiza un esfuerzo en conjunto para el desarrollo de tecnología para la evaluación del estado emocional.

## Desarrollo

Lo que se pretende es identificar valores métricos cuantitativos en formas de respuestas vectoriales, que sirvan como indicadores del estado de empatía reflejado por la emocionalidad del paciente (Burrows, 2008) y por consiguiente sirvan de referente al médico especialista para la detección temprana de distintas patologías (Rehm, 2019). El sistema está compuesto por una etapa de hardware y una de software. La Fig. 1, presenta un esquema simplificado del diseño.



**Fig. 1.** Esquema simplificado del diseño del sistema.

El hardware utiliza una cámara de video que toma la imagen del rostro del paciente mientras se somete a un estímulo visual. La idea es desencadenar reacciones emocionales a partir de estímulos controlados. Estos estímulos consisten en un video con segmentos que pueden influir en el estado emocional del paciente.

La etapa de software del sistema se desarrolla en plataforma libre. Consta de tres partes: identificación de puntos característicos del rostro, medición de distancias entre los puntos seleccionados y análisis de los vectores que reflejan las facciones emocionales. La idea, es analizar cada cuadro de imagen del video adquirido del paciente en relación sincrónica en el tiempo en el que visualiza los estímulos, generando múltiples vectores de parametrización que muestran los cambios de fisonomía en tiempo causados por la empatía hacia los sectores del video estímulo.

### Estructura del estímulo visual

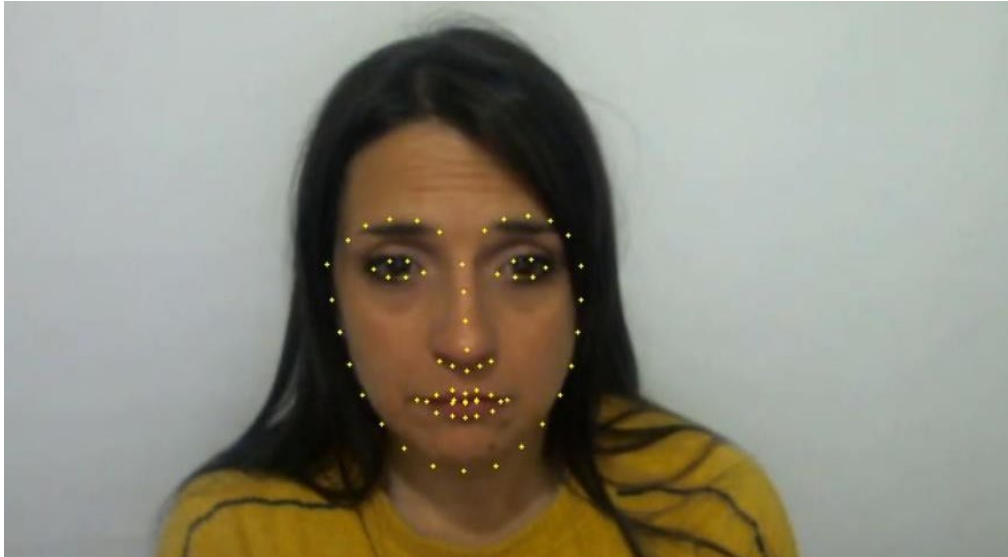
El video estímulo consiste en una película, cuya duración es de 187 segundos. La película contiene una secuencia de 8 segmentos cortos independientes, que no guardan ninguna relación unos con otros. El objetivo individual de cada segmento es presentar una serie de estímulos emocionales definidos por la empatía a la persona que lo está viendo.

La película alterna segmentos que pueden producir alegría con segmentos que podrían generar tristeza, separados con segmentos cortos que muestran una serie de imágenes dinámicas no biológicas que denominamos imágenes neutras porque no debieran aportar estímulos emocionales adicionales.

### Procesamiento del video de respuesta emocional

El video de respuesta emocional (VRE) se toma del rostro del paciente mientras visualiza el video estímulo. El procesamiento de la información, consiste en un

algoritmo que analiza cada cuadro de imagen captado en el VRE del paciente. El software detecta de forma automática: los bordes de la cara, las cejas, los ojos, la nariz y la boca, asignando un grupo de 68 puntos característicos, que se fijan como marcas virtuales sobre las zonas detectadas (Hays and Col., 2020). La Fig. 2, muestra un fotograma donde se visualizan los puntos virtuales sobre el rostro del paciente.



**Fig. 2.** Captura automática de puntos virtuales sobre el rostro del paciente.

Lo que se pretende es que cada punto característico se desplace en el espacio siguiendo los movimientos de la sección específica del rostro que le corresponde. Esto permite medir los cambios de desplazamiento de la piel en el rostro entre un fotograma y el siguiente. Para ubicar automáticamente los puntos deseados en cada fotograma, se utilizó un método proporcionado con licencia libre, que utiliza técnicas de machine learning (IA) programadas en lenguaje Python (Roman, 2019).

### Análisis de la respuesta emocional del paciente

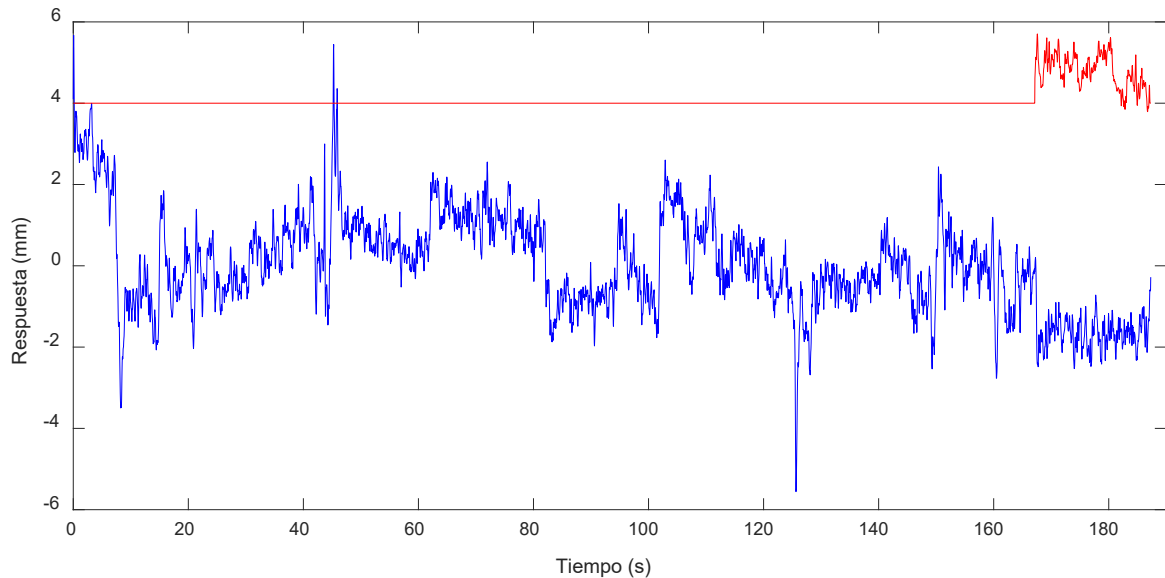
La secuencia de mediciones en la sucesión de imágenes del video entre puntos específicos determina una serie de vectores representativos del movimiento entre las diferentes secciones del rostro, y por consiguiente puede mostrar el estado del paciente en función del mapa emocional de Ekman (Ekman y Oster, 1981).

En esta investigación se han elegido 27 pares de puntos para estudiar los movimientos del rostro, específicamente para identificar la respuesta de los estados emocionales de felicidad y de tristeza. Las mediciones entre estos pares de puntos representan 27 vectores correspondientes.

Para encontrar un patrón indicativo se realizó el análisis de la adquisición de 50 pacientes control. El patrón de referencia se establece promediando los intervalos correspondientes a los sectores donde los pacientes visualizaron cada estímulo emocional. Esto genera una señal patrón que sirve de referencia para estimar el estado emocional de felicidad y otro para estimar el estado de tristeza.

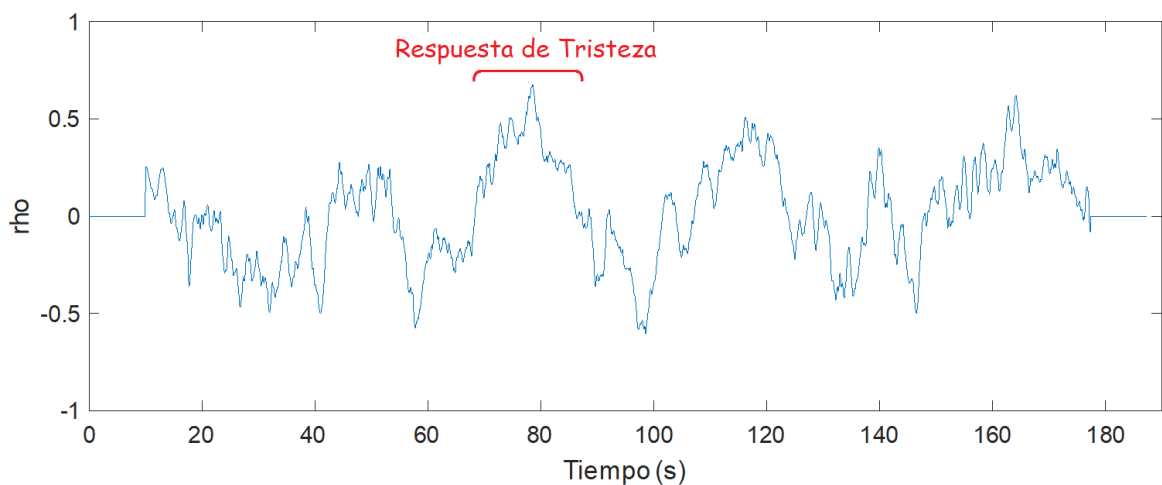
## Resultados

Cuando se analiza un vector cualquiera correlacionándolo con uno de los vectores patrón se nota una elevada correspondencia con los segmentos donde el paciente refleja un estado emocional acorde con el patrón y viceversa donde el estado emocional es opuesto. La Fig. 3, muestra en color rojo, la señal patrón corresponde al estímulo de tristeza, y en color azul el vector generado por la diferencia entre los puntos ubicados en el entrecejo de un paciente en particular.



**Fig. 3.** Contraste entre la respuesta del entrecejo y la señal patrón estímulo de tristeza.

La Fig. 4. Muestra el vector definido por los valores del índice de correlación de Pearson ( $\rho$ ) que se obtiene como resultado al realizar un barrido de comparación del vector patrón sobre el VRE, mostrados en la Fig. 3. El intervalo demarcado en esta curva muestra el periodo en que el paciente expresa máxima respuesta de tristeza, y la cual coincide con el sector del video estímulo de tristeza presentado al momento de realizar el estudio.



**Fig. 4.** Resultado del análisis por correlación.

## Conclusiones

El resultado del análisis de un grupo importante de pacientes, se destacan algunas respuestas de valores elevados en intervalos de tiempo que corresponden a sectores donde el estímulo era un video que debería causar alegría, como se observa en el intervalo entre 110s y 130s de la Fig. 4. Un razonamiento analítico permitió identificar que estos sectores del estímulo utilizaban videos de personas que sufrían accidentes cómicos, en lo que podría considerarse humor negro. Lo cual permite concluir, que algunas personas presentan rasgos que indican tristeza ante eventos que pudieran describir comedia, debido a la empatía con el traumatismo sufrido en los videos de humor negro.

El método desarrollado para este experimento, brinda la posibilidad directa de replicar a futuro para analizar las reacciones faciales que podrían tener lugar ante cualquier tipo de estímulo emocional.

## Referencias

- Burrows, A. M. (2008). The facial expression musculature in primates and its evolutionary significance. *Bioessays Journal*, 30(3):212-25.
- Ekman, P. & Oster, H. (1981). Facial expressions of emotion. *Studies in Psychology*, 2(7):115-144.
- Hays, J.; Wong, C.; Soto F.A. (2020). FaReT: A free and open-source toolkit of three-dimensional models and software to study face perception. *Behav Res Methods*, 52(6):2604-2622.
- Hutto, J. R.; Vattoth, S. (2015). A practical review of the muscles of facial mimicry with special emphasis on the superficial musculoaponeurotic system. *AJR Am Journal Roentgenol*. 204(1):19-26.
- Rehm, J.; Shield, K. D. (2019). Global Burden of Disease and the Impact of Mental and Addictive Disorders. *Curr Psychiatry Rep*, 21(2):10.
- Roman, V. (2019). Introducción al Machine Learning: Una Guía Desde Cero. Disponible en: <https://medium.com/datos-y-ciencia/introduccion-al-machine-learning-una-gu%C3%ADa-desde-cero-b696a2ead359>.
- Rymarczyk, K.; Żurawski, Ł.; Jankowiak-Siuda, K.; Szatkowska, I. (2018) Neural Correlates of Facial Mimicry: Simultaneous Measurements of EMG and BOLD Responses during Perception of Dynamic Compared to Static Facial Expressions. *Front Psychol*, 9:52.
- von Arx, T.; Nakashima M. J.; Lozanoff, S. (2018), The Face - A Musculoskeletal Perspective - A literature review. *Swiss Dent Journal*, 128(9):678-688.
- World Health Organization (WHO). (2019). Transtornos Mentales. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>.

# MODIFICACIONES DIDÁCTICAS EN LA PANDEMIA COVID-19 Y SU INCIDENCIA EN EL DESGRANAMIENTO O ABANDONO EN INGENIERÍA CIVIL – ACTUACIÓN DOCENTE

---

**Mercado, Manuel Eduardo<sup>1,3</sup>; Munuce, Ana Cecilia<sup>1,3</sup>; Palazzi, María Luisa<sup>1,3</sup>; Toledo Mercado, Luciana<sup>2</sup>; Cáceres, Flavia<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Cátedra de Química General - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja.

<sup>2</sup>Departamento de Asesoramiento y Gestión Pedagógica y Departamento de Orientación Vocacional y Difusión de Carreras – UTN FR La Rioja

<sup>3</sup>Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) – UTN - FRLR

mmercadolr@gmail.com

## Resumen

La falta de profesionales técnicos, especialmente ingenieros, trae serios inconvenientes a la hora de pensar en el desarrollo del país. A la falta de interés de los jóvenes por acceder a la universidad, y en especial a estudios de ingeniería, se suma el hecho de que no hay retención efectiva de quienes acceden a esas carreras. La deserción y el desgranamiento que se observan en carreras de ingeniería dictadas por la Universidad Tecnológica Nacional, es observada también en otras Universidades de Argentina y de la región. En el año 2020, a muy pocos días de decretado el confinamiento por la pandemia del COVID-19, la Facultad Regional La Rioja, dispuso un cambio drástico en la manera de llevar adelante la tarea educativa. Se crearon aulas de videoconferencia y se migró a la virtualidad con la consecuente necesidad de la utilización de las TIC para el dictado de clases. Este cambio no planificado no tuvo en cuenta el grado de experticia de docentes y estudiantes en el uso de estas tecnologías y su aplicación en procesos de enseñanza y aprendizaje. Las modificaciones didácticas que se implementaron no fueron homogéneas y pudo repercutir en el rendimiento académico de los estudiantes. El presente trabajo pretende determinar la incidencia que esas modificaciones tuvieron en el abandono y desgranamiento estudiantil en 1° y 2° año de las carreras de Ingeniería Civil. Para el estudio se aplican encuestas a docentes de las materias básicas de Ingeniería Civil de la FR La Rioja de la UTN y a los estudiantes que cursaron esas asignaturas durante el año 2020 y 2021. Por otro lado, se relevaron los resultados obtenidos por los estudiantes en el cursado de esas asignaturas en igual periodo. En esta primera etapa, se analizan los resultados de las encuestas a docentes. Los resultados preliminares indican que hubo un mejoramiento del rendimiento académico, aun cuando las clases que se desarrollaron por videoconferencia no tuvieron una adaptación adecuada para el medio utilizado y siguieron desarrollándose tal como se hacía en la presencialidad. Lo más evidente en el estudio realizado es la falta de experticia e intencionalidad pedagógica en la utilización de otras tecnologías para la enseñanza. El proyecto, continua con encuestas a estudiantes y se espera que esto pueda constituirse en un recurso para formular propuestas didácticas innovadoras.

**Palabras clave:** Didáctica – Abandono - Desgranamiento.

## Introducción

La deserción y desgranamiento observada en las carreras de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) lo sufren también otras Universidades de nuestro país y otros países de la región (González Fiegehen, L. E. 2006). Mucho se ha estudiado sobre las causas (Moreno y Chiecher, 2019; García, 2014), y aun el problema persiste.

Las Ingenierías pertenecen a la rama de Ciencias Aplicadas y casi un 73% de los estudiantes, en Iberoamérica, cursan en universidades estatales (García de Fanelli, 2016). El Anuario de Estadística Universitaria 2012 (Departamento de Investigación y Estadísticas – SPU) indica que, entre 2002-2012, aumentó año a año la matriculación en las universidades. El Ministerio de Educación (2014), destaca que, entre los 20 y 24 años, la tasa bruta en educación superior en 2012 fue del 75,4%, pero incorporando estudiantes de 18 y 19 años, el porcentaje baja a 53,2%. Soria y Rosso (2016) lo atribuyen a que los egresados del nivel medio no ingresan inmediatamente al ciclo superior.

El desinterés de los jóvenes por acceder a la universidad y a estudios de ingeniería se agrava por la falta de retención efectiva de quienes acceden a esas carreras (García de Fanelli, 2015). Esto ocurre a pesar del aumento de cargos docentes universitarios en el periodo 2003-2013 (PROME I y II) con tutorías para acompañar a alumnos de los primeros años, atendiendo problemas de acceso, retención, seguimiento y calidad de la enseñanza en ciencias básicas (García de Fanelli, 2012). También el estado nacional otorga, desde 2009, becas PNBU (Programa Nacional de Becas Universitarias), y PNBB (Plan Nacional de Becas Bicentenario), para alumnos de carreras prioritarias como las ingenierías. También existe el subsidio de ANSES (Plan PROGRESAR) para jóvenes de 18 a 24 años que desean concluir sus estudios. Y aún, con el esfuerzo económico estatal, las carreras de ingeniería no han aumentado la tasa de egreso. Los datos publicados por CONFEDI (Consejo Federal de Decanos de Ingeniería) (Ministerio de Educación, 2014), muestran que entre 2003 y 2012, para todas las carreras de ingeniería, se ven valores bajos de la tasa de egreso en nuestro país y se mantienen.

Durante los años 2011 y 2012, se realizó en la Facultad Regional La Rioja (FRLR) un estudio del rendimiento académico de los estudiantes por cambios didácticos incorporando, como apoyo a la enseñanza, el Campus Virtual Global (CVG). El trabajo mostró una leve mejora en el rendimiento académico poniendo en evidencia la falta del dominio de los alumnos para trabajar utilizando el CVG (Mercado, M. E. et al, 2015).

En el año 2020, la pandemia del COVID-19, obligó a los sistemas educativos a migrar a la virtualidad. La UTN decidió migrar a otros sistemas de enseñanza que exigían el manejo de TIC tanto de estudiantes como de docentes. Las clases mediadas por videoconferencias, las instancias evaluativas y los prácticos de laboratorio mediante el uso de las TIC, produjo un cambio radical no planificado en los procesos de enseñanza y aprendizaje y, por la premura de reanudar las



clases, no tuvo un eje directriz que llevara a todos los actores a proceder de la misma manera.

Esta circunstancia primaria de caos, resulta valiosa para indagar la percepción acerca de las experiencias vividas y del proceso de adaptación a la nueva realidad por parte de docentes y estudiantes. El presente proyecto, pretende determinar la incidencia de las modificaciones didácticas por aplicación de las TIC, en el abandono y desgranamiento estudiantil en primer y segundo año de la carrera de Ingeniería Civil de la FRLR, durante la pandemia COVID-19. Se tomó como base lo actuado en 2019, las modificaciones efectuadas en el ciclo 2020 y lo sucedido en el abandono y el desgranamiento incluido el ciclo 2021. Se observa el efecto de la migración hacia las TIC en el proceso de enseñanza y aprendizaje, las estrategias de enseñanza utilizadas por los docentes y cuáles de ellas fueron las más aceptadas por los estudiantes. El estudio se encuentra aún en ejecución.

## **Materiales y Métodos**

La investigación tiene un diseño metodológico descriptivo, aplicando técnicas cuali-cuantitativas como encuestas y entrevistas a docentes y alumnos de las cohortes 2019 y 2020 de los dos primeros años de Ing. Civil. Se hizo también, un relevamiento de los guarismos de abandono y desgranamiento en la FRLR. Las variables a medir son la disponibilidad, acceso y dominio de las TIC utilizadas y el grado de satisfacción, entre estudiantes y docentes, de las estrategias de enseñanza utilizadas.

Se aplicó una encuesta que revela las TIC utilizadas en 2020 y años anteriores por los docentes; los cambios didácticos realizados y los medios e instrumentos utilizados en la virtualidad, su percepción sobre la utilidad de las TIC y su grado de satisfacción. La encuesta tiene preguntas de respuesta abierta o cerrada con dos o más opciones. Para ese periodo se realizó un relevamiento de los alumnos que concluyeron 2020 en condición de promocionado, regular o libre (datos obtenidos en Secretaría Académica).

Se realizó un análisis de las encuestas a docentes y la terminalidad en estudiantes del ciclo lectivo 2019 y 2020 para la FRLR. El proyecto incluye realizar una encuesta en alumnos que alcanzaron, o no, la regularidad y promocionaron, para conocer el dominio de las TIC utilizadas y medir el grado de satisfacción en las estrategias de enseñanza.

## **Resultados**

Se obtuvieron los datos en Secretaría Académica de cada asignatura en los años 2019 y 2020 comparando entre ambos ciclos lectivos los resultados en cuanto al rendimiento académico medido como porcentaje del total que terminó la cursada en condición de regular o promocionado.

En la Tabla 1, primer año cohorte 2019, se muestra que se inscribieron para cursar un total de 496 estudiantes en las ocho asignaturas del ciclo, de los cuales 312 quedaron libres en una o más asignaturas (37,1 % de Regulares o

Promocionados); en 2020 para 377 inscriptos hubo 185 libres, (50,9 % Regulares o Promocionados).

Para segundo año en la cohorte 2019 (Tabla 2), se inscribieron 227 estudiantes en las 7 asignaturas del ciclo, resultando 102 libres al término del ciclo lectivo, en una o más asignaturas, por lo que un 55,1% de estudiantes obtuvieron la condición de regulares o promocionados. En la cohorte 2020, para 229 inscriptos hubo 89 libres, por lo que los resultados fueron de un 61,2% de estudiantes en condición de regular o promocionado.

Asignaturas 1° AÑO	2019		2020	
	Insc.	Libres	Insc.	Libres
Análisis Matemático I	67	42	46	28
Álgebra y Geometría Analítica	65	45	51	30
Química General	70	47	59	19
Física I	71	48	49	28
Sistemas de Representación	54	33	43	15
Ingeniería Civil I	48	28	41	16
Fundamentos de Informática	74	46	51	36
Ingeniería y Sociedad	47	23	37	13
<b>Total</b>	<b>496</b>	<b>312</b>	<b>377</b>	<b>185</b>
<b>Promedio</b>	<b>62</b>	<b>39</b>	<b>47,125</b>	<b>23,125</b>
<b>% Regulares o promocionados</b>	<b>37,1</b>		<b>50,9</b>	

**Tabla 1:** Porcentaje de estudiantes de primer año en condición de Regular o Promocionado.

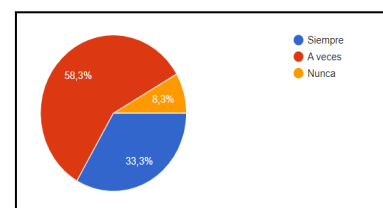
Asignaturas 2° AÑO	2019		2020	
	Insc.	Libres	Insc.	Libres
Análisis Matemático II	24	9	28	8
Estabilidad	29	15	35	12
Ingeniería Civil II	34	14	31	9
Tecnología de los Materiales	29	6	29	16
Física II	34	6	29	13
Probabilidad y Estadística	39	28	43	16
Inglés I	38	24	34	15
<b>Total</b>	<b>227</b>	<b>102</b>	<b>229</b>	<b>89</b>
<b>promedio</b>	<b>32,43</b>	<b>14,57</b>	<b>32,71</b>	<b>12,71</b>
<b>% Regulares o promocionados</b>	<b>55,1</b>		<b>61,1</b>	

**Tabla 2:** Porcentaje de estudiantes de segundo año en condición de Regular o Promocionado

De 24 docentes encuestados se muestran los resultados de interés, especialmente del uso pedagógico de las herramientas mencionadas. Se detallan a continuación, las preguntas seleccionadas, con el porcentaje de respuestas obtenidas y el correspondiente gráfico de distribución de esas respuestas:

**1- Anteriormente al contexto de pandemia ¿Empleaba las TIC en sus clases?**  
**SI** 66,7% -- **NO** 33,7%

**5- El internet se ha convertido en una herramienta que permite acceder a la información, desplazando a las bibliotecas como fuente primaria de consulta. ¿Enseña usted el uso adecuado de la tecnología, el manejo y la validación de la información que esta proporciona?**



**Siempre 33,3% -- A veces 8,3% -- Nunca 8,3%**

**7- Tiene conocimiento sobre las TIC que permiten la comunicación asincrónica con los estudiantes? (CVG, otros)**

**SI 91,7% -- NO 8,3%**

*¿Cuáles?*

El 100% de los que dijeron Si, respondió CVG o Moodle.

**8- ¿Tiene usted dominio sobre la implementación y aplicación de las TIC en la enseñanza?**

**SI 50% -- NO 50%**

*¿Cuáles?*

Zoom, google meet, whatsapp, moodle, Videos, formularios, genially, CVG, Padlet y Mindomo, redacción conjunta colaborativa en Google docs y Planillas de cálculo.

**11- ¿Emplea las TIC como estrategias de enseñanza?**

**SI 66,7% - NO 8,3% -- A veces 25%**

**13- Acerca del entorno virtual de UTN ¿Usted lo empleó durante el contexto de pandemia?**

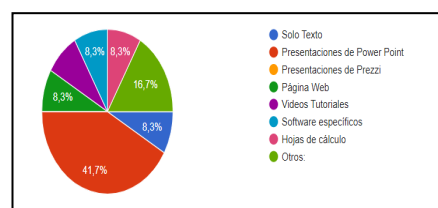
**SI 8,3% -- NO 66,7% -- A veces 25%**

*¿Por qué?*

- No tuve buena experiencia en su uso y utilidad. -No fue necesario. -No lo manejo bien, y es un poco complejo. -Con el zoom y casillas de mail fue suficiente. Muy posiblemente si la cuarentena se hubiera prolongado, hubiera usado la plataforma, ya que prepararía más y diferentes materiales (suponiendo que la salud ésta vez me acompañe). -Solo para el Seminario de ingreso, la materia está totalmente cargada en dicho entorno a disposición del alumno. -No lo considero útil para materias prácticas. -Use zoom.

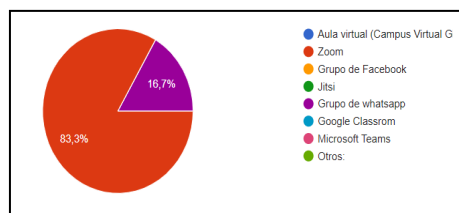
**14- ¿Qué formato de documento empleó para entregar información en sus clases durante el ciclo 2020?**

Solo Texto 8,3% -- Presentaciones de Power Point 41,7% -- Presentaciones de Prezzi 0% -- Página Web 8,3% -- Vídeos tutoriales 8,3% -- Software específico 8,3% -- Hojas de cálculo 41,7% -- Otros: 16,7%



**15- ¿Cuál fue la forma de comunicación sincrónica que tuvo con sus estudiantes?**

Aula virtual (CVG) 0% -- Zoom 83,3% -- Grupo de Facebook 0% -- Jitsi 0% -- Grupo de whatsapp 16,7% -- Google Classroom 0% -- Microsoft Teams 0% -- Otros: 0%



**16- La forma de comunicación con los estudiantes utilizada, ¿Le resultó útil y adecuada?**

**SI 100% -- NO 0%**

*¿Por qué?*

- Porque es lo más parecido a clases presenciales. -Muy accesible, en cierta manera. Los estudiantes no prendían las cámaras. No se sabía si estaban en la clase. Decían que no tenían internet y pedían que se grabe la clase. Creo que las videollamadas pueden ser un aporte fundamental para la enseñanza, pero no creo que sea mejor que lo presencial. Hace una semana hicimos una clase presencial y ellos pedían que ojalá se vuelva a la presencialidad. -Fue útil y adecuada en el contexto, pero no suficiente, los alumnos participan escasamente y no permite una evaluación continua de los resultados. -Porque es síncrona. - Porque nos daba más libertad de trabajar. -Refuerza y amplía lo dictado en clase. -WhatsApp es la plataforma que más usan los alumnos creando grupos. -Porque logro un contacto directo con los alumnos. -Logro comunicar a todos los alumnos con un simple mensaje de texto. -Se adaptaron rápidamente. -Porque permite a cualquier hora informar sobre las actividades, evaluaciones, material de apoyo, etc.

**17- ¿Utilizó el CVG de la UTN para sus clases?**

**SI 41,7% -- NO 58,3%**

*¿De qué manera?*

- En el seminario de ingreso. -En las evaluaciones principalmente. -No lo usé porque no me resulta práctico. -No lo usé porque no fue necesario. -Para colocar material de estudio, links, cuestionarios, foros de consultas. Para que entreguen las evaluaciones y prácticos. -Para las evaluaciones parciales, proveerles de documentos y apuntes de estudio, publicarles notas, recuperar trabajos prácticos. -No lo usé muy seguido.

**18- ¿Preparó material específico para el CVG?**

**SI 33,3% - NO 66,7%**

**20- Implementa estrategias de trabajo colaborativo en la enseñanza no presencial?**

**SI 41,7% -- NO 58,3%**

*¿Cuáles?*

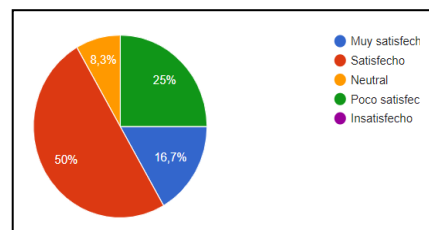
-Corrección entre pares. -Trabajos grupales. -Investigación de casos y resoluciones en conjunto. -Se les da trabajos para que realicen en grupos reducidos. -Debates o presentaciones por grupos. -Usando las herramientas mencionadas de manera colaborativa. -Google docs, por ejemplo, permite chequear la intervención de cada integrante del grupo y reconocer los aportes.

**21- ¿Considera necesario capacitaciones sobre el empleo TIC para el cuerpo docente?**

**SI 100% -- NO 0%**

**24- ¿Cuál es su grado de satisfacción con la modalidad de clases 100% virtuales en el contexto de pandemia?**

Muy Satisfecho 16,7% -- Satisfecho 50% --  
Neutral 8,3% -- Poco satisfecho 25% --  
Insatisfecho 0%



*¿Por qué?*

- Se pudo realizar el dictado y se comprobó avances en el aprendizaje de los estudiantes. -Buena respuesta de los alumnos. -Los estudiantes no prendían las cámaras. No se sabía si estaban en la clase. Las videollamadas pueden ser un aporte fundamental para la enseñanza, pero no creo que sea mejor que lo presencial. Ellos pedían volver a la presencialidad. – La virtualidad fue una solución, pero, hay mucho por hacer todavía para que sean más satisfactorias. - Se cumplió con el programa -No conseguí los resultados que esperaba. No alcancé mis expectativas respecto al nivel académico de los alumnos. -No veo las caras de los alumnos. -Prefiero la presencialidad. -La mayoría se pudo conectar con el tiempo. -Creo haber alcanzado a desarrollar los temas concernientes a la materia de manera satisfactoria a pesar de la virtualidad. nunca había tenido experiencia de dictar clases por Zoom. -Los alumnos se adaptaron rápidamente. -Fue difícil conseguir gran participación de alumnos. Tuve excesivo trabajo porque no estaban diseñadas las clases para el entorno virtual. Muchas clases se dictaron de manera académica expositiva. Los alumnos no encendían sus cámaras. Hubo problemas de conectividad. La evaluación fue compleja.

## Discusión y Conclusiones

En rendimiento académico en el año 2020 fue superior al 2019 tanto en primero como en segundo año del cursado de la carrera. El impacto es mayor en primer año con un aumento de casi un 14%, mientras que en segundo año es del 6%.

Dos terceras partes de los docentes indican que usan o usaron TIC como estrategia de enseñanza antes de la pandemia. Un tercio enseña a los estudiantes el uso de las herramientas, entendiendo que el resto supone que los alumnos conocen y/o dominan su uso. Un 50% de los docentes dicen dominar el uso y aplicación de TIC en la enseñanza. En la pandemia la Facultad ofreció un aula de zoom para cada docente y éstos eligieron las aplicaciones que dominaban para su uso. Se hizo un breve tutorial o instructivo para el uso operativo del aula, pero no para su uso pedagógico. La mitad de los docentes refiere estar satisfecho con el uso del zoom y una cuarta parte se declara poco satisfecho.

En 2017 y 2018 se impartieron talleres para el uso del CVG con muy baja asistencia. Casi un 92% de los consultados respondió conocer formas asincrónicas de comunicación y de ellos el 100% hizo referencia al CVG. Sin embargo, dos tercios de los docentes no lo usaron y una cuarta parte lo hizo en algunas ocasiones. Sólo dos docentes refirieron su uso permanente. Un tercio de los docentes que usan el CVG preparó material específico para enseñanza a distancia y menos de la mitad lo usó como herramienta de trabajo colaborativo. El resto solamente lo utilizó como repositorio de material de estudio. Nuevamente se observa la falta de intención pedagógica en el uso del CVG.

El 100% de los docentes expresaron la necesidad de capacitaciones para uso de las TIC. Las clases durante la pandemia se desarrollaron tal como se hacían en la presencialidad pero mediante la plataforma zoom. No hubo cambios significativos en la intencionalidad pedagógica en el desarrollo de las clases. La premura en el cambio de modalidad se reflejó solamente en el cambio de medio para llegar al alumno de manera similar a lo que se venía haciendo y no hubo una migración efectiva hacia la educación a distancia.

En principio, por los resultados, se puede pensar que el proceso de enseñanza mediante el uso de TIC pudiera haber incidido positivamente; sin embargo, ese aumento podría tener otras causas que deberán analizarse con las respuestas a la encuesta específica para los estudiantes. También deberán tenerse en cuenta las flexibilizaciones que hubo lugar, en la forma y tiempos en que se realizó la evaluación de los conocimientos.

También se deberán sumar los datos de las encuestas que se están realizando a los estudiantes, para cotejar sus respuestas con las de los docentes y sacar conclusiones acerca del grado de satisfacción en su utilización. Se espera que, detectados las fortalezas y debilidades del uso de las TIC, especialmente el CVG, y su incidencia en la retención estudiantil, esto pueda constituirse en un recurso invaluable para formular propuestas didácticas innovadoras.

## Referencias

- González Fiegehen, L. E. (2006) Repitencia y deserción en América Latina 2006-19, Centro Interuniversitario de Desarrollo CINDA. ED Harvard Educational Planning
- Mercado M. E. et al (2015) Modificaciones didácticas en Química General mediada por el Campus Virtual Global en III Jornadas Provinciales de Vinculación y Transferencia Científica y Tecnológica - Subsecretaría de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología de la Provincia de La Rioja.
- Chiecher et al (2011) Abandonadores de carreras de ingeniería. Motivos de abandono de los estudios y definición de nuevas metas. Disponible en: [https://www.ing.unrc.edu.ar/laboratorios/mig\\_rio4/archivos/10\\_documento-final.pdf](https://www.ing.unrc.edu.ar/laboratorios/mig_rio4/archivos/10_documento-final.pdf) - (consultado el 01 de junio de 2020)
- García, AM (2014), "Rendimiento académico y abandono universitario: Modelos, resultados y alcances de la producción académica en la Argentina". Revista Argentina de Educación Superior. Año 6, Número 8. Disponible en: [https://scholar.google.com.ar/scholar?q=Rendimiento+acad%C3%A9mico+y+abandono+universitario:+Modelos,+resultados+y+alcances+de+la+producci%C3%B3n+acad%C3%A9mica+en+la+Argentina&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholart](https://scholar.google.com.ar/scholar?q=Rendimiento+acad%C3%A9mico+y+abandono+universitario:+Modelos,+resultados+y+alcances+de+la+producci%C3%B3n+acad%C3%A9mica+en+la+Argentina&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart) – (Consultado el 04 de junio de 2020)
- García, A. y Adrogué de Deane, C. (2015). Abandono de los estudios universitarios: dimensión, factores asociados y desafíos para la política pública. Revista Fuentes, 16, Junio, pp. 85-106. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/280556436\\_Abandono\\_de\\_los\\_estudios\\_universitarios\\_dimension\\_factores\\_asociados\\_y\\_desafios\\_para\\_la\\_politica\\_publica](https://www.researchgate.net/publication/280556436_Abandono_de_los_estudios_universitarios_dimension_factores_asociados_y_desafios_para_la_politica_publica) - (Consultado el 04 de junio de 2020)
- García de Fanelli, A. (2015), "La cuestión de la graduación en las universidades nacionales de la Argentina: Indicadores y políticas públicas a comienzos del siglo XXI", en Revista Propuesta Educativa, Año 24, Número 43 - Vol., pp. 17-31. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/280255169\\_La\\_cuestion\\_de\\_la\\_graduacion\\_en\\_las\\_universidades\\_nacionales\\_de\\_la\\_Argentina\\_Indicadores\\_y\\_politicas\\_publicas\\_a\\_comienzos\\_del\\_siglo\\_XXI](https://www.researchgate.net/publication/280255169_La_cuestion_de_la_graduacion_en_las_universidades_nacionales_de_la_Argentina_Indicadores_y_politicas_publicas_a_comienzos_del_siglo_XXI)- (Consultado el 10 de junio de 2020)
- García de Fanelli, A. (2016) Educación Superior en Iberoamérica Informe 2016 – Informe Nacional: Argentina, disponible en: [https://cinda.cl/wp-content/uploads/2019/01/educacion-superior-en-iberoamerica\\_informe-2016-informe-nacional-argentina.pdf](https://cinda.cl/wp-content/uploads/2019/01/educacion-superior-en-iberoamerica_informe-2016-informe-nacional-argentina.pdf) - (consultado el 10 de junio de 2020).
- Soria, M y Rosso, M. (2016) Estudio del desgranamiento temprano en las carreras de ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Villa María, disponible en: <http://www.ingenieria.unlz.edu.ar/ingenieria/wp-content/uploads/2016/09/Art%C3%ADculo-RllyM-Soria-Rosso.pdf> – (consultado el 02 de junio de 2020).

# REVISIÓN Y ANÁLISIS DEL FENÓMENO FOTOELÉCTRICO ASOCIADO A LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

---

**Sarroca, Esteban** <sup>(1-2)</sup> – **Camargo, Federico** <sup>(1-2-3)</sup> – **Argañaraz, Félix** <sup>(1-2)</sup> - **Rossomando, Francisco** <sup>(3)</sup> – **Gandolfo, Daniel** <sup>(3)</sup> – **Cabana, José** <sup>(1-2)</sup> – **Karam, Claudio** <sup>(1-2)</sup> – **Sosa, Gonzalo** <sup>(1-2)</sup> – **Vergara, Martín** <sup>(1-2)</sup> – **Lafit, Julio** <sup>(1-2)</sup> – **Alaniz, Ignacio** <sup>(1-2)</sup>

(1) GATYER - FRLR - UTN

(2) Departamento de Electromecánica, FRLR - UTN

(3) Energías Alternativas, Departamento de Automática, CONICET-INAUT-UNSJ  
E-mail: esarroca@gmail.com

**Resumen:** En el presente trabajo se presenta el estado del arte sobre el fenómeno fotoeléctrico, aplicado a los paneles solares fotovoltaicos. La importancia de los paneles solares fotovoltaicos es que producen energía sin emisiones y también la amplia disponibilidad de energía del sol. Se busca realizar un análisis que permitan la instalación de los paneles solares fotovoltaicos en generación distribuida y microrredes con la incorporación del prosumidor. Se busca mostrar que la aplicación de estas tecnologías todavía es motivo de discusión en el estado del arte, lo cual justifica la investigación del tema y su originalidad. Esta línea de investigación busca definir en el presente y futuros trabajos, criterios y factores influyentes, a mediano y largo plazo, en la sustentabilidad energética, ambiental y económica del sistema energético, con la intención de incorporarlos en ámbitos de investigación y enseñanza pertinentes, propiciando su análisis y discusión.

**Palabras Claves:** Fotovoltaicos, Fotoeléctrico, Sistemas.



## Introducción

Se define la energía como: “Capacidad para causar cambios”, sabemos que hay diferentes formas de energía, una de ellas es la energía que transporta la radiación electromagnética: “La energía que transporta la radiación electromagnética viaja en forma de ondas incluso a través del espacio vacío”. La energía electromagnética es de grado elevado, pero su conversión directa en electricidad, por medio de dispositivos fotovoltaicos o foto electroquímicos, apenas si se ha podido llevar a cabo en un 30%” (Iwan et. al, 2021; Reisi et al., 2013). Esta forma de energía (abundante y gratuita) llega a la tierra desde el sol donde hay reacciones de fusión, los átomos de hidrógeno producen helio y una cantidad de energía radiante que viaja en el espacio hasta llegar a la superficie de la tierra. Aunque debe investigarse cómo mejorar la eficiencia energética de los dispositivos contribuyendo al ahorro de energía de la sociedad e industrias. El artículo se estructura como se detalla a continuación. En la Sección 2 se presenta el estado del arte: descripción del modelo de bandas de energía (sección 2.1) y la descripción del funcionamiento de la célula solar (Sección 2.2). En la Sección 3 se resumen los principales aspectos analizados y se presentan conclusiones, observando las futuras aplicaciones.

## Estado del arte

### Modelo de bandas de energía

Las fuerzas de repulsión y atracción entre átomos encontrarán su equilibrio cuando los átomos están separados por la distancia interatómica típica del cristal en cuestión. La distancia real entre los átomos en un cristal será tal que la energía de un cuerpo sólido será mínima; en un cuerpo sólido, el número de átomos es tan grande que los niveles de energía forman bandas continuas de energía. Los electrones asociados con los átomos del sólido llenan estas bandas en orden ascendente, y la banda completamente ocupada con mayor energía se llama banda de valencia (electrones unidos a los átomos). La siguiente zona, parcialmente ocupada o vacía, se llama banda de conducción (los electrones se desprenden de los átomos). En un conductor la  $E_g$  es muy baja y los electrones circulan fácilmente por la banda de conducción. En un aislante se necesita una cantidad de energía muy alta para que los electrones puedan acceder a la banda de conducción dado que la  $E_g$  es muy alta ( $E_g > 5 \text{ eV}$ ). Sin embargo, en un semiconductor la  $E_g$  es baja ( $E_g < 5 \text{ eV}$ ), de forma que los electrones pueden “saltar” a la banda de conducción con un aporte energético. Por ejemplo, para el silicio  $E_g = 1,12 \text{ eV}$ . Dado el uso predominante de este material en la industria solar, en adelante nos referiremos a este semiconductor de forma preferente. Si esta energía en forma de fotones incide sobre el silicio; que se caracterizan por tener la banda de conducción y la banda de valencia separada por una  $E_g$  de niveles no permitidos menor; permitirá la migración de electrones produciendo la generación y movimientos de huecos (Iwan et. al, 2021; Reisi et al., 2013). El silicio como semiconductor tiene una concentración intrínseca de electrones libres (o huecos), debido al incremento de la concentración intrínseca la resistencia de los semiconductores disminuye de los conductores. A) Cuando un semiconductor se ilumina con fotones de energía mayor que la energía de su

gap su conductividad se incrementa debido al aumento de electrones que llegan a la banda de conducción gracias a la energía que obtienen de los fotones. B) Para explicar los fenómenos ligados a la conducción eléctrica de los semiconductores es necesario recurrir a la existencia de partículas positivas (huecos) y negativas (electrones).

A cualquier temperatura por encima del cero absoluto, algunos enlaces se rompen debido a la vibración térmica de los átomos de la red, creando electrones libres en el sólido. Un electrón que ha adquirido esta energía y permanece libre realiza una transición de la banda de valencia a la banda de conducción. En la banda de conducción, los electrones libres pueden adquirir movimiento bajo la acción de un campo externo. Pero los electrones unidos de la banda de valencia también podrán moverse, ya que existen estados libres (enlaces covalentes con vacancia debido a un electrón que ha migrado a la banda de conducción). Cuando un electrón de la banda de valencia ocupa está vacante en un enlace adyacente, a su vez deja otra vacante con la correspondiente carga positiva. Por esta razón, la corriente de electrones en la banda de valencia está representada por la corriente de huecos. Sin embargo, la densidad de huecos y electrones es la misma. Dado que el objetivo es preservar la existencia de una corriente eléctrica y utilizarla desde el exterior, es necesario evitar la recombinación, para lo cual es necesario dirigir el movimiento de electrones y huecos mediante un campo eléctrico.

La unión pn: si los semiconductores están dopados, se introducen impurezas en el cristal de forma controlada: átomos de fósforo (símbolo P en la tabla periódica). Los átomos de fósforo tienen cinco electrones de valencia (uno más que el silicio). Si un cristal de silicio está dopado con átomos de fósforo, el quinto electrón no queda bien integrado en la red y por tanto la ruptura de este enlace se produce con un aporte energético menor que el ancho de la banda prohibida del semiconductor intrínseco. Este quinto electrón permanece libre en la banda de conducción, pero la carga positiva asociada (ion P<sup>+</sup>) permanece unida a la red cristalina sin poder contribuir a la conducción eléctrica. Los átomos de boro tienen tres electrones de valencia (uno menos que el silicio). Cuando un cristal de silicio se contamina con átomos de boro, se crea una brecha en los enlaces que lo rodean (hueco). El hueco queda libre para contribuir a la corriente eléctrica pero la carga negativa (ion B<sup>-</sup>) permanece ligada a la red cristalina. En este caso, la densidad de huecos es superior a la de electrones y a este semiconductor se le clasifica como tipo p (Figura 2).

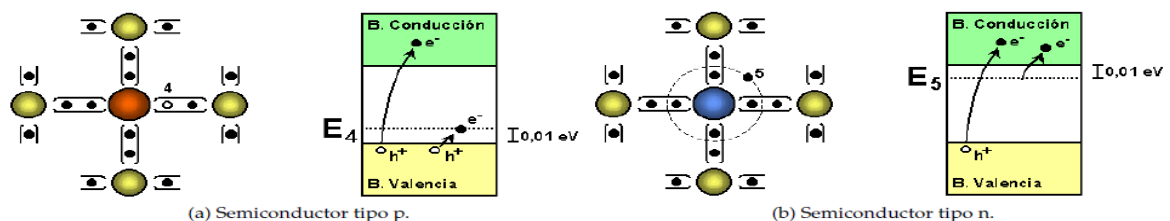


Figura 1: Semiconductores dopados.

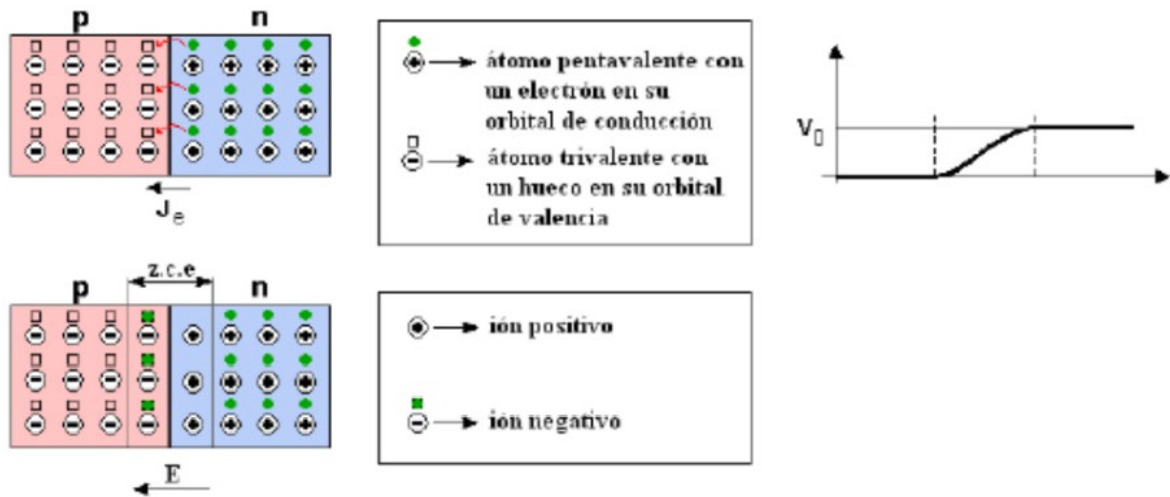


Figura 2: Unión p-n.

Ahora el portador mayoritario es el hueco. Supongamos ahora la existencia de dos semiconductores, uno tipo p y otro tipo n. Al unirlos físicamente se produce un desequilibrio dada la diferente concentración de electrones y huecos en cada cristal. Para alcanzar el equilibrio se produce la difusión de portadores mayoritarios, de forma que aparece un movimiento de huecos desde el cristal p al n, quedando aquel cargado negativamente. Simultáneamente existe un movimiento de electrones desde el cristal n al p, quedando aquel cargado positivamente. Si los huecos y electrones no tuvieran carga, este proceso de difusión continuaría hasta alcanzar una concentración uniforme en todo el volumen. Pero la carga de los portadores de los iones que permanecen ligados a la red impide que el proceso de difusión se desarrolle totalmente. Los iones cargados son el origen de un campo eléctrico orientado desde el semiconductor n (cargado positivamente) hacia el semiconductor p (cargado negativamente). Este campo arrastra a los electrones del cristal p hacia el n, y expulsa a los huecos desde el cristal n hacia el p. La dirección de este proceso de arrastre es precisamente la contraria al proceso de difusión. El equilibrio se alcanza cuando los movimientos de difusión y de arrastre se compensan.

En el equilibrio, los portadores minoritarios (huecos en n y electrones en p) que atraviesan la unión se recombinan y forman enlaces en la zona cercana a la unión, denominada zona de carga de espacio, la cual queda despoblada de portadores y habitada sólo por iones cargados ligados a la red que generan un campo eléctrico de arrastre en la unión. Este campo eléctrico supone la existencia de una barrera de potencial que recibe el nombre de potencial termodinámico y que impide el paso de los portadores mayoritarios de uno a otro cristal. Así, una vez alcanzado el equilibrio en una unión p-n, la corriente eléctrica es nuevamente nula. Para conseguir la circulación de corriente a través de esta unión p-n es necesario romper el equilibrio alcanzado y reducir el valor del potencial termodinámico.

Si se polariza la unión p-n y aplica una diferencia de potencial entre los extremos del cristal de forma que el lado p adquiera una tensión positiva respecto al lado n, diremos que la unión p-n está polarizada en directa. En estas condiciones se reduce la barrera de potencial y, en consecuencia el valor del campo eléctrico de la zona de unión. Por ello, la corriente de arrastre disminuye y no puede

compensar la corriente de difusión. El equilibrio ya no existe y aparece un flujo neto de corriente. Los huecos (electrones) del lado p (n) pueden ahora atravesar la zona de carga de espacio y son inyectados en la zona n (p), donde son portadores minoritarios. Aquí, aparecerá un exceso de huecos respecto del equilibrio y por tanto se originará un proceso de difusión y recombinación. Así, aparecen dos corrientes en sentidos contrarios pero, dado que se trata de partículas de diferente signo, las dos corrientes no se anulan entre sí y dan origen a una corriente total aprovechable.

El criterio convencional en electricidad toma como sentido de la corriente el debido a las cargas positivas, y por tanto la corriente entra en la unión por la zona p y sale por la zona n. Si la diferencia de potencial aplicada consigue que la zona p esté a menor tensión que la zona n, la unión queda polarizada en inversa. En estas condiciones la barrera de potencial en la unión queda reforzada y el paso de portadores de una a otra zona queda aún más debilitado. Así, la corriente que atraviesa la unión en polarización inversa es de muy bajo valor. El dispositivo electrónico basado en una unión p-n se denomina diodo. La zona p del diodo es el ánodo y la zona n es el cátodo. La característica tensión-corriente de este dispositivo queda recogida en la ecuación de Shockley (Ec. (1)) y representada en la Fig (2):

$$I_D = I_0 \cdot [\exp(V_m \cdot VT) - 1] \quad I_D = I_0 \cdot [\exp(V_m \cdot VT) - 1] \quad (1)$$

Donde  $I_0$  es la corriente de saturación en oscuridad del diodo,  $V$  la tensión aplicada al diodo (considerada positiva cuando el valor en el ánodo es superior al del cátodo) y  $m$  el factor de idealidad del diodo. Este factor puede tomar valores entre 1 y 2, y se emplea para ajustar la Ec. (1) al funcionamiento real del diodo.

Para una temperatura ambiente de 300 K,  $VT = kT/e = 25,85 \text{ mV}$ , conocido como potencial térmico, donde  $k$  es la constante de Boltzmann,  $T$  la temperatura del diodo (en grados Kelvin), y  $e$  es la carga del electrón. Como se observa en la figura, cuando la polarización del diodo es directa, la corriente que circula por él crece de forma exponencial, pero permanece cercana a cero ( $I_0$ ) cuando la polarización es inversa.

La Unión P-N Iluminada: El efecto fotoeléctrico es la base para el funcionamiento de las células solares, dispositivos basados en la unión p-n descrita anteriormente, cuyos electrones se mueven hacia la banda de conducción debido al aporte de energía de los fotones incidentes. Sin embargo, la presencia de una tensión entre los terminales de conexión (por ejemplo, la diferencia de potencial en una resistencia alimentada por el dispositivo) reduce la barrera de potencial de la unión y, en consecuencia, favorece los procesos de recombinación que, como se describió anteriormente, forman la corriente del diodo, ahora llamada la corriente oscura. En consecuencia, en una unión pn iluminada coexisten dos corrientes con direcciones opuestas y orígenes diferentes. La corriente oscura o corriente de diodo fluye desde la región p a la región n debido a la recombinación de portadoras favorecida por el voltaje en el circuito externo (Fig. 3).

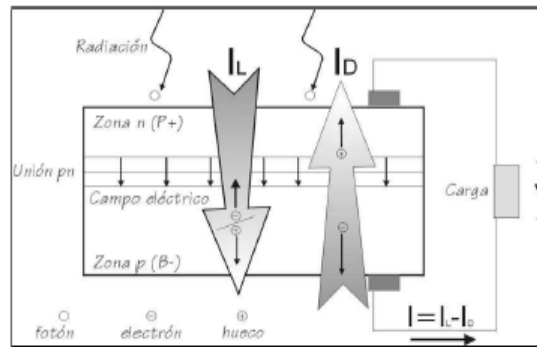


Figura 3: Corriente de iluminación y corriente de diodo en una célula solar y carga.

La corriente total se expresa mediante  $I = I_L - I_0 \cdot [\exp(V_m \cdot VT) - 1]$   
 $I = I_L - I_0 \cdot [\exp(V_m \cdot VT) - 1]$ . Se emplea  $I_L$  para designar a la fotocorriente y, dado que el aprovechamiento de la célula solar consiste en extraer esta corriente al exterior, se ha utilizado el signo negativo para la corriente de diodo. El fenómeno de generación de portadores debido al efecto fotoeléctrico depende de la frecuencia de los fotones incidentes. Si el fotón incidente es poco energético respecto a las características de la unión p-n ( $E_f < E_g$ ), no interactúa con el semiconductor y lo atraviesa como si fuese transparente. Los fotones más energéticos (aquellos con baja longitud de onda y alta frecuencia) provoca la rotura de un enlace en la superficie del semiconductor. El par electrón-hueco producido se encuentra lejos del campo eléctrico de la unión, de forma que éste no podrá ejercer sobre ellos la fuerza adecuada para evitar que se recombinan antes de salir del semiconductor al circuito exterior. De forma intuitiva se comprende que la unión p-n podrá aprovechar adecuadamente aquellos fotones suficientemente energéticos para provocar la rotura de un enlace, pero no tanto como para que esta interacción se realice demasiado lejos de la unión. Para el silicio son aprovechables los fotones en el espectro visible ( $400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$ ) y ultravioleta cercano ( $300 \text{ nm} < \lambda < 400 \text{ nm}$ ). Sin embargo, los fotones que pertenecen al infrarrojo ( $\lambda > 1100 \text{ nm}$ ) no consiguen romper enlaces y los del ultravioleta son demasiado energéticos (Fig. (3)).

Los fotones con  $E_f < E_g$  atraviesan el cristal sin ser absorbidos y son cuantificados mediante las pérdidas de no absorción. Debido a la anchura finita del semiconductor y su coeficiente de absorción, parte de los fotones con  $E_f > E_g$  no son absorbidos y constituyen las pérdidas de transmisión. Aquellos que son absorbidos pero se recombinan dentro del dispositivo componen las pérdidas por recombinación. Para reducir las pérdidas de reflexión (provocada por la diferencia entre los índices de refracción del aire y el dispositivo) se recurre a capas que adaptan los dos índices de refracción y al texturizado de la superficie para conseguir que el rayo de luz reflejado vuelva a introducirse en el material. Suponiendo conocido el número de fotones incidentes por unidad de área para cada energía,  $S(E)$ , y el área del dispositivo, A, la Ec. (2) expresa que el dispositivo no podrá aprovechar íntegramente el flujo fotónico incidente.

$$I_L < e \cdot A \cdot Z \int_0^\infty EG S(E) dE \quad I_L < e \cdot A \cdot Z \int_0^\infty EG S(E) dE \quad (2)$$

### Funcionamiento de una célula solar

Si la tensión aplicada es nula (célula cortocircuitada), la corriente se debe exclusivamente a la fotocorriente, la cual permanece casi constante hasta las cercanías del valor de tensión en el que el diodo comienza a conducir (Iwan et al., 2021; Reisi et al., 2013). Esta disminuye abruptamente hasta cero (célula en circuito abierto) en el punto donde la fotocorriente y la corriente de oscuridad quedan compensadas. Los dos puntos extremos de cortocircuito y circuito abierto quedan definidos con dos parámetros, la corriente de cortocircuito,  $I_{sc}$ , y la tensión de circuito abierto,  $V_{oc}$ . La corriente de cortocircuito es fácilmente calculable a partir de la Ec. (3) sin más que imponer  $V = 0$ :

$$I_{sc} = I(V = 0) = I_L \quad I_{sc} = I(V = 0) = I_L \quad (3)$$

Mientras que la tensión de circuito abierto se deduce con la condición  $I = 0$ :

$$V_{oc} = V(I = 0) = m \cdot k \cdot T_c / e \cdot \ln (I_L / I_0 + 1) \quad (4)$$

Estos dos parámetros suelen estar disponibles en la información asociada a una célula. Será conveniente reescribir la Ec. (1) para incluirlos y obtener la Ec. (5):

$$I = I_{sc} \cdot [1 - \exp (e \cdot (V_{oc} - V) / m \cdot k \cdot T_c)] \quad (5)$$

Superpuesta a la curva corriente-tensión incluye la relación entre la potencia y la tensión. Es evidente la presencia de un máximo que adquiere el nombre de punto de máxima potencia (MPP). La localización de este punto viene definida por la condición  $dP/dV = 0$ . La potencia entregada por la célula en este punto será la considerada como potencia nominal,  $P_{mpp} = I_{mpp} \cdot V_{mpp}$ . Las unidades de esta potencia son vatios pico ( $W_p$ ), reflejando la idea de potencia máxima alcanzable. Dado que la célula funciona en corriente continua, su potencia es  $P = V \cdot I$  y por tanto:

$$d(I \cdot V) / dV = V \cdot dI / dV + I \cdot dV / dV \Rightarrow dP = V \cdot dI + I \cdot dV \quad (6)$$

Antes de este punto,  $dP/dV > 0$  o, de forma equivalente,  $dI/dV > -I/V$ . Entre este punto y el circuito abierto  $dP/dV < 0$  o, de forma equivalente,  $dI/dV < -I/V$ .

En el punto de  $P_{max}$  se cumplirá la Ec. (7). Donde  $P_L$  representa la potencia luminosa que incide en la célula y este valor de eficiencia se corresponde al caso en el que el acoplamiento entre la carga y la célula permite a ésta trabajar en el punto de máxima potencia. Las células industriales de silicio suelen ofrecer eficiencias comprendidas entre el 13 % y el 17 %.

$$dI/dV = -I_{mpp} / V_{mpp} \quad (7)$$

El área encerrada por el rectángulo definido por el producto  $I_{mpp} \cdot V_{mpp}$  es inferior a la representada por el producto  $I_{sc} \cdot V_{oc}$ . La relación entre estas dos superficies se cuantifica con el factor de forma:

$$FF = I_{mpp} \cdot V_{mpp} / I_{sc} \cdot V_{oc} \quad (8)$$

El factor de forma es tanto más cercano a la unidad cuánto más acentuado sea el codo localizado en el punto de máxima potencia. Su valor, normalmente comprendido entre 0,7 y 0,8, varía poco de unas células a otras. Conociendo los valores de  $I_{sc}$  y  $V_{oc}$  es posible calcular la potencia en el punto de máxima potencia, dado que  $P_{mpp} = FF \cdot I_{sc} \cdot V_{oc}$ . Por otra parte, la calidad de una célula se puede cuantificar con la eficiencia de conversión como:  $\eta = I_{mpp} \cdot V_{mpp} / PL$ .

## Análisis y Conclusiones

Se presentaron los distintos aspectos asociados al funcionamiento de los paneles solares fotovoltaicos que permita la instalación de los paneles solares fotovoltaicos en generación distribuida y microrredes con la incorporación del prosumidor. La aplicación de estas tecnologías todavía es motivo de discusión en el estado del arte, lo cual justifica la investigación del tema y su originalidad. El efecto fotovoltaico en paneles solares se genera gracias al silicio del cual se componen las células fotovoltaicas. Este material semiconductor recibe la radiación solar que es absorbida por cada célula, provocando el salto de electrones de una capa a otra y generando la corriente eléctrica. El efecto fotoeléctrico es la base de la producción de energía solar fotovoltaica y, además de la generación solar fotovoltaica, este principio se utiliza también para la fabricación de células utilizadas en los detectores de llama de las calderas de las grandes centrales termoeléctricas, así como para los sensores utilizados en las cámaras digitales. La teoría de Einstein no sólo proporcionaba explicaciones a los problemas planteados por el efecto fotoeléctrico; también daba formas de ser comprobada experimentalmente. Su teoría implicaba que había una correlación entre la frecuencia de la luz y la energía dada a los electrones. La mejora en los paneles solares requiere de mejoras en los materiales y de diseño que permitan hacer más eficiente el aprovechamiento de la luz solar, lo cual puede ser mejorado en futuras investigaciones mediante la implementación de las tecnologías actuales y nuevas, mejorando la sustentabilidad energética, económica y ambiental (Camargo, 2021a, 2022b, 2022c, 2023d; Camargo et al. 2014; Camargo et al. 2018; Camargo et al. 2023).

## Referencias

- Iwan, A., Pellowski, W., & Bogdanowicz, K. A. (2021). Conversion of Radiophotoluminescence irradiation into Electricity in Photovoltaic Cells. A review of theoretical considerations and practical solutions. *Energies*, 14(19), 6186. <https://doi.org/10.3390/en14196186>
- Reisi, A. R., Moradi, M. H., & Jamasb, S. (2013). Classification and comparison of maximum power point tracking techniques for photovoltaic system: A review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 19, 433-443. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.052>
- Camargo, F. G. (2021a). Survey and calculation of the energy potential and solar, wind and biomass EROI: application to a case study in Argentina. *DYNA*, 88(219), 50-58.
- Camargo, F. G. (2022b). Dynamic Modeling Of The Energy Returned On Invested. *DYNA*, 89(221), 50-59.
- Camargo, F. G. (2022c). Fuzzy multi-objective optimization of the energy transition towards renewable energies with a mixed methodology. *Production*, 32, e20210132.
- Camargo, F. G. (2023d). A hybrid novel method to economically evaluate the carbon dioxide emissions in the productive chain of Argentina. *Production*, 33, e20220053. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20220053>
- Camargo, F., Casanova, C., Perez, E., & Schweickardt, G. (2019). METODOLOGÍA REGULATORIA PARA PROPICIAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DESDE EL LADO DE LA OFERTA CON PENETRACIÓN DE FUENTES PRIMARIAS DE ENERGÍAS RENOVABLES. *Revista De La Escuela De Perfeccionamiento En Investigación Operativa*, 27(45), 5–24. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/24350>
- Camargo, F. G., Sarroca, E., Faure, O., Argañaraz, F. D., Cabana, J. A., Karam, C., Sosa, G., Romero, Y. R., Calbo, V., & Perez, E. A. (2023). Discusión de la teoría económica y su aplicación en modelos multidisciplinarios energéticos: Parte 1: Introducción a los métodos de decisión difusos. *Revista De La Escuela De Perfeccionamiento En Investigación Operativa*, 31(53). Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/41269>
- Camargo, F. G., & Schweickardt, G. A. (2014). Estimación de la tasa de retorno energético: Análisis comparativo de las metodologías disponibles en la actualidad. *Maskana*, 5, 65-73.
- Camargo, F. G., Schweickardt, G. A., & Casanova, C. A. (2018). Maps of Intrinsic Cost (IC) in reliability problems of medium voltage power distribution systems through a Fuzzy multi-objective model. *Dyna*, 85(204), 334-343.



## MODULO HABITACIONAL FLEXIBLE SUSTENTABLE

---

**Nieto, Diana<sup>(1,2)</sup> - Roiz, Haydee<sup>(1)</sup> – Baldo, M. Cecilia<sup>(2)</sup> - Parco Parisi, Enzo<sup>(1,2)</sup> - Vega Díaz, Martina<sup>(1)</sup> - Rodríguez, Gabriel<sup>(1)</sup> - Mercado Daniela<sup>(1)</sup> - Mercado Tanquía, Julieta<sup>(1)</sup> - Quintero, Enzo<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Dpto. Ingeniería Civil, UTN-FRLR

<sup>(2)</sup> Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA) UTN-FRLR  
dianaenieto1@gmail.com

**Resumen:** El presente trabajo forma parte de un proyecto de investigación en ejecución sobre bioarquitectura con un equipo interdisciplinario integrado por docentes y estudiantes de los Departamentos de Ingeniería Civil, Electrónica y Electromecánica, pertenecientes a la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Rioja. El mismo está centrado en la investigación y aplicación de nuevos sistemas constructivos aplicables a espacios habitables tomando como referencia bibliografías referidas al tema y ejemplos a nivel mundial. De las investigaciones realizadas en el medio local, se adopta para el sistema estructural, elementos para columnas y vigas, fabricados con plásticos reciclados por una empresa localizada en el parque industrial de la capital de La Rioja. A través de un Convenio firmado con la Facultad Regional La Rioja, dicha empresa facilitó muestras del producto, que fueron sometidas a diferentes ensayos (tracción, compresión,) con resultados que cumplen con las normativas correspondientes y permitiendo definir el destino estructural de dichos elementos en la célula habitacional. Se definió el diseño arquitectónico de la célula habitacional, teniendo como premisas el diseño arquitectónico de manera sostenible, buscando optimizar recursos disponibles en el medio y un sistema constructivo de tal modo que minimicen el impacto ambiental.

**Palabras Clave:** Bioarquitectura, diseño, módulo habitacional

## Introducción

La bioarquitectura es una forma de proyectar construcciones, basada en principios naturales, utiliza materiales locales disponibles en el ecosistema donde se construyen e incorpora nuevas tecnologías que optimizan los recursos de forma sustentable, minimizando el impacto ambiental. El diseño bioclimático, brinda la posibilidad de concebir bio-arquitectura, en conjunción con un diseño sistémico que incorpora variables del entorno, ya sea de un ambiente rural-natural, como así también de enclaves urbanos diversos.

En consideración con lo antes mencionado, la propuesta de diseño arquitectónico adopta pautas que resuelven superficies para el desarrollo de diversas funciones (trabajo, aseo, alimentación), espacios abiertos y bien ventilados en respuesta al factor clima, el uso eficiente de la energía, el tratamiento de las aguas grises, la incorporación de elementos naturales y la producción de algunos alimentos en una huerta.

## Materiales y Métodos

### Diseño

El espacio habitable sustentable flexible (CELULA) fue pensado para dar respuesta a las necesidades, que surgen en función de las diversas actividades a desarrollar en el contexto académico donde se implantara la misma.

El sitio de emplazamiento, fue cedido por la Facultad Regional de La Rioja mediante Resolución del Consejo Directivo N° 0255/2022, y se encuentra en el predio de la UTN, con dimensiones de 10 x30 y con orientación este-oeste. (Figura 1)



**Figura 1:** Ubicación del lugar de construcción

## Sitio y Situación. Contexto

La propuesta contempla una morfología de prisma rectangular con orientación este-oeste respondiendo a la estrategia de “mejor forma” la cual representa la más favorable, según las condiciones climáticas, disponiendo los espacios sociales hacia la orientación norte y los espacios tapón o de servicio hacia la orientación sur.

El terreno de forma rectangular es acompañado por la disposición de la célula, permite áreas exteriores hacia el frente y hacia el fondo, promoviendo el espacio libre para áreas de esparcimiento y actividades complementarias recuperando valor paisajístico (figura 2).



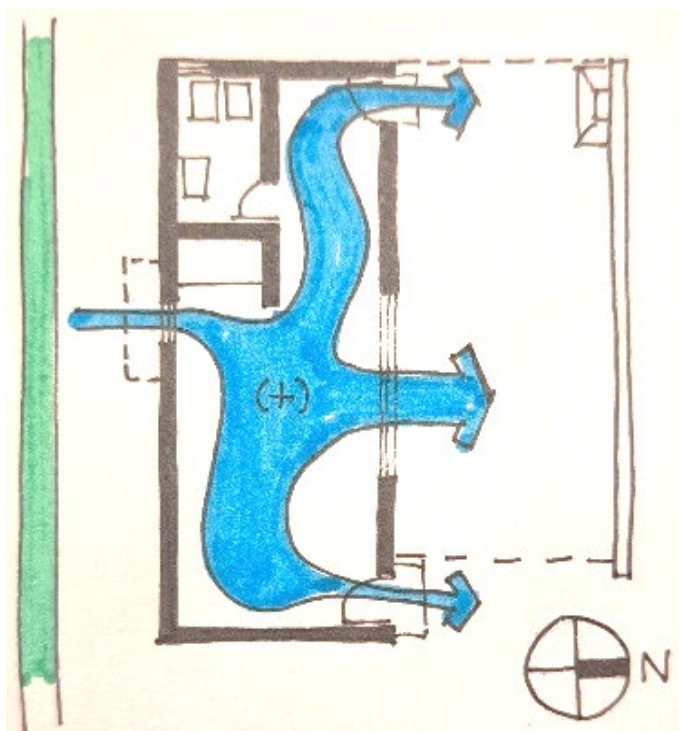
**Figura 2:** Vista en planta del diseño

## Ventilación Natural

La disposición de aberturas garantiza una correcta ventilación cruzada interior, como puede verse en el esquema de planta. (Figura 3) La abertura de toma de aire exterior, tiene un tamaño reducido a fin de promover una aceleración del flujo de aire hacia el interior de la célula, considerando que las velocidades promedio son bajas.

Se establecen tres alternativas de dirección del flujo del aire que permitirá el movimiento interior en cada ámbito, pudiéndose alternar entre ellas o mantenerlas abiertas en simultaneo.

En elevación, se considera pertinente que la delimitación sur del perímetro sea materializada con cerco verde que permita la ventilación a través de él.



**Figura 3:** esquema de planta

La abertura de captación ubicada en el sector de kitchenette consta de una ventana acompañada de un alero que colabore en encausar el flujo del aire exterior hacia abajo y hacia adentro de la célula. (Figura 4)

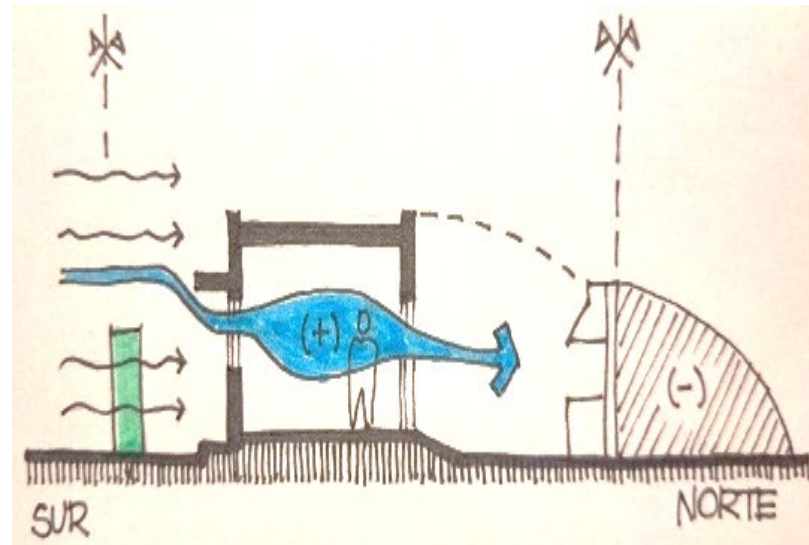


Figura 4: esquema de ventilación

### Diseño Paisajístico

Se propone disponer en torno a la célula una vereda perimetral de hormigón mínima que cumpla con las necesidades técnicas constructivas y funcionales de una circulación reducida, con el propósito de contar con la mayor cantidad de superficie exterior en suelo natural absorbente, tanto de radiación solar como de agua de lluvia ocasional, además del filtro generado por las sombras proyectadas de árboles próximos. Permitiendo también el crecimiento de vegetación apta para el tránsito peatonal.

Para la delimitación de ejes medianeros se propone el uso de cerco verde, que sirva de filtro de aire a nivel raso, como también que permita el flujo de aire a través de él. (Figura 5)

En cuanto a los árboles propuestos para laterales este y oeste, la especie elegida es la tevetia, que provee una copa a escala de un edificio de un nivel, y que la proyección de la sombra de su copa se propone proteger estos flancos.

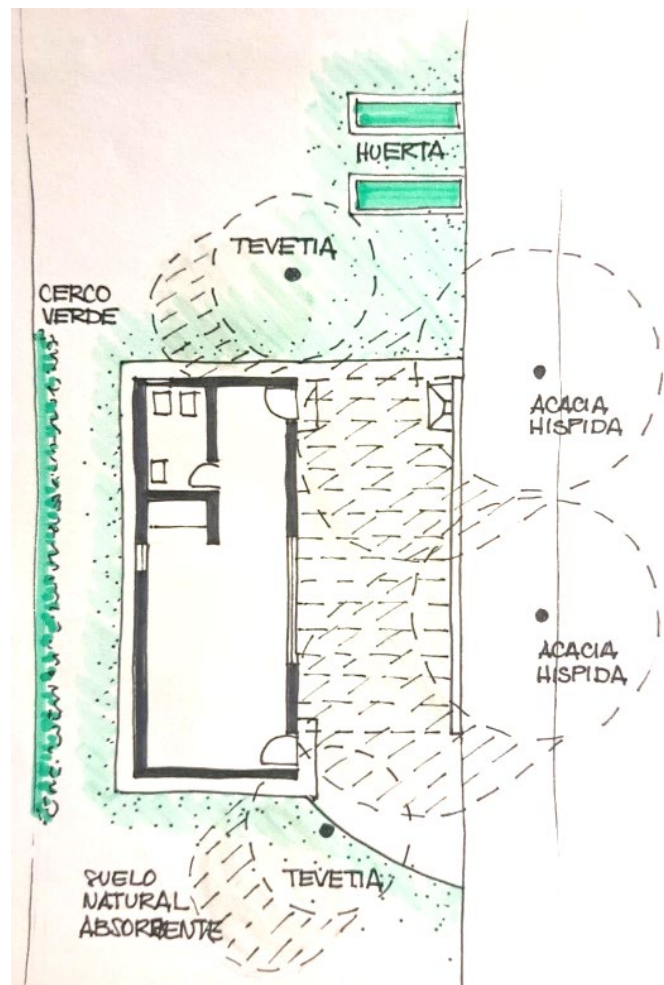


Figura 5: Esquema de ventilación

Para el eje medianero norte que limita con la vereda, se propone utilizar dos especies de Acacias híspidas cuya proyección de sombra cubra el semicubierto de la galería reforzando este espacio de expansión y la materialidad elegida para esta cobertura de protección. También se prevé contar con una huerta dispuesta con orientación norte-sur para garantizar su correcto asoleamiento y ubicada hacia el eje norte, en prolongación del espacio de la galería, hacia el fondo del terreno.

El sistema constructivo estará compuesto por elementos estructurales (columnas y vigas) construidas a partir de plásticos reciclados, que fueron sometidos a pruebas de laboratorios en UTN-Facultad Regional La Rioja. Para los cerramientos laterales se utilizarán placas ecológicas cuyas características se leen en Figura 6 y como cerramiento superior (techo) chapas ecológicas.



RUTA 8 Km. 50,500 (1629) Pilar – Bs. As. – Argentina

FICHA TÉCNICA DE LA PLACA ECOLÓGICA T-PLAK	
MATERIAL	T-PLAK
Medidas (mm) (+ - 2)	1220 x 2300
Espesores (mm) (+ - 2)	6 / 10 / 12 / 16 / 19
Peso (kg/m <sup>2</sup> )	6mm = 6.415 10 mm = 10.14 12 mm = 13.77 16 mm = 17.39 19 mm = 21.37
Peso (kg) Tolerancia = + -	6mm = 18 10 mm = 28 12 mm = 38 16 mm = 48 19 mm = 59
Densidad ( kg/m <sup>3</sup> )	1045.6
Humedad (%)	1 a 2
Conductividad Térmica	0.22
Absorción de agua (%)	0.4 a 0.6
Hinchamiento (%)	1.7
Tensión de Rotura	156
Módulo de Elasticidad ( kg/cm <sup>2</sup> )	9677 a 14482
Tracción Perpendicular ( kg/cm <sup>2</sup> )	5.2
Dureza (kgfff/cm <sup>2</sup> )	660
Arrancamiento de Tornillos (kg/cm <sup>2</sup> )	80
PROPAGACION DE LLAMAS	
Factor de propagación de Llamas F	5.63
Factor de Evolución de Calor Q	16.6
Índice Máximo de Propagación de Llamas IM	97.52
Índice Mínimo de Propagación de Llamas IM	89.34
Clasificación: IGNÍFUGA Material de mediana propagación de llama. Norma IRAM 11910-1 No genera llama, solo brasa a un muy bajo porcentaje.	
PERMEABILIDAD AL AGUA DE LLUVIA	
Penetración de Agua en capas superiores o inferiores	0%
Penetración de Agua en laterales	1%
Clasificación: Material Impermeable	
ACÚSTICO	
Filtra ruidos hasta	69%
SOLIDEZ	
Resiste impactos de todo tipo de material	
ECOLÓGICO	
No contiene ningún agente fenólico ni químico en su composición Clasificación: Posee el más bajo índice de Contaminación Ambiental (I.N.T.I.) Resistencia de micro organismos. Perdurable en el Tiempo. Termo formable a 120° C Dado el sistema de fabricación y por su composición, <u>las Placas Ecológicas T-PLAK no pueden ser lijadas al salir de la prensa</u> , por lo cual presentan diferencias de espesores. Por esto último, estamos trabajando para mejorar la calidad del producto.	

Figura 6: Características técnicas de las placas ecológicas.

## Conclusiones

Este trabajo es parte de un proyecto de investigación que se encuentra en etapa de ejecución, a la fecha se definieron:

La tipología arquitectónica de espacio habitable con una superficie cubierta de 62,98 mts<sup>2</sup>.

La Célula estará conformada por un sistema estructural de elementos (columnas y vigas) originado a partir de plásticos reciclados, cerramientos laterales de placas ecológicas y como cerramiento superior (techo) se usarán chapas ecológicas.

Se realizó el replanteo de la planta arquitectónica (traslado de medidas desde el plano al terreno).

Para el tratamiento de aguas grises, se optó por el sistema de tratamiento ecológico.

Los resultados obtenidos tienen origen en el ámbito académico, que busca articular con investigación integral, a fin de contribuir a la formación actualizada de una agenda disciplinar, que pretende construir, visibilizar, enseñar y transmitir conocimientos.

## **Bibliografía**

- Diplomatura en Bioarquitectura UTN-RSF. (2021). Principios generales de la Biodigestión- Matria Permacultura.
- Domínguez, Alejandro; Vaccaro, Gabriel y Tedesco, Mónica. (2020). Bioarquitectura Aplicada a un Edificio Publico Sustentable- Proyecto participativo SUME- INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial).
- Ferreyra, Diego. (2021). Energías Renovables. Diplomatura en Bioarquitectura UTN-RSF.
- Gonzalo, Guillermo E. (1998). Manual de Arquitectura Bioclimática. G.E. Gonzalo, p.661 Tucumán.
- Hemenway, Toby. (2017). La ciudad de la Permacultura- Diseño regenerativo de pueblos y ciudades. Editorial Kaicron España.
- Herrera Cárdenas, Juan Carlos. (2008). Introducción al Estado del Medio Ambiente- -Universidad de Juárez Estado de Durango.
- Holmgren Design Services. (2007). La Escencia de la Permacultura. Versión española.
- Mollison, Bill y Slay, Reny Mia. (2005). Introducción a la Permacultura.
- Nakhli, Emhandi Nora. (2021). Bioarquitectura y Fabricación digital. Ecología material según la metodología de Neri Oxman. Editorial Universidad Politécnica de Madrid.
- Van Lengen, Johan. (1989). Manual del Arquitecto Descalzo- como construir casas y otros edificios. Editorial concepto S.A. México.

# REVISIÓN Y ANÁLISIS DE NORMATIVAS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS EN LA RIOJA ARGENTINA

---

Camargo, Federico <sup>(1-2)</sup> – Sarroca, Esteban <sup>(1-2)</sup> – Argañaraz, Félix <sup>(1-2)</sup> – Romero, Yolando <sup>(1-2)</sup> – Faure, Omar <sup>(3)</sup> – Rossomando, Francisco <sup>(4)</sup> – Gandolfo, Daniel <sup>(4)</sup> – Cabana, José <sup>(1-2)</sup> – Karam, Claudio <sup>(1-2)</sup> – Sosa, Gonzalo <sup>(1-2)</sup> – Merlo, Margarita <sup>(5)</sup>

(1) GATYER-FRLR-UTN

(2) Departamento de Ingeniería Electromecánica - FRLR-UTN

(3) Departamento de Ciencias Básicas - FRCU-UTN

(4) Energías Alternativas, Departamento de Automática - CONICET-INAUT-UNSJ

(5) Departamento de Ciencias Básicas - FRLR-UTN

E-mail: camargof@frcu.utn.edu.ar

**Resumen:** En el presente trabajo se presenta el estado del arte sobre las normativas para la generación distribuida de los paneles solares fotovoltaicos respecto a sus aspectos técnicos y legales, teniendo en cuenta el marco regulatorio del mercado eléctrico de Argentina. La importancia de los paneles solares fotovoltaicos es que producen energía sin emisiones y también la amplia disponibilidad de energía del sol. Se busca realizar un análisis que permitan la instalación de los paneles solares fotovoltaicos en generación distribuida y microrredes con la incorporación del prosumidor. Se busca mostrar que la aplicación de estas tecnologías todavía es motivo de discusión en el estado del arte, lo cual justifica la investigación del tema y su originalidad. Esta línea de investigación busca definir en el presente y futuros trabajos, criterios y factores influyentes, a mediano y largo plazo, en la sustentabilidad energética, ambiental y económica del sistema energético, con la intención de incorporarlos en ámbitos de investigación y enseñanza pertinentes, propiciando su análisis y discusión.

**Palabras Claves:** Normativa, Generación, Regulación.



## Introducción

En el presente artículo se desarrollan los fundamentos teóricos del marco regulatorio con la incorporación de la Generación Distribuida (GD) de Energías Renovables, que servirán de introducción para futuros trabajos. De esa manera, se busca realizar una transición energética hacia fuentes renovables y no contaminantes, con el fin de minimizar las emisiones de CO<sub>2</sub>. Adicionalmente, se busca incentivar la mejora de la eficiencia energética y ahorro energético del mercado eléctrico. Este problema es de carácter multidisciplinario e involucra ramas de la economía, ingeniería eléctrica, ambiental, software, entre otros. Por lo que se torna compleja su comprensión y resolución debido a los vacíos metodológicos y desacuerdo entre dichas disciplinas en criterios de medición, definición y evaluación ya que algunas de ellos son contrarias. Finalmente, no hay acuerdo sobre el mecanismo de regulación más apropiado para aplicar y las sanciones requeridas para garantizar los criterios de calidad mínimos requeridos. Esto se debe a que estos atributos no están sujetos a las leyes convencionales de equilibrio de mercado y, en consecuencia, no son monetizables directa y objetivamente. En consecuencia, los planes de inversión teóricamente óptimos resultantes podrían no serlo en absoluto (Camargo, 2021a, 2022b, 2022c, 2023d; Camargo et al. 2018; Camargo et al. 2023).

El artículo se estructura como se detalla a continuación. En la Sección 2 se presenta el estado del arte: descripción del mercado eléctrico argentino (sección 2.1), descripción del marco regulatorio (Sección 2.2), leyes de fomento a la generación distribuida (Sección 2.3) y prosumidor y microrredes. En la Sección 3 se resumen los principales aspectos analizados y se presentan conclusiones, observando las futuras aplicaciones.

## Estado del arte

### Descripción del mercado eléctrico argentino

La operación en el mercado eléctrico se clasifica según la perspectiva del agente que maximiza sus beneficios o minimiza sus costos: productor, comercializador y consumidor (Camargo, 2021a, 2022b, 2022c, 2023d; Camargo et al. 2023).

Perspectiva del productor: el productor determina la producción que maximiza sus beneficios según sus ingresos y los costos totales. 1) Precio-aceptante: posee varios generadores, pero carece de capacidad de alteración de los precios de cierre de mercado, maximiza sus beneficios al maximizar el beneficio de cada generador. Entonces, cada generador responde óptimamente a los precios de cierre de mercado (que no se alteran) respetando sus propias limitaciones de producción. 2) Productor fijador de precios: utilizará esa capacidad para alterar los precios de la forma más conveniente, buscando maximizar sus beneficios. Los generadores actúan en forma coordinada, para lograr el precio más favorable y por lo tanto la maximización del beneficio en su conjunto. Este caso será distinto a la maximización del beneficio de cada generador, actuando en forma independiente.

Perspectiva del comercializador: suministrar la energía que tiene comprometida con sus clientes, bien auto produciendo o bien comprándolas en la bolsa. Se tienen tres componentes a optimizar: los ingresos por venta de energía durante el periodo de análisis, los costos totales de autoproducción y el costo total por compra de energía en la bolsa. Se tienen dos restricciones: 1) El comercializador ha de suministrar la energía demandada por sus clientes. 2) Todos los generadores de autoproducción han de trabajar dentro de sus respectivas regiones de operación factibles.

Perspectiva del consumidor: Un consumidor es un agente del mercado, y, por lo tanto, puede participar en la bolsa, así mismo puede tener capacidad de autoproducción. El objetivo de este consumidor es maximizar sus propios beneficios. Éstos se expresan como el valor total que obtiene del uso de la energía (utilidad) menos los costos de autoproducción y de compra en el mercado. Este problema es muy similar al enfoque del comercializador.

### Descripción del marco regulatorio

La reforma en la industria eléctrica ha implicado una transformación sustancial respecto de su tradicional esquema, verticalmente integrado. Las leyes de emergencia económica (ley Nro.23697/97) y de reforma del estado (ley 23.696/89) permitieron la participación del capital privado para realizar las inversiones que el estado nacional o provincial no podían afrontar (Figura 1). La ley 24.065 estableció para la política nacional en materia de abastecimiento, transporte y distribución de electricidad, los siguientes objetivos. 1) Separar de forma clara los segmentos de la actividad según sean monopólicos o sujetos a las leyes del mercado. Se concibieron segmentos funcionalmente independientes (generación, transmisión y distribución-comercialización), vinculados a entornos de negocios en los que intentan establecerse condiciones de mercado. 2) Alentar las inversiones privadas para asegurar el suministro a largo plazo mediante un marco de competencia con la participación de múltiples agentes oferentes de servicios (sector de generación) y la regulación de los monopolios naturales (transmisión y distribución). 3) Garantizar el libre acceso a las instalaciones de transporte y distribución protegiendo los derechos de los usuarios y regulando las actividades del transporte y distribución. 4) Asegurar que las tarifas sean justas y razonables e incentivar el abastecimiento, transporte, distribución y uso eficiente de la electricidad fijando metodologías tarifarias apropiadas.

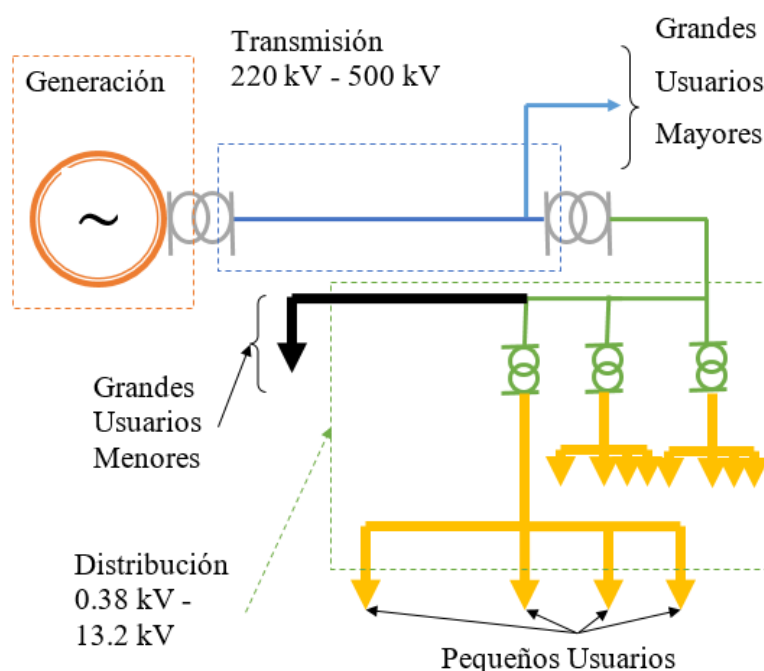


Figura 1 Separación del mercado eléctrico argentino.

Entonces se definieron cuatro segmentos de mercado con reglas de competencias distintas: Generación, Transporte, Distribución y Grandes Usuarios (ver Figura 1). A las redes de transmisión pueden estar acoplados los Grandes Usuarios Mayores (GUMA). Mediante los transformadores se reduce el nivel de tensión a niveles más bajos, lo cual se llama media tensión (13.2 kV) o sistemas se denominan Sistemas de distribución. Los usuarios que se acoplen a este sistema (con transformador propio mediante) son denominados como Grandes Usuarios Menores (GUME), Grandes Usuarios Particulares (GUPA) y Grandes Usuarios de la Distribuidora (GUDI). Mientras que la generación funciona bajo condiciones de libre competencia, el transporte y la distribución en cambio son caracterizados como servicios públicos que se prestan en condiciones de monopolio natural. Por ende, resulta necesaria la presencia del Estado como regulador y contralor de la actividad, función desempeñada por el Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) (Camargo, 2022b, 2022c, 2023d; Camargo et al. 2018; Argentina, 2007a, 2015b).

### Leyes de fomento a la generación distribuida Nacional y Provincial (La Rioja)

A partir de 2015, la lógica preocupación fiscal se tradujo en intervenciones orientadas a reducir los subsidios en el sector energético (Camargo, 2021a, 2022b, 2022c, 2023d; Camargo et al. 2014; Camargo et al. 2018; Camargo et al. 2023). Se buscó de esta manera y nuevamente desregular y des-intervenir el mercado eléctrico, normalizar la situación económica y financiera, y a su vez, incentivar las inversiones necesarias. En este sentido, se buscó dar paso a cumplir el objetivo del 20% de renovables, mediante la planificación de las inversiones necesarias. En este sentido, se aprobó la denominada: ley de Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública. Mediante esta ley se busca fijar las políticas y establecer las condiciones jurídicas y contractuales para: 1) La generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de usuarios de la red de

distribución. 2) Autoconsumo, con eventual inyección de excedentes a la red. 3) Establecer la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección, asegurando el libre acceso a la red de distribución, sin perjuicio de las facultades propias de las provincias. Las políticas de incentivos para el autoconsumo de los usuarios buscan ser implementadas a través del Fondo Para la Generación Distribuida de Energías Renovables (FODIS) (Camargo, 2021a, 2022b, 2022c, 2023d; Camargo et al. 2014; Camargo et al. 2018; Camargo et al. 2023). El FODIS podrá proveer recursos y otorgar préstamos, subsidios o bonificaciones, así como fijar incentivos a la inyección o bonificaciones para la adquisición de sistemas de generación. Incluso podrá financiar la difusión, investigación y desarrollo relacionadas a las posibles aplicaciones de este tipo de tecnologías. En el año 2012 se aprueba la ley 26190, la cual estableció que en el 2016 se alcance el 8% de la matriz eléctrica en energías renovables, meta que fue muy difícil de alcanzar. En el año 2016 se aprueba un nuevo marco regulatorio dado por la ley 27191. Se estipula un marco de incentivos, penalizaciones, donde los principales instrumentos regulatorios de interés son los siguientes : 1) Amortización acelerada del impuesto a las ganancias. 2) Incentivo para proyectos de inversión con componentes Nacionales. 3) Subsidio del 3% de la tasa de interés en préstamos.

La ley provincial N° 10.150 (adhesión a la Ley Nacional N° 27.424) declara de Interés Provincial a la GD a partir de fuentes de energía renovable, con destino al autoconsumo y a la inyección de eventuales excedentes de energía eléctrica a la red de distribución. Sus objetivos son: a) Impulsar la eficiencia energética. b) Reducir las pérdidas en el sistema interconectado. c) Disminuir los costos para el sistema eléctrico en su conjunto. d) Propender a la protección ambiental. e) Promover la protección de los derechos de los usuarios en cuanto a la equidad y libre acceso a los servicios e instalaciones de transporte y distribución de electricidad.

La ley provincial (La Rioja) N° 8.190 busca lo siguiente (Argentina, 2007b): a) Promover y controlar la producción, procesamiento y uso sustentante de las energías procedentes de los recursos energéticos renovables o autorrenovables (biocombustibles, biogás, biomasa, energía eólica, energía solar, etc.) y sus derivados. b) Establecer normas de calidad y seguridad a la que se ajustarán los proyectos que se encuadren en la presente ley. c) Crear y llevar un registro de proyectos aprobados, con el seguimiento y control de los mismos y del cumplimiento de los requisitos y condiciones de habilitación y funcionamiento. d) Suscribir convenios de investigación y cooperación técnica con entes públicos, privados, mixtos y organizaciones no gubernamentales locales, del país y del exterior. e) Fiscalizar y aplicar las sanciones previstas de acuerdo a la gravedad de la infracción constatada. f) Establecer requisitos y condiciones para la habilitación de los emprendimientos, resolver sobre su calificación y aprobación y certificar la fecha de su puesta en marcha. g) Promover el sistema de riego asistido con energías baratas y alternativas según la región, eólica o fotovoltaica.

### Prosumidor y microrredes

Las tarifas establecidas en el marco regulatorio, están conformadas por: 1) Costos de adquisición en el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM). 2) El costo Propio de Distribución (CPD) es el costo marginal o económico de las redes, más los costos de operación/mantenimiento de las redes y gastos de

comercialización. 3) La ley 24.065/91, Res ENRE N° 195, contempla el cobro de un peaje o cargo de acceso para el ingreso de los mismos a los sistemas de distribución. Este valor significa conceptualmente el costo de peaje que debe abonar el segmento de generación por el solo hecho de utilizar la red de distribución. También en esta reglamentación se contempla negar éste acceso o restringirlo demostrando la no existencia de capacidad, contemplando un régimen remuneratorio. Una de las formas en las cuales se busca incorporar la generación renovable es mediante la Generación Distribuida (GD), lo cual trajo un paradigma que ha cobrado nuevo impulso, alentado principalmente por diversos factores tecnológicos, condiciones del mercado y necesidad congruente de políticas energéticas y ambientales. Por otro lado, dentro de los nuevos modelos de negocios puede incorporarse un agente adicional: el comercializador - generador (prosumidor). La reforma regulatoria contempló esta posibilidad, aunque no pudo ser implementada satisfactoriamente (Camargo, 2021a, 2022b, 2022c, 2023d; Camargo et al. 2018; Argentina, 2007a, 2015b).

Net Metering consiste en la medición de la energía consumida y la energía inyectada por el prosumidor/generador (medidores bidireccionales), donde los consumidores también pueden ser productores o generadores de energía. Si la energía demandada es mayor a la energía inyectada, el usuario generador paga la diferencia al precio establecido de consumo por la distribuidora. Si la energía inyectada es mayor, entonces puede: no compensar al usuario, compensarse con un precio menor al establecido u otorgarse un crédito para futuros consumos. En Facturación Neta o Net Billing, se mide la energía Efectivamente Invertida (EEI) y la Energía Efectivamente Demandada (EED). Si la EEI es mayor que la EED, puede comprarse esa energía al mismo precio establecido por la distribuidora, a un precio mayor o menor, o de la misma forma concederse créditos para futuras facturas. El sistema Feed-in Tariffs (FiTs) impulsa el desarrollo de la generación de energía eléctrica de fuentes renovables, donde se implementa un sistema de medición como Net Billing, y de esta forma, se obtiene claridad respecto del precio mínimo pagado en concepto de la energía eléctrica producida. Este sistema le permite al generador realizar las inversiones necesarias para llevar a adelante un negocio con ingresos superiores a sus costos. El establecimiento de los sistemas FiTs es complejo y es necesario que se den tres condiciones: 1) Que la autoridad regulatoria establezca una tarifa mínima, sobre-precio o premio para la electricidad inyectada proveniente de energías renovables, tarifa que tiende a diferenciarse según el tipo de energía, tamaño y ubicación de la central generadora. 2) Que exista la obligación de acceso de las centrales de energía renovables a las redes eléctricas, para de esta forma asegurar que los generadores estén en condiciones de entregar su producto. 3) Que se establezca la obligación de compra de toda la electricidad que se inyecte al Sistema Interconectado Nacional.

Las dificultades de GD son: 1) Implementación de herramientas de despacho y asignación de generadores buscando que cada usuario maximice sus beneficios. 2) Manejo de los excedentes de la red (control centralizado) produciendo tarifas negativas para incentivar su consumo. Esto complica la operación del sistema en su conjunto, afectando tanto a distribuidores como a prosumidores y haciendo peligrar la estabilidad del propio sistema. Definiendo el Grado De Penetración (GDP) como la potencia instalada por el factor de carga dividido en la capacidad de las líneas, se presentan las siguientes razones por las cuales se restringe el

aporte a la red de la GD. A) A partir de cierto valor de GDP las pérdidas se incrementan debido a la saturación de corrientes en las líneas. B) A medida que se incrementa el GDP se requiere de mayor maduración tecnológica.

La maduración es la siguiente (Figura 2). 1) **Modernización de la red:** a bajo GDP y debe actualizarse la infraestructura: secciones de los conductores, equipos de protección necesarios para garantizar el uso eficiente de la red y la instalación de equipos de medición bidireccionales, para establecer tarifas por tramos horarios y proporcionar datos del consumo en tiempo real, incrementando la capacidad de respuesta. 2) **Integración y Optimización de GDP:** se requiere de una plataforma de software para monitorear y optimizar (despacho eléctrico) las variables de estado de la red de distribución (tensión y corriente), con el fin de cumplir este objetivo. La tecnología ADMS/DERMS, herramientas como Net Billing o Net Metering y los modelos de capacidad de hosting contribuyen a la operación del sistema eléctrico facilitando la planificación, operación y optimización de la creciente cantidad de DER. 3) **Transacciones multi-agente y operaciones de mercado:** son modelos de subastas de mercado diario con múltiples generadores, similar al mercado mayorista, donde se ofrecen paquetes de energía acorde a la oferta energética disponible, con el objetivo de que sea consumido el excedente.

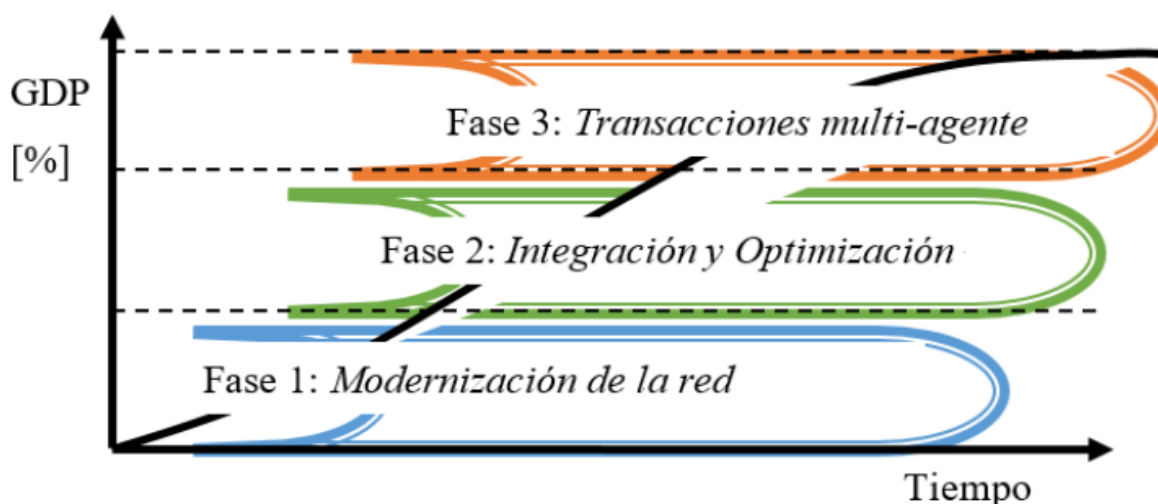


Figura 2. Separación del mercado eléctrico argentino.

En Argentina los criterios de calidad, confiabilidad y seguridad se encuentran levemente definidos, mediante la ley N° 24065, donde se definen herramientas de penalización basadas en la valoración directa de los índices de calidad técnica (costo de la penalización). La ENS se valora alrededor de 10 veces a su precio normal de compra. Las leyes N° 26190 y 27191 establecieron mecanismos de metas e incentivos, pero no criterios o límites para su planificación en los sistemas de distribución por los siguientes motivos. A) Impacto en las pérdidas técnicas de la red al incrementar el GDP. B) Impacto en la calidad de tensión por la introducción de armónicos y huecos de tensión. C) Dificultad en la planificación de inversión por parte de la distribuidora y la recuperación de estos costos. D) Dificultad de la coordinación de las protecciones con los equipos de generación. Adicionalmente, se encuentra el posible colapso de la red en caso de tener exclusivamente parques eólicos. E) Complejos estudios de compraventa de energía entre los usuarios, y de despacho económico, lo cual requiere de

técnicas y tecnologías maduras. La energía sobrante y no utilizada deben cobrarse tarifas negativas (subsidios) en franjas horarias, con el fin de incentivar ese consumo. E) Dificultad en la determinación del impacto en los costos económicos y ambientales de la GD.

## **Análisis y Conclusiones**

Se presentaron los distintos aspectos asociados a las normativas para la generación distribuida de los paneles solares fotovoltaicos en generación distribuida y microrredes respecto a sus aspectos técnicos, económicos y legales, teniendo en cuenta el marco regulatorio del mercado eléctrico de Argentina. Las pérdidas técnicas de EDENOR (sin contar el hurto) se encuentran actualmente alrededor del 10% (debería ser de 7%), debido a la falta de inversión o planificación ineficiente en la instalación de tramos de red, que alivien los flujos de energía. En consecuencia, de esto ocurren los cortes y colapsos de red por superar su capacidad de transporte de corriente. La obsolescencia de los equipos y líneas también es un problema, ya que necesitan ser renovados por las empresas contratistas, las cuales no tienen incentivos legales y/o económicos para hacerlo (costo hundido o no recuperable). La importancia de los paneles solares fotovoltaicos como GD es que producen energía sin emisiones y también la amplia disponibilidad de energía del sol. En los últimos años se dictaron leyes que introdujeron los objetivos de calidad técnicos, económicos y ambientales buscados, y los instrumentos de incentivos y financiamiento para implementar los proyectos nacionales y provinciales de energía renovable en GD (y en particular la generación solar fotovoltaica). Por lo tanto, es un tema estratégico nacional y provincial, aunque adicionalmente, presenta algunos vacíos metodológicos y limitaciones. 1) La inserción masiva de generación distribuida requiere de mayor madurez tecnológica en la operación de la red eléctrica, recurriendo al uso de microrredes, sistemas de despacho de energía y multiagentes. Esto es complejo de simular, optimizar, implementar y reglamentar, dado que la problemática abarca múltiples aspectos: legales, económicos, ambientales, sociales, etc. 2) Por el ítem anterior, los esquemas utilizados para la tarifa de energía eléctrica en generación distribuida no abarcan el total del precio de la energía eléctrica cuando el prosumidor realiza un aporte a la red eléctrica (y en particular para los paneles solares fotovoltaicos). 3) Por los dos puntos anteriores, no se encuentran completamente definidos en Argentina (y a su vez en La Rioja) los criterios de calidad (niveles de pérdidas y participación de energías renovables. 4) Las empresas distribuidoras generalmente optan por impedir el aporte de los generadores mediante penalizaciones económicas o impuestos. En futuros trabajos se puede profundizar los aspectos analizados, buscando propuestas para implementar en futuras reglamentaciones y leyes nacionales y provinciales, con el fin de mejorar la calidad energética, ambiental y económica.

## Referencias

- Argentina (2007a). Cámara de Diputados de la Provincia de La Rioja. Ley 8.190. Recuperado de <https://faolex.fao.org/docs/pdf/arg153463.pdf>
- Argentina (2015b). Ministerio de Justicia y de Derechos Humanos. Ley 27191. Recuperado de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>
- Camargo, F. G. (2021a). Survey and calculation of the energy potential and solar, wind and biomass EROI: application to a case study in Argentina. *DYNA*, 88(219), 50-58.
- Camargo, F. G. (2022b). Dynamic Modeling Of The Energy Returned On Invested. *DYNA*, 89(221), 50-59.
- Camargo, F. G. (2022c). Fuzzy multi-objective optimization of the energy transition towards renewable energies with a mixed methodology. *Production*, 32, e20210132.
- Camargo, F. G. (2023d). A hybrid novel method to economically evaluate the carbon dioxide emissions in the productive chain of Argentina. *Production*, 33, e20220053. <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20220053>
- Camargo, F., Casanova, C., Perez, E., & Schweickardt, G. (2019). METODOLOGÍA REGULATORIA PARA PROPICIAR LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DESDE EL LADO DE LA OFERTA CON PENETRACIÓN DE FUENTES PRIMARIAS DE ENERGÍAS RENOVABLES. *Revista De La Escuela De Perfeccionamiento En Investigación Operativa*, 27(45), 5–24. Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/24350>
- Camargo, F. G., Sarroca, E., Faure, O., Argañaraz, F. D., Cabana, J. A., Karam, C., Sosa, G., Romero, Y. R., Calbo, V., & Perez, E. A. (2023). Discusión de la teoría económica y su aplicación en modelos multidisciplinarios energéticos : Parte 1: Introducción a los métodos de decisión difusos. *Revista De La Escuela De Perfeccionamiento En Investigación Operativa*, 31(53). Recuperado a partir de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/41269>
- Camargo, F. G., & Schweickardt, G. A. (2014). Estimación de la tasa de retorno energético: Análisis comparativo de las metodologías disponibles en la actualidad. *Maskana*, 5, 65-73.
- Camargo, F. G., Schweickardt, G. A., & Casanova, C. A. (2018). Maps of Intrinsic Cost (IC) in reliability problems of medium voltage power distribution systems through a Fuzzy multi-objective model. *Dyna*, 85(204), 334-343.



## MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN LA CIUDAD DE LA RIOJA

---

**Contrera, Sergio<sup>(1)</sup> – Orquera, Jorge<sup>(1)</sup> – Orquera, Mariano<sup>(1)</sup> – Rearte, Chahín Pedro<sup>(2)</sup> – Almonacid, Oscar<sup>(2)</sup> – Conci, Jorge<sup>(2)</sup>**

(8) Graduados, Departamento Electrónica UTN-FRLR  
(9) Cátedra Proyecto Final, Departamento Electrónica UTN-FRLR  
e-mail: sergiocontrera10@gmail.com

**Resumen:** En la actualidad, la utilización del espectro radioeléctrico se ha vuelto cada vez más frecuente debido al aumento de los dispositivos móviles, las tecnologías de comunicación inalámbrica y la necesidad de conectividad en todo momento. Este crecimiento ha generado un mayor uso del espectro, lo que ha llevado a que se analice su situación actual y se evalúe la necesidad de realizar mediciones para conocer su estado. El documento aquí presentado se enmarca en la figura de un Proyecto de Investigación aplicada presentado ante la Secretaría de Ciencia y Tecnología de nuestra facultad como un Proyecto de Investigación desarrollado por los alumnos intervinientes y el cuerpo docente de la carrera de Ingeniería Electrónica. El trabajo se enfoca específicamente en el análisis del espectro radioeléctrico en la ciudad de La Rioja, Argentina, con el objetivo de entender cómo se está utilizando en esta zona geográfica y cómo está distribuido en diferentes frecuencias. Para lograr este objetivo, se realizaron mediciones en ocho puntos diferentes de la ciudad para evaluar la recepción y potencia de las señales en diferentes frecuencias. Con los datos recolectados, se construyó un gráfico de burbujas que permite visualizar la distribución del espectro en la ciudad. Además de conocer el estado actual del espectro radioeléctrico en la ciudad, es importante destacar la necesidad de garantizar que las señales de una banda no interfieran con otras, lo que se conoce como interferencia electromagnética. Esto se debe a que la interferencia puede causar una degradación en la calidad de la señal, lo que puede afectar negativamente la transmisión de datos y la comunicación en general. El estudio es de gran relevancia para la ciudad de La Rioja, ya que proporciona información valiosa sobre el estado actual del espectro radioeléctrico. Esto permitirá a las autoridades y empresas de telecomunicaciones tomar decisiones sobre la utilización de este recurso y garantizar una distribución eficiente y equitativa del mismo, evitando la interferencia entre las diferentes bandas y asegurando la calidad y estabilidad de las señales. Además, el estudio sienta las bases para futuras investigaciones en la materia, lo que contribuirá al desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles en el futuro.

**Palabras Claves:** Espectro radioeléctrico, Frecuencia, Interferencia.

## Introducción

La comunicación es la acción de intercambiar información entre un emisor y un receptor a través de un medio. En esta acción debe existir un mensaje, ser transmitido y ser receptado. Ese mensaje, para ser útil, debe estar codificado por el transmisor de manera tal que el receptor pueda decodificarlo y procesarlo.

El transmisor convierte la información original de la fuente a una forma más adecuada para la transmisión, el medio de transmisión proporciona una vía de conexión entre el transmisor y el receptor, convierte la información recibida a su forma original y la transfiere a su destino.

La comunicación puede establecerse de manera natural o artificial y, esta última, puede ser analógica o digital constituyendo un sistema electrónico de comunicación. En un sistema de comunicaciones analógico la energía electromagnética se transmite y recibe como señal variable continua, mientras que en un sistema digital la energía electromagnética se transmite y recibe en forma de niveles discretos.

El objetivo de este trabajo es comprender y evaluar la intensidad de la radiación electromagnética en diversas ubicaciones geográficas de la ciudad de La Rioja, en un amplio espectro de frecuencias. Se busca analizar cómo varía la exposición a esta radiación en entornos urbanos e identificar posibles patrones relacionados con la intensidad de la señal.

Con ello se podrá proporcionar información valiosa sobre el nivel de radiación electromagnética en diferentes lugares, lo que puede tener implicaciones significativas para la salud pública y la toma de decisiones en beneficio de la sociedad. Además, se sugiere establecer la posibilidad de que la universidad ofrezca un servicio de medición de radiación electromagnética para la comunidad, que podría contribuir a la concienciación y la gestión responsable de esta tecnología.

En este contexto, se comparte una metodología detallada para realizar mediciones similares en otras ubicaciones, permitiendo que otros investigadores y la comunidad en general puedan replicar y ampliar este estudio. La publicación de la metodología busca promover la transparencia y la replicabilidad en la investigación científica relacionada con la radiación electromagnética.

También se ofrece la oportunidad de analizar la conformidad de las transmisiones comerciales con las normativas establecidas lo que puede revelar si algunas emisoras o sistemas de transmisión no cumplen con las regulaciones vigentes. Esto resalta la importancia del monitoreo y cumplimiento de las normas para garantizar la seguridad y la correcta distribución de un recurso limitado como lo es este espectro.

## Desarrollo

Las comunicaciones electrónicas no han cambiado mucho desde sus inicios, pero si los métodos por los cuales se han implantado. Los circuitos integrados simplificaron su diseño permitiendo la miniaturización, mayor eficiencia y menores costos relacionados. La necesidad de comunicarse es cada vez mayor y esta necesidad ha estimulado al crecimiento de la industria de las comunicaciones electrónicas.

El espectro radioeléctrico, de frecuencia 30Hz a 300GHz, es una porción del espectro electromagnético que se aprovecha como medio de transmisión y recepción de información. Al estar limitado, y por ser un recurso que todos pueden usar, existen organismos que regulan su uso. En Argentina este ente es ENACOM.

En las comunicaciones analógicas la energía se transmite y recibe de forma analógica variando continuamente en el tiempo, mientras que en la transmisión digital no hay portadora analógica y la información, que originalmente puede ser digital o analógica, debe ser convertida a forma digital antes de ser transmitida.

Muchas veces no es práctico transmitir la información “tal cual es”, por lo tanto, se precisan de técnicas que hagan factible, segura y práctica la transmisión. Para ello se utiliza la modulación y demodulación. Modular es variar una o más propiedades de una onda periódica, llamada señal portadora, con otra señal, la modulante, que normalmente contiene la información a transmitir.

Existen diferentes formas de modulación tales como AM, FM, PM, ASK, FSK y PSK según la propiedad que se haga variar. Otra forma es la QAM en donde varían dos propiedades al mismo tiempo. La modulación se lleva a cabo en un transmisor mediante un circuito llamado modulador. La demodulación es el proceso inverso y reconvierte la señal modulada en la información original.

Hay dos razones por las cuales es útil modular: en primer lugar, hay casos en que es difícil irradiar señales de baja frecuencia en forma electromagnética y por otro lado, distintas señales de información pueden ocupar el mismo “espacio” y si se transmiten al mismo tiempo pueden interferir perjudicialmente entre sí.

El estudio de la propagación de ondas se realiza mediante la Serie de Fourier cuyas condiciones formales útiles fueron establecidas por Dirichlet. El cálculo y el estudio de la serie de Fourier se conoce como análisis armónico y es extremadamente útil para dividir una función periódica arbitraria en un conjunto de términos simples que se pueden conectar, resolver individualmente y luego recombinar para obtener la solución al problema original, o una aproximación a la precisión deseada o práctica.

La representación de la amplitud de los componentes versus la frecuencia se la conoce como representación espectral o de espectros, ya que espectro es un nombre alternativo de componente.

## **Materiales y Métodos**

Para realizar este trabajo se realizaron ajustes de equipamientos y se diseñaron, midieron y utilizaron antenas de acuerdo con las bandas de frecuencias a sintonizar. Se seleccionó y adaptó el instrumental de medición para la toma de lecturas del campo electromagnético. Se midió la intensidad de señal recibida y piso de ruido en las geolocalizaciones determinadas y se diagramó un informe de ocupación del espectro en la ciudad de La Rioja.

Instrumental para el análisis espectral:

Las características de las señales que son difíciles de apreciar en el dominio del tiempo, en el dominio de la frecuencia se vuelven visibles y relevantes. Cuando se desea visualizar el contenido espectral de las señales se disponen de varias

opciones de equipos: analizadores de espectro, analizadores de Fourier, analizadores vectoriales y osciloscopios digitalizadores.

El Analizador de espectro permite, por ej., distinguir las espurias de la señal de interés. La forma más común es mostrar en una pantalla la amplitud en el eje vertical (logarítmico) y la frecuencia en el horizontal (lineal), lo que posibilita visualizar señales con grandes diferencias de amplitud, escala que está dada en decibeles.

Por otro lado, es importante la selección y/o diseño de las antenas empleadas para recibir las diferentes señales (figura 1).

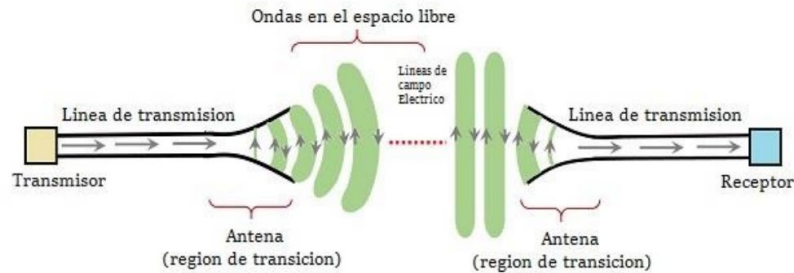


Figura 1: Esquema de antenas TX y RX

En algunas mediciones se emplearon antenas ya diseñadas con la posibilidad de modificar sus longitudes para diferentes señales y se empleó la antena discono diseñada en la Práctica Profesional Supervisada del alumno Mariano Orquera.

En la imagen 1, se muestran los puntos en donde se realizaron las mediciones.

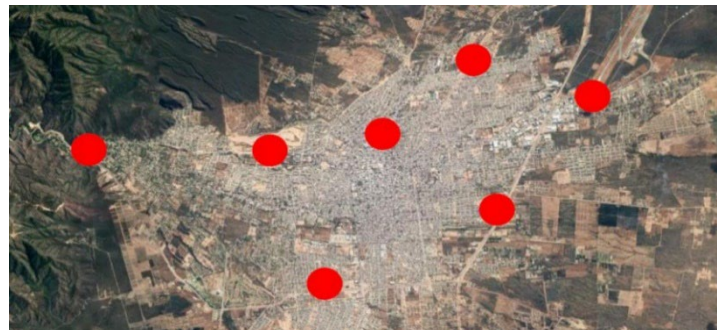


Imagen 1: Puntos de mediciones en la ciudad de La Rioja

Para las mediciones de FM se usó un analizador de espectro Instek GSP-827 con un ancho de banda de 2.7GHz, detección de amplitud máxima de la señal y posibilidad de congelar la imagen. Con los resultados se confeccionó una tabla con la imagen del espectro analizado por localización y las observaciones correspondientes.

Las mediciones de señales de TV analógica se realizaron para las 2 emisoras en la banda de VHF, Canal 9 de La Rioja entre 186MHz y 192MHz, y canal 13 entre 210MHz y 216MHz.

Se usaron dispositivos de radio SDR (Radio Definida por Software) para recibir, decodificar, procesar y transmitir señales de radio, desde muy bajas frecuencias (VLF) hasta frecuencias de microondas.

Los dispositivos SDR pueden medir el espectro radioeléctrico permitiendo analizar el espectro de frecuencias en tiempo real y detectar interferencias y otras anomalías. Esto es especialmente útil en aplicaciones de comunicaciones inalámbricas, donde las interferencias pueden causar problemas graves en la calidad de la señal y la fiabilidad de la comunicación. También aplican para monitorizar banda ancha y la identificación de señales de radio desconocidas o no autorizadas. Así, los SDR pueden analizar las características de la señal y determinar su origen y propósito.

El dispositivo SDR adquirido presenta las siguientes características: • Banda Aérea; • Recibir tráfico aéreo estilo radar; • Recibir FM comercial; • Recepcionar Satélites; • Recibir imágenes de satélites NOAA; • Escuchar servicios de emergencia; • Recibe AM-FM-LSB-CW-RAW

Todas las mediciones realizadas con este dispositivo fueron realizadas en la intersección de calles Rivadavia y Güemes en inmediaciones de la emisora de radio comercial POWER HIT FM que transmite su señal en la frecuencia central 90.3MHz.

## Resultados

En todas las ubicaciones la portadora de video y de audio presentan buena calidad.

Con el Analizador de Espectro en Televisión Digital Terrestre se tiene buena potencia recibida en todos los puntos de medición: de 515MHz a 533MHz (aprox.); de 533MHz a 545MHz (aprox.) y de 557MHz a 563MHz (aprox.). Los canales para los que se encontró señal transmitida en el momento de las mediciones fueron los canales: 21, 22, 23, 25, 28 y 29.

Al igual que en el caso de la Televisión Digital, la Telefonía Celular también presentaba buena señal en todas las locaciones debido a la gran densidad de antenas distribuidas en todo el territorio de la ciudad.

En las siguientes figuras (2 a 9) se muestran algunos de los resultados obtenidos:

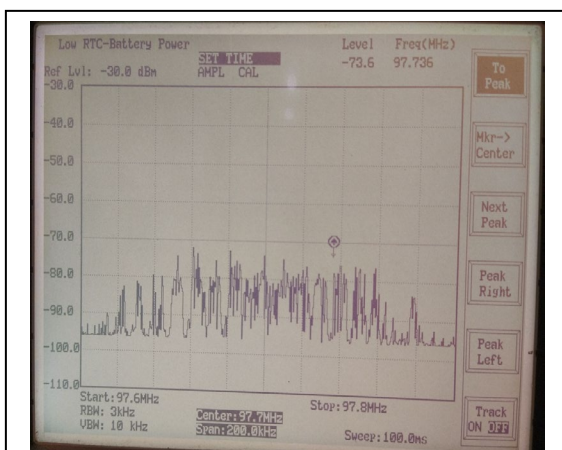


Figura 2: Señal con buena modulación

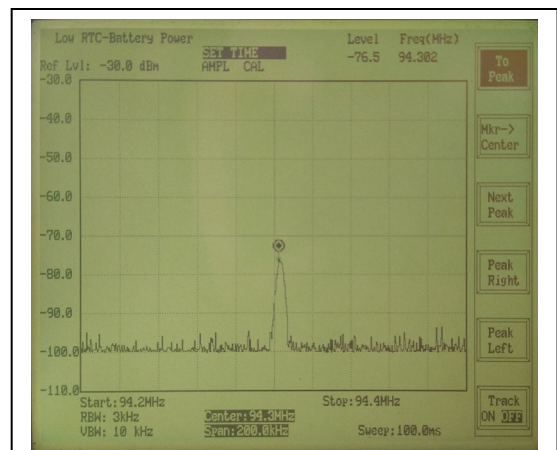


Figura 3: Portadora sola, sin señal modulada

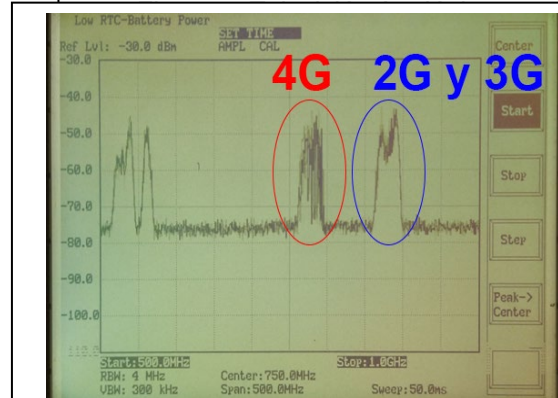
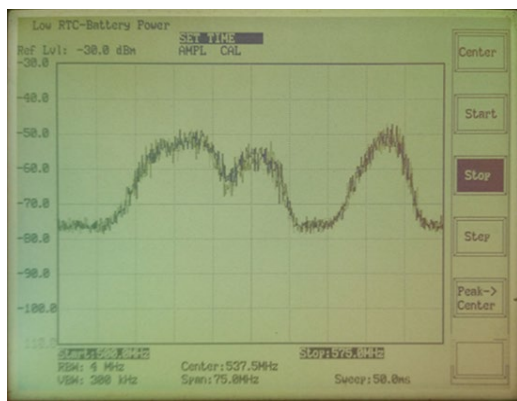
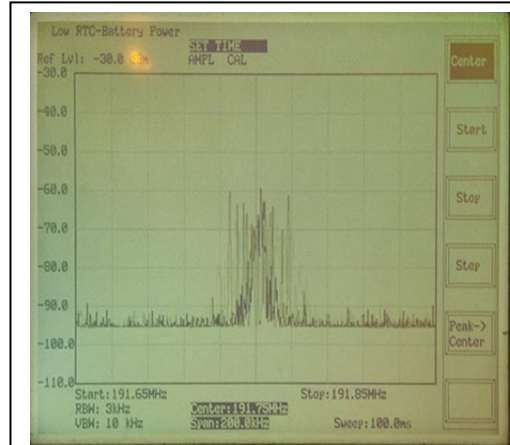
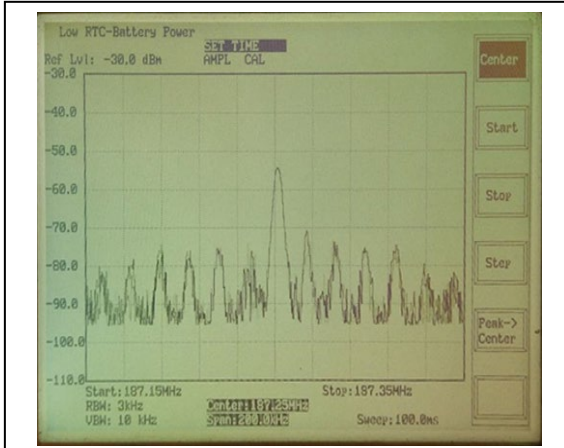


Figura 6: Televisión digital – Espectro abarcado

Figura 7: Telefonía Celular – Algunas bandas de transmisión

	<p>Pico: -54.1 dBFS Buena potencia</p>
	<p>Pico: -43.9 dBFS Buena potencia Sin modulación</p>
	<p>Pico: -46.9 dBFS Buena potencia</p>

Figura 8: Imágenes de algunas mediciones con SDR

Captura de pantalla portadora 88.3MHz

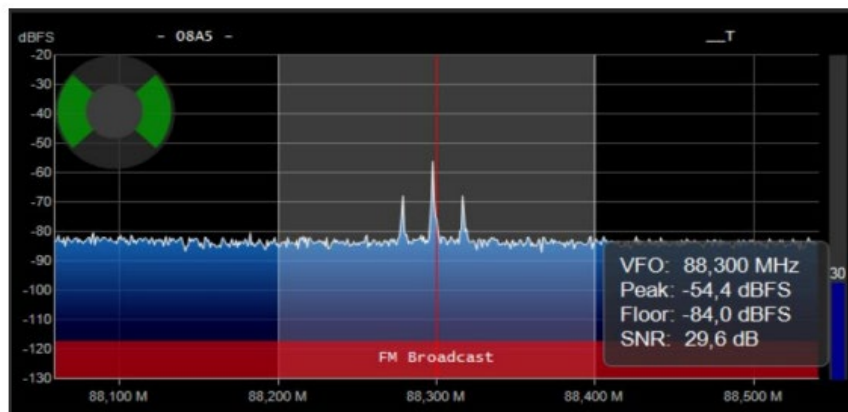


Figura 9: Medición con analizador de espectro

## Conclusiones:

Las señales de FM presentan buena modulación, una potencia transmitida aceptable y ocupación del ancho de banda entre el 25% y el 100%. Hay frecuencias que no fueron analizadas ya que en las mismas no se detectó señal alguna, pudiendo tratarse de que en esa frecuencia central no se estaba transmitiendo en ese momento o no existe emisora asignada a dicha frecuencia. Muchas transmisoras si tienen asignadas frecuencias de transmisión, pero su nivel de potencia es tan bajo, que no se pudo distinguir del ruido y, por lo tanto, no aportan información de relevancia al análisis. Las causas de ese resultado se atribuyen a la distancia del lugar donde se realizaron las mediciones con respecto a la planta transmisora, debido a que la gran mayoría de éstas se ubican en el centro de la ciudad.

Las señales que se distinguen del ruido lo hacen con una potencia comprendida entre -65dBm y -80dBm. En su mayoría, las emisoras de FM respetan el ancho de banda asignado de 200KHz, en donde la ocupación de este es entre un 45% y un 100%. Existen casos específicos de emisoras, donde la señal modulada en frecuencia ocupa entre 20% y 65% del ancho de banda asignado; en cambio, en otras emisoras las señales exceden el canal asignado, invadiendo los canales adyacentes. Este último caso, se produce debido a que la transmisión se realiza con una potencia muy elevada. En cuanto al analizador de espectro, se puede mencionar que debido a la naturaleza constructiva (conversión A/D), la forma de onda no es una campana de Gauss perfecta como se esperaría de la teoría, sino que presenta pequeñas desviaciones; es un detalle importante a tener en cuenta para no caer en falsas conclusiones. La resolución de ancho de banda, RBW, utilizada fue de 3kHz, para todas las mediciones. La alta resolución nos permitió discernir con detalle la modulación de las señales. Para todas las mediciones el nivel de referencia en amplitud fue de -30dBm, con la escala en 1dB. Esa configuración fue considerada adecuada para los propósitos de nuestras mediciones lo que ofrece valores más exactos.

Locaciones:

- YPF 2 de abril: se destaca la frecuencia de 93.5MHz, la cual tiene una señal que invade a los canales adyacentes.

- Estrecho San Carlos esquina Las Virreinas: • 90.9Mhz invade los canales adyacentes, teniendo a su vez una potencia muy alta, del orden de los -60dB. • 94.3MHz es una transmisión con portadora de aproximadamente -65dB y con modulación de un solo tono. • 95.1MHz invade los canales adyacentes. • 96.1MHz señal con una modulación excesiva y una potencia cercana a los -60dB • 100.3MHz modulación de un solo tono. • 107.3MHz señal con una modulación excesiva y una potencia cercana a los -60dB que invade los canales adyacentes.
- Ruta 38 Y 25: • 100.3MHz modulación de un solo tono; • 106.9 MHz señal con una modulación excesiva y una potencia cercana a los -60dB que invade el canal adyacente izquierdo.
- Pedro Bazán 415: • 91.3 MHz señal con una gran potencia y amplitud excesiva; • 91.9 MHz portadora sin modulación; • 97.3 MHz modulación de un solo tono.
- Padercitas: • 89.1 MHz señal interferente en el canal, de amplitud constante y sin modulación.
- Diarco: • 96.9 MHz señal con una gran potencia, invadiendo los canales adyacentes.
- Autodromo: • 90.9 MHz, 96.1 Mhz; 98.3 MHz; 99.5 MHz; 101.1 MHz; 101.5 MHz; 104.7 MHz y 107.3 MHz señales con una gran potencia invadiendo los canales adyacentes
- Aeropuerto: • 94.3 MHz portadora sin modulación.

En cuanto a las mediciones de Tv analógica digital y celulares, se visualizan en las mediciones las diferentes señales en el espectro de VHF y UHF son perfectamente sintonizadas e identificadas en sus correspondientes frecuencias y anchos de bandas asignados.

La investigación se concluye con éxito y se deposita en el RIA de la Biblioteca de la UTN para su consulta abierta a la comunidad que así lo requiera.



## Bibliografía

- Bolton W.; Mediciones y Pruebas Eléctricas y Electrónicas; Marcombo 2006
- Ditel Manuales de Transmisores de FM y TV Ditel 2010.
- Floyd T. (2008). Dispositivos Electrónicos. Octava Edición. México. Editorial Pearson Educación.
- Frenzel L. Electrónica Aplicada a los Sistemas de las Comunicaciones; ISBN 970-15-0854-8; Alfaomega; 2003
- Grazzini H. (2003). Mediciones electrónicas. Córdoba. Editorial Universitas.
- Malvino A. Bate D. (2010). Principio de la Electrónica. Séptima Edición. México. Editorial Mc.Graw Hill.
- Pallás Areny R. (2007). Instrumentos Electrónicos Básicos. Editorial Alfaomega.
- Schilling D. Belove C. (1993). Circuitos Electrónicos Discretos e Integrados. Tercera Edición. México. Editorial Mc Graw Hill.
- Sierra Pérez M. Garrocha Iragüen B. Fernández Jambrina J. Sierra Castañer M. (2003). Electrónica Aplicada a los Sistemas de las Comunicaciones. Madrid. Editorial Prentice-Hall.
- T Néstor O. Pisciotta, Carlos G. Liendo, Roberto C. Lauro; Transmisión de Tv Digital Terrestre en la Norma ISDB-Tb; ISBN 978-987-1954-08-7; CENGAGE Learning; 2013.
- Tomasi Wayner; Sistemas de Comunicaciones Electronicas (4º Edición) ISBN 970-26-0316-1; Prentice-Hall; 2003.

## Validación de un Modelo para Incorporar la Seguridad durante el Ciclo de Desarrollo de Software

---

Lucero, Emilce Beatriz <sup>(1)</sup> – Castillo, Julio Javier <sup>(2)</sup> – Rearte, Emilio P. <sup>(3)</sup> – Carrizo, Pablo J. <sup>(4)</sup>

(10) Informática II, Departamento de Ingeniería Electrónica - UTN-Facultad Regional La Rioja

(11) Laboratorio de Investigación de Software LIS-DISI - UTN-Facultad Regional Córdoba

(12) Departamento DACyTAPAU – Universidad Nacional de La Rioja

(13) Laboratorio de Electrónica - UTN-Facultad Regional La Rioja

[bealucero@yahoo.com.ar](mailto:bealucero@yahoo.com.ar)

### Resumen

El presente artículo pretende dar cuenta de la validación de un modelo metodológico que se ha propuesto para el desarrollo de un producto de software, en el que la seguridad se incorpora, desde etapas tempranas y como una propiedad relevante, al ciclo de su desarrollo. Concretamente, aquí se presentan los pasos establecidos como estrategia para la obtención de un software seguro, empleando como objeto destinatario de este proceso, el aplicativo web de gestión administrativa/académica del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Rioja. Asimismo, se proporcionan algunos elementos conceptuales, procedimentales y evaluativos que permiten analizar el estado del producto resultante y, consecuentemente, determinar el nivel de seguridad alcanzado y la efectividad del modelo. Finalmente, se ofrece el análisis de los resultados obtenidos y las conclusiones acerca del desarrollo de los lineamientos de gestión técnica del modelo propuesto en el proceso de validación abordado.

**Palabras Clave:** Software Seguro, Validación de Seguridad

## Introducción

Las malas prácticas de programación llevan a tener sistemas con un alto grado de vulnerabilidad. Una vulnerabilidad es un defecto de seguridad en el software que puede ser usado maliciosamente por un atacante para ganar acceso al sistema o a la red (Awang, 2013).

Un software seguro es aquel que fue diseñado, implementado y configurado para seguir funcionando correctamente ante la presencia de la mayoría de los ataques, fallas o debilidades conocidas en el software, tolerando los errores y fracasos que resulten de tales ataques, fallas o debilidades (Correa, 2021).

El Proyecto Abierto de Seguridad de Aplicaciones Web (OWASP, por sus siglas en inglés), en el año 2013, publicó las diez vulnerabilidades de seguridad más comunes en aplicaciones en aplicaciones Web. Estas vulnerabilidades son: inyección de código maligno, administración de la sesión, vulneración de la autenticación, cross-site scripting, referencias directas a objetos de forma insegura, exposición de datos sensibles, control de acceso, cross-site request forgery, utilización de componentes con problemas conocidos, y redireccionamiento y reenvíos no validados (Goertzel, 2006).

Para asegurar la calidad del producto informático en cuanto a seguridad se refiere, se requiere de contar con un informe de medición del estado de seguridad del aplicativo Web para adoptar medidas estratégicas que puedan mitigar las vulnerabilidades detectadas.

Existen diferentes técnicas utilizadas para comprobar el estado de seguridad de un aplicativo Web, pues no se puede garantizar la seguridad de una aplicación Web sin hacer las respectivas pruebas de seguridad en ella.

En este trabajo se presenta un proceso para verificar la seguridad de una aplicación web en la que se implementó una metodología de ciclo de vida que mejoran la seguridad del software (SDLC). La metodología de verificación se basa en los lineamientos propuestos el Estándar para verificación de la seguridad de aplicaciones de OWASP (ASVS, por sus siglas en inglés) (OWASP, 2021), se documenta una serie de pruebas de penetración que se hicieron con las herramientas de análisis de vulnerabilidades OWASP Zed Attack Proxy Project Zap<sup>1</sup> y Burp Suite<sup>2</sup>, para finalmente, con los resultados arrojados por estas herramientas, evidenciar el nivel de riesgo o estado de seguridad del aplicativo web y determinar el nivel de seguridad alcanzado en OWASP ASVS.

## Marco teórico

Las pruebas de seguridad se podrían definir como un conjunto de actividades que se llevan a cabo para definir fallas y vulnerabilidades en aplicaciones web, buscando disminuir el impacto de ataques a ellas y pérdida de información importante (OWASP, 2020).

---

<sup>1</sup> Es un proyecto desarrollado por la comunidad de OWASP. Su página oficial es [https://www.owasp.org/index.php/OWASP\\_Zed\\_Attack\\_Proxy\\_Project](https://www.owasp.org/index.php/OWASP_Zed_Attack_Proxy_Project).

<sup>2</sup> Herramienta para auditar la seguridad de páginas Web. Su página oficial es <https://portswigger.net/burp>.

## OWASP ASVS (Application Security Verification Standard)

Estándar de Verificación de Seguridad en Aplicaciones (ASVS) de OWASP, documenta y organiza una lista de verificación de requerimientos de seguridad que se utiliza para diseñar, desarrollar, probar y definir que tan segura es una aplicación web. El ASVS de OWASP define 3 niveles de seguridad que una aplicación puede lograr (OWASP, 2020).

**Nivel 1:** Las aplicaciones con este nivel se defienden contra vulnerabilidades que son fáciles de descubrir, e incluido el Top 10 de OWASP (OWASP, 2017) y otras listas de comprobación similares. Los controles de nivel 1 se pueden comprobar automáticamente mediante herramientas o simplemente manualmente sin acceso al código fuente. Las amenazas a la aplicación probablemente serán de atacantes que utilizan técnicas simples y de bajo esfuerzo para identificar vulnerabilidades fáciles de encontrar y fáciles de explotar.

**Nivel 2:** Una aplicación alcanza ASVS Nivel 2 (o Estándar) si se defiende adecuadamente contra la mayoría de los riesgos asociados con el software hoy en día. El nivel 2 garantiza que los controles de seguridad estén en su lugar, sean eficaces y se utilicen dentro de la aplicación. Las amenazas a las aplicaciones de nivel 2 suelen ser atacantes calificados y motivados que se centran en objetivos específicos utilizando herramientas y técnicas, que son altamente practicadas y eficaces para descubrir y explotar las debilidades dentro de las aplicaciones. Nivel recomendado para la mayoría de aplicaciones. Tiene defensas contra la mayoría de riesgos actuales.

**Nivel 3:** Es el nivel más alto de verificación dentro del ASVS. Este nivel se reserva normalmente para aplicaciones que requieren niveles significativos de verificación de seguridad, como los que se pueden encontrar dentro de áreas de militar, salud y seguridad, infraestructura crítica, etc. Recomendado para aplicaciones de misión crítica, como aplicaciones bancarias, médicas, militares, entre otras.

Cada nivel ASVS contiene una lista de requisitos de seguridad, que permite evaluar objetivamente los niveles. Cada uno de estos requisitos también se puede asignar a características y capacidades específicas de seguridad que los desarrolladores deben integrar en el software.

### Guía de pruebas OWASP

La Guía de Pruebas OWASP es un marco referencial que incluye un conjunto de puntos de control, basados en la colección de buenas prácticas de seguridad utilizadas en aplicaciones web (OWASP, 2014). El enfoque de OWASP, además de ser orientada a las pruebas de seguridad en todo el ciclo de desarrollo, también se centra en las pruebas de intrusión o caja negra; que es la manera como la mayoría de atacantes puede tener acceso a la aplicación. El conjunto de pruebas se divide en categorías:

1. Recopilación de información (OTG-INFO)
2. Pruebas de gestión de configuración y despliegue (OTG-CONFIG)
3. Pruebas de gestión de identidad (OTG-IDENT)
4. Pruebas de autenticación (OTG-AUTHN)

5. Pruebas de autorización (OTG-AUTHZ)
6. Pruebas de gestión de sesiones (OTG-SESS)
7. Pruebas de validación de entradas (OTG-INPVAL)
8. Pruebas de manejo de errores (OTG-ERR)
9. Pruebas de criptografía débil (OTG-CRYPST)
10. Pruebas de lógica de negocio (OTG-BUSLOGIC)
11. Pruebas del lado del cliente (OTG-CLIENT)

Esta metodología establece las partes de una aplicación web que se deben probar sucesivamente utilizando diferentes tipos de herramientas.

### Técnicas de pruebas de seguridad

La guía para pruebas de OWASP (OWASP, 2014) define cuatro principales técnicas para la realización de pruebas de seguridad en las aplicaciones web:

**Inspecciones manuales:** Consiste principalmente en hacer entrevistas, revisar manuales, políticas, documentos de requerimientos y diseño, entre otros.

**Modelamiento de amenazas:** Permite encontrar posibles amenazas e identificar vulnerabilidades; enfocándose en la gestión de riesgos y en la descomposición de requerimientos de la aplicación (conocer sus funcionalidades, activos, lógica de negocio, objetivos, etc.) para crear estrategias de mitigación.

**Revisión de código (de caja blanca):** Pruebas de caja blanca también, brindando una ventaja no solamente en la seguridad de las aplicaciones sino también en la calidad del software y en la implementación de buenas prácticas de desarrollo. Aspectos como debilidades en algoritmos criptográficos, problemas de concurrencia, lógica de negocio, problemas de control de acceso, tipos de datos, etc.

**Pruebas de penetración:** También conocidas como hacking ético, las pruebas de penetración (o **intrusión**) consisten en encontrar vulnerabilidades en la aplicación sin conocer su funcionamiento interno. Se requiere que el encargado de las pruebas tenga conocimientos sobre seguridad informática y habilidades para actuar o pensar como un atacante para encontrar las vulnerabilidades.

### Estimación del Riesgo

Para determinar el riesgo global que una aplicación Web insegura puede causar en una organización, es necesario valorar la probabilidad que se asocia a cada agente de amenaza, el vector de ataque y las debilidades en la seguridad, combinándolas con una estimación del impacto a nivel técnico y de negocios y con esto evaluar finalmente si el daño causado puede no tener consecuencias, o si por el contrario, puede colocar a la organización por fuera del negocio, es decir, determinar si la aplicación Web es vulnerable, junto con las medidas de seguridad que debería tener en cuenta para prevenir un posible ataque.

## Metodología

La metodología tiene como referencia el estándar OWASP ASVS. Se busca verificar si la aplicación se encuentra dentro del nivel 2 o Estándar, que es el apropiado para aplicaciones que usan transacciones Business-to-Business, con riesgo de seguridad moderado y cuyas amenazas son del tipo oportunista y del tipo atacante decidido.

Como primera medida, se revisa que los controles de seguridad establecidos durante el ciclo de desarrollo del software, existan, se aplican y sean eficaces, utilizando para ello listas de verificación. Como estrategia para evidenciar las vulnerabilidades en el sistema de información Web, se optó por el enfoque metodológico basado en pruebas de seguridad, siguiendo algunos de los lineamientos propuestos en la guía de pruebas de seguridad de OWASP. Para llevar a cabo estas pruebas fue necesario establecer una posición de usuario y agente malicioso, donde se asume un desconocimiento de la estructura interna del sistema, así como del código de la aplicación web. Usando pruebas de Black Box y Grey Box, usando las herramientas de evaluación y penetración de vulnerabilidades: ZAP para un análisis de escáner activo de la aplicación y Burp Suite para trabajar pruebas pasivas de auditoría. Se documentan las pruebas realizadas a la aplicación web para crear una evaluación de los riesgos en base a las vulnerabilidades encontradas, basándose en la metodología de evaluación de riesgos OWASP Top 10 – 2017 (OWASP, 2017) y OWASP Risk Rating Methodology (OWASP, 2020). Finalmente, se determina si la aplicación cumple con los requisitos del estándar de OWASP ASVS.

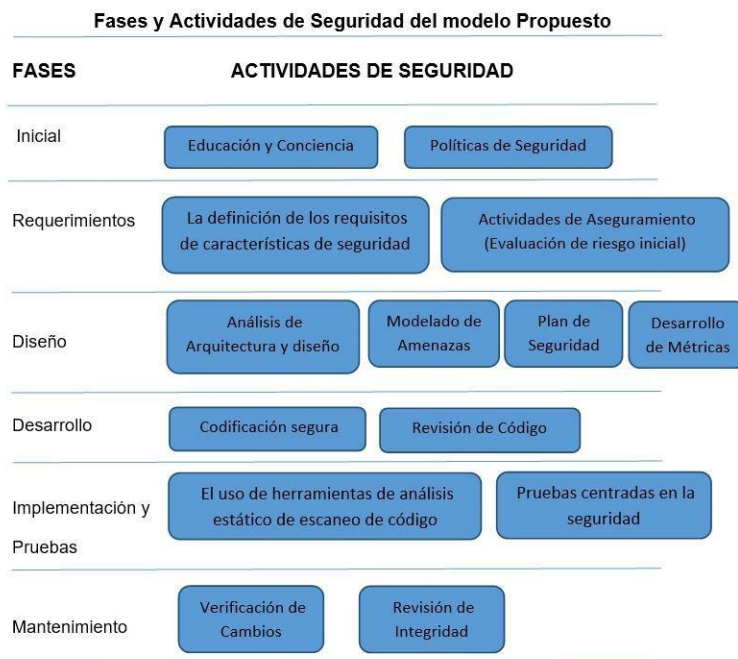
## Desarrollo e implementación

### Descripción del Aplicativo Web

El objetivo es validar la seguridad del aplicativo web del departamento de Ingeniería Electrónica, que permite gestionar y visualizar el almacenamiento de información que genera el departamento (disposiciones, planificaciones de docentes, entre otros), por medio de una interfaz que variará según el tipo de privilegio asociado al usuario. Este aplicativo se constituye como un activo de información valiosa para la institución y es al que se le ejecutaran las herramientas para el escaneo automático de vulnerabilidades.

En su construcción se utilizó una metodología de desarrollo seguro de software, cuyas actividades de seguridad se incorporan en las distintas fases del ciclo de vida del desarrollo de software, tal como se presenta en la figura 1.

La aplicación web está basada en una típica arquitectura de tres capas. Las diferentes tecnologías y versiones utilizadas para la creación del aplicativo son las siguientes: Sistema Operativo: Linux, Software servidor web: Apache, Lenguaje de programación: PHP, Framework de desarrollo Laravel, Sistema de Administración de Base de Datos: MySQL.



**Figura 1.** Fases y Actividades

Durante la fase de Diseño del aplicativo web, se realizaron listas de verificación de codificación seguras, tutoría y capacitación, codificación y pruebas, creación, implementación, configuración y operaciones, y terminando con pruebas independientes de seguimiento para asegurar que todos los controles de seguridad están presentes y funcionales.

Para la validación del software, se preparó un entorno de prueba utilizando el administrador de servicios para XAMPP que contiene un paquete de servicios y aplicaciones que se utiliza para ejecutar aplicaciones web PHP, luego, se instaló la aplicación seleccionada en un entorno local como parte de una evaluación objetiva.

#### Verificación de requisitos de seguridad

Se verificó que la lista de chequeo de requisitos de seguridad, se haya aplicado correctamente durante el desarrollo: accesos, proceso de inicio de sesión y autenticación. Manejo de Excepciones. Usuarios, perfil de usuario, verificación de privilegio mínimo. Protección de Datos Personales. Autenticación segura y secreta, que todos los controles de autenticación se realicen del lado del servidor. Bloqueo de usuarios, después de varios intentos erróneos para evitar ataques de fuerza bruta. Desarrollo Seguro, se comprueba que se aplicó patrones y recomendaciones de programación para incrementar la seguridad de datos. Sesiones Seguras, se verificar que toda autenticación exitosa y re-autenticaciones generen un nuevo identificador de sesión, cierre de sesión después de un periodo de inactividad. Validación de datos de entrada en formularios, que los controles estén del lado del servidor. Transacciones seguras, parametrización de consultas, y que no sean susceptibles a la inyección de SQL, desinfección de parámetros del lado del servidor. Asegurar HTML, para que la aplicación no sea susceptible a ataques Cross-Site Scripting (XSS). No Cache, se verificar que todos los formularios que contengan información sensible se les haya desactivado el almacenamiento de caché en el cliente; entre otros.

## Ejecución de las Pruebas

Siguiendo la guía de Pruebas de OWASP y con herramientas automatizadas se realizan las distintas pruebas. Se inician las pruebas haciendo una navegación manual de la aplicación web, de forma pasiva con Burp Suite y activa con ZAP, este tipo de exploración ayuda a tener un panorama de cómo está respondiendo el sistema, muestra las peticiones que trabaja, los tipos de entrada que recibe y las tecnologías que usa. Burp Suite muestra una visión detallada en forma de árbol con las carpetas y ficheros a los que se han accediendo con el proxy, construyendo así el site map de la web. Con ZAP se realiza una exploración activa con el escáner, se identifican distintos métodos GET que corresponden a vistas, así como llamadas de archivos que corresponden al Framework. Se observan también, dos métodos POST que corresponden al Login y al Registro, junto con las variables que se envían en cada uno de sus respectivos formularios.

## Resultado de las Herramientas de Pruebas

Tras finalizar estas pruebas pasivas de Burp y activas de ZAP, tenemos un panorama general de los riesgos encontrados en la aplicación web. Es importante tener presente que el nivel de riesgo (Alto<sup>3</sup>, Medio<sup>4</sup>, Bajo<sup>5</sup>) en el que se clasifica cada vulnerabilidad, determina el grado de amenaza o exposición ante fallos de seguridad que puede tener el aplicativo ante inminentes ataques y por consiguiente define su estado de seguridad.

**Tabla 1.** Vulnerabilidades detectadas por la Herramienta OWASP ZAP

Nivel de Riesgo	Vulnerabilidad Detectada	No. de Instancias
Medio	X-Frame-Options Header Not Set	7
	Private IP Disclosure	5
Bajo	Cookie No HttpOnly Flag	13
	Password Autocomplete in Browser	
	Web Browser XSS Protection Not Enabled	2
	X-Content-Type-Options Header Missing	19

Las alertas lanzadas por la exploración activa de ZAP, muestran una carencia en la configuración del servidor y de las herramientas del navegador. Estas pueden ser resueltas con actualizaciones y ajustes en la configuración por defecto del servidor. Pero en específico la ausencia de tres cabeceras de seguridad HTTP (X-Content-Type-Options, X-Frame-Options y X-XSS-Protection), estas cabeceras pueden ser añadidas dentro de las funciones de Laravel Framework para solucionarlas. Durante las pruebas pasivas con Burp Suite encontramos varias fallas de diseño en la aplicación web listadas en la tabla 2.

<sup>3</sup> Alto: Puede poner en peligro la disponibilidad, confidencialidad o integridad de los datos de los usuarios, o la disponibilidad de los recursos de procesamiento

<sup>4</sup> Medio: Su impacto puede reducirse en gran medida ya sea mediante configuraciones predeterminadas o por la dificultad propia en su explotabilidad.

<sup>5</sup> Baja: Es una vulnerabilidad difícil de explotar y con impacto mínimo.



**Tabla 2.** Vulnerabilidades detectadas por la Herramienta Burp Suite

<b>Vulnerabilidad Detectada</b>
Ausencia de certificados HTTPS
Ausencia de las cabeceras de seguridad
Ausencia de una configuración adecuada del servidor

### **Análisis y Resultado de las Pruebas**

Una vez concluidas las pruebas realizadas a la aplicación web del Departamento de Electrónica mediante la metodología de pruebas de OWASP, se observa que las herramientas detectaron algunos agujeros en la seguridad del aplicativo creado para el proyecto, identificando cada uno de ellos, no obstante no se detectaron vulnerabilidades para ataques de SQL inyección a razón que el framework utilizado tiene funciones pre-establecidas evitando esta técnica, pero se encontraron otras vulnerabilidades como son HTTP (X-Content-Type-Options, X-Frame-Options y X-XSS-Protection).

Luego de este análisis **se asigna un valor de riesgo mínimo a la aplicación web**, la mayor parte de las vulnerabilidades encontradas corresponden al diseño y la falta de algunas herramientas de seguridad dentro de la aplicación web, como por ejemplo validaciones tipo captcha para distinguir usuarios físicos de bots, certificados en capas de transporte, límites en tiempos de sesión, implementación de recomendaciones para la creación de contraseñas seguras pero pueden ser cubiertas implementado las recomendaciones propuestas para la siguiente auditoría de pruebas.

### **Conclusiones**

En este trabajo se llevó a cabo la ejecución de una metodología de evaluación de la seguridad en una aplicación en la que incorporó la seguridad desde etapas tempranas del ciclo de desarrollo del software.

Los estándares de pruebas y las prácticas recomendadas permitieron garantizar que las pruebas se centren en detectar posibles vulnerabilidades de seguridad, en vez de centrarse únicamente en el funcionamiento correcto de las características y las funciones del software. Las revisiones del código complementan las herramientas automatizadas y las pruebas, constituyen un paso fundamental para eliminar las vulnerabilidades de seguridad del software durante el proceso de desarrollo.

Con la ejecución de herramientas automatizadas, se pudo determinar que existen ciertas vulnerabilidades presentes en la aplicación web, pero representan un nivel de riesgo mínimo. Como la aplicación ha seguido durante su desarrollo una metodología de software seguro, podemos afirmar que los controles de seguridad requeridos para alcanzar el nivel 2 del OWASP ASVS están presentes, pero no todos han sido probados y validados, por lo que se hace necesario incorporar a este análisis más pruebas e implementar otras herramientas de seguridad automatizadas.

Se puede concluir que implementar una metodología de desarrollo de software seguro, adoptar herramientas de desarrollo, aplicar estándares de codificación y de pruebas no solo ayuda a implementar la seguridad en el software, sino que al considerar las posibles amenazas que pueden afectar a este tipo de aplicaciones y realizar los pasos necesarios para eliminar los errores de seguridad desde el principio reducen considerablemente la probabilidad de que las vulnerabilidades de seguridad lleguen a la versión final del software.

Mediante la integración de las actividades de seguridad de software en el SDLC, se puede producir software y aplicaciones con un menor número de vulnerabilidades con riesgos más bajos y sin costos extras para los clientes.

## Referencias

- Awang, N., and Manaf, A. Detecting vulnerabilities in web applications using automated black box and manual penetration testing. In *Advances in Security of Information and Communication Networks*, Springer Berlin Heidelberg (2013), 230–239.
- Correa Roddy A., Bermejo Higuera J. “Hybrid SecurityAssessmentMethodology forWebApplications” CMES, 2021, vol.126, no.1  
[https://www.academia.edu/59422750/Hybrid\\_Security\\_AssessmentMethodology\\_forWeb\\_Applications](https://www.academia.edu/59422750/Hybrid_Security_AssessmentMethodology_forWeb_Applications)
- Goertzel K., Winograd T., McKinley H., P. H. and Hamilton B. (2006) “Security in the software lifecycle. Making Software Development Processes -and Software Produced by Them-More Secure”. Draft V1.2. Department of Homeland Security. USA.  
[https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/WhitePaper/2006\\_019\\_001\\_52113.pdf](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/WhitePaper/2006_019_001_52113.pdf)
- OWASP Foundation, OWASP Top 10 2017, <https://owasp.org/www-project-top-ten/>
- OWASP Risk Rating Methodology. Recuperado 3 de diciembre de 2020, de [https://owasp.org/wwwcommunity/OWASP\\_Risk\\_Rating\\_Methodology](https://owasp.org/wwwcommunity/OWASP_Risk_Rating_Methodology)
- OWASP testing guide v4, 2014 [https://owasp.org/www-project-web-security-testing-guide/assets/archive/OWASP\\_Testing\\_Guide\\_v4.pdf](https://owasp.org/www-project-web-security-testing-guide/assets/archive/OWASP_Testing_Guide_v4.pdf)
- OWASP, Application Security Verification Standard 4.0.3 OOctubre 2021, Url: [http://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP\\_Application\\_Security\\_Verification\\_Standard\\_Project](http://www.owasp.org/index.php/Category:OWASP_Application_Security_Verification_Standard_Project)

# TECNOLOGÍAS DE HUMEDALES CONSTRUIDOS PARA TRATAMIENTO DE EFLUENTE LÍQUIDO RESIDUAL EN LA INDUSTRIA GRÁFICA

---

**Molina Gómez, Mariana<sup>(1)</sup> - Agüero, Claudio<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Grupo de Actividades Interdisciplinarias Ambientales (GAIA), UTN – FRLR)

e-mail: molinagomezmariana@gmail.com

**Resumen:** El agua es un recurso hídrico necesario para el desarrollo económico de una comunidad y para las actividades diarias de los seres humanos, pero más allá de ser un derecho, es una responsabilidad con valor económico, social y ambiental. Tanto las empresas como los habitantes de cada ciudad deben tomar conciencia que el agua de calidad, es un recurso natural cada vez más escaso tanto superficial como subterráneo (Madrimasd, 2006).

El agua globalmente es un recurso escaso, pero en la provincia de La Rioja y especialmente en la Ciudad de La Rioja, es un recurso crítico.

El reciclaje y el reúso del agua en la industria representan una oportunidad de conservar el recurso hídrico y proteger el ambiente.

Un tratamiento eficaz de las aguas residuales industriales puede ser una vía para su potencial reúso, principalmente para la Rioja y su problema de escasez.

La organización en estudio, cuenta con un sistema de tratamiento primario físico de sedimentación y homogeneización del efluente en tanques de compensación. Posteriormente, se trasvasa el líquido a un tanque reactor donde se lleva a cabo el tratamiento químico del efluente, con el cual se observa aumento de la conductividad eléctrica y sodio debido al uso de sales de aluminio. Este último proceso es discontinuo (se realiza en forma de Bach cada 5300 litros acumulados). Finalmente, se genera un proceso de adsorción en carbón activado granular (nuevamente de modo Bach). Como última etapa del proceso, se realiza la descarga, por aspersion, en terreno absorbente del efluente tratado, advirtiendo disminución de la cobertura vegetal.

Se propone una mejora en el sistema de tratamiento actual de la empresa, a partir del reemplazo de la etapa de filtración con carbón activado, por una etapa de tratamiento en un humedal construido para la disminución de la conductividad eléctrica y el sodio.

Se espera que, con un efectivo tratamiento, el reciclaje y el reúso del agua en la industria, represente una oportunidad de minimizar el consumo del recurso hídrico y proteger el ambiente, previniendo la contaminación de acuíferos y la degradación del suelo cuando la descarga se hace sobre terreno absorbente.

**Palabras Claves:** Efluente líquido industrial, Reúso, Humedales Construidos

## Introducción

En la ciudad de La Rioja, el agua es un recurso natural escaso y dentro del ciclo de vida de los productos fabricados en el parque industrial de esta ciudad, uno de los desechos generados en los procesos productivos es el efluente líquido.

Un tratamiento eficaz de las aguas residuales industriales puede ser una vía para su potencial reúso, transformándose en una alternativa para mitigar la escasez de agua en la ciudad de La Rioja.

De aquí surge la importancia de realizar un tratamiento a los efluentes líquidos industriales aplicando diversos métodos con la finalidad de devolver al medio el agua utilizada en los procesos industriales y que las mismas estén en condiciones óptimas a la hora de su descarga (Zaldumbide y Barrera, 2009).

La tinta que utiliza la empresa en estudio es una mezcla homogénea de materia colorante, resinas y aditivos y tiene como objetivo reproducir una imagen (márgenes, rayas y cuadros) sobre un soporte (papel) mediante un proceso de impresión. El efluente se origina a partir de las operaciones de lavado de los rodillos y las cubas de la maquinaria.

Los humedales de tratamiento, son sistemas diseñados y construidos por el hombre para eliminar contaminantes del agua, utilizando los procesos físicos, químicos y biológicos, que ocurren en los humedales naturales, constituyendo una opción natural e innovadora que subsana las limitaciones tecnológicas actuales y se enmarcan en una tendencia a centrarse en los procesos naturales (Stefanakis, 2019, Wu et al., 2018). Como material y método filtrante en el humedal, se coloca un sustrato que se ubica en el lecho de éste, el cual sirve para el desarrollo del ecosistema y como soporte de las plantas que se usarán en el proceso. Respecto a la vegetación que se emplea, ésta contribuye a la oxigenación del sustrato y a la eliminación de nutrientes.

El objetivo de este trabajo es elaborar una propuesta alternativa de tratamiento del efluente industrial actual, mejorando la calidad del mismo para su reutilización.

## Materiales y métodos

No se han encontrado antecedentes de la reutilización para riego de los efluentes líquidos industriales en la provincia de la Rioja, como así tampoco la aplicación de humedales construidos. No obstante, para su estudio, se hace necesario conocer la calidad del efluente que se ha tratado y el cual se reusará. Para ello se analizaron las características del efluente que ingresa a la planta de tratamiento, teniendo en cuenta los límites para vuelco en terreno absorbente, en los parámetros Conductividad y Relación de Adsorción de Sodio (RAS). Dado que, dentro de los parámetros para vuelco exigidos por el Decreto 733/93 de la provincia de La Rioja no se contemplan los valores límites para el RAS y la Conductividad Eléctrica, se complementa con lo determinado en el Decreto 847/16 de la provincia de Córdoba, donde se establece un valor menor o igual a 3 para RAS y menor o igual a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para la Conductividad.

De una muestra tomada in situ, se procedió a medir la conductividad eléctrica y a calcular el RAS, determinando las concentraciones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ) y sodio ( $\text{Na}^+$ ).

A su vez, se determinó el tipo de humedal a construir, concluyendo que la mejor opción, es la utilización de un humedal de flujo subsuperficial horizontal (HFSSH), debido a que éste, otorga un mejor contacto entre el agua residual y el sustrato y con ello una mayor velocidad de depuración y menores tiempos de retención, además presenta una mayor sencillez operativa y menores costos vinculados (Wu et al., 2018), ya que la empresa posee cañerías subterráneas para el vuelco del efluente tratado.

## Resultados y discusión

Se midió conductividad eléctrica a la salida del filtrado con carbón activado, la cual arrojó un resultado de 3025  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Para el cálculo del RAS, se aplicó la fórmula del Laboratorio de salinidad de RIVERSIDE (1996) de Estados Unidos:

$$\text{RAS} = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca+Mg)}{2}}}$$

Donde:

RAS= Relación de adsorción de sodio (adimensional)

Na= Concentración de sodio en agua (meq/l)

Ca= Concentración de calcio en agua (meq/l)

Mg= Concentración de magnesio en agua (meq/l)

Los resultados de los análisis efectuados arrojaron los siguientes datos:

Na= 19,19 meq/l

Ca= 33,08 meq/l

Mg= 6,27 meq/l

Sustituyendo en la fórmula, los valores conseguidos, la RAS fue el siguiente:

$$\text{RAS} = 4,32$$

En virtud de este valor de RAS hallado y de acuerdo con la clasificación del Laboratorio de salinidad de RIVERSIDE de Estados Unidos (1996), el agua tratada presenta una la peligrosidad sódica baja (Tabla 1).

**Tabla 2: Clasificación de la peligrosidad de sodificación del suelo por agua de riego. Adaptado de Riverside, EEUU**

CLASIFICACION DE PELIGROSIDAD DE SODIFICACION DEL SUELO POR EL AGUA DE RIEGO (RIVERSIDE)			
CLASES	PELIGRO DE SODIFICACION	RAS	RESTRICCIONES DE USO
S1	Baja peligrosidad sódica	0 a 10	Apta
S2	Mediana peligrosidad sódica	10 a 18	Apta con precauciones
S3	Alta peligrosidad sódica	18 a 26	Apta con precauciones
S4	Muy Alta peligrosidad sódica	> 26	No Apta

En 1987, la FAO demostró que el índice RAS se encontraba sobrestimado por lo que propuso calcular la Relación de adsorción de sodio corregido (RAS<sup>o</sup>), haciendo una corrección al valor del calcio (Ca<sup>o</sup>) introducido en la fórmula.

Para el cálculo del RAS ajustado, se determinaron los valores de la concentración de bicarbonatos presentes en el agua tratada: 11,14 meq/l usando la fórmula: HCO<sub>3</sub>/Ca, con un resultado de 5,20 meq/l.

Se reemplazaron los valores en la fórmula inicial y el resultado obtenido para el RAS corregido fue el siguiente: 8,03, mediana peligrosidad sódica (Tabla 2).

**Tabla 3: Clasificación de la peligrosidad de sodificación del suelo por agua de riego. Adaptado de la FAO, revisión 1987**

CLASIFICACION DE PELIGROSIDAD DE SODIFICACION DEL SUELO POR EL AGUA DE RIEGO (FAO)			
CLASES	PELIGRO DE SODIFICACION	RAS	RESTRICCIONES DE USO
S1	Baja peligrosidad sódica	< 3	Apta
S2	Mediana peligrosidad sódica	3 a 9	Apta con precauciones
S3	Alta peligrosidad sódica	> 9	No Apta

En referencia a la construcción del humedal, se propone ejecutar la instalación en el área actualmente utilizada como terreno absorbente (500 m<sup>2</sup> aproximadamente), debido a que su estado ha sido modificado producto de la alta salinidad del efluente, con lo cual se brindaría un nuevo uso (Figura 1).



**Imagen 1: Ubicación geográfica del proyecto de Humedal Construido**



Con el objeto de evitar la contaminación de las napas freáticas y las fugas que puedan perjudicar al diseño y operación del mismo, se procederá a impermeabilizar el fondo y los taludes de éste.

García y Corzo (2008), citan que, en el caso de impermeabilización con arcilla, las capas de este material se deben disponer hasta alcanzar un espesor normalmente de 3 cm, instalando primeramente una capa de cal (entre 2 y 4 cm) para separar el terreno natural de la capa de arcilla. Posterior a ello, se colocan las capas de arcilla de 5 a 6 cm de espesor, las cuales deben mantenerse húmedas todo el tiempo, e ir compactando a medida que se van colocando.

El sustrato a emplearse será grava local, con diámetro entre 10 y 15 mm

En cuanto a la vegetación, se propone el uso de *Vetiveria zizanioides*, conocida como resistente ante condiciones de salinidad eminentes (Lianga et al., 2016). Se planea que la profundidad de las unidades sea entre 0,4 y 0,7 m, considerando el tamaño de la estructura radicular de la macrófita seleccionada (Figura 2).

Se considera conveniente realizar un análisis de desempeño del *Vetiveria* mediante la construcción de un humedal piloto, donde se evaluará su resistencia a las condiciones climáticas y a la elevada

conductividad, como así también su capacidad de remoción de la materia orgánica y metales que pudiese haber en el efluente.

Siguiendo las recomendaciones del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (CNA, 2007), se realizará la siembra con una distancia de separación de un metro.

Para el cálculo de la superficie necesaria, se utilizará la temperatura mínima media de la región: 13°C, según datos del Servicio Meteorológico Nacional, de esta manera, se dimensionará el sistema para funcionar bajo condiciones menos favorables.

## Conclusiones

El reciclaje y tratamiento apropiado de las aguas residuales industriales juega un papel importante en la provincia de la Rioja, previniendo la contaminación de acuíferos cuando la descarga se hace sobre terreno absorbente y proporcionando un uso y manejo sustentable del recurso hídrico.

Altos niveles de RAS podrían resultar en un daño de la estructura del suelo y en problemas de infiltración de agua. El suelo se vuelve duro y compacto en condiciones secas y reduce la infiltración de agua y aire (Sela, s.f.).



Por otra parte, Ayers y Westcot (1985) establecieron en la guía de interpretación de calidad de agua de riego de la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), que el riego con agua de conductividad mayor a 3000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  posee un grado severo de restricción de uso, por lo cual se hace necesaria la adopción de medidas correctivas.

Así mismo, una de las ventajas del cambio propuesto en el actual sistema de tratamiento, está basado en la eliminación de la necesidad de recambio del filtro de carbón activado, una vez agotada su vida útil, lo que implica una reducción de costos operativos a largo plazo. Por otra parte, las cañerías de conducción utilizadas para llevar el efluente a los aspersores, serían aprovechadas, en esta propuesta, para realizar la alimentación de los humedales.

Cabe mencionar que, el humedal construido, una vez que se encuentre en normal funcionamiento, aportaría un valor paisajístico que hoy no posee la actual etapa final de descarga en terreno absorbente.

## Bibliografía

- Ayers, R. y Westcot, D., (1985). Water quality for agriculture. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Recuperado de <https://www.fao.org/3/t0234e/t0234e00.htm>
- Comisión Nacional del Agua, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (2007). Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (CNA): Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Humedales Artificiales. Vol. 30.
- Decreto N° 773/93. Marco Regulatorio de las descargas de efluentes líquidos industriales. Reglamentario de la Ley Provincial N° 4741 Preservación del Medio Ambiente, La Rioja, Argentina, 23 de abril de 1993.
- Decreto N° 847/16. Reglamentación de estándares y normas sobre vertidos para la preservación del recurso hídrico provincial. Córdoba, Argentina, 13 de julio de 2016. Recuperado de <http://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2016/07/847-dec.pdf>
- García Serrano J. y Corzo Hernández A. (2008). Depuración con Humedales Construidos. Guía Práctica de Diseño, Construcción y Explotación de Sistemas de Humedales de Flujo Subsuperficial.
- Liang, X., Zhua, H., Banuelos, G., Yana, B., Zhoua, Q., Yua, X., Cheng, X. (2016). Constructed wetlands for saline wastewater treatment. Ecological Engineering.
- Madrimasd. (2006). tratamientos avanzados de aguas residuales industriales (p. 7, 15, 20-28). Madrid. Recuperado de: [https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2\\_Tratamientos\\_avanzados\\_de\\_aguas\\_residuales\\_industriales.pdf](https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tratamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf)
- Salinity and Agriculture. USSL-USDA. 1996. -Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/156/5/03%20REC%2068%20Anexo%206%20Normas%20Riverside.pdf>
- Sela, G., (Sin fecha). La calidad del agua de riego. Recuperado de <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/irrigation-water-quality>
- Stefanakis, A.I., Bardiau, M., Trajano, D., Couceiro, F., Williams, J.B., y Taylor, H. (2019). Presence of bacteria and bacteriophages in full-scale trickling filters and an aerated constructed wetland. Science of the Total Environment, 659, 1135-1145.
- Wu, S., Lyu, T., Zhao, Y., Vymazal, J., Arias, C., Brix, H., (2018). Rethinking intensification of constructed wetlands as a green eco-technology for wastewater treatment. Environ.Sci. Technol.52(4),1693–1694.
- Zaldumbide Ortiz, F. y Barrera Díaz, C. (2009). Remoción de Color en Aguas Contaminadas con tintas, pretratado electroquímicamente mediante Ozono en medio alcalino. Quivera. Revista de Estudios Territoriales, 11 (1), pág. 3. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40113194005>. ISSN 1405-8626.

# DEPURACIÓN DE EFLUENTES CLOACALES CON VETIVER EN LA PROVINCIA DE LA RIOJA

---

Quintero, Claudia N.<sup>1-2-3</sup>; Díaz, Esteban<sup>2-3</sup>; Barbeito, Javier<sup>2</sup>; Agost Carreño, Mauricio.<sup>2</sup>; Gordillo, Juan<sup>2</sup>; Rivera, Brenda.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tesista Maestría Ingeniería Ambiental UTN-FRLR

<sup>2</sup> Dpto. Ingeniería Civil UTN-FRLR

<sup>3</sup> Grupo GAIA – UTN-FRLR

e-mail: [ingclaudiaquintero@yahoo.com.ar](mailto:ingclaudiaquintero@yahoo.com.ar)

**Resumen.** Considerando la permanente preocupación de proteger y mejorar el medio ambiente, es que se busca estudiar otras alternativas de tratamientos que, si bien no han sido desarrollada lo suficiente en el país, representa una solución técnica al tratamiento de los desagües cloacales domiciliarios.

La Fitodepuración es un conjunto de tecnologías sustentables que utilizan las plantas para reducir, degradar o inmovilizar compuestos orgánicos e inorgánicos contaminantes. El término de Humedales construidos es relativamente nuevo; sin embargo, el concepto es antiguo, pues se tiene conocimiento de que las antiguas culturas como son la China y la Egipcia utilizaban a los humedales naturales para la disposición de sus aguas residuales. (Brix H, 1994 a).

El trabajo por desarrollar se presenta como una alternativa de tratamiento de aguas residuales domésticas, con el empleo de Humedales Construidos (HC's) o Wetlands, proponiendo en este caso el uso de pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), con el fin de prever la posibilidad de replicar el sistema de depuración propuesto en distintas localidades de la provincia de La Rioja. La alternativa propuesta con HC's es una tecnología de bajo costo, siendo el objetivo general del trabajo el evaluar la eficiencia del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en la remoción de los contaminantes orgánicos e inorgánicos en los efluentes cloacales.

En esta primera etapa como un primer avance de la investigación, y con la finalidad de probar la eficiencia de remoción en el tratamiento de los efluentes cloacales con pasto Vetiver, se instaló el sistema piloto de HC's; de flujo libre con plantas flotantes. Para ello se procedió a ensamblar la planta piloto conformada por tanques de PVC interconectados. El líquido residual utilizado fue extraído de una estación de bombeo del sistema de desagües cloacales de un barrio la ciudad Capital. Las plantas fueron previamente aclimatadas a las condiciones ambientales del sistema piloto con tareas de preparación y adecuación de los plantines, e incorporadas a los recipientes que simulan los HC's en diferentes cantidades.

Debido a inconvenientes con el desarrollo de los plantines en los tanques de la planta piloto, se decidió no realizar las mediciones de las concentraciones de parámetros en los afluentes y efluentes del sistema de tratamiento, por la incertidumbre que representarían sus valores. Por ello se tomó la determinación de empezar una nueva etapa de aclimatación y puesta en funcionamiento del sistema.

**Palabras Claves:** Depuración, Agua Residual, Vetiver.

## Introducción

Considerando la necesidad constante de preservar y mejorar el medio ambiente, se están investigando alternativas de tratamiento que, si bien no han sido desarrollada lo suficiente en el país, representa una solución técnica al tratamiento de los desagües cloacales domiciliarios.

Estos sistemas de tratamiento de aguas residuales son opciones sustentables y amigables con el medio ambiente porque están diseñados para maximizar los procesos que ocurren en ambientes naturales. En este sentido, los HC's están incluidos en lo que se conoce como Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), herramientas apropiadas para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. La simplicidad de su operación, su capacidad para soportar cargas variables de efluentes y su capacidad para proporcionar beneficios adicionales en forma de servicios ecosistémicos hacen que los humedales sean particularmente adecuados para los desafíos actuales y emergentes.

Antes de ser vertidos, estos efluentes son tratados a través de varias técnicas fisicoquímicas y biológicas en los grandes centros urbanos. No obstante, en áreas rurales sin sistemas de desagüe cloacal y/o plantas de tratamiento, el destino de estos líquidos residuales se vuelve cada vez más importante. Construir humedales es una alternativa a un manejo adecuado y sostenible de los mismos.

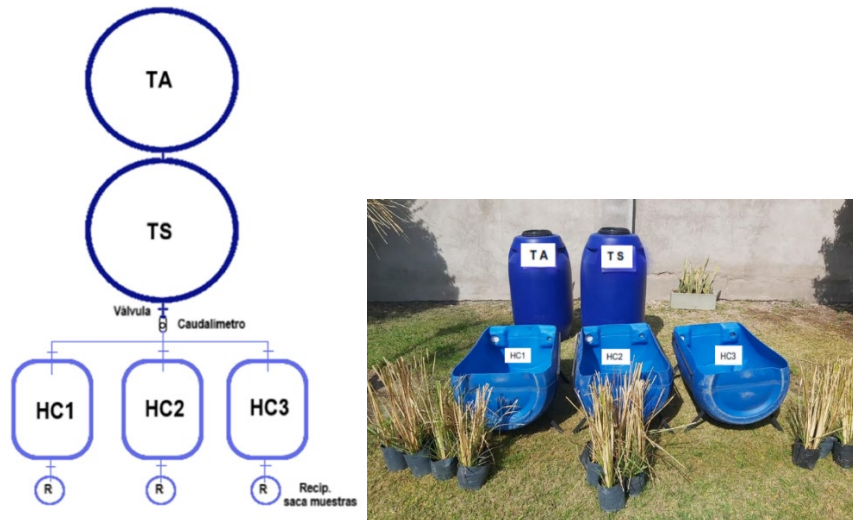
La Fitodepuración es un conjunto de tecnologías sustentables que utilizan las plantas para reducir, degradar o inmovilizar compuestos orgánicos e inorgánicos contaminantes. El término de Humedales construidos es relativamente nuevo; sin embargo, el concepto es antiguo, pues se tiene conocimiento de que las antiguas culturas como son la China y la Egipcia utilizaban a los humedales naturales para la disposición de sus aguas residuales. (Brix H, 1994 a).

El proyecto en desarrollo se ofrece como una opción para el tratamiento de aguas residuales domésticas, mediante la implementación de Ecosistemas Acuáticos Artificiales (HC's) o Húmedales, proponiendo en este caso la utilización de pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), con el propósito de anticipar la viabilidad de reproducir el sistema de purificación dispuesto en diversas localidades de la provincia de La Rioja. El objetivo general del estudio es evaluar la eficiencia del pasto vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) en la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos en los efluentes cloacales, siendo esta alternativa propuesta con HC's una tecnología de bajo costo.

## Materiales y métodos

Para el ensamblado de la Planta a Escala se procedió a materializar un modelo físico a escala con tanques construidos de PVC. El sistema está formado por cinco contenedores, un tanque de alimentación (TA), un tanque séptico (TS) y tres contenedores que representan los HC's a flujo libre los cuales poseen las siguientes dimensiones: 0,85 m de largo; 0,50 m de ancho y 0,40 m de profundidad (ver Esquema y Figura N°1).

Según se observa en la secuencia de fotografías, los sistemas individuales están constituidos, en principio por un recipiente de material plástico e interconectado, a través de cañerías y accesorios correspondientes. A la salida de cada contenedor se instaló una llave de paso que permitirá la toma de muestras de agua y así evaluar el funcionamiento y la eficiencia de remoción por separado, además de controlar el caudal de agua que ingresa al sistema. (Figura N°2).



Esquema y Figura N°1. Planta Piloto – Componentes



Figura N°2. Planta Piloto – Tareas de armado previas.

Para adaptar las plantas a las condiciones ambientales del sistema piloto, se realizaron tareas de preparación y adecuación de plantines. Luego, las plantas se incorporaron a los recipientes que simulan HC's. En cada uno de ellos se colocaron diferentes cantidades de plantas de vetiver con un sistema simple de flotación en proporción de 3-5-7 respectivamente, y todas las plantas tenían una talla de aproximadamente 30 cm; mediante la dosificación manual se alimenta desde el tanque (TS) conteniendo el agua residual pretratada. (Figura N°3). En esta etapa, se utiliza un líquido limpio durante 15 a 20 días. Luego, como se indica en la bibliografía, se comienza a agregar gradualmente el líquido cloacal.

El líquido residual para utilizar en este estudio e incorporado a la planta piloto fue extraído de una estación de bombeo de un barrio la ciudad Capital operada por la empresa Aguas Riojanas SAU, y que forma parte del sistema general de desagües cloacales. (Figura N°4)



Figura N°3. Planta Piloto – Tareas de armado para aclimatación.



Figura N°4. Estación de Bombeo

Con la finalidad de probar la eficiencia de remoción en el tratamiento de los efluentes cloacales, las determinaciones de parámetros a evaluar directamente en planta piloto serán: pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica (C.E.) y Oxígeno Disuelto (O.D.)

Las determinaciones de parámetros en Laboratorio serán: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), - Nutrientes (Nitrógeno y/o Fosforo), y microbiológicos: Coliformes termotolerantes o fecales.

## **Resultados y Discusión**

En el desarrollo del ensayo durante el periodo de aclimatación se produjeron problemas con el desarrollo de los plantines en los tanques de la planta piloto perdiendo un gran porcentaje de estas, lo que llevó una fase de consultas y discusiones sobre las causas y posibles soluciones.

Complementariamente a lo anterior se enfrentó la circunstancia de que no es abundante la bibliografía y antecedentes publicados sobre este tipo de tratamientos de HC's con un sistema de plantines de (*Chrysopogon zizanioides*) vetiver en flotación.

Al tener más incertidumbres que certezas se hará una serie de modificaciones a prueba y error en cuanto a las condiciones de ensayo, particularmente a la aclimatación de la especie.

Por lo tanto, se optó por no llevar a cabo las mediciones de las concentraciones de parámetros en los afluentes y efluentes del sistema de tratamiento, tal cual estaban pautadas, debido principalmente a la falta de certeza en los valores que representarían. En consecuencia, se tomó la determinación de empezar una nueva etapa de aclimatación y puesta en funcionamiento del sistema con nuevos plantines.

## **Conclusiones**

Los inconvenientes que se observaron en esta fase dieron como resultado el no poder seguir adelante con lo establecido en el plan de avance de la investigación propiamente dicha con la finalidad de probar la eficiencia de remoción en el tratamiento de los efluentes cloacales.

Sin embargo, deja como aprendizaje la importancia de cada una de las etapas de la puesta en marcha de una planta piloto en el desarrollo de este tipo de estudio de investigación.

Sobre todo, primordialmente lo referente a la preparación previa y aclimatación cuando se trabaja con este tipo de especies como el pasto Vetiver (*Chrysopogon zizanioides*).

Finalmente, con una nueva fase de aclimatación y puesta en funcionamiento, avalar la necesidad de proseguir la investigación en lo referente a la probar la eficiencia de remoción para obtener resultados confiables y comparables.

## Referencias

- Alvarado Granados Alejandro R. (coord.), 2012: Experiencia en el Tratamiento de aguas residuales en el Estado de México. México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- BIOVIDA - Centro de Biotecnología Vegetal Riojana - Agroingeniería Riojana S.A.P.E.M. 2019.
- Boffil, Sinaí y otros, 2009: “Desarrollo Local Sostenible a partir del Manejo Integrado en el Parque Nacional Caguanes de Yaguajay” en revista Desarrollo Local Sostenible, Grupo Eumed.net y Red Académica Iberoamericana Local Global. Vol 2, N° 4. Cuba: [www.eumed.net/rev/delos/04/](http://www.eumed.net/rev/delos/04/).
- Brix, Hans 1994 “Uso de humedales artificiales en el control de la contaminación del agua: desarrollo histórico, estado actual y perspectivas futuras”. *Water Sci. Technol.* (1994) 30 (8): 209-223.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2007: Programa de Sustentabilidad Hídrica del Valle de México, Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México.
- Crites, R.W., G. Tchobanoglous (1998). *Small and decentralized wastewater management systems*. Boston: McGraw-Hill.
- Díaz, C., Romero, J., (2013). Evaluación de la remoción de DBO, DQO, SST, NTK, PT y CF en un humedal de flujo subsuperficial construido con carbón mineral y cultivado con *Zantedeschia aethiopica*. Colombia. *Revista Escuela Colombiana de Ingeniería* ISSN: 0121-5132. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, v. 1 No. 89 pp.29-37.
- Dunbabin, J., & Bowmer, K. (1992). Uso potencial de humedales artificiales para tratamiento de aguas residuales industriales que contienen metales. *Science of the Total Environment*. 151-168.
- García T, Rodríguez M, 2005: Diseño construcción y evaluación preliminar de un humedal de flujo subsuperficial. *Revista de Ingenierías*. Universidad de los Andes. Santafé de Bogotá. 11 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/1992/760>.
- Ley Provincial N°: 6281/96. (1996) - Marco Regulador del Servicio de Agua Potable y Desagües Cloacales en la Provincia de La Rioja y sus modificatorias Leyes N°6308/97; N°6349/97 y N°7173/01.
- Lishenga, I. (2015). Eficacia de los sistemas de vetiver hidropónicos y de suelo en el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. *Revista International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology*. Vol. 26. p 53-63
- Llagas W, Gómez E. 2006: Diseño de humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. *Revista del Instituto de Investigaciones*. 17:12 p.
- Maine, M. A., Sánchez, G. C., Hadad, H. R., Caffaratti, S. E., Pedro, M. C., Di Luca, G. A., & Mufarregé, M. M. (2016). Humedales construidos para tratamiento de efluentes de industrias metalúrgicas en Santa Fe, Argentina. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(1), 5-16.
- Meftcalf And Eddy. *Ingeniería de aguas residuales Tratamiento vertido y reutilización*. Mcgraw Hill/ Interamericana de España 1995.
- Residuales (2010). *Transferencia de conocimiento a Latinoamérica*. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira - Colombia.



- Schierano, M.C., Maine, M. A. Y Panigatti, M. C. (2017). Tratamiento de aguas residuales de granjas lecheras utilizando humedales de flujo subterráneo horizontal con *Typha domingensis* y diferentes sustratos. *Tecnología ambiental*, 38 (2), 192-198.
- Tchobanoglous G., Rivas Hernández A. Memorias de la III Conferencia Panamericana de Sistemas de Humedales para el Tratamiento y Mejoramiento de la Calidad del Agua, 2016; editado por H. R. Hadad; M. A. Maine. 1a ed. Santa Fe: Universidad Nacional del Litoral.
- Truong, P., Tan Van, T, y E. Pinnars. Aplicaciones del Sistema Vetiver. Manual Técnico de Referencia. Publicado por The Vetiver Network International (2009). A.P.E.M. 2019.

<b><u>RESISTIVIDAD ELÉCTRICA EN LOS SUELOS DE LA ZONA ESTE DE LA CIUDAD DE LA RIOJA, DENSIFICACIÓN DE PUNTOS</u></b>	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN .....	2
MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
RESULTADOS .....	4
CONCLUSIONES .....	6
BIBLIOGRAFIA .....	7
<b><u>ESTRATEGIAS DE FORTALECIMIENTO DEL TEJIDO EMPRESARIAL EN LA PROVINCIA DE CATAMARCA</u></b>	<b>8</b>
INTRODUCCIÓN. ....	9
OBJETIVO GENERAL: .....	10
METODOLOGÍA, DISEÑO EXPERIMENTAL O TEÓRICO: .....	10
PRINCIPALES RESULTADOS: .....	10
CONCLUSIONES .....	13
BIBLIOGRAFÍA .....	14
<b><u>LAS PRÁCTICAS DE COMUNICACIÓN EDUCACIÓN Y SU RELACIÓN CON LA CONFIGURACIÓN DE REPRESENTACIONES SOCIALES</u></b> .....	<b>15</b>
INTRODUCCIÓN .....	16
MARCO CONCEPTUAL DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES .....	16
ACERCA DEL CAMPO EMPÍRICO .....	17
ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	18
ANÁLISIS DE REPRESENTACIONES SOCIALES .....	18
CONOCIMIENTO SOBRE LA EXISTENCIA DEL CoNAG Y OFERTA EDUCATIVAS .....	18
DIMENSIÓN ACTITUD .....	19
VALORACIÓN SOBRE LAS PRÁCTICAS EDUCATIVAS DEL CoNAG .....	19
ASPECTOS O RAZONES QUE PUEDEN DIFICULTAR LA ELECCIÓN DEL CoNAG .....	19
DIMENSIÓN CAMPO DE LA REPRESENTACIÓN .....	20
CONCLUSIONES .....	20
BIBLIOGRAFÍA .....	21
<b><u>VALUACIÓN FISCAL INMOBILIARIA Y EQUIDAD TRIBUTARIA</u></b> .....	<b>22</b>
INTRODUCCIÓN .....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24

<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>ASPECTO ECONÓMICO DEL CATASTRO TERRITORIAL .....</b>	<b>24</b>
<b>OBJETOS TERRITORIALES LEGALES.....</b>	<b>25</b>
<b>ASPECTOS GENERALES PARA VALUACIÓN FISCAL.....</b>	<b>26</b>

### **PLANTAS NATIVAS: TÓXICAS O MEDICINALES SEGÚN EL CRISTAL CON QUE SE LO**

<b><u>MIRA. ....</u></b>	<b><u>29</u></b>
--------------------------	------------------

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>34</b>

### **ESTUDIO MORFOMETRICO DE LA CUENCA DEL RIO DE LOS SAUCES, PROVINCIA DE LA RIOJA, ARGENTINA.....**

<b><u>.....</u></b>	<b><u>35</u></b>
---------------------	------------------

<b>ÁREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>36</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>36</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
<b>PARÁMETROS .....</b>	<b>37</b>
<b>ÁREA DE LA CUENCA .....</b>	<b>37</b>
<b>ÍNDICE DE COMPACIDAD (KC).....</b>	<b>38</b>
<b>FACTOR DE FORMA (KF).....</b>	<b>38</b>
<b>PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA.....</b>	<b>39</b>
<b>PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL .....</b>	<b>39</b>
<b>CURVA HIPSOMÉTRICA DE UNA CUENCA .....</b>	<b>40</b>
<b>RED DE DRENAJE .....</b>	<b>40</b>
<b>- TIPO DE CORRIENTES: .....</b>	<b>41</b>
<b>- NÚMERO DE ORDEN DE LOS CAUCES:.....</b>	<b>41</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>43</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>44</b>

### **GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS DE LA CIUDAD DE LA RIOJA .....**

<b><u>.....</u></b>	<b><u>45</u></b>
---------------------	------------------

<b>MARCO FÍSICO .....</b>	<b>46</b>
<b>CLIMATOLOGÍA.....</b>	<b>47</b>
<b>RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>47</b>
<b>HIDROQUÍMICA .....</b>	<b>49</b>
<b>SITUACIÓN ACTUAL DE LA DEMANDA DE AGUA .....</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>54</b>

<b><u>ENSAYOS DE MATERIAL RECICLADO PARA SU POTENCIAL USO EN CONSTRUCCIÓN</u></b>	<b>55</b>
INTRODUCCIÓN .....	56
MATERIALES Y MÉTODOS.....	56
RESULTADOS .....	58
CONCLUSIONES .....	60
BIBLIOGRAFÍA .....	61
<b><u>IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS PARA ANÁLISIS DE COMPOST</u></b>	<b>62</b>
INTRODUCCIÓN .....	63
MATERIALES Y MÉTODOS.....	64
RESULTADOS .....	67
CONCLUSIONES .....	68
REFERENCIAS .....	68
<b><u>AVANCES EN EL DISEÑO DE UN SISTEMA PARA EL ANÁLISIS DE MOVIMIENTO MEDIANTE SENSORES INERCIALES (IMU)</u></b>	<b>69</b>
INTRODUCCIÓN .....	70
METODOLOGÍA .....	71
SENSOR IMU UTILIZADO EN EL SISTEMA.....	71
<b><u>UTILIZACIÓN DE UN ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN FUENTES SUBTERRÁNEAS PARA CONSUMO HUMANO EN LA PROVINCIA DE LA RIOJA</u></b>	<b>74</b>
INTRODUCCIÓN .....	75
MATERIALES Y MÉTODOS .....	76
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	78
CONCLUSIONES .....	79
REFERENCIAS .....	80
<b><u>DESARROLLO DE SISTEMA PARA CAPTAR PATRONES INDICADORES DE BIODINÁMICA EMOCIONAL</u></b>	<b>81</b>
INTRODUCCIÓN .....	82
DESARROLLO .....	82
ESTRUCTURA DEL ESTÍMULO VISUAL.....	83
PROCESAMIENTO DEL VIDEO DE RESPUESTA EMOCIONAL.....	83
ANÁLISIS DE LA RESPUESTA EMOCIONAL DEL PACIENTE .....	84
RESULTADOS .....	85
CONCLUSIONES .....	86

<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>87</b>
--------------------------	-----------

**MODIFICACIONES DIDÁCTICAS EN LA PANDEMIA COVID-19 Y SU INCIDENCIA EN EL DESGRANAMIENTO O ABANDONO EN INGENIERÍA CIVIL – ACTUACIÓN DOCENTE... 88**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>89</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>90</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>90</b>
<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>96</b>

**REVISIÓN Y ANÁLISIS DEL FENÓMENO FOTOELÉCTRICO ASOCIADO A LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS ..... 97**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>98</b>
<b>ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>98</b>
<b>MODELO DE BANDAS DE ENERGÍA .....</b>	<b>98</b>
<b>FUNCIONAMIENTO DE UNA CÉLULA SOLAR .....</b>	<b>103</b>
<b>ANÁLISIS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>105</b>

**MODULO HABITACIONAL FLEXIBLE SUSTENTABLE ..... 106**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>107</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>107</b>
<b>DISEÑO.....</b>	<b>107</b>
<b>SITIO Y SITUACIÓN. CONTEXTO.....</b>	<b>108</b>
<b>VENTILACIÓN NATURAL .....</b>	<b>108</b>
<b>DISEÑO PAISAJÍSTICO.....</b>	<b>109</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>111</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>112</b>

**REVISIÓN Y ANÁLISIS DE NORMATIVAS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS EN LA RIOJA ARGENTINA ..... 113**

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>114</b>
<b>ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>114</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO ARGENTINO.....</b>	<b>114</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL MARCO REGULATORIO .....</b>	<b>115</b>
<b>LEYES DE FOMENTO A LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA NACIONAL Y PROVINCIAL (LA RIOJA) .....</b>	<b>116</b>
<b>PROSUMIDOR Y MICRORREDES .....</b>	<b>117</b>
<b>ANÁLISIS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>120</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>121</b>

<b><u>MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN LA CIUDAD DE LA RIOJA .....</u></b>	<b><u>122</u></b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>123</b>
<b>DESARROLLO .....</b>	<b>123</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>124</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>126</b>
<b>CONCLUSIONES: .....</b>	<b>128</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>130</b>
<b><u>VALIDACIÓN DE UN MODELO PARA INCORPORAR LA SEGURIDAD DURANTE EL CICLO DE DESARROLLO DE SOFTWARE .....</u></b>	<b><u>131</u></b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>132</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>132</b>
<b>OWASP ASVS (APPLICATION SECURITY VERIFICATION STANDARD) .....</b>	<b>133</b>
<b>GUÍA DE PRUEBAS OWASP .....</b>	<b>133</b>
<b>TÉCNICAS DE PRUEBAS DE SEGURIDAD .....</b>	<b>134</b>
<b>ESTIMACIÓN DEL RIESGO .....</b>	<b>134</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>135</b>
<b>DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>135</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL APLICATIVO WEB.....</b>	<b>135</b>
<b>VERIFICACIÓN DE REQUISITOS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>136</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>138</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>140</b>
<b><u>TECNOLOGÍAS DE HUMEDALES CONSTRUIDOS PARA TRATAMIENTO DE EFLUENTE LÍQUIDO RESIDUAL EN LA INDUSTRIA GRÁFICA.....</u></b>	<b><u>141</u></b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>142</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>142</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>143</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>145</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>147</b>
<b><u>DEPURACIÓN DE EFLUENTES CLOACALES CON VETIVER EN LA PROVINCIA DE LA RIOJA.....</u></b>	<b><u>148</u></b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>149</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>149</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>152</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>152</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>153</b>
<b><u>ÍNDICE .....</u></b>	<b><u>155</u></b>

# IV Encuentro de Comunicación Investigación, Docencia y Extensión

## IV ECIDE 2023

19 al 20 de octubre de 2023

*La Universidad Tecnológica Nacional (UTN) – Facultad Regional La Rioja (FRLR) posee una política de fortalecimiento de actividades de investigación y extensión mediante una activa participación de sus docentes y alumnos de grado y posgrado. Los proyectos de investigación, desarrollo, extensión, transferencia, proyectos finales y tesis de posgrado dan lugar a una producción que corresponde ser divulgada y que además permite, en algunos casos, una primera experiencia en eventos académicos científicos.*

*Con dicho objetivo se organizó y realizó en la FRLR en el año 2023 el IV Encuentro de Comunicación, Investigación, Docencia y Extensión, a partir del cual surgió el presente libro.*

ISBN 978-987-8992-36-5

edUTecNe



9 789878 992365