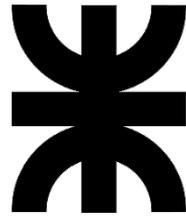


# Actas de las Jornadas de Ciencia, Tecnología y Posgrado 2021

## Facultad Regional Concordia





# **Jornadas de Ciencia Tecnología y Posgrado**

**5, 6 y 7 de octubre**

**2021**

**Facultad Regional Concordia**

**Entre Ríos – Argentina**



Actas de las Jornadas de Ciencia Tecnología y Posgrado 2021 de la Facultad Regional Concordia / Guido Adente... [et al.] ; compilación de Natalia Tesón ; editado por Fernando Cejas. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires :

edUTecNe, 2021.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4998-79-8

1. Bioenergía. 2. Energía Eléctrica. 3. Ingeniería Civil. I. Adente, Guido. II. Tesón, Natalia, comp. III. Cejas, Fernando, ed.

CDD 607.3



**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 Concordia**

**Decano:** Ing. José Jorge Penco

**Vicedecano:** Ing. Fabián Andrés Avid



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

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

**Director Colección Energías Renovables, Uso Racional de Energía, Ambiente:** Dr. Jaime Moragues.

Queda hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

© edUTecNe, 2021

Sarmiento 440, Piso 6 (C1041AAJ)

Buenos Aires, República Argentina

Publicado Argentina – Published in Argentina

ISBN 978-987-4998-79-8



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.

Querida comunidad, como en cada edición las Jornadas de Ciencia, Tecnología y Posgrado son un buen motivo para encontrarnos, particularmente en este año en que la ciencia y la tecnología han demostrado su importancia para la humanidad. Nos toca ahora volver a nuestra vida habitual y retomar con fuerza nuestro trabajo.

En este sentido las Jornadas serán una excelente ocasión para compartir los avances realizados por nuestros grupos que, pese a los efectos y restricciones ocasionados por la pandemia, se han podido lograr en los diferentes proyectos de investigación de la Facultad.

Sabemos de las limitaciones que todavía existen, pero es hora de renovar el esfuerzo, con el convencimiento de que el trabajo realizado será la mejor manera de contribuir al desarrollo de nuestra comunidad y del país en su conjunto.

*Dra. Natalia Tesón*

Secretaria de Ciencia  
Tecnología y Posgrado

*Ing. José Jorge Penco*

Decano



## Autoridades

### **Decano**

Ing. José Jorge Penco

### **Vicedecano**

Ing. Fabián Andrés Avid

### **Secretario Académico**

Ing. Fabián Andrés Avid

### **Secretario de Asuntos Universitarios**

Sr. Agustín Horacio Leyes

### **Secretaria de Ciencia, Tecnología y Posgrado**

Dra. Natalia Tesón

### **Secretario de Extensión Universitaria**

Ing. Marcelo Fabián Arlettaz



## Comisión organizadora

Ing. Fabián Avid.

Ing. Marcos Blanc.

Dr. Carlos Chezzi.

Arq. Guillermo Esteves.

Ing. Alejandro García.

Ing. María Isabel Jauregui.

Ing. Federico Larocca.

Ing. María Emilia Medina.

Ing. Oscar Rico.

Prof. Jorge Sota.

Dra. Natalia Tesón.

Ing. Viviana Venturino.

Dra. María Eugenia Garat

Ing. Luis Neira

Téc. Fabricio Bonato.

<b>AUTORIDADES .....</b>	<b>4</b>
<b>COMISIÓN ORGANIZADORA .....</b>	<b>5</b>
<b>ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL SUELO A LO LARGO DEL AÑO. ....</b>	<b>7</b>
<b>APROVECHAMIENTO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL DESARROLLO DE MEDIDORES DE NIVEL EN AGUA SUBTERRÁNEA. ....</b>	<b>11</b>
<b>IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA IOT PARA MONITOREO Y ANÁLISIS DE AGUA SUBTERRÁNEA EN LA CUENCA ARROYO PALMAR. ....</b>	<b>16</b>
<b>PRESENTACIÓN DEL OBSERVATORIO DE ENERGÍA Y AMBIENTE DE LA REGIONAL .....</b>	<b>20</b>
<b>SELECCIÓN DE VARIABLES EN CLASIFICADORES PARA LA DETECCIÓN DE AISLAMIENTO EN MICRORREDES ELÉCTRICAS.....</b>	<b>24</b>
<b>IMPLEMENTACIÓN DE MÓDULOS ESP32 PARA TELEMEDICIÓN EN UN PROTOTIPO DE MICRORRED ELÉCTRICA INTELIGENTE .....</b>	<b>31</b>
<b>LABORATORIOS REMOTOS: DESAFÍOS Y POSIBILIDADES .....</b>	<b>38</b>
<b>DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA AUDITORÍAS EN TCT .....</b>	<b>45</b>
<b>EMPLEO DE AGUA PROVENIENTE DEL LAVADO DE CAMIONES MIXERS EN LA PRODUCCIÓN DE HORMIGONES SUSTENTABLES: EVALUACIÓN DE LA TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA. ....</b>	<b>53</b>
<b>CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE SUELOS ARCILLOSOS DEL NORESTE DE ENTRE RÍOS A PARTIR DE ENSAYOS TRIAXIALES ESCALONADOS .....</b>	<b>65</b>
<b>INFILTRACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN MEZCLAS ASFÁLTICAS POROSAS .....</b>	<b>81</b>
<b>CONTROLES DE CALIDAD DE HORMIGONES TIPO EN PLANTAS PRODUCTORAS DEL SUR DE LA REGIÓN MESOPOTÁMICA ARGENTINA. ....</b>	<b>86</b>
<b>REGENERACIÓN INTEGRAL DE BARRIO 708 VIVIENDAS, CONCORDIA .....</b>	<b>96</b>
<b>VARIACIÓN DE LA RELACIÓN PESO / VOLUMEN EN ROLLIZOS ASERRABLES DE <i>EUCALYPTUS GRANDIS</i> EN FUNCIÓN DE LOS DÍAS DESDE TALA Y LA ESTACIÓN DEL AÑO.....</b>	<b>105</b>
<b>EVALUACIÓN DE RESTOS DE COSECHA FORESTAL POTENCIALMENTE UTILIZABLES PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA EN EL NORESTE DE ENTRE RÍOS. ....</b>	<b>118</b>
<b>USO DEL SUELO EN LA MICROCUENCA DE LA CAÑADA DEL ÁGUILA Y SU RELACIÓN CON LA EUTROFIZACIÓN.....</b>	<b>125</b>
<b>TRAYECTORIAS Y OCUPACIÓN DE ESTUDIANTES Y GRADUADOS DE LICENCIATURA EN ADMINISTRACIÓN RURAL, INCORPORANDO LA PERSPECTIVA DE GÉNERO. ....</b>	<b>129</b>
<b>GENERACIÓN Y FORTALECIMIENTO DE LA INFORMACIÓN ECONÓMICA SOBRE LA CADENA CITRÍCOLA DE ENTRE RÍOS. ....</b>	<b>135</b>
<b>ACACIA NEGRA: PROBLEMÁTICA DE LA INVASIÓN EN ENTRE RÍOS Y EXPERIENCIAS DE CONTROL Y MANEJO EN LA REGIÓN DE SALTO GRANDE. ....</b>	<b>140</b>

# Estudio de la variación de la resistividad eléctrica del suelo a lo largo del año.

Chury Mario Rafael Hernán<sup>1</sup>  
Venturino Viviana<sup>1</sup>  
Delaloye Silvia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional Regional Concordia  
Grupo de investigación geoambiental (GIGAM)  
Salta 277, Concordia, Entre Ríos, Argentina  
mrhchury@frcon.utn.edu.ar, hidrogeno@frcon.utn.edu.ar, delaloyes@gmail.com

**Resumen:** Se han realizado algunas investigaciones tendientes a cuantificar las variaciones de la resistividad del subsuelo con la variación estacional a lo largo del año entendiendo que la temperatura y humedad eran determinantes en los cambios resistivos. En ellos se ha verificado que la variación de la resistividad eléctrica del subsuelo es muy baja cuando el nivel freático se encuentra cerca de la superficie del terreno durante todo el año. Otros autores analizaron dicha variación bajo diferentes condiciones meteorológicas observando que las variaciones de resistividad tenían un comportamiento diferente frente a estos cambios según el tipo de suelo considerado. Como puede observarse de las conclusiones mencionadas, la variación estacional del valor de resistividad del suelo es fuertemente dependiente de las características de la región en estudio o sea de su tipo de suelo y condiciones climáticas. Este proyecto recientemente iniciado (PID MSTCADC 0008189TC) se ha propuesto como objetivo estudiar las variaciones de la resistividad eléctrica del subsuelo en forma continua durante el año para una geología y clima específico y obtener así mejor detalle. Se optó por realizarlo en la Formación Ubajay donde además permitirá el estudio de las correlaciones entre resistividades y las propiedades geomecánicas del suelo. También se realizará en la cuenca Arroyo Palmar siendo la elección de esta cuenca debido a que cuenta con estaciones de monitoreo continuo de humedad y temperatura de suelo, nivel freático y una estación meteorológica automática. La principal contribución de este proyecto es estudiar el comportamiento geoelectrico del suelo, que deriva en aplicaciones científicas y tecnológicas directas. Las de científicas amplían el horizonte de conocimiento sobre las posibilidades de determinar parámetros geomecánicos e hidrogeológicos con medios indirectos relacionándolos con la recarga acuífera. Desde una perspectiva más tecnológica la variabilidad resistiva tiene importante aplicación en la puesta a tierra de equipos y maquinarias industriales.

**Palabras Clave:** Resistividad eléctrica, variación, correlación geomecánica.

## Introducción

Si la resistividad eléctrica de las rocas dependiese únicamente de los minerales constituyentes, habrían de considerarse como aislante en la mayoría de los casos, puesto que el cuarzo, los silicatos, la calcita, las sales, etc., los son prácticamente. Solo en el caso de que la roca contuviese minerales semiconductores en cantidades apreciables, podrían considerarse como conductoras, es decir, solo lo serían las menas metálicas. Afortunadamente, todas las rocas tienen poros en proporción mayor o menor, los cuales suelen estar ocupados total o parcialmente por electrolitos, de lo que resulta que en conjunto, las rocas se comportan como conductores iónicos, de resistividad muy variable según los casos (Orellana, 1982).

Dentro de los factores que tienen importancia en la variación de la resistividad de un suelo pueden nombrarse:

1. Contenido de humedad
2. Concentración de sales en el agua contenida en los poros
3. Temperatura del suelo
4. Porosidad del suelo
5. Contenido de finos

De estos factores, la temperatura del suelo y su contenido de humedad pueden verse afectados a lo largo del año debido a las condiciones climáticas propias de cada estación.

Algunas investigaciones tendientes a cuantificar las variaciones de la resistividad del subsuelo se exponen a continuación.

Uno de los trabajos (Afa y Anaele, 2010) realizaron un estudio de la variación estacional de la resistividad eléctrica del subsuelo, para la evaluación del comportamiento de un sistema de puesta a tierra, en 18 sitios diferentes y a 3 profundidades distintas y que se correspondían con los cambios en los horizontes del suelo. Ellos llegaron a la conclusión que la variación estacional era muy baja debido a que el nivel freático se encontraba cerca de la superficie del terreno durante todo el año. En otro trabajo (Gonos et al., 2014) se estudió la variación de la resistividad eléctrica del suelo en varios sitios durante el año para alimentar un modelo de simulación de comportamiento de redes de puesta a tierra. Encontraron que para los meses de verano la resistividad eléctrica en todos los sitios presentaba los valores más altos.

Siguiendo con el estudio de la variación de resistividad anual, (Min et al., 2017) analizaron dicha variación bajo diferentes condiciones meteorológicas en 20 puntos de observación y que se correspondían con tres tipos distintos de suelos. Observaron que las variaciones de resistividad tenían un comportamiento diferente según el tipo de suelo considerado.

Como puede apreciarse de las conclusiones mencionadas, la variación estacional del valor de la resistividad del suelo, es fuertemente dependiente de las características de la región en estudio o sea de su tipo de suelo y condiciones climáticas.

Es importante hacer notar que todas estas mediciones no fueron realizadas en forma continua como se pretende en este trabajo.

## Materiales y métodos

Este estudio se llevará a cabo en la cuenca piloto del Parque Nacional El Palmar (Figura 1). La elección de esta cuenca se debe a que cuenta con estaciones de monitoreo continuo de humedad y temperatura de suelo, nivel freático y una estación meteorológica automática. Todos estos instrumentos realizan sus respectivas mediciones y almacenamiento con un intervalo de una hora.

Además se cuenta con una importante base de información geológica e hidrogeológica proveniente de varios trabajos de investigación realizados en dicha zona (Silva Busso y Machado, 2019).

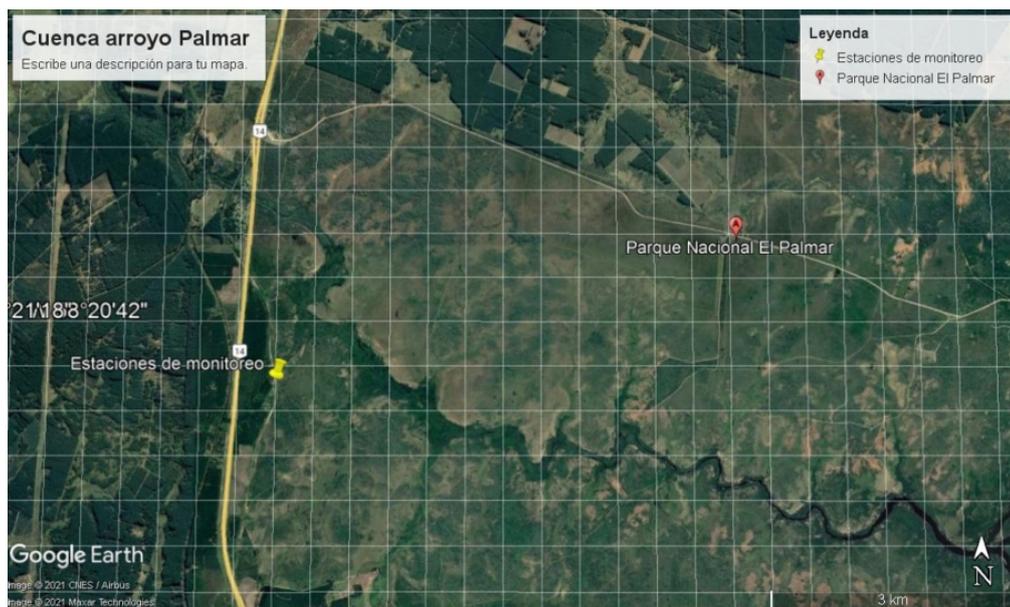


Fig. 1. Área de estudio.

Para llevar a cabo este trabajo, se instalará un equipo, que se encuentra actualmente en desarrollo en conjunto con la Escuela Universitaria Politécnica de La Almunia (EUPLA) perteneciente a la Universidad de Zaragoza, que medirá la resistividad eléctrica del subsuelo a una profundidad determinada y en forma continua mediante inyección de corriente alterna, realizando una lectura cada una hora y almacenando su valor. Estos datos también serán visualizados en tiempo real por medio de una conexión de telefonía celular. Luego el volumen de datos obtenidos será recopilado y analizado para explicitar la variación temporal de la resistividad del subsuelo y sus causas.

## Referencias

Orellana, E. (1982). "Prospección Geoeléctrica en Corriente Continua", Madrid, España, Editorial Paraninfo, 578p.

Afa, J. y Anaele, C. (2010). "Seasonal Variation of Soil Resistivity and Soil Temperature in Bayelsa State". *American J. of Engineering and Applied Science*, 3 (4),704-709.

Gonos I., Moronis A., Stathopoulos I. (2014), "Variation of Soil Resistivity and Ground Resistance during the Year", 28<sup>th</sup> International Conference on Lightning Protection, Kanazawa.

Min Li, Yi Gao, Tinglong Zhang, Hai Wu, Xiaoqing Lao, Zhe Chen. (2017),"Analysis of Soil Resistivity Characteristics under Meteorological Conditions in Haikou City", IEEE 5th International Symposium on Electromagnetic Compatibility, Beijing.

Silva Busso, A. y Machado P. (2019), " Aspectos geológicos e hidrogeológicos del parque nacional El Palmar, Entre Ríos, Argentina", *Boletín Geológico y Minero*, Madrid, 130 (4), 773-788

# Aprovechamiento de nuevas tecnologías en el desarrollo de medidores de nivel en agua subterránea.

Adente Guido<sup>1</sup>  
Voeffray Federico<sup>1</sup>  
Chury Mario Rafael Hernán<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional Regional Concordia, GIGAM  
gadente@frcon.utn.edu.ar, fedevoeff05@gmail.com, mrhchury@frcon.utn.edu.ar

**Resumen:** Este trabajo realizado por becarios de investigación del grupo GIGAM, describe el desarrollo de manera general de un prototipo de limnígrafo electrónico digital de bajo consumo de potencia con elementos electrónicos de muy fácil adquisición en el mercado local y utilizando los beneficios que brindan las tecnologías de diseño asistido por ordenador y la impresión 3D. Este dispositivo tuvo muy buenos resultados teniendo en cuenta los elementos utilizados para su construcción.

**Palabras Clave:** Limnígrafo, acuíferos, medición nivel, Arduino, software libre.

## Introducción

Para poder estudiar los mecanismos de recarga de los acuíferos, es necesario, contar con una instrumentación adecuada (Estaciones meteorológicas, medidores de contenido de agua en suelo y medidores de nivel freáticos).

Por medio de la utilización de estos sistemas, es posible analizar el comportamiento ante el cambio climático, conocer reservas de agua potable, prevenir contaminación y realizar proyecciones que permitan tomar acciones de mitigación a futuro para proteger el recurso hídrico para las actuales y futuras generaciones. Como ejemplo de esta tecnología se puede nombrar el Sistema de Monitoreo de Aguas Subterráneas en Tiempo Real (SIMASTIR) actualmente en funcionamiento en Costa Rica (<https://www.proyectoscostarica.org/acuiferos-fase-1-unops>).

Pero debido a que estos equipos son en su mayoría importados, de muy alto costo, hace que sea difícil su adquisición con los presupuestos disponibles en el ámbito universitario. Además, no menos importante, es que en caso de averías, solamente se reparan en su país de origen.

En los dos proyectos recientemente iniciados por el grupo de investigación (CCTCACO0008259TC y MSTCACD0008189TC) es necesario tener la disponibilidad de la medición del nivel del agua subterránea. Para este fin se emplea un limnógrafo que en su modelo clásico consta de un flotador en contacto con la superficie del agua a medir, y este hace subir o bajar un contrapeso sobre un tambor giratorio que es el encargado de registrar las oscilaciones realizadas (Cruz y Bravo, 2015).

Se planteó el diseño y construcción de un limnógrafo electrónico digital, capaz de realizar todas las funciones de los limnógrafos mecánicos tradicionales, además de agregar algunas otras características que harán del nuevo equipo uno más versátil.

## Materiales y métodos

### Sistema mecánico

Está compuesto por un codificador angular que se monta en paralelo con una polea. Sobre esta polea se coloca un cable el cual en uno de sus extremos se sujeta al flotador

y en el otro un contrapeso. Al variar el nivel del agua se transmite el movimiento a la polea, la cual a su vez transmite su movimiento al codificador angular, el cual envía señales eléctricas al sistema electrónico y de esta manera se puede cuantificar el nivel a que se encuentra el acuífero. La figura 1 muestra un esquema preliminar de la fase de diseño de este arreglo.

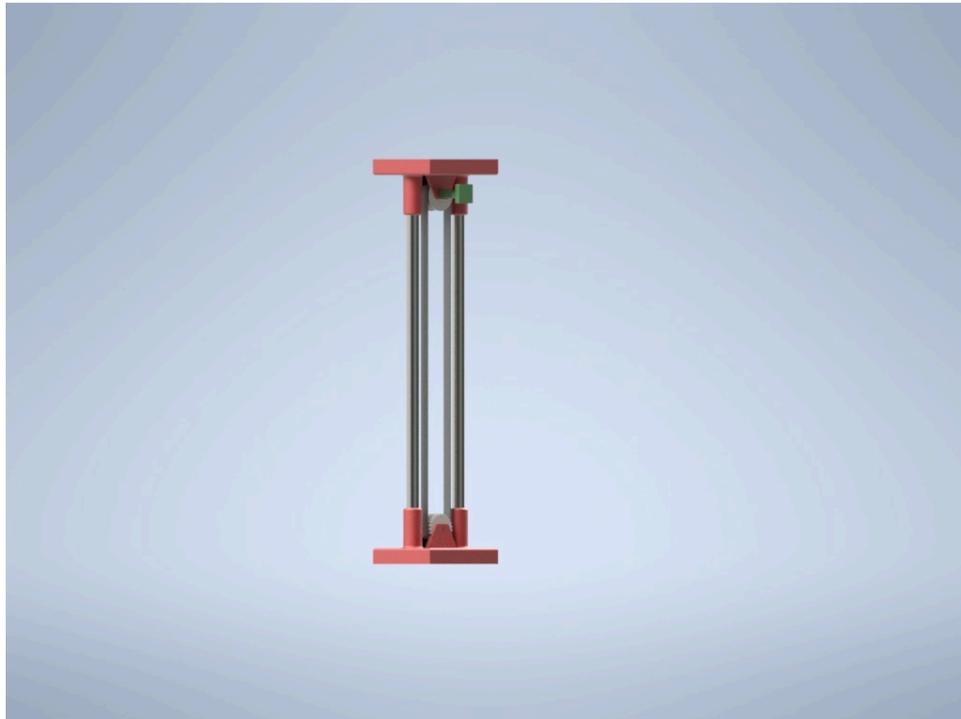


Fig. 1. Fase de diseño en CAD.

### Sistema electrónico

Este sistema tiene como parte principal un módulo Arduino Uno, el cual contiene embebido un microcontrolador Atmega 328. Esta placa es la encargada de realizar la lectura del codificador angular de 12 puntos y de acuerdo con su variación temporal, enviar la información del nivel del agua a un display de cristal líquido inteligente de 16x2 caracteres (Figura 2).

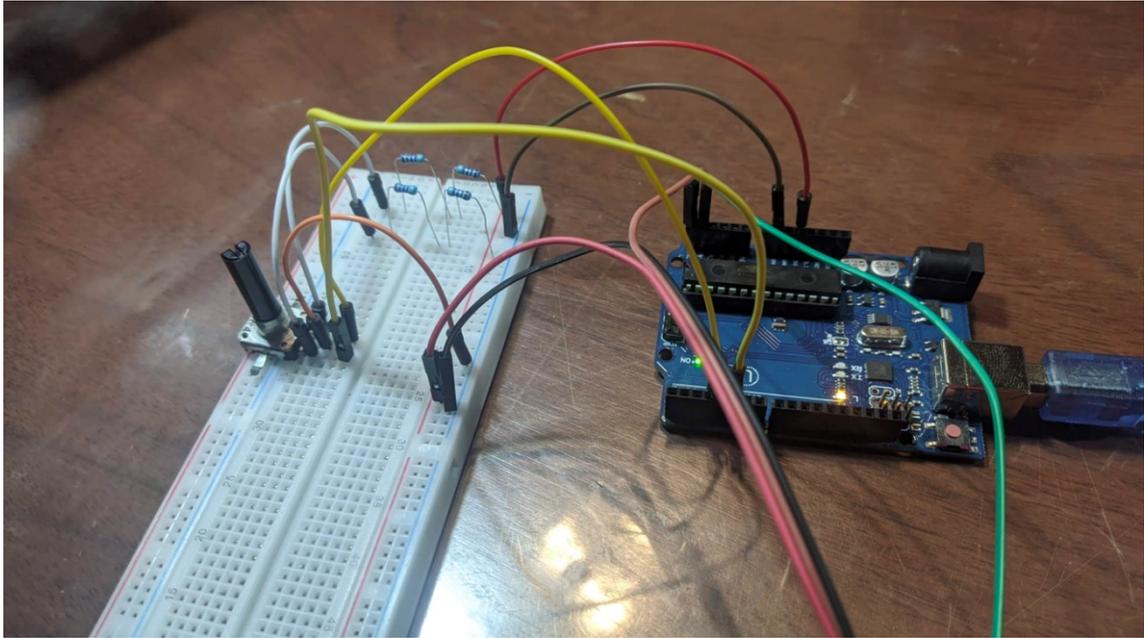


Fig. 2. Sistema electrónico.

## Resultados

Se ha logrado desarrollar un prototipo capaz de registrar la variación del nivel de agua con una resolución de 1 milímetro (Figura 3). Este sistema puede ser alimentado en el campo mediante un panel solar con su respectiva batería.

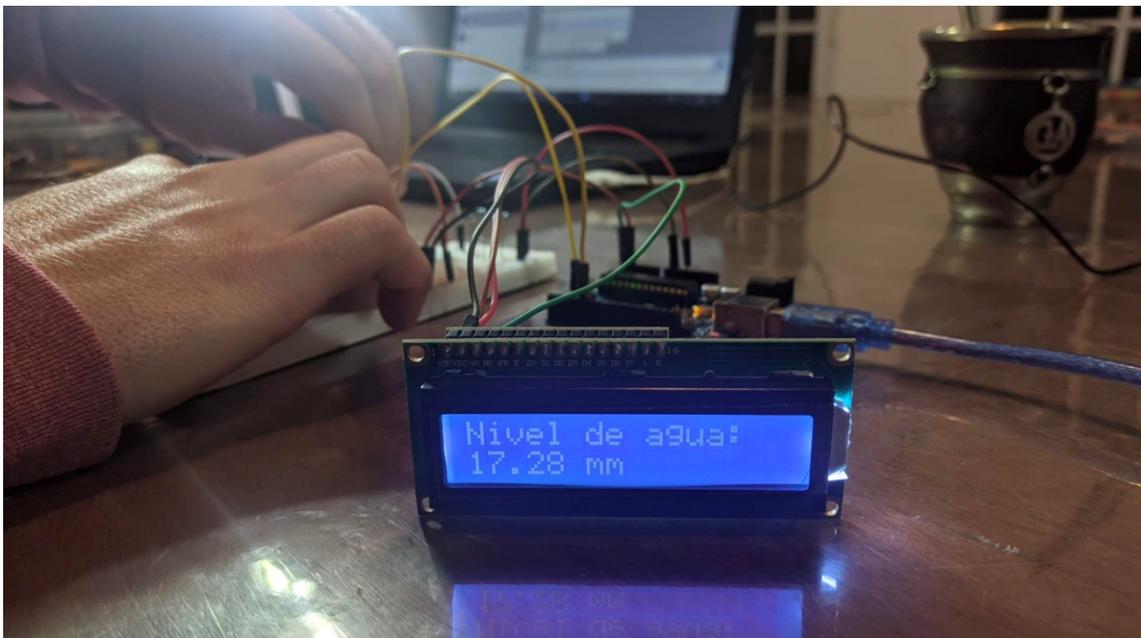


Fig. 3. Lectura de nivel.

## Conclusiones

Cada elemento seleccionado para el sistema fue elegido de tal manera que resulte un proyecto económico, eficiente y de sencilla realización. Los componentes eléctricos y electrónicos utilizados son elementos comunes y sencillos de utilizar y conectar, mientras que los elementos que componen el sistema mecánico fueron diseñados en un software CAD y construidos por medio de impresión 3D con las máquinas disponibles en la institución.

Esto permitió realizar un sistema preciso y económico para realizar las mediciones de nivel optimizando los recursos disponibles.

## Referencias

Cruz, L., Bravo, I. (2015), “Diseño de un limnógrafo electrónico”, *Congreso de instrumentación SOMI XVIII*.

# Implementación de una plataforma IoT para monitoreo y análisis de agua subterránea en la cuenca arroyo Palmar.

Modesti Mario Roberto<sup>1</sup>  
Gutiérrez Francisco Guillermo<sup>2</sup>  
Chury Mario Rafael Hernán<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional Regional Córdoba, LabSen

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica Nacional Regional Córdoba, CUDAR

<sup>3</sup> Universidad Tecnológica Nacional Regional Concordia, GIGAM

mmodesti@frc.utn.edu.ar, fgutierrez@frc.utn.edu.ar, mrhchury@frcon.utn.edu.ar

**Resumen:** En este proyecto recientemente iniciado (PID CCTCACO 0008259TC) se propone diseñar y construir una plataforma IoT (interNET of Things) para adquirir, almacenar y procesar los datos ambientales enviados por estaciones de monitoreo instaladas o a instalar. Esta plataforma será escalable y permitirá incorporar más variables y de esta forma, ampliar la población de puntos de relevamientos mejorando la capacidad predictiva sobre la conducta del acuífero. El sistema propuesto será de acceso público para que los datos adquiridos se encuentren disponibles para todos aquellos que requieran información para análisis y/o estudio del sistema de aguas subterráneas. Se podrán desarrollar procesos con valor agregado a partir de estos datos que pueden ser ofrecidos como servicios o transferencias al medio socio-productivo, particularmente en lo concerniente a riego de aplicaciones agrícola.

**Palabras Clave:** IoT, acuíferos, sensores, big data, análisis en nube de datos.

## Introducción

El estudio de los mecanismos y volúmenes de recarga de los acuíferos es de vital importancia para una explotación sostenible del recurso subterráneo, tiene además una gran incidencia en la productividad agrícola, principal actividad económica en Argentina. Sin embargo, los estudios de recarga son tan escasos como necesarios en este país. Se ha tomado un intenso registro climático, de humedad de suelo y cargas hidráulicas a partir de estaciones diseñadas para este fin. Las implicaciones desde el punto de vista de la gestión del agua de estos nuevos datos pueden ser muy notables y obligan a replantearse el modelo conceptual de funcionamiento de los acuíferos en esta región (Silva Busso et al., 2020).

Los sensores y accesorios utilizados para realizar las mediciones de variables ambientales son en su mayoría importados y de muy alto costo, esto hace que sea muy difícil su adquisición debido a los presupuestos disponibles. Además estos sensores tienen sus propios accesorios de almacenamiento (dataloggers) y de transmisión de datos, que no permiten la interconexión con dispositivos de otras procedencias y/o protocolos de comunicación. Y no menos importante es el hecho de que al estar en un ambiente natural, son propensos a ataques de insectos y animales produciendo sobre ellos daños que no pueden solucionarse sin el envío del equipo a su país de origen.

Con respecto a la tecnología empleada para poder estudiar los acuíferos, se puede citar este el trabajo, que se realiza en Costa Rica donde se encuentra en funcionamiento un Sistema de Monitoreo de Aguas Subterráneas en Tiempo Real (SIMASTIR) que permite la toma de decisiones efectivas y oportunas por parte de las instituciones del Estado costarricense a partir de datos reales y confiables (<https://www.proyectoscostarica.org/acuiferos-fase-1-unops>). Con esta información se pueden conocer pronósticos del comportamiento de acuíferos para definir medidas de mitigación ante sequías y cambio climático, que conlleva al mejoramiento y sostenibilidad de las aguas subterráneas asegurando el acceso al agua a las generaciones futuras y las más vulnerables.

## Materiales y métodos

Se escogió la cuenca del Arroyo Palmar debido a la diversidad de usos de suelo y del agua subterránea y a la existencia de un área protegida (parque El Palmar), además,

según el mapa hidroestratigráfico (Silva Busso y Machado 2019) en la zona se definen dos áreas bien delimitadas de afloramiento de las formaciones Hernandarias y Ubajay que en conjunto cubren más del 95% de la superficie de la cuenca (Figura 1).

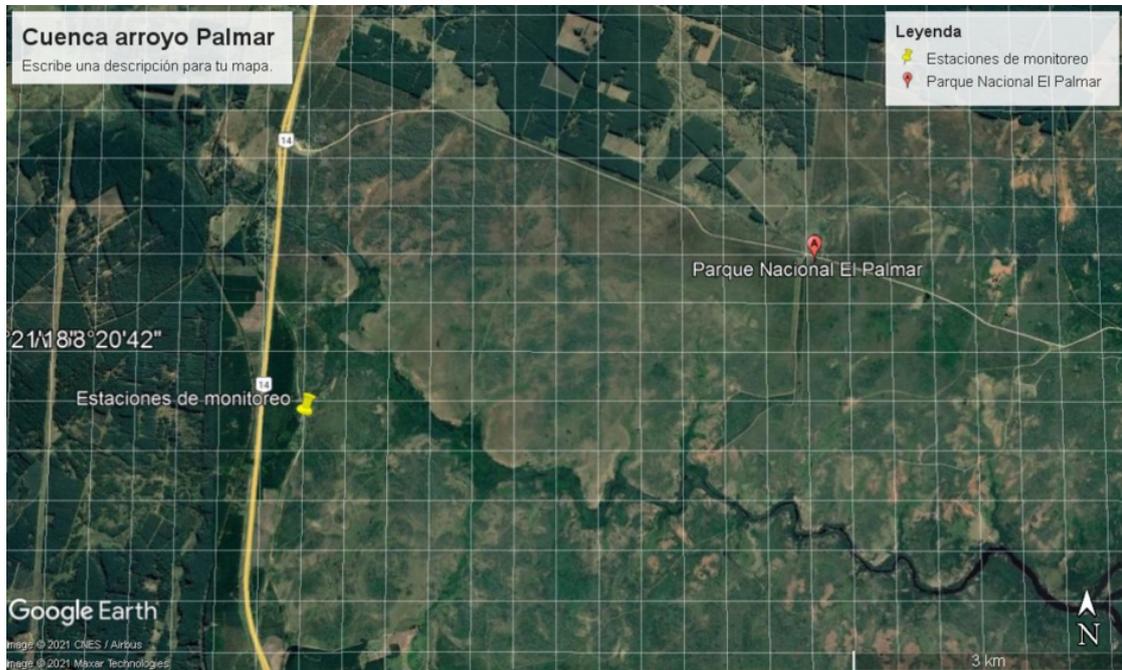


Fig. 1. Área de estudio.

Se dispone de un sistema precario de monitoreo del acuífero con algunas variables relevadas, con escasa posibilidad de análisis para el estudio y seguimiento de su evolución, algunos sensores instalados permiten la medición de contenido de agua y temperatura del suelo y nivel de la capa freática.

En este proyecto se propone un relevamiento del equipamiento existente, fundamentalmente de la instrumentación (sensores) y de los recursos disponibles en las cercanías para conectar el sistema vía interNET a una nube de datos. Trazar una política de adquisición de datos de las variables que están ya instrumentadas. Diseñar las unidades de gestión de la adquisición y transmisión/recepción de datos via WiFi. Implementar el hardware y ponerlo en funcionamiento en el Laboratorio con la conectividad de la Facultad Regional Córdoba. Desarrollar las unidades de energía solar para los dispositivos de campo. Desarrollar el acondicionamiento de señal de los dispositivos a relevar. Desarrollar la aplicación de gestión de las unidades de procesamiento/comunicación y la de conectividad a la nube con una interfaz de usuario a determinar. Emplazamiento de los recursos desarrollados en campo, esto dependerá de la disponibilidad de conectividad que se disponga en la sede de la Intendencia o en

el destacamento de bomberos del Parque. Evaluación de los datos adquiridos y eventual reformulación de la política de adquisición.

Esta metodología de instrumentación y análisis desarrollada en la zona del Arroyo Palmar es trasladable a otras regiones y contextos hidrogeológicos para determinar cuáles son los mecanismos de recarga de los acuíferos de las Formaciones Salto Chico, Hernandarias y Ubajay en la zona del Arroyo Palmar, provincia de Entre Ríos, Argentina. Así como a otro tipo de proceso como podría ser la industria de prospección de petróleo, agricultura de precisión, monitoreo de espejos de agua, lagos, etc. En general en cualquier tipo de proceso que requiera adquisición distribuida de datos en zonas de acceso restringido o costoso, con capacidad de procesamiento in-situ de datos, sumado a la disposición de datos para análisis en un reservorio en red con disponibilidad pública. En contraposición de productos propietarios empaquetados.

## Referencias

Silva Busso, A., Moreno Merino, L., Chury, M. (2020), "Evaluación de la recarga en los acuíferos de las formaciones Salto Chico, Hernandarias y Ubajay. Arroyo Palmar, Entre Ríos, Argentina", *Boletín Geológico y Minero*, Madrid, (In review).

Silva Busso, A. y Machado P. (2019), "Aspectos geológicos e hidrogeológicos del parque nacional El Palmar, Entre Ríos, Argentina", *Boletín Geológico y Minero*, Madrid, 130 (4), 773-788

# Presentación del Observatorio de Energía y Ambiente de la Regional

Ing. Marcelo Arlettaz  
Arq. Alejandra Bruno X  
Mg. Ing. Juan Valls  
Ing. Carlos H. Blanc



UTN – Facultad Regional Concordia - OBENA

[marlettaz@frcon.utn.edu.ar](mailto:marlettaz@frcon.utn.edu.ar); [marlettaz@frcon.utn.edu.ar](mailto:marlettaz@frcon.utn.edu.ar);  
[juanignaciovalls25@gmail.com](mailto:juanignaciovalls25@gmail.com); [carlosblancar@yahoo.com](mailto:carlosblancar@yahoo.com)

**Resumen:** El observatorio Energético Ambiental es un programa académico que busca generar visualización, opinión y análisis crítico independiente sobre el sector energético y ambiental de nuestra región y país.

El alcance abarca diversas dimensiones tales como técnica, económica, jurídica, ambiental, social, de relaciones internacionales, tanto en el estudio e investigación, como la implementación de acciones.

Se pretende, dentro de estas jornadas, realizar la presentación, divulgación de ideas y acciones previstas.

**Palabras Clave:** Observatorio. Energía. Ambiente.

## Introducción

La Energía es un elemento fundamental del ser humano, tanto como para su subsistencia, como bienestar. El cuidado y buen uso del ambiente es un aspecto por demás importante para los tiempos que estamos viviendo.

Se considera que como institución educativa de nivel superior se debe tomar el compromiso de servir de nexo entre la ciencia y la sociedad para colaborar en la divulgación, promoción y/o realización de acciones que lleven a un mejor aprovechamiento de recursos naturales.

Se establece como misión proponer un nexo, una ventana de comunicación, entre los grupos académicos, de trabajo, estudio e investigación de la Universidad con la región, en una relación bilateral que contribuya al desarrollo sustentable del país y la región, mediante un aporte multidimensional.

## Desarrollo

Se divide nuestro accionar y alcance en dos grandes rubros como nuestro nombre lo indica, Energía y Ambiente.

En cada uno de los aspectos que tienen que ver nuestra misión hemos sub dividido en diferentes tipos de acciones que tiene que ver con la forma de manifestarse o manejar los recursos.

Se pretende que esta división sea dinámica, no obstante, se recurre en estas primeras acciones a estos ítems:

ENERGIA	AMBIENTE
Indicadores	Gestión Ambiental
Renovables	Uso Racional del Agua
Eficiencia energética y ahorro	Cambio Climático
Movilidad Eléctrica	Gestión de Residuos
Capacitaciones	Capacitaciones

Se ha desarrollado una página web dentro de nuestra Regional a los efectos de poder visualizar acciones que se puedan desarrollar tanto internas como en la sociedad, que puedan ser de interés general.

Se ha iniciado una campaña de divulgación tanto interna de nuestra facultad como de la sociedad y otras entidades para que se puedan acercar y dar a conocer acciones que sabemos se están realizando y se realizarán a futuro.

## Resultado

La presentación del Observatorio en estas jornadas contribuye al conocimiento y divulgación entre alumnos, docentes y personal de la Facultad, hecho fundamental para el crecimiento interno. Pero así también para la visualización de la sociedad en su conjunto por las repercusiones que las Jornadas tienen.

Se cuenta con el compromiso de profesionales calificados en cada área que pueden aportar sus conocimientos para el desarrollo acorde de cada uno de los temas que se traten.

## Conclusiones

Se considera que se ha dado el primer paso en la dirección correcta de darle a la Energía y el Ambiente el trato que merece de acuerdo a su importancia dentro de la Facultad y con proyección a la sociedad.

Queda mucho camino por recorrer y muchas voluntades por sumar.

Es alto el convencimiento de la importancia que nuestro programa académico pueda tener para nuestra Regional, para la sociedad y también para el ambiente y el mejor y mas apropiado uso de los recursos ambientales de nuestro planeta.



## Agradecimientos

Al Dr. Ing Carlos Chezzi Investigador FRCON;

Dra Natalia Tesón Secretaria de CyT FRCON;

Ing. María Isabel Jauregui Jef Dpto Energía Eléctrica FRCON;

Ing. José Jorge Penco Decano de FRCON;

Lic. Fabricio Bonatto Comunicación y Difusión de FRCON

## Referencias

- Observatorio de Energía y Ambiente, UTN FR Concordia. Disponible en [www.frcon.utn.edu.ar/obena/](http://www.frcon.utn.edu.ar/obena/)
- Consejo Nacional de investigaciones científicas y técnicas. Disponible en <http://www.conicet.gov.ar>
- Fundación Energizar. Disponible en <http://www.energizar.org.ar>.
- Fundación Proteger. Disponible en <http://www.proteger.org.ar>.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en <http://www.inta.gov.ar>.
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Disponible en <http://www.inti.gov.ar>.



# Selección de variables en clasificadores para la detección de aislamiento en microrredes eléctricas.

Cristian Aguirre<sup>1</sup>  
Carlos María Chezzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, FRCON, GIMOSIC  
Concordia, Entre Ríos, Argentina  
matteocristian@hotmail.com, carlos chezzi@frcon.utn.edu.ar

**Resumen:** Una condición necesaria tanto para el funcionamiento de la microgeneración distribuida como microrredes es la detección de aislamiento, esta permite garantizar la seguridad de las personas e instalaciones asociadas. Los métodos pasivos de detección existentes tienen múltiples ventajas pero presentan una zona de no detección, una alternativa para la reducción de dicha zona es implementar modelos clasificadores basados en técnicas de inteligencia artificial. Usualmente estos modelos requieren una base de datos de gran volumen y número de dimensiones. En este trabajo se implementa un método basado en algoritmos genéticos para reducir la dimensión de los datos, consecuentemente se reduce el volumen de estos y los tiempos de entrenamiento. El método es evaluado sobre un clasificador particular capaz de detectar el aislamiento en una microrred eléctrica. En este primer párrafo se escribe un resumen del trabajo, se pueden definir la cantidad de palabras o la cantidad de caracteres, sirve para introducir al lector al trabajo que se va a desarrollar, se recomiendan entre 150 y 300 palabras que identifique de manera rápida el contenido básico del artículo.

**Palabras Clave:** Algoritmos genéticos, Reducción de dimensión, SVM, Detección de aislamiento, Microrredes.



## I. Introducción

Los eventos de aislamiento en la red de distribución provocan que una parte del sistema quede separada del resto formando una isla, si dicha isla tiene unidades generadoras existe la posibilidad de que siga energizada. El evento debe ser detectado y los generadores deben ser desconectados para garantizar la seguridad de los operarios de mantenimiento, prevenir fallas por reconexión debido a falta de sincronismo y asegurar la calidad de la energía suministrada. En la actualidad existen diferentes métodos para la detección de aislamiento basados en técnicas pasivas, activas e híbridas [1]. Los métodos pasivos solamente toman mediciones y por ello son poco invasivos a diferencia de los activos que inyectan una señal al sistema y observan su respuesta, por esto la detección pasiva es especialmente interesante ya que no compromete la calidad de la energía del SEP. Un problema de los métodos de detección pasivos a diferencia de los demás es que suelen tener una mayor zona de no detección, especialmente cuando existe poca diferencia entre la potencia importada y exportada en el punto común de conexión (PCC) con el SEP. Por ello es de interés la implementación de clasificadores basados en modelos de inteligencia artificial para ampliar la zona de no detección pasiva.

Distintos autores se enfocan en la detección de aislamiento para generadores síncronos utilizando redes neuronales [2], [3], o para inversores utilizando Support Vector Machines (SVM) [4], [5], en cada caso se adoptan clasificadores y variables de entrada distintas, como no resulta obvio cual es la combinación de variables óptima ni cual es la mínima necesaria para el entrenamiento de dichos clasificadores es de interés un método que permita seleccionar la mejor combinación dentro de un conjunto amplio. Por ello en este trabajo se presenta un método de búsqueda heurística basado en GA (del inglés Genética Algoritmo) que selecciona diferentes combinaciones de variables de entrenamiento para un clasificador de SVM. Como se verá la reducción de dimensión no solo mejora la velocidad de procesamiento sino que en ocasiones mejora la precisión misma respecto del modelo original.

## II. Modelado del clasificador de aislamiento

Para clasificar un evento de aislamiento es necesario contar con una base de datos adecuada, en este trabajo se modela una microrred de baja tensión con 4 barras presentada la figura (1) para extraer los datos mediante simulaciones, el modelo fue implementado en el software PLECS. La microrred cuenta con un generador síncrono, dos fotovoltaicos, cargas distribuidas en cada barra de valor variable y un banco de capacitores para compensación, la figura (2) resume los componentes más significativos de esta. Los datos extraídos son mediciones de tensión y corriente correspondientes al generador fotovoltaico conectado a la barra 1, a estos valores se les aplica la transformación de Park y Clarke, o transformada  $dq0$ , obteniendo la señal respecto a un sistema de referencia rotacional. En total se obtienen 6 señales a la salida del simulador, estas corresponden a la tensión, corriente y las referencias de eje directo y cuadratura para cada una.

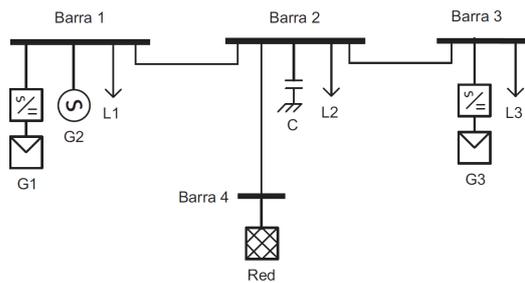


Fig. 1. Diagrama unifilar de la microrred

Elemento	Parámetro	Valor
Gen. fotovoltaico (G1 y G3)	L1	2 mH
	L2	3 mH
	C	4,7 $\mu$ F
	Rs	0,05 $\Omega$
	Rp	10 $\Omega$
	Potencia	3 kW
	Vcc	390 V
	Control	PR
	Modelo	ECP28 VL4 A
	Gen. Síncrono (G2)	Potencia nominal
Lind		23,8 mH
Rind		0,8 $\Omega$
Parámetros de línea	R	0,373 $\Omega$ /km
	Xl	0,084 $\Omega$ /km
Banco de compensación	C	20 $\mu$ F
Línea 1-2	Longitud	1 km
Línea 2-3	Longitud	2 km
Línea 2-4	Longitud	5 km

Fig. 2. Parámetros de la red modelada

Para extraer las variables de entrenamiento se procesan las señales obtenidas con MATLAB, en este se implementa una descomposición de tres niveles mediante la transformada Wavelet con una onda madre Daubachies db4, esta transformada a diferencia de la transformada de Fourier puede localizar discontinuidades en el tiempo [6] y es utilizada por ciertos autores para la detección de aislamiento [7]. La transformada Wavelet descompone en múltiples niveles la señal, para cada señal y sus correspondientes niveles de descomposición se calculan 15 parámetros que se indican en la figura (3), estos son las variables de entrada del clasificador y cada simulación tiene asociada una etiqueta.

Señal o transformada	Parámetro extraído
Transformada Wavelet, valores para cada nivel de descomposición y aproximación	Media
	Mínimo
	Máximo
	Energía
Tensión y Corriente referencial estacionario	RMS 100 ms previos al evento
	RMS 100 ms posteriores al evento
Tensión y Corriente referencial rotacional	Media 100 ms previos al evento
	Media 100 ms posteriores al evento

Fig. 3. Extracción de parámetros para entrenamiento

De esta manera el clasificador posee 90 variables de entrada y una sola de salida de verdadero o falso correspondiente a sistema aislado o no aislado, los datos son recolectados en base a 108 simulaciones con diversos escenarios, entre los cuales se producen variaciones rápidas de carga y conmutación en el funcionamiento de los distintos generadores para incluir eventos de no aislamiento. El clasificador se implementa en Python mediante un modelo de SVM con la librería sklearn, con los siguientes hiperparámetros: Kernel: función gaussiana, C = 1.000 y Gamma= 10.000.

Los resultados de entrenamiento ofrecen una precisión promedio cercana al 96%, si bien la precisión es alta no es necesario utilizar las 90 variables para el entrenamiento, el siguiente paso es reducir este número a fin de mejorar la velocidad de cómputo sin comprometer la precisión.

### III. Reducción de dimensión

El problema consiste en seleccionar el menor número de variables que permita entrenar un clasificador manteniendo altos porcentajes de precisión, probar todas las combinaciones

posibles resulta inviable dado que por ejemplo la combinatoria de 90 tomados de a 10 son  $5,72 \times 10^{12}$  posibilidades, si la simulación dura un segundo el entrenamiento duraría 181 mil años solo para encontrar el mejor conjunto de 10 variables de entrada.

Una de las técnicas más utilizadas para la reducción dimensional es el PCA (del inglés Principal Component Análisis) se basa en la protección de los datos sobre diferentes hiperplanos que conservan la mayor varianza posible, otra consiste en formular el problema como una optimización y realizar una búsqueda heurística en el espacio de soluciones, una ventaja del segundo método sobre el primero es que se tiene completa libertad sobre el problema a optimizar, pudiendo incluso establecer alguna ponderación entre las diferentes dimensiones, penalizando la selección de algunas por las demás, este aspecto motiva la implementación de una búsqueda heurística basada en GA en este trabajo.

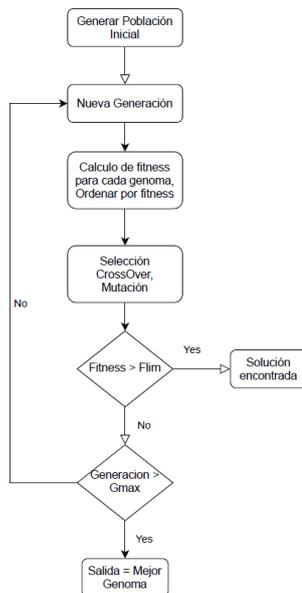


Fig. 4. Diagrama de flujo

k=Dimensión	Precisión	Generaciones	Tiempo [s]	Variables seleccionadas
3	96%	246	205,8	15, 26, 45
4	95%	101	90	26, 30, 75, 88
5	95%	66	60,68	31, 45, 47, 60, 88
6	96%	38	32,75	16, 27, 30, 45, 47, 79
7	97%	95	137,44	4, 10, 45, 60, 68, 85, 88
8	98%	38	38,76	10, 12, 26, 28, 56, 60, 75, 89
9	98%	165	154,9	6, 27, 43, 45, 46, 53, 56, 60, 68
10	99%	250	302,87	5, 15, 19, 25, 41, 43, 45, 56, 65, 82

Fig. 5. Precisiones según el número de variables

Variable Nº	Referencial	Nivel Wavelet	Descripción	Abreviatura
5	estacionario	2	Valor mínimo	MinVcd2
15	estacionario	No usa Wavelets	Valor rms 100 ms posteriores al evento	Vrmsdespues
19	estacionario	2	Valor máximo	MaxIcd2
25	estacionario	Aproximación	Energía	I_EnAprox
26	estacionario	1	Energía	I_EnDet(1)
41	rotacional - directo	1	Energía	V_d_EnDet(1)
43	rotacional - directo	3	Energía	V_d_EnDet(3)
45	rotacional - directo	No usa Wavelets	Valor medio 100 ms posteriores al evento	V_dmedioDespues
56	rotacional - cuadratura	1	Energía	V_q_EnDet(1)
65	rotacional - directo	2	Valor mínimo	MinI_dcd2
82	rotacional - cuadratura	3	Valor máximo	MaxI_qcd3

Fig. 6. Referencia a las variables más importantes

Los GA son parte de los algoritmos evolutivos y formulan un método que permite resolver problemas de optimización mediante un proceso de selección que imita a la evolución biológica. Entre sus ventajas pueden optimizar problemas no lineales, con discontinuidades o ruido aleatorio, además su computo puede efectuarse en paralelo. Como desventaja el planteo de la función a optimizar no siempre es sencillo, además frecuentemente se deben ajustar tasas de combinación y mutación para lograr resultados óptimos. A pesar de esto los GA están entre los métodos más utilizados para resolver problemas no lineales modernos [9].

#### IV. Implementación de algoritmos genéticos

El proceso de búsqueda implementado por los GA puede resumirse de la siguiente manera: se genera una población de soluciones iniciales donde cada una es denominada genoma, estos a su vez están compuestos por un conjunto de k variables seleccionadas de forma aleatoria de las n = 90 disponibles. Cada genoma es evaluado por una función de costo y se ordenan de acuerdo con una puntuación asignada por esta, los dos mejores genomas se denominan padres y son elegidos para crear la siguiente generación. Se utiliza la función de conmutación que combina las variables k de los padres para formar nuevos genomas, luego se modifica una variable de

forma aleatoria en cada genoma descendiente, este proceso continua hasta tener una generación completa, el número de genomas por generación es 10. Luego el algoritmo verifica si alguno de los genomas de la nueva generación satisface los criterios de precisión establecidos, si esto es cierto el genoma seleccionado es la solución del problema, en caso contrario se reitera el proceso tomando como población inicial a la última generación. Se establece un límite de 250 generaciones o repeticiones del bucle anterior, al finalizar devuelve la mejor solución encontrada. Además, existe una función de elitismo que asegura la permanencia de los mejores resultados a lo largo de todas las generaciones, simplemente copiando los padres de cada generación anterior a la nueva, el proceso se puede visualizar en la figura (4). A continuación se describen algunas de las funciones implementadas.

- Población: Se encarga de generar un conjunto de soluciones iniciales, elige de manera aleatoria un grupo de variables a utilizar previo al entrenamiento del clasificador, cada grupo será denominado genoma y representa una solución al problema.
- Selección: Selecciona los mejores genomas en base a los resultados de la función costo.
- Combinación: También denominada Crossover del inglés, se encarga de conmutar cierto grupo de variables entre los mejores genomas para que se hereden en la próxima generación.
- Mutación: Modifica aleatoriamente un grupo reducido de variables, sirve para evitar mínimos locales.
- Elitismo: Asegura que los mejores genomas se trasladan a la próxima generación, aumenta las posibilidades de encontrar mínimos locales.
- Costo: Se encarga de asignar un puntaje a los genomas según su precisión y el número de variables utilizadas.
- Selección de variables: Es empleada por la función población para la selección reducida de variables, es la responsable de la reducción en la dimensión de los datos.
- Correr evolución: Es la encargada de ejecutar el bucle llamando las demás funciones descriptas anteriormente, es la función que articula el funcionamiento de todo el algoritmo, su diagrama de flujo se puede observar en la figura (4).

## V. Resultados

El algoritmo obtuvo precisiones diversas en función de la dimensión objetivo, un resumen se puede ver en la figura (5), la referencia a las variables más usuales se presenta en la figura (6), recordando que el modelo original utiliza 90 variables con una precisión aproximada del 96% es de notar que en la mayoría de los casos la precisión se mantiene, incluso cuando la dimensión se encuentra por debajo de 6 variables, otro resultado importante a destacar es que se puede mejorar la precisión del modelo si se utilizan de 7 a 10 variables seleccionadas correctamente.

## VI. Análisis

En la figura (7) se aprecia la frecuencia de apariciones de cada variable en la selección del AG, en particular las variables número 26; 45; 60 y 88 son seleccionadas en múltiples ocasiones. En los casos que la dimensión es menor a 6 se ven distintas combinaciones de dichas variables. Si se prueba manualmente diferentes combinaciones tomadas de a 3 se encuentra que el mejor resultado es [26; 45; 60] con un 97% de previsión. El algoritmo por su parte sugiere combinar [15; 26; 45] obteniendo un 96% de precisión, lo cual indica un máximo local dentro del espacio

de búsqueda. Las variables [26; 45; 60] son la mejor combinación de 3 que proporciona tasas de precisión superiores al 97%.

La aplicación de reducción de dimensión como la mencionada en este trabajo es especialmente útil cuando no resulta evidente a priori que combinación de variables será el óptimo para entrenar un modelo de inteligencia artificial, de esta manera el problema se puede atacar con un amplio grupo de variables para luego refinar el modelo con la reducción propuesta. En caso de implementar nuevos modelos los entrenamientos serán mucho más ágiles y necesitarán un menor volumen de datos gracias a la dimensión reducida.

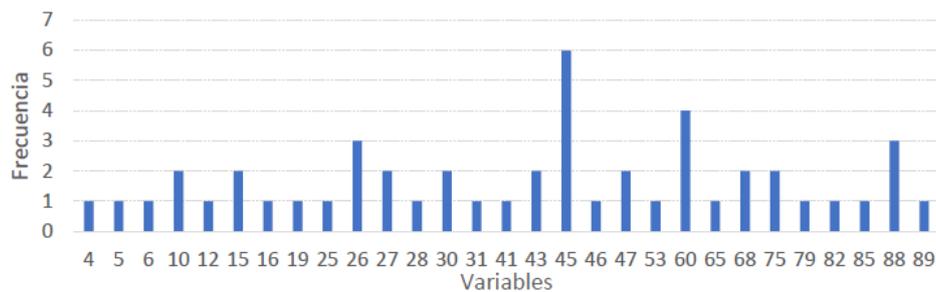


Fig. 7. Frecuencia de aparición de variables en la selección del algoritmo

## VII. Conclusión

En este trabajo se presenta un método basado en algoritmos genéticos que permite optimizar la selección de variables de entrenamiento para un clasificador de SVM, los resultados indican que no solo se disminuye la dimensión de los datos en un 90% sino que también aumenta la previsión del clasificador de 95:5% a 99%, esto implica un menor tiempo de entrenamiento y menor costo de cómputo. Si bien el ejemplo presentado está asociado a la detección de aislamiento en microrredes, el algoritmo puede ser utilizado en otros modelos como Redes Neuronales o Regresión Logística resolviendo problemas no relacionados a las microrredes eléctricas.

Una ventaja de este método a diferencia del Análisis de Componentes Principales es que permite establecer la función de costo de manera arbitraria, esto se traduce en una mayor flexibilidad a la hora de seleccionar variables ponderando más unas que otras o empleando una función deseada para su optimización. Como desventaja debido a la heurística propia del método, no se garantiza la obtención del óptimo global y puede ser necesaria la ejecución el algoritmo con diferentes tasas de combinación y mutación antes de obtener los resultados esperados. Como trabajos futuros se puede profundizar en el desarrollo de funciones de optimización o explorar las mejores tasas de conmutación y mutación para este problema en particular.

## VIII. Referencias

- [1] Francesco De Mango, Marco Liserre, Antonio Dell'Aquila, and Alberto Pigazo. Overview of Anti-Islanding Algorithms for PV Systems. Part I: Passive Methods. In 2006 12th International Power Electronics and Motion Control Conference, pages 1878–1883, August 2006.
- [2] V. L. Merlin, R. C. Santos, A. P. Grilo, J. C. M. Vieira, D. V. Coury, and M. Oleskovicz. A new artificial neural network based method for islanding detection of distributed generators. 75:139–151. Zhengyuan Guan. A New Islanding Detection Method Based On Wavelet transform and ANN for Inverter Assisted Distributed Generator. page 88.
- [4] Hamid Reza Baghaee, Dragan Mlakic, Srete Nikolovski, and Tomislav Dragicevic. Support vector machine-based islanding and grid fault detection in active distribution networks. 8(3):2385–2403. Conference Name: IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics.
- [5] Mollah Rezaul Alam, Kashem M. Muttaqi, and Abdesselam Bouzerdoum. An approach for assessing the effectiveness of multiple-featurebased SVM method for islanding detection of distributed generation. 50(4):2844–2852. Conference Name: IEEE Transactions on Industry Applications.
- [6] Michel Misiti, Yves Misiti, Georges Oppenheim, and Jean-Michel Poggi, editors. Wavelets and their Applications. London; Newport Beach, CA, May 2007.
- [7] Omkar Koduri, SSSR Sarathbabu Duvvuri, and Sagiraju Dileep Kumar Varma. A novel passive islanding detection methods using wavelet transform for grid connected PV system. In 2018 IEEE 13th International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS), pages 422–426. ISSN: 2164-7011.
- [8] Aurélien Géron. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems.
- [9] Xin-She Yang. Chapter 6 - genetic algorithms. In Xin-She Yang, editor, Nature-Inspired Optimization Algorithms (Second Edition), pages 91–100. Academic Press.



# Implementación de módulos ESP32 para telemedición en un prototipo de microrred eléctrica inteligente

Leonardo A. Schenberger

Marcelo J. Itzcovich

María V. Lare

Cristian Matteo Aguirre

Santiago A. Peñalber

Carlos M. Chezzi

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia

Grupo de Investigación en Modelado, Simulación y Control (GIMOSIC)

Salta 277, Concordia, Entre Ríos

schenbergerleonardo@gmail.com, itzcovich95@gmail.com,  
mariaveronicalare@gmail.com,

matteocristian@hotmail.com, sanp5733@gmail.com, carlos\_chezzi@frcon.utn.edu.ar

**Resumen:** La Operación, Control y Monitoreo de una microrred eléctrica inteligente, necesita contar con mediciones en tiempo real de las diferentes variables involucradas, como así también de los eventos acontecidos en la misma. Para ello, se requiere la implementación de sistemas de telemedición integrado que simplifiquen la comunicación con los diferentes agentes que participan en la red. Se propone, en este trabajo, una alternativa tecnológica de telemedición que permite el Control y Monitoreo de un prototipo de microrred eléctrica. Mediante la utilización de un módulo ESP32, con sus sensores correspondientes y a partir una conexión Wi-Fi, se realiza la medición de corriente y de tensión en los puntos significativos de dicho prototipo, también se determinan los estados de los interruptores que protegen y aíslan cada componente. Como así también, se procesan estos datos obtenidos de las lecturas de los sensores y se envían a un servidor web, donde se supervisa el correcto funcionamiento del prototipo.

**Palabras Clave:** ESP32; Microrred inteligente; Telemedición.

## Introducción

Los países desarrollados poseen dentro de su matriz energética un porcentaje importante de energías renovables. En Argentina, en la actualidad, existe un bajo porcentaje de la energía eléctrica total generada proviene de fuentes renovables. Esto trae como consecuencia la emisión de contaminantes y una explotación indiscriminada de recursos naturales limitados. El fomento del uso de alternativas renovables y de eficiencia energética es un requisito primordial para reducir el daño climático, propiciar nuevas políticas, estimular la sustentabilidad y lograr una adecuada competitividad de la industria.

La gestión eficiente de energías con recursos renovables posibilita la distribución de energía eléctrica entre los proveedores y los consumidores a través de microrredes eléctricas inteligentes, con la integración de tecnologías digitales, redes eléctricas y fuentes de generación.

Para llevar a cabo la implementación de una microrred eléctrica inteligente debe ser posible realizar una Operación, un Control y Monitoreo de forma correcta.

En trabajos anteriores, se desarrolló el algoritmo de Operación de una Microrred en el software Simulink de Matlab, y posteriormente se corroboró utilizando un prototipo de microrred eléctrica armado con un microcontrolador Arduino Mega.

En el presente trabajo se pretende realizar el Control y Monitoreo correspondiente a las variables involucradas en dicho prototipo, mediante las mediciones de estas, y a través del módulo ESP32 (Babiuch y otros, 2019). Además, estas variables serán enviadas a un servidor web utilizando una conexión Wi-Fi.

## Materiales y Métodos

Mediante la utilización del módulo ESP32 se pretende realizar las lecturas de los sensores de corriente y de tensión, como así también los estados de los interruptores en los diferentes puntos del prototipo, para luego ser enviados a un servidor con IP fija.

El módulo ESP32 se programa desde el IDE de Arduino, utilizando un gestor de ESP32 (Espressif Systems, 2021) que permite manejar el mismo entorno.

Para abordar la tecnología se presenta un diagrama, Figura 1, en donde se puede observar cómo interactúa cada elemento del sistema.

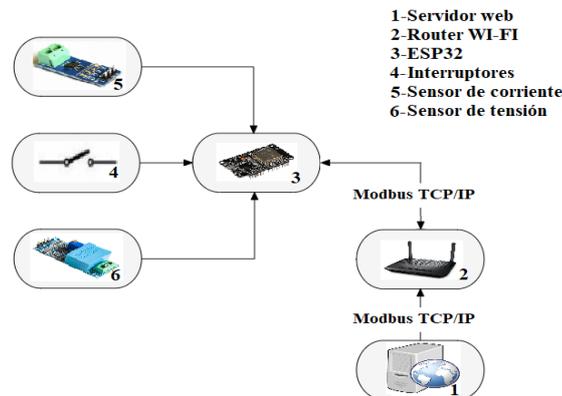


Figura 1 - Diagrama de interacción de los elementos.

Se instalaron en el prototipo tres sensores de corriente, del tipo ACS712 (Allegro Microsystems, 2020), uno en la entrada de la red, otro en la salida del inversor, y el restante en la alimentación de la carga. Además, se instalaron los sensores de tensión, del tipo ZMPT101B (Qingxian Zeming Langxi Electronic, 2020), uno en la entrada de la alimentación de la red externa, otro en la barra de carga del sistema, y el último en los bornes del banco de baterías. Finalmente, se toma la referencia de los estados de los interruptores a través de los contactos auxiliares, tanto del interruptor de la red, así como también del interruptor del inversor.

La programación se realizó a través del IDE de Arduino, en el cual se configuran las entradas analógicas y digitales en el ESP32 para poder realizar la toma de datos del prototipo. El ESP32 tiene incorporado un convertidor analógico a digital con una resolución de hasta 12 bits, lo que implica una resolución de  $2^{12} = 4096$ . Esto significa que 0 Volt equivaldría a un valor digital de 0, mientras que el voltaje máximo producirá un valor digital de 4095. En la Figura 2 se puede observar la declaración de variables en el IDE de Arduino.

```
int8_t Ired = 36; //Corriente de la Red
int8_t Icarga = 39; //Corriente de la Carga
int8_t Iinv = 34; //Corriente del Inversor
int8_t Vred = 35; //Tensión de la Red
int8_t Vbat = 32; //Tensión del Banco de Baterías
int8_t Vbarra = 33; //Tensión de la Barra
int8_t Cinv = 21; //Estado Interruptor del Inversor
int8_t Cred = 22; //Estado Interruptor de la Red
```

Figura 2 - Variables definidas en el IDE de Arduino.



Para la calibración y utilización de los sensores de tensión, se utilizó la librería EmonLib. En la Figura 3 se observa cómo se realizan las mediciones de tensión.

```
emonred.voltage(Vred, VOLT_CAL, 1.7);  
emonbarra.voltage(Vbarra, VOLT_CAL, 1.7);  
  
emonred.calcVI(20,2000);  
emonbarra.calcVI(20,2000);  
  
float Voltage_barra = emonbat.Vrms;  
float Voltage_red = emonbarra.Vrms;
```

Figura 3 - Medición de voltaje con librería EmonLib, sensor ZMPT101B.

Una vez realizadas las tareas de lectura de las entradas analógicas de los sensores de tensión, se procede a tomar las mediciones de los sensores de corriente. Obtenidas estas, se requiere una conversión según la relación de tensión de entrada de la placa y la resolución a la que fue configurada. El cálculo se puede observar en la Figura 4. Este se basa en detectar el máximo y mínimo de una muestra de 50 valores, luego asumiendo una forma sinusoidal se calcula el valor eficaz.

```
float Ip_inv = get_corriente_inversor();  
float Irms_inv = Ip_inv * 0.707;  
  
float Ip_red = get_corriente_red();  
float Irms_red = Ip_red * 0.707;  
  
float Ip_carga = get_corriente_carga();  
float Irms_carga = Ip_carga * 0.707;  
  
float get_corriente_inversor() {  
  
float voltajeSensor1;  
float corrientel = 0;  
float Imax1 = 0;  
float Imin1 = 0;  
  
voltajeSensor1 = analogRead(Iinv) * (3.3 / 4095.0);  
corrientel = 1 * corrientel + 0.119 *  
((voltajeSensor1 - 0) / Sensibilidad);  
if (corrientel > Imax1)Imax1 = corrientel;  
if (corrientel < Imin1)Imin1 = corrientel;  
if (counter1>=50) {  
counter1 = 0;  
return (((Imax1 - Imin1) / 2) - offset);  
}  
}
```

Figura 4 - Medición utilizando sensor de efecto hall ACS712.

Para la lectura de los estados de los interruptores es suficiente con realizar lecturas de dos entradas digitales, ON - OFF (Figura 5).



```
digitalRead(Cinv);  
digitalRead(Cred);
```

Figura 5 - Lecturas de estados de interruptores.

Una vez que se realizan las mediciones de todas las variables que nos interesa monitorear, el siguiente paso es subirlas al servidor. Para esto se configura un IP fijo en donde en primera instancia se muestra cada una de las variables medidas (Figura 6).

```
WiFiClient client = server.available();  
  
if (client) {  
  Serial.println("New Client.");  
  String currentLine = "";  
  while (client.connected()) {  
    if (client.available()) {  
      char c = client.read();  
      Serial.write(c);  
      header += c;  
      if (c == '\n') {  
  
        if (currentLine.length() == 0) {  
          client.println("HTTP/1.1 200 OK");  
          client.println("Content-type:text/html");  
          client.println("Connection: close");  
          client.println();  
        }  
      }  
    }  
  }  
}
```

Figura 6 - Conexión de nuevo cliente al servidor.

El muestreo de las variables se llevó a cabo con el código HTML que se muestra a continuación en la Figura 7.

```
String paginaInicio = "<!DOCTYPE html>"  
"<html>"  
"<head>"  
"<meta charset='utf-8' />"  
"<META HTTP-EQUIV='Refresh' CONTENT='1'>"  
"<title>Servidor Web ESP32</title>"  
"</head>"  
"<body>"  
"<center>"  
"<h1>Servidor Web ESP32 <p> Micro Red GIMOSIC</h1>";  
  
String paginaFin = "</center>"  
"</body>"  
"</html>";
```

Figura 7 - Construcción del cuerpo de la página web.

## Resultados

Se logro conectar exitosamente al servidor con IP fijo, desde donde se actualiza cada 100 ms los valores de las variables monitoreadas. En la Figura 8 podemos observar los estados de las variables antes mencionadas.



*Figura 8 - Ventana del Servidor Web en donde se muestran las variables medidas.*

Si bien el módulo ESP32 cuenta con 2 conversores analógicos digitales, solamente se puede acceder a uno, por lo cual reduce la cantidad de entradas analógicas de las cuales disponemos. Esto hace que para redes más extensas y con mayores elementos necesitemos contar con más módulos interconectados.

## Conclusiones

La placa ESP32 resulta muy versátil teniendo en cuenta su reducido costo, ya que permite conectarse directamente a la red WiFi. Aun así, encontramos limitaciones a medida que el prototipo de microrred eléctrica presenta mayores componentes integrados, por lo cual se recomienda trabajar con varios microcontroladores conectados a través de un puerto serie, o bien varios módulos subiendo sus mediciones a un servidor web simultáneamente. Esto último se realizaría con el fin de no sobrepasar la memoria del microcontrolador. Ya que actualmente el sketch ocupa alrededor de un 50 % del almacenamiento del programa. Como trabajo futuro se pretende anexar la etapa de Control y Monitoreo a la etapa de Operación para así lograr implementar ya una instalación de microrred eléctrica inteligente más allá de un prototipo.

## Referencias

Marek Babiuch, Petr Foltýnek, Pavel Smutný. (2019) *Using the ESP32 Microcontroller for Data Processing. 20<sup>th</sup> International Carpathian Control Conference (ICCC).*

Allegro Microsystems. (2020) *ACS712 Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor with 2.1 kVRMS Voltage Isolation and a Low-Resistance Current Conductor.*

Qingxian Zeming Langxi Electronic. (2020) *ZMPT101B(ZMPT107) Voltage Transformer operating guide.*

Espressif Systems. (2021). *ESP32 Series.*



## Laboratorios remotos: desafíos y posibilidades

Toller, Roque Matías

Velasco Mazurier, Gonzalo Joaquín

Benitti, Martín Ignacio

Chezzi, Carlos María

Penco, José Jorge

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia

Grupo de investigación en modelado, simulación y control (GIMOSIC)

Salta 277, Concordia, Entre Ríos, Argentina

[gimosic@frcon.utn.edu.ar](mailto:gimosic@frcon.utn.edu.ar)

**Resumen:** En este artículo se describe la experiencia acumulada por el grupo de investigación durante la primera etapa del proceso de desarrollo de un Laboratorio Remoto para la cátedra de Física I de las carreras de ingeniería que se dictan en la Facultad. El laboratorio seleccionado consiste en poner en línea el experimento del “Volante de inercia” con el objetivo de determinar el momento de inercia de un volante de acero, que gira arrastrado por una pesa vinculada a una cuerda enrollada sobre el eje. El proyecto contempla la ejecución remota de la experiencia de forma que pueda ser realizada a distancia por cualquier estudiante. Su desarrollo se planteó en dos etapas, en la primera se realizó la construcción del sistema de control del dispositivo mecánico incluyendo los sensores, actuadores, el hardware auxiliar y el software para accionamiento del sistema. En la segunda etapa se prevé la implementación de una interfaz de comunicación entre el dispositivo y el estudiante, incluyendo la imagen de una cámara para observar en tiempo real el desarrollo del experimento, previendo también la incorporación de un servidor para la aplicación y el software para la conexión a Internet y su accesibilidad.

**Palabras Clave:** laboratorio remoto, volante de inercia, educación a distancia, sensores, actuadores.

## Introducción

El acceso a los recursos de laboratorio en forma personalizada en asignaturas de ingeniería que requieren experimentación es una posibilidad que mejora el aprendizaje de las ciencias básicas (Lindsay y otros, 2011), (Cantarell, 2001). Las tecnologías necesarias para realizar estos experimentos son costosas, además demandan un espacio físico considerable sin permitir un modelo pedagógico uno a uno. Asimismo, debe considerarse la cantidad elevada de estudiantes que ingresan a los niveles básicos de las carreras y el tiempo necesario para cubrir adecuadamente las prácticas de laboratorio, lo que resulta superlativo teniendo en cuenta que el espacio físico disponible suele ser compartido con otras asignaturas del área. Los laboratorios remotos (LR) representan una solución a estas problemáticas, permitiendo al estudiante la ejecución personalizada de las experiencias formando un criterio propio sobre el fenómeno físico analizado (Algieri y otros, 2018).

Los laboratorios remotos, han sido desarrollados desde hace mucho tiempo en los EE.UU., Canadá, y en varios países de Europa y Asia. Tal es el caso, por ejemplo, de los sistemas implementados en España por la UNED (Universidad Nacional de Educación a Distancia) donde son muy utilizados para las prácticas vinculadas a la enseñanza del Control Automático (Dormido y otros, 2000), o en la Universidad Deusto para complementar asignaturas pertenecientes a la carrera de Ing. en Automática y Electrónica (García Zubía y otros, 2006).

Por parte de la Facultad Regional Buenos Aires, se propuso la implementación de LR de Física a partir de un proyecto de investigación y desarrollo homologado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Tecnológica Nacional. En el proyecto mencionado intervienen las unidades académicas de Buenos Aires, General Pacheco y Concordia, cada una con el desarrollo de un experimento remoto particular, procurando un trabajo colaborativo para un resultado integrado y que pueda ser compartido por todas las sedes. Puntualmente, la Regional Concordia desarrolla la experiencia del volante de inercia por ser uno de los temas incorporados en la asignatura Física I, en la que se investiga el fenómeno de la dinámica rotacional de un cuerpo rígido con experimentación particular en laboratorio (Benitti y Blanc, 2019).

Para dicha experimentación se propone la implementación de un experimento realizado en un dispositivo real automatizado, cuyo control se realiza a la distancia vía Internet, lo cual requiere la utilización de hardware y software que habitualmente tienen características limitadas a los intereses de quienes los producen, motivo por el cual resultan altamente costosos, de difícil acceso y complejo mantenimiento. Considerando todo lo anterior, se presentó una propuesta alternativa mediante la utilización de plataformas de hardware y software libre (Toller y otros, 2019).

Es fundamental diferenciar el concepto de LR con respecto a un laboratorio virtual (LV). Un LR es un experimento real que se ha automatizado en su operación y medición, siendo posible luego observar mediante transmisión directa de video todo el procedimiento en tiempo real. Asimismo, es posible recabar los datos pertinentes al trabajo de laboratorio mediante una interfaz web conectada a Internet. Por su parte, el LV se basa en una simulación computarizada del fenómeno a estudiar, donde se permite tener una computadora o un clúster, con la capacidad de efectuar dicha simulación y transmitirla vía Internet (Calvo Gordillo y otros, 2008).

Para ello, en este proyecto se propuso desarrollar una experiencia didáctica piloto a partir de la ejecución remota de un experimento de laboratorio consistente en el “Volante de Inercia”, actividad que forma parte de la asignatura Física I en las carreras de Ingeniería.

Para lograr dicho objetivo se contemplan las siguientes etapas:

- i. automatización local de la experiencia, incluyendo los sensores y actuadores necesarios
- ii. medición, adquisición y procesamiento de los datos arrojado por el experimento
- iii. desarrollo de una interfase gráfica para la visualización vía web
- iv. desarrollo del protocolo de conectividad para permitir la correcta comunicación entre el estudiante y el dispositivo real.

## Materiales y métodos

En la Figura 1 se presenta un diagrama general de la arquitectura básica necesaria para la implementación de un LR. Para llevar a cabo las etapas i y ii del proyecto, se utilizaron diversos componentes, entre los cuales se encuentran: solenoides,

motorreductor, encoder, interruptores de final de carrera, y una placa controladora Arduino. El dispositivo a experimentar, el Volante de Inercia en particular, es controlado mediante una placa de hardware de muy bajo costo y fácil disponibilidad. La misma contiene un programa capaz de accionar los actuadores del experimento y adquirir la información proporcionada por los sensores ubicados en el sistema. El programa de control del dispositivo mecánico fue realizado mediante un entorno de programación empleando software libre.

Para la etapa iii del proyecto se prevé enviar la información a una base de datos y desarrollar una interfaz de comunicación mediante un servidor web que permita al estudiante visualizar los datos adquiridos para contrastar los resultados de la experiencia con los obtenidos en base a las diferentes consideraciones físicas propuestas por la cátedra (Benitti y Blanc, 2019). La etapa iv del proyecto contempla el desarrollo de un protocolo de comunicación para administrar, mediante un sistema de turnos, la conectividad al laboratorio remoto y permitir el acceso de los estudiantes desde cualquier ubicación geográfica mediante la interfaz web desde una computadora o dispositivo móvil.

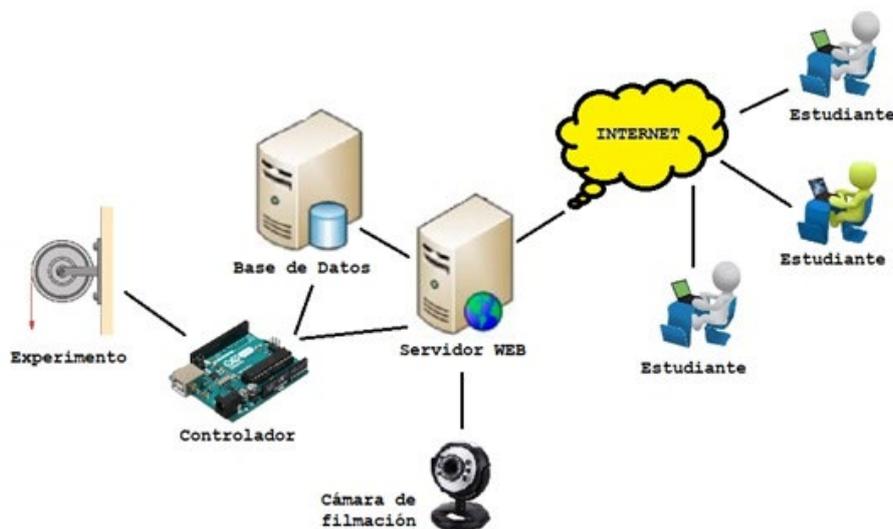


Fig. 1. Arquitectura básica del Laboratorio Remoto.

El sistema implementado para automatizar el dispositivo del volante incluye un solenoide para aplicar un freno mecánico, un brazo metálico con su propio solenoide de accionamiento sobre el cual está montado el motor reductor, un dispositivo electrónico

(encoder) compuesto por un sensor óptico y una rueda dentada, y dos interruptores mecánicos para detectar el comienzo y el final de la carrera de la pesa.

La coordinación y ejecución de toda la secuencia del experimento es realizada por un programa que se ejecuta en una placa comercial basada en la plataforma Arduino, que contiene el microcontrolador encargado de recibir las señales desde los sensores y enviar las señales de control al mecanismo físico.

En la Figura 2 se observa el *encoder óptico*, sensor utilizado para obtener la información sobre la posición de la pesa y determinar la velocidad angular del volante.

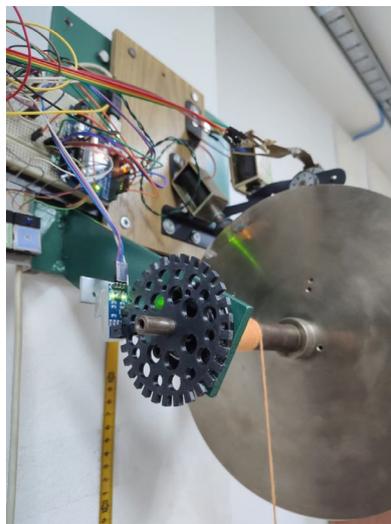


Fig.2. Encoder óptico.

El *solenoides para freno* que se observa en la Figura 3 tiene la función de mantener fijo el volante, una vez que éste se encuentre ubicado en la posición correcta para iniciar la secuencia de la experiencia.



Fig. 3. Solenoide para freno.

El *brazo pivotante* es un soporte mecánico móvil sobre el que se encuentra montado el motorreductor encargado de recuperar la posición inicial de la pesa una vez que ha finalizado el experimento. Este brazo permite su desplazamiento en sentido vertical

para que la rueda montada en el mismo libere su contacto con el volante al momento de realizar el experimento, ver la Figura 4.



Fig. 4. Brazo pivotante.

### Método para la automatización

La automatización de la experiencia comienza al activarse el pulsador de inicio. A partir de dicha señal, el sistema de control levanta el brazo pivotante quitando el freno mecánico y dejando que la torca generada por la pesa, que cuelga sujeta al eje, acelere al conjunto eje-volante. Inmediatamente se inician dos procesos, el conteo de pulsos generados por el encoder y un temporizador, lo que permite obtener información sobre la posición de la pesa. El primer proceso indica cuando debe accionarse el motor para la recuperación de la pesa mientras que el segundo sirve para registrar los datos útiles de la experiencia. Cuando los pulsos contados por el encoder igualan una cantidad predeterminada, en los que el sistema alcanza una rapidez muy baja, se activa el motor de recuperación aplicando una torca sobre el volante que genera el ascenso de la pesa a su posición inicial, la que es determinada por el sensor correspondiente, momento en el cual se aplica el freno estabilizando el sistema en las condiciones iniciales para la próxima ejecución.

### Conclusiones

Las etapas i y ii fueron implementadas con componentes comunes de muy fácil obtención y construcción propia, incorporándose sobre el dispositivo mecánico original con adaptaciones simples ajustadas in situ mediante pruebas sucesivas del dispositivo. El programa de control fue desarrollado por los estudiantes empleando conocimientos

adquiridos en diferentes asignaturas. Los resultados obtenidos permitieron determinar el momento de inercia del volante con valores comparables a los calculados mediante procedimientos teóricos habituales, lo cual demuestra la factibilidad de implementar la remotización de la experiencia para lo que se propone el desarrollo de las etapas iii y iv con el objetivo de poner en línea el sistema mediante una interfaz web que permita la comunicación entre el estudiante y el equipo.

## Referencias

Lindsay, E.; Murray, S.; Stumpers, B. D. (2011). A toolkit for remote laboratory design & development. First Global Online Laboratory Consortium Remote Laboratories Workshop. pp 1-7.

Cantarell, S. del D. (2001). Impacto de la educación a distancia en el nuevo contexto socio-cultural. Revista de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional de Catamarca, Argentina. Vol. VII, N° 10, Año 7. Pág. 169-174.

Algieri, C.; Pagura, M.; Álvarez, R.; López, A.; Machado, R.; Alloatti, M.; González, C.; Sznajdleder, P.; Sugezky, L., Sevillano, M.; Ferrazo, R. (2018). Laboratorios Remotos: aplicación de TICs para la mejora educativa. Actas del III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Básicas III CIECiBa, Concordia, Argentina. Pág. 306-311.

Dormido, S.; Sánchez, J.; Morilla, F. (2000). Laboratorios Virtuales y Remotos para la práctica a distancia de la Automática. XXI Jornadas de Automática, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

García Zubía, J.; López de Ipiña, D.; Hernández Jayo, U.; Orduña, P.; Trueba, I. (2006). Evolución del weblab de la Universidad de Deusto. Depto. Arquitectura de Computadoras, Automática y Electrónica Industrial. Universidad de Deusto, Bilbao, España.

Benitti, M.; Blanc, C. (2019). Dinámica Rotacional. Guía de trabajo práctico de laboratorio. Cátedra de Física I. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia, Argentina.

Toller, R.; Velasco Mazurier, G.; Benitti, M.; Chezzi, C.; Penco, J. (2019). Laboratorios remotos: nuevo paradigma de enseñar y aprender a la distancia. IV Congreso Internacional de Enseñanza de Ciencias Básicas. Paysandú, R. O. del Uruguay.

Calvo Gordillo, I.; Zulueta Guerrero, E.; Gangoiti Gurtubay, U.; López Guede, J. M. (2008). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. Ikastorratza, e-Revista de didáctica, ISSN-e 1988-5911, N° 3, 21 págs.



## Desarrollo de una propuesta para auditorías en TCT

Ing. Luis Lorenzo Neira<sup>1</sup>

Ing. Julio Cesar Bertot<sup>2</sup>

Ing. Rodrigo Andrés Franchini<sup>3</sup>

Lic. María Marta Neira<sup>4</sup>

1: UTN FRCON – Grupo de Investigación Trabajos con Tensión – Pellegrini 1322 – (3200) Concordia ER Argentina – [luislorenzoneira@gmail.com](mailto:luislorenzoneira@gmail.com)

2: Consultor Independiente – Docente Invitado UTN FRCON – ex Presidente Comisión 21 de Trabajos con Tensión de AEA – Av. Julio Roca 1115 – Puerto Madryn – Chubut – [bertotjulio@gmail.com](mailto:bertotjulio@gmail.com)

3: UTN FRCON – Grupo de Investigación Trabajos con Tensión – Jefe Laboratorio AT UTN FRCON – Av. Int. Gerardo Yoya 77 – Concordia (3200) ER Argentina - [franchinirodrigoa@gmail.com](mailto:franchinirodrigoa@gmail.com)

4: Lic. en Psicología y en Psicopedagogía – especialista en recursos humanos para TCT – Docente Invitado UTN FRCON – San Luis 2815 Dpto 3ro 7mo CABA – Argentina [lic.marianeira@gmail.com](mailto:lic.marianeira@gmail.com)

### Resumen

El Trabajo con Tensión (TCT) es una práctica corriente en las áreas eléctricas de distintas empresas. Lo utilizan para mantener, construir y ampliar sus instalaciones de Media Tensión (MT), Alta Tensión (AT) y Extra Alta Tensión (EAT), y en cada una de las tensiones, su implementación será diferente. En general, las empresas que son propietarias de las instalaciones hacen TCT valiéndose de recursos propios, tanto materiales como humanos, pero en muchos casos su rendimiento no es el más apropiado. A partir de este punto, muchas optan por tercerizar la actividad, dejando todo en manos de empresas contratistas que brindan este servicio, muchas, de forma insegura; en algunos casos, porque no se ajustan a la legislación existente, en otros, porque aunque desde la forma parecieran tener todo en regla, al cotejar la documentación con el trabajo, el equipamiento, el personal, etc., observamos que solo lo cumplen desde el punto de vista formal, mas no real.

Es en base a esta realidad concretamente observable, que hoy afirmamos que resulta muy importante realizar auditorías técnicas que permitan determinar el grado de cumplimiento real de las obligaciones legales existentes en Argentina para el desarrollo de los TCT y, a partir de esto, establecer las acciones correctivas tendientes a una aplicación plena de la legislación.

Por otra parte, teniendo en cuenta la experiencia desarrollada desde la UTN Facultad Regional Concordia (UTN FRCON), pudimos dar cuenta que la mayoría de los accidentes e incidentes laborales que analizamos, tenían su origen en el incumplimiento parcial de la legislación existente (Resolución 592/04 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo - SRT).

Por lo expuesto, nos pareció interesante desarrollar una propuesta de auditoría técnica para ser implementada como obligatoria por las autoridades reguladoras de la actividad.

### Palabras clave

Auditoria – TCT Trabajos con Tensión – Resolución 592 SRT

## Introducción

A partir de la experiencia surgida como consecuencia de la contratación de una importante empresa petrolera a la FRCON con el objeto de auditar a las empresas en las que estaban tercerizados los trabajos de mantenimiento con técnicas de TCT en sus instalaciones, surgió la posibilidad de recorrer todas las áreas de explotación petrolera de la misma, observar desarrollos de trabajos de mantenimiento con tensión y ponernos en contacto con quienes realizan la actividad, en general, en instalaciones de MT y, solo en un caso, de AT.

También es de destacar que en MT los trabajos se desarrollaban bajo el método a Contacto, también denominado a Mano Enguantada. Por lo anterior, las conclusiones obtenidas serán referidas fundamentalmente a esta metodología de trabajo. No obstante, los resultados obtenidos marcan una tendencia que debería ser tenida en cuenta.

Como consecuencia de esta actividad, pudimos detectar irregularidades en la realización de los TCT por parte de las empresas que habían sido contratadas para desarrollar los mantenimientos bajo estas técnicas. Podemos mencionar como primer hallazgo, que la empresa contratante carecía de supervisores calificados para poder exigir a sus contratistas el cumplimiento de la legislación existente al respecto en nuestro país. Este desconocimiento no solamente era de sus supervisores, también se extendía a los propios jefes o gerentes, quienes ignoraban parcialmente su responsabilidad sobre las instalaciones en las que se estaba trabajando bajo esta modalidad.

Por otra parte, los incumplimientos eran de diferentes grados de importancia, pero el conjunto de estos llevaba a situaciones muy comprometidas y con consecuencias para el personal ejecutante y/o las instalaciones, en algunos casos, muy graves.

Vamos a comentar, de qué manera se implementó esta auditoría, cuáles fueron los hallazgos encontrados, las consecuencias de estos y nuestras recomendaciones para mejorar las prácticas de TCT.

Teniendo en cuenta, que la Resolución 592/04 de la SRT es en realidad una Norma de seguridad, y que su estricto cumplimiento tiene como objetivo reducir las posibilidades del desencadenamiento de accidentes durante el desarrollo de los TCT, entendemos que el cumplimiento de esta por parte de todos los actores intervinientes en su desarrollo debe garantizarse y, en caso de incumplimiento, sancionarse.

A partir de lo anterior, expondremos una propuesta de auditoría técnica que a nuestro entender debería ser un punto de partida para ser implementada como obligatoria por las autoridades reguladoras de la actividad.

## Materiales y métodos

Vamos a comenzar exponiendo de qué manera se implementó la recopilación de información en cada uno de los lugares en los que se desarrolló la misma.



La primera instancia imponía tener acceso a la información referente a:

- Habilitación del personal interviniente y su información respaldatoria
- Fichas Técnicas de todas las herramientas y equipos utilizados
- Procedimientos utilizados para la realización de cada uno de los diferentes trabajos
- Legajos del personal interviniente, incluyendo registro de los accidentes e incidentes ocurridos, las novedades referidas a sanciones y si contaban o no con el apto psicofísico que responde a las necesidades de las tareas a realizar.

Todo esto es documentación que debía elaborar el Contratista, pero que también debía haber sido verificado por la empresa contratante.

Por este motivo, en cada caso solicitamos la presencia de:

- Responsable de Recursos Humanos de la Contratista
- Responsable de Seguridad e Higiene Laboral de la Contratista
- Supervisor de la Contratante encargado de verificar la actividad del Contratista

¿Que pretendíamos? Verificar mediante la correspondiente documentación que se hubiesen dado cumplimiento a los aspectos establecidos en la Resolución 592/04 de la SRT para poder llevar adelante la actividad de TCT.

En esta primera instancia, los hallazgos fueron muy significativos. Hubo resistencia por parte de algunas Contratistas para facilitar parte de la documentación, por lo que debió intervenir la empresa Contratante, argumentando que de no hacerlo procedería a la rescisión del respectivo contrato. Cuando finalmente, pudimos tener acceso a la documentación ya mencionada, observamos los siguientes hallazgos:

- Las Habilitaciones presentaban, en general varias irregularidades:
  - o Los exámenes médicos comentaban los estados de salud general de los operarios, pero en ningún lugar emitían una conclusión respecto de las capacidades físicas y psíquicas de los trabajadores evaluados. Es decir, no referían si la persona había aprobado o no el “apto psicofísico”, como indica la Res.592 que debe figurar.
  - o En algunos casos no se nos permitió entrevistar al personal para evaluar sus Competencias y compararlas con los niveles de Habilitación adjudicados.
  - o También debemos mencionar que en varios casos nos encontramos que quienes llevaron adelante las capacitaciones o los “reciclajes”, en sus informes, no sugerían un nivel de habilitación para cada uno de los intervinientes en la capacitación, tal como indica la Res 592.

- Las capacitaciones eran realizadas, en muchos casos, por los operarios más antiguos y solo eran del tipo práctico, sin incluir los aspectos formativos teóricos de la actividad. No existían registros de los programas desarrollados ni de la duración de los mismos. En general, como parte central de la formación se incluían capacitaciones muy útiles y necesarias, pero que son complementarias a las referentes y específicas a TCT.
- Con respecto a las Fichas Técnicas exigidas en la Res 592,
  - En muchos casos eran inexistentes, o bien, solo cubrían una parte muy mínima de los equipos y herramientas.
  - En otros casos, los ensayos tanto de recepción como rutinarios se hacían con las Normas que les parecían más adecuadas a los laboratoristas. Es decir, no siempre se efectuaban con las Normas del Comité Electrotécnico Internacional (IEC) exigidas por Ley en la Resolución antes mencionada.
- Referente a los Permisos de Trabajo sobre las instalaciones a efectuar una tarea de TCT:
  - Los mismos eran gestionados ante el Centro de Operaciones de la Instalación por el Supervisor de la empresa Contratante, lo cual no coincide con lo establecido en la Res 592, donde claramente se indica que es el Jefe o Responsable de Trabajo quien debe tramitarlo y recibirlo del ente que opera la red. Es decir, sin la intervención de terceras personas que solo aportan una posibilidad más de error en la obtención del Permiso de Trabajo.
- Con respecto a los Procedimientos de trabajo, encontramos una gran variedad de incumplimientos respecto a la Res. 592 que podríamos resumirlos en los siguientes puntos:
  - Muchos trabajos se realizaban sin tener un procedimiento escrito.
  - Hallamos procedimientos en los que no se incluía información como la cantidad de personas que deben realizar la tarea y la categoría de habilitación de cada una de ellas.
  - Hallamos procedimientos en los que donde no se incluían las herramientas y equipos para su desarrollo, o el listado era muy elemental e incompleto.
  - En determinadas empresas, sí tenían procedimientos escritos, pero estos no están a disposición del personal.
  - Muchos trabajos se realizaban con procedimientos que no estaban debidamente aprobados y firmados por las autoridades correspondientes.

En una segunda instancia de evaluación, realizamos la observación de los equipos de trabajo en campo. Para ello, partimos de la premisa de verificar los siguientes indicadores:



- Corroborar que en el lugar de trabajo el Jefe o Responsable de Trabajo efectúe la verificación de:
  - o La instalación sobre la que se va a trabajar.
  - o Las herramientas y equipos, constatando que han sido ensayados en forma periódica y que se encuentra vigente el ensayo.
  - o Corroborar que las Habilitaciones de los Operarios está vigente.
  - o Verificar en el lugar el Hidroelevador respecto a su corriente de fuga.
  - o Verificar en el lugar: pértigas, sogas, guantes y mangas.
  - o Verificar en el lugar los arneses de los operarios de altura.
  - o Constatar que los Operarios tienen su equipo de protección personal y el mismo se encuentra en condiciones.
  - o Tener en su poder el procedimiento de la tarea a realizar.
  - o Proceder a leer en forma conjunta con los Operarios el procedimiento y asegurarse que cada uno de ellos comprendió la tarea que le ha sido asignada.
  - o Verificar la forma en que las herramientas y equipos son transportados y el estado en que se encuentran.
- Verificar que el Jefe o Responsable de Trabajo no efectúe tarea manual alguna en el transcurso del trabajo, dado que su trabajo es el de Supervisar en todo momento y corregir desviaciones al procedimiento establecido y por sobre todo anticiparse a que cualquier Operario pudiese realizar un acto inseguro en el cual se esté exponiendo físicamente o exponiendo a otro u otros integrantes del equipo de trabajo.

En la segunda instancia los hallazgos fueron aún más significativos que en el caso de la primera instancia de evaluación. En particular, mencionaremos los hechos que entendemos como más representativos y críticos de lo observado:

- No pudimos constatar que todos los equipos y herramientas hayan estado con sus ensayos periódicos al día, dado que no poseían registro de ello.
- Muchos Jefes o Responsables de trabajo no se ocupaban de verificar la Habilitación de los Operarios.
- Casi ningún equipo de trabajo realizaba en el lugar de trabajo la verificación de la corriente de fuga de los hidroelevadores aislados, el estado de las pértigas, las sogas y los equipos de protección personal.
- En muchos casos no se contaba con el procedimiento de trabajo.
- En algunos casos, el equipo se ocupaba de leer el procedimiento antes del inicio de las tareas, pero luego no lo cumplían.

- En la mayoría de los casos el Jefe o Responsable de Trabajo desatendía la Tarea de Supervisión y efectuaba tareas manuales. Práctica que argumentaban estaba asociada a la fatiga que resultaba de contar con equipos de trabajo compuestos por un bajo número de personas. En otros casos, esto era debido a la inseguridad que decían les generaba que sea el personal más nuevo quienes suban a trabajar, dado que desconocían muchos aspectos propios de las tareas asignadas.
- En general, el transporte de los equipos era incorrecto y, como consecuencia, las herramientas presentaban daños observables.

## Resultados

Los resultados de esta auditoría han sido, a nuestro juicio, de suma importancia dado que permiten establecer parámetros de conductas, tanto de las empresas Contratantes como de las Contratadas.

Al respecto, la primera conclusión es que quienes Contratan no cuentan con personal especializado para verificar que los TCT se estén realizando de acuerdo a lo que marca la Ley Argentina. Por este motivo, desconocen que la responsabilidad civil y penal ante un accidente por los incumplimientos del Contratista recaerán en primera instancia en el Jefe de Servicio de la Empresa Contratante. Dado que es obligación de quien contrata verificar y exigir que el Contratista cumpla con todo lo establecido en la Res. 592, que en este caso tiene fuerza de Ley.

En lo que respecta a los Contratistas de TCT, lo constatado pareciera indicarnos una conducta donde se trata de cumplir lo mínimo indispensable. En muchos casos, se transmiten modalidades de trabajo de otros países y se pretende justificar su accionar aduciendo que la legislación en sus países de origen les permite trabajar de una determinada manera, incurriendo conscientemente en un claro desconocimiento de nuestra legislación, lo cual ni los justifica ni los protege de los accidentes laborales.

En términos generales, podríamos decir que se trata de efectuar capacitaciones pobres, faltas de contenido, que no advierten a los Operarios de los riesgos a los que se exponen. Por otra parte, tampoco se clarifican los roles que deben cumplir quienes deben llevar adelante la actividad y quienes los deben supervisar. En general, quienes supervisan no tienen conocimientos superiores al resto de los Operarios, y esto hace que quienes están ejecutando manualmente la tarea no respondan a sus directivas.

Los procedimientos se escriben para cumplir con lo que está indicado en la Ley, pero se cumplen de acuerdo al buen saber y entender de cada equipo de trabajo. Por este motivo, en muchos casos si no se cuenta con la cantidad de personas o las herramientas indicadas en el procedimiento, igual se efectuaba el trabajo.

En cuanto a las herramientas y equipos, el panorama no es más alentador. Los ensayos se realizan, en muchos casos, con Normas que no son las indicadas en la Ley. Muchos de ellos tampoco cumplían con los ensayos a efectuarse en el lugar de trabajo y, como

circunstancia que potencia y aumenta los riesgos, nos encontrábamos con equipos transportados de manera tal que quedaban expuestos a su deterioro sistemático.

Todo lo expuesto, lleva a tener accidentes absolutamente insólitos y que si se cumpliese con Ley no se producirían.

Solamente comentaremos muy escuetamente y a modo de ejemplo tres de ellos. A igual que todo lo expuesto en este trabajo, no indicaremos los nombres de las empresas ni las personas involucradas.

Comenzaremos relatando el accidente sufrido por un Operario al cual le indicaron que se podía trabajar sin las mangas aislantes: este hombre se encontraba trabajando en una instalación de MT y durante el transcurso del trabajo tocó con sus dos codos potenciales diferentes. Sufrió un shock eléctrico y como consecuencia una importante quemadura, lo que lo obligó a sufrir una internación prolongada en un hospital en el transcurso de la cual debieron someterlo a varias intervenciones quirúrgicas. En una de ellas, debieron reubicar un nervio en uno de sus brazos dado, la alta sensibilidad en la zona del codo, que le había quedado como consecuencia del accidente.

Otro de los accidentes, se produce cuando un equipo se encontraba trabajando en una instalación de MT y uno de los Operarios de altura no lograba el desatado de un aislador. El Jefe de Trabajo, le ordenó descender y el sube en su lugar. Posteriormente, como presentaba dificultad la operación, se saca el guante aislante en una mano y comienza a intentarlo a mano desnuda, asumiendo que bastaba con la aislación del brazo del hidroelevador aislado. En esta situación produce un cortocircuito con su mano y como consecuencia pierde un dedo de la misma.

El tercer caso, es el de un equipo de trabajo realizando la energización de un tramo nuevo de una Línea de MT. El tramo a conectar, como es habitual, era una línea abierta en su extremo, es decir sin carga. Este tipo de conexionado requiere de Operarios experimentados y se aconseja efectuarla con una herramienta denominada “toma carga”. El equipo de trabajo estaba constituido por cuatro Operarios más un Jefe de Trabajo, con la particularidad de estar conformado por integrantes de una misma familia: el padre oficiaba de Jefe de Trabajo, uno de los oficiales era su hijo y otro su yerno; otros dos oficiales ajenos a la familia completaban el equipo. De acuerdo al relato, habían tenido una discusión familiar muy importante, no obstante, salieron a trabajar. Designaron al menos experimentado para efectuar la operación y, al momento de ejecutarla, se asustó y soltó un conductor que estaba energizado, lo que produjo un cortocircuito bifásico con un arco eléctrico de magnitud. Como consecuencia y por tener el mameluco ignífugo con su cierre abierto, se prendió fuego la camisa que tenía por debajo, la misma contenía fibras de nylon. Se demoró mucho en poder rescatar a la persona accidentada, lo que llevó a que se produzcan quemaduras de tercer grado en su pecho, cara y vías respiratorias que le valieron más de un año para recuperarse.

En los tres casos, el factor común fue el incumplimiento de la Ley existente.

## Discusión

Todo lo expuesto, nos lleva a pensar de qué manera se pueden implementar controles que obliguen a quien desarrolla un TCT a llevarlo adelante en un todo de acuerdo con lo que indica la Ley.

Entendemos que este tipo de controles deben ser llevados adelante por organismos oficiales con incumbencias en el tema y que además establezcan un lineamiento para realizar los mismos mediante auditorías donde los equipos auditores estén constituidos por profesionales de la ingeniería eléctrica, licenciados en seguridad y psicólogos en los tres casos con amplios conocimientos de TCT y de nuestra legislación al respecto.

## Conclusiones

Nuestra propuesta consiste en que se incluya en la actual legislación que rige para la ejecución de los TCT, un mecanismo de control del cumplimiento de esta mediante auditorías.

Dado que el resultado del incumplimiento de la legislación tiene como consecuencia un importante número de accidentes o incidentes que por otra parte en muchos casos no son denunciados, estas auditorías ayudarían al cumplimiento y consecuentemente al resguardo de los trabajadores que llevan adelante sus tareas bajo esta modalidad.

En síntesis, pensamos que esto significa un aporte no menor a la seguridad de los trabajadores y debería ser analizado por la Superintendencia de Riesgos del Trabajo a fin de implementar una medida que redunde en un trabajo más seguro.

## Agradecimiento

Nuestro agradecimiento a las autoridades de la UTN FRCON y muy especialmente a la Directora del Departamento Eléctrico, que nos permitieron llevar adelante estas auditorías y contar con su aval.

También agradecemos a las autoridades de la Comisión 21 Trabajos con Tensión de la Asociación Electrotécnica Argentina que nos facilitaron información de suma utilidad para el desarrollo de este trabajo.

## Referencias

- Resolución 592/04 SRT
- Publicaciones de AEA referidas a TCT



# Empleo de agua proveniente del lavado de camiones mixers en la producción de hormigones sustentables: Evaluación de la trabajabilidad y resistencia.

Jorge Danuel Sota  
Cristian Gonzalo Caballero

Alberto Palacio  
Fabián Andrés Avid  
Alfonsina Alsogaray  
Martin Wendler

Andrea Pereyra  
Santiago Hernández Solís  
Cristian Gómez  
Mariano Urribarri  
Alejandro Yoly

Grupo GIICMA, Universidad Tecnológica Nacional UTN-Facultad Regional Concordia,  
Concordia, Entre Ríos, Argentina.

**Resumen:** En muchos países, las plantas elaboradoras de hormigón emplean camiones moto hormigoneros para su producción y en el proceso usan gran cantidad de agua potable. Este consumo se da en la producción de hormigón, pero además se debe considerar el agua utilizada para lavar los camiones mixers, ya que esto también genera una cantidad considerable de agua residual que no se puede eliminar sin un tratamiento previo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es estudiar el empleo de agua reciclada, producto del lavado de camiones mixers en la producción de hormigón, reduciendo el consumo de agua potable. Se desarrollan tres dosificaciones, una de referencia producida con agua potable, una dosificación con 25% de remplazo por agua residual y una tercera con un 35% de remplazo. Para el análisis de los hormigones, se comprobaron sus propiedades en estado fresco y endurecido, evaluando la trabajabilidad mediante el ensayo de asentamiento y su resistencia a la compresión a los 7, 28 y 56 días. Los resultados mostraron que el hormigón producido con estos porcentajes de remplazo presentó la misma resistencia a la compresión que el hormigón patrón, y en estado fresco se observa un incremento de la fluidez con el aumento del porcentaje de remplazo.

**Palabras clave:** Agua reciclada; hormigón sustentable; producción de hormigón; reúso; materiales eco-eficientes.

## Introducción

En la Argentina y en las regiones industriales ubicadas en general en las provincias tales como Entre Ríos, Santa Fe, Buenos Aires, Córdoba, es claro y evidente la necesidad de diseñar e implementar sistemas de tratamiento de las aguas residuales en la industria del hormigón elaborado. Esto es así debido a la falta de aplicación de los mismos o, en algunos casos, el tratamiento precario para las operaciones de lavado de planta y camiones mixers luego del transporte de material. Es por esto que las aplicaciones de sistemas de tratamientos de aguas residuales constituyen una alternativa válida para la reducción del impacto ambiental y la optimización de los recursos naturales utilizados en la producción de hormigón.

Sin embargo, se debe tener en cuenta que las propiedades de las aguas residuales industriales y específicamente las de la industria del hormigón, dependen en su mayoría de la composición química, factor que resulta importante a la hora de tomar decisiones respecto a su potencial reutilización, además las aguas residuales y los agregados que puedan recuperarse en los diferentes pasos del procesamiento de un sistema de tratamiento varían en sus características fisicoquímicas (Ricardo de Matos et. al., 2020). Por lo tanto, no solo se necesita una base de datos actualizada respecto a los resultados y valores admisibles de los análisis cuantitativos y cualitativos de las aguas residuales, sino también la elaboración de manuales y reglamentaciones que regulen las prácticas actuales de eliminación de los desechos en dicha industria (Balzamo et.al., 2012). Tal es así que se requieren más investigaciones para encontrar un sistema de tratamiento que genere una fuente estable y confiable de agua reutilizable, con una variabilidad de composición físico-química mínima para una utilización óptima. Por consiguiente, el tratamiento y la reutilización del agua de desecho conforma hoy en día objeto de varias investigaciones, convirtiéndose en una problemática ambiental a resolver y estudiar muy importante.

En la industria de la construcción a pesar del notable avance y desarrollo de nuevos materiales, tecnologías y metodologías de construcción, el hormigón continúa siendo el material más utilizado, especialmente en lo que respecta a la construcción de viviendas, con el fin de responder a la demanda de la población creciente. Pero el alto consumo de agua y la generación de aguas residuales sumado a la gestión de estos factores en la industria del hormigón elaborado, se han convertido en cuestiones ambientales muy importantes a resolver y tratar.

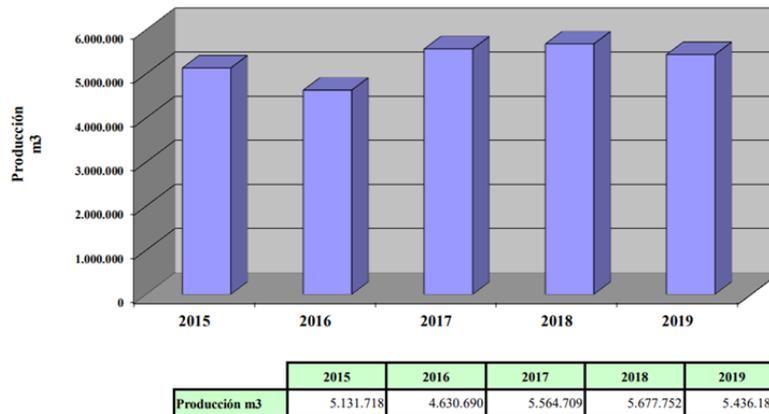


Figura 1. Producción anual de empresas elaboradoras de hormigón a la AAHE.(AAHE, 2019).

En Argentina, un índice indicativo de las cantidades de hormigón que se producen, como así también de la actividad del sector, es el consumo de cemento, registrándose en el año 2019 (último año completo disponible), un consumo total de 11.003.359 toneladas de cemento, o su equivalente valor per-cápita de 245 kilogramos de cemento por habitante (AFCP, 2019). Alrededor de 5.436.186 de metros cúbicos de hormigón se producen anualmente en plantas elaboradoras (Figura 1), de las cuales tan solo un 8 % cumplen con certificación de gestión de calidad ISO 9001:2015 y un 21 % elaboran bajo estándares de calidad y servicio aceptables, el 71 % restante no cumplen y no califican con los estándares de calidad en la producción y el ambiente, lo que da una idea de la gestión actual de los residuos de la industria (Segeber, 2020).

Se estima que, al final de cada jornada, queda un residuo de aproximadamente 300 kg de hormigón plástico en cada camión mezclador (Sandrolini y Franzoni, 2001). Dicho sobrante si bien puede reutilizarse mediante el empleo de aditivos estabilizadores de hidratación, lo habitual es que sea lavado, debido a los costos que conllevan los aditivos mencionados, “a priori” más costosos en comparación con el uso de agua. Cabe mencionar además que, en las plantas elaboradoras locales, dichos lavados se realizan sin reservas ni regulación alguna en lo que respecta al consumo, vertido y/o devolución al ambiente del agua interviniente.

## Materiales y Procedimientos

Como parte de una primera etapa de investigación, con la colaboración de una empresa local de la ciudad de Concordia en la provincia de Entre Ríos, Argentina, se procedió a elaborar pastones de prueba. Para los mismos se contó con los materiales de acopio tales como agregados gruesos y finos, cemento y aditivos, como así también con la dosificación de un hormigón de línea de la empresa, la cual opera de acuerdo con CIRSOC 201/2005 bajo el modo de producción MODO I, a través de un sistema de gestión de la calidad, con procesos de producción basados en la norma ISO 9001:2015. De esta manera se buscó evaluar, en una primera instancia, todas aquellas variaciones que puedan encontrarse respecto al hormigón de referencia, para posteriormente definir el correcto marco teórico de aplicación del agua reciclada.

### Cemento

Para este trabajo se utilizó un cemento portland compuesto (CPC 50) según Norma IRAM 50000 – “Cementos de uso general”, el cual fue extraído de silos de acopio de planta

elaboradora. Este tipo de cemento es el de uso comercial habitual en el país, especialmente en la Región Centro y Mesopotamia. Su composición es presentada en la Tabla 1.

Tabla 1. Tipo de cemento y composición según Norma IRAM 50000.

Designación			Composición (g/100 g)				
Tipo de Cemento	Nomenclatura	Clase Resistente	Clinker + sulfato de calcio	Puzolana o ceniza volante silícea (P o CV)	Escoria (E)	"Filler" calcáreo (F)	Compuestos minoritarios
Cemento Portland Compuesto	CPC	50	94 - 65	Dos o más, con $6 \leq (P+E+F) \leq 35$ y $F \leq 35$			0 - 5

### Agregado Grueso

Se utilizó un agregado natural silíceo tipo canto rodado, el cual es extraído de canteras ubicadas en la región Mesopotámica de la Argentina, específicamente en la provincia de Entre Ríos y Corrientes, con un tamaño máximo nominal de agregado 6 a 20 mm, módulo de finura de 6,73 y una curva de distribución granulométrica indicada en la Figura 2, de acuerdo con los límites de la Norma IRAM 1627 para agregados gruesos.

### Agregado Fino

Se utilizó una arena natural gruesa tipo silícea de lavado, la cual es extraída de canteras ubicadas en las márgenes del Río Uruguay, en la provincia de Entre Ríos, módulo de finura de 2,61 y una distribución granulométrica indicada en la Figura 3, de acuerdo con los límites de la Norma IRAM 1627 para agregados finos.

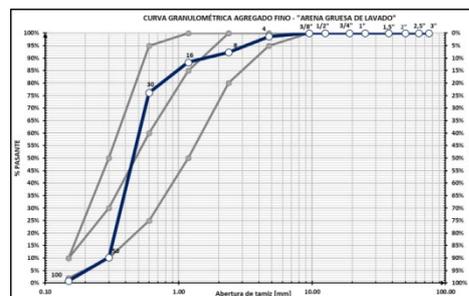
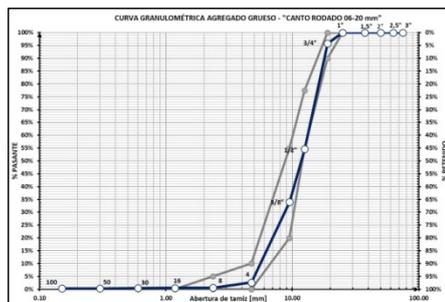


Figura 2. Granulometría "canto rodado" 06-20 [mm]. Figura 3. Granulometría "arena gruesa silícea".

### Aditivo Químico

En este caso se utilizó un aditivo plastificante y superfluidificante de medio rango, de uso comercial en la Argentina, cuya composición química se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición química aditivo plastificante y superfluidificante.

Nombre químico	Concentración (%)
Naphtalensulfonic acid-formaldehyde condensate sodium salt	$\geq 5 - < 10$
1,2-bencisotiazol-3(2H)-ona	$\geq 0,1 - < 1$

## Agua Reciclada

El agua reciclada se obtuvo de la misma empresa, la cual cuenta con un sistema de piletas de sedimentación y decantación, mediante el cual se realiza el lavado diario de los camiones mixers. De estas piletas se extrajeron diferentes muestras de agua, las que luego fueron utilizadas para la elaboración de los pastones de prueba. El sistema de tratamiento consta de un total de 5 piletas continuas en las que el intercambio se realiza mediante el trasvase por gravedad..



Figura 4. Sistema de piletas de sedimentación y decantación de sólidos de agua de lavado de camiones mixers.

Puntualmente se extrajeron muestras de las piletas N°1 y N°4 del sistema, correspondiendo la primera a la pileta donde se vuelcan directamente los residuos del camión y de lavado, y la segunda mencionada corresponde a la pileta final del sistema, previo al almacenamiento y filtrado. En la

Figura 4 se puede observar la disposición de las piletas y el sentido del escurrimiento del agua de lavado

Se recolectaron 60 litros de agua proveniente del lavado de los camiones, la cual fue almacenada en bidones y botellas para el desarrollo de las pruebas de laboratorio. El agua recogida presenta cierto grado de turbidez por las partículas sólidas en suspensión.

De las muestras extraídas de las piletas 1 y 4 se realizó la evaluación de temperatura, nivel de pH, conductividad y contenido de sales disueltas, utilizando un medidor multiparamétrico. En las Figuras 5 y 6 obtenidas a partir del análisis de los datos de las muestras de agua, se observa una significativa alcalinidad del agua de la Pileta N°1 (la cual recibe de manera directa la descarga del agua reciclada, mezclada con los sobrantes de hormigón). Esta presenta, a su vez, un valor promedio de pH de 11,58 y el contenido total de sales disueltas o TDS posee un valor promedio de 3010,83 ppm. En cambio, los valores promedios de la Pileta N°4 (la cual se encuentra al final del sistema de piletas, ver (Fig 4)) son respectivamente 10,78 para el pH y 744,33 ppm para el TDS. Claramente se demuestra la mayor concentración de sales disueltas y la alta alcalinidad que posee el agua de reciclado de los camiones mixers sin

tratamiento previo. Incluso si solo se la somete a una decantación o sedimentación, se reducen considerablemente dichos valores.

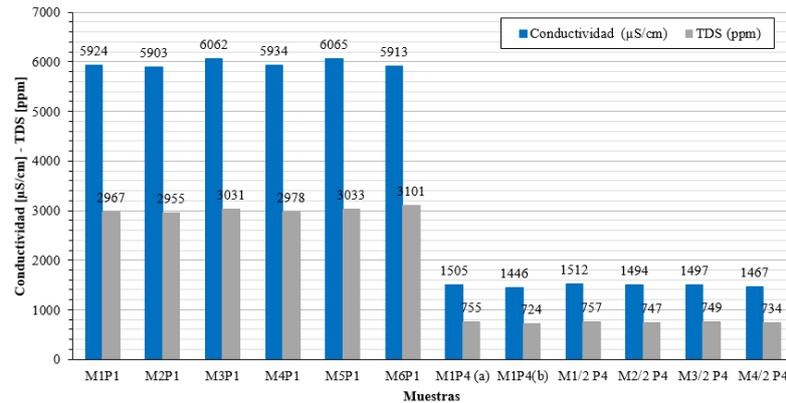


Figura 5. Conductividad y contenido total de sales disueltas. Pileta 1 vs Pileta 4.

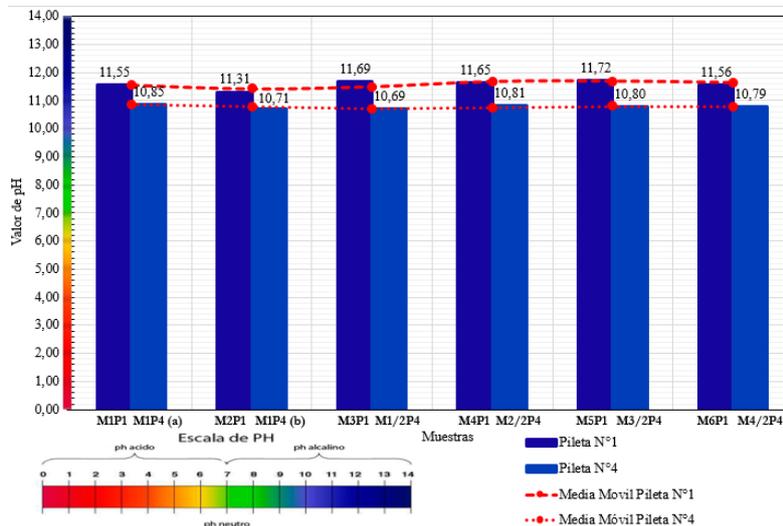


Figura 6. Valores de pH agua reciclada Pileta 1 vs Pileta 4.

A partir de dichos resultados, se decidió elaborar los pastones de prueba utilizando el agua reciclada de la Pileta N°4, considerando las significativas variaciones en los valores representativos de pH y sales disueltas respecto a los valores límites de 4 para pH y de 50000 ppm para TDS, según IRAM 1601 (2012).

### Dosificación

El diseño de la mezcla fue seleccionado en base a una dosificación tradicional de la empresa elaboradora. En este caso se optó por un hormigón clase H30 (INTI-CIRSOC, 2005) el cual es de producción y uso habitual en la región. En la Tabla 3 se puede observar esta dosificación, la cual corresponde al pastón de referencia o base. A su vez, esta dosificación se replicó en los pastones N° 2 y N° 3, pero con el reemplazo parcial del agua potable por agua proveniente del lavado de los camiones mixers. Este reemplazo se realizó en porcentajes del 25 % y 35 % respectivamente.



Tabla 3. Dosificación pastón de prueba N°01 – 0 % Agua Reciclada.

Material	Densidad Kg/dm <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup>		Pastón de prueba:		65 dm <sup>3</sup>	
		Peso Kg	Volumen dm <sup>3</sup>	Absorción %	Humedad %	Peso SSS Kg	Peso Hum. Kg
Cemento CPC50	3,12	365,00	116,99			23,72	23,72
Agua Potable	1,00	170,00	170,00			11,05	10,50
Agua Reciclada	1,00	0,00	0,00			0,000	0,000
Arena Fina	2,60	699,80	269,15	0,36	2,07	45,49	46,26
Canto Rodado 06-20 mm	2,63	1123,06	426,69	0,71	0,40	73,00	72,77
Aditivo Plast. y Superfluidificante	1,18	2,56	2,17			0,17	0,17
Aire	0,0012	0,02	15,00			0,001	0,001

## Elaboración del hormigón

El diseño de las mezclas se estableció de acuerdo con las proporciones empleadas por la empresa elaboradora con excepción del reemplazo parcial del agua potable por el agua de lavado en estudio. Se elaboraron tres dosificaciones con igual cantidad de materiales, con variación del porcentaje de agua reciclada a incorporar en el orden de 0 %, 25 % y 35 % respecto al contenido de agua total de la dosificación patrón. En total se elaboraron y evaluaron nueve pastones de 65 dm<sup>3</sup> de volumen cada uno (Tablas Tabla 3). Se replicó tres veces la elaboración para cada porcentaje de reemplazo con el fin de evaluar desvíos o patrones en el comportamiento de la dosificación, para luego enfocar el estudio en los mismos. Sobre los pastones se realizó la medición de la temperatura inicial, una prueba de asentamiento mediante el tronco cono de Abrams (según Norma IRAM 1536), la determinación de la densidad aparente o peso unitario volumétrico (PUV) y la medición del contenido de aire mediante el aparato de Washington (según Norma IRAM 1602). También se realizó la toma de muestra para la determinación del tiempo de comienzo de fragüe del mortero de hormigón. De manera simultánea se realizó el moldeo de probetas para los ensayos de resistencia a compresión (según Norma IRAM 1524).

Para la determinación del tiempo de fragüe del mortero, se utilizó tamiz de abertura 4,75 mm, para luego moldear probetas cilíndricas de 100 mm de diámetro y 100 mm de alto, las que se dejaron en cámara de curado para mantener constantes las condiciones de temperatura y humedad de las muestras. Para las mediciones de resistencia a la penetración se empleó un penetrómetro de hormigón ligero tipo resorte, basado en ASTM C403, mediante el cual se considera que el fraguado inicial se da con un valor de penetración de aproximadamente 35 kg/m<sup>2</sup>. Las probetas cilíndricas de ensayo se moldearon por triplicado y luego se almacenaron en cámara de curado para la determinación de la resistencia a la compresión a las edades de 7, 28 y 56 días. En total, se moldearon 27 probetas, 9 para cada dosificación divididas en las tres edades diferentes. Las muestras se sometieron a al ensayo de compresión estandarizada (según Norma IRAM 1546).



## Resultados

### Hormigón fresco

Como se mencionó, los parámetros característicos del hormigón en estado fresco evaluados fueron la consistencia mediante el ensayo del tronco cono de Abrams, temperatura inicial del pastón, PUV y contenido de aire mediante aparato de Washington, Estos resultados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores de parámetros característicos del hormigón en estado fresco.

Agua Reciclada (RW)	Prueba N°	Asentamiento [cm]		Temperatura H° [°C]		Contenido de Aire [%]		PUV [Kg/m <sup>3</sup> ]	
		Valor	Prom.	Valor	Prom.	Valor	Prom.	Valor	Prom.
RW 0%	1	12,50	15,33	29,00	25,50	2,80	2,37	2354,0	2372,00
	2	18,00		25,20		1,80		2388,0	
	3	15,50		22,30		2,50		2374,0	
RW 25%	1	17,00	18,33	28,70	25,43	2,20	2,33	2365,0	2324,00
	2	20,00		24,60		2,30		2319,0	
	3	18,00		23,00		2,50		2290,0	
RW 35%	1	18,50	21,33	29,10	25,97	2,30	2,17	2388,0	2374,33
	2	24,50		24,50		1,90		2376,0	
	3	21,00		24,30		2,30		2359,0	

La consistencia normal o promedio del pastón realizado mediante la dosificación patrón, es decir sin incorporación de agua reciclada, es del orden de los 15 cm, de acuerdo a los registros informados por la empresa con un desvío del orden de  $\pm 3,00$  cm, observamos en la Tabla 4 que para todos los casos se obtuvo dicha variación en el asentamiento medido mediante cono de Abrams, con un valor promedio de 15,33 cm.

Luego para la incorporación de un 25 % de agua reciclada respecto al agua total de la dosificación, se observa que los valores de asentamientos obtenidos varían ligeramente respecto a los obtenidos con la dosificación patrón, en el orden de +3 puntos de asentamiento, con un valor promedio de 18,33 cm.

Para el caso de la incorporación de un 35 % de agua reciclada respecto al agua total de la dosificación, se observa un significativo aumento de la consistencia de los pastones, con un valor promedio de 21,33 cm respecto a los 15,33 cm de la dosificación patrón, es decir el doble de variación (+ 6 puntos de asentamiento medido) en comparación con la incorporación de un 25 % de agua reciclada. Se observaron pastones de aspecto fluido, homogéneos y uniformes, con una leve exudación y presencia de burbujas de aire. Sin embargo, de acuerdo a los valores obtenidos de aire incorporado no se observaron significativas variaciones, al igual que con la temperatura inicial de elaboración, con un valor promedio del orden de los 25,63 °C. El peso unitario volumétrico de los pastones fue del orden de los 2356,80 kg/m<sup>3</sup>.

Como se observa en la Figura 7, para la dosificación patrón, el comienzo de fragüe se da de manera acelerada pasados los 240 minutos desde el primer contacto de las partículas de cemento con el agua, alcanzando resistencias superficiales significativas al cabo de los 270 minutos desde el mezclado, comportamiento habitual para este tipo de dosificación. Si se

comparan los tiempos de fragüe de los hormigones con incorporación de agua reciclada se observa un patrón de comportamiento para este ensayo, donde el proceso de hidratación se desarrolla de manera paulatina y más lenta, alcanzando el comienzo de fragüe al cabo de 330 minutos en adelante.

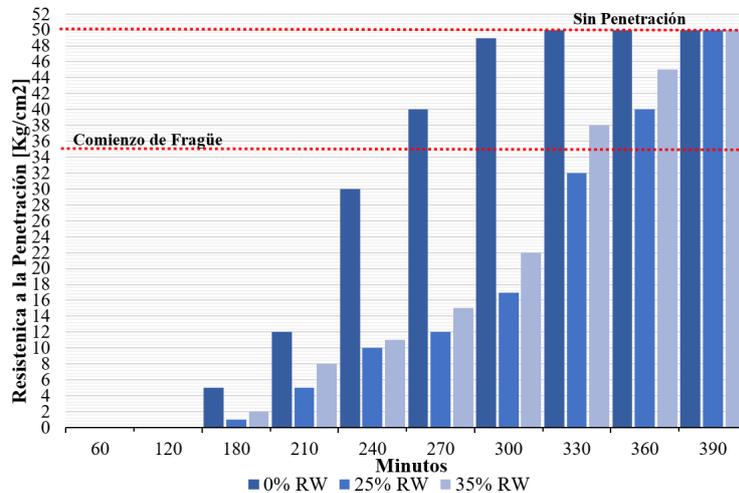


Figura 7. Tiempo de fragüe del hormigón según porcentaje de variación de agua reciclada.

A partir de estos resultados podemos concluir que, a medida que se incrementa el porcentaje de reemplazo de agua reciclada, los hormigones presentaron una variación de la consistencia de plástica a fluida evidenciado por el aumento del asentamiento, y un aumento del tiempo de comienzo de fragüe, en referencia a la dosificación base y para los mismos tiempos de prueba.

Cabe aclarar que, en base a la bibliografía consultada, el efecto del incremento de agua reciclada debe ser una reducción de la fluidez debido a la presencia de las partículas sólidas y alta alcalinidad. Esta última genera una influencia en las propiedades eléctricas en la superficie de las partículas de cemento.

Debido a esto, los resultados obtenidos se podrían justificar con el empleo del aditivo superplastificante, cuya molécula permite el recubrimiento total de las partículas de cemento incorporándoles cargas de signo negativo que neutralizan las fuerzas de atracción electrostáticas existentes entre dichas partículas y dificultan el citado fenómeno de floculación. A su vez se podría considerar que el mayor valor del asentamiento obtenido, con el incremento del contenido de agua reciclada, puede estar también influenciado por rastros de aditivo superfluidificante presentes en el agua de lavado.

#### Hormigón en estado endurecido

En la Figura 8 se presentan los valores de la resistencia a la compresión simple de los hormigones con 0 %, 25 % y 35 % de agua reciclada, para las edades de 7, 28 y 56 días. Para el hormigón patrón se obtuvieron valores del orden a los informados por la planta elaboradora, y se observa que para la edad temprana de 7 días las resistencias de los pastones elaborados con agua reciclada también presentan un comportamiento similar. Sin embargo, para edades mayores tales como 28 y 56 días, conforme aumenta el porcentaje de agua reciclada, los valores de resistencia a la compresión simple presentaron una tendencia a la disminución del orden del 10 al 11 %

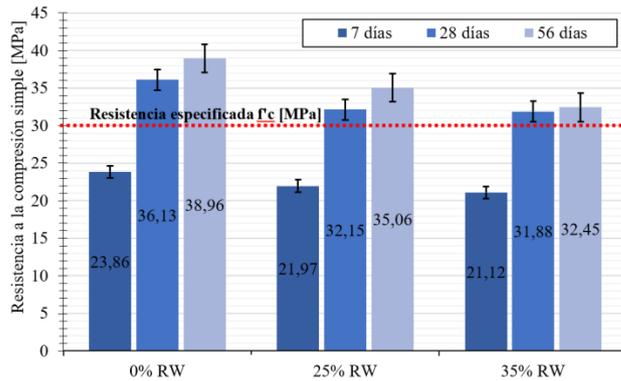


Figura 8. Variación de la resistencia a la compresión simple según porcentaje de agua reciclada por edades.

Al analizar los datos, si bien todas las muestras cumplen con la resistencia especificada considerada por los criterios de conformidad del hormigón bajo MODO I de control, se aprecia la tendencia a una disminución de la resistencia a medida que se incrementa el porcentaje de agua residual.

En principio se puede concluir que, para estas dosis, el agua residual de la empresa se puede utilizar en la elaboración de este tipo de mezclas comerciales, ya que no tiene un comportamiento que impacte negativamente y de forma significativa.

## Consideraciones finales

El presente trabajo es la primera parte de un proyecto de investigación y desarrollo de tres años de duración. Con él se buscó evaluar el comportamiento de una dosificación patrón o comercial, analizando la variación de sus parámetros característicos en estado fresco y endurecido, ante la incorporación de porcentajes relativos de agua reciclada producto del lavado de camiones mixers.

Basado en los resultados obtenidos, se establecieron las siguientes consideraciones finales:

El incremento del contenido de agua reciclada aumentó progresivamente el asentamiento (es decir, aumentó la fluidez de la mezcla) pasando de una consistencia plástica a muy plástica y fluida. Esto se puede deber al elevado pH que modifica la reología de las mezclas. El proceso de fragüe se produce de manera más lenta en comparación con la dosificación base. Es decir, el comienzo de fragüe se registra a mayores tiempos a medida que se incrementa el porcentaje de reemplazo de agua reciclada. En principio habría una incidencia de la alta alcalinidad del agua en el retraso del comienzo del fraguado, pero se deben realizar más estudios al respecto.

Las resistencias de los pastones elaborados con agua reciclada presentan un comportamiento similar a la del pastón de referencia para la edad temprana de 7 días. Sin embargo, conforme aumenta el porcentaje de agua reciclada, los valores de resistencia a la compresión simple presentaron una tendencia a la disminución. No obstante, los hormigones que contienen agua reciclada presentaron resistencias a la compresión compatibles con la dosificación de referencia, alcanzando el 88% para 35% de reemplazo de agua reciclada y cumpliendo con los requerimientos de la resistencia de diseño.

En conjunto, fue posible producir hormigones con sustitución parcial de agua potable por reciclada, sin deterioros significativos en propiedades frescas y endurecidas. Sin embargo, cabe aclarar que estos son los primeros resultados de la investigación con los agregados y cemento de la zona, y se continuará evaluando el efecto del reemplazo sin el empleo de aditivos



químicos en las mezclas con el fin de identificar su influencia en los resultados. Por otro lado, también se buscará evaluar los parámetros de durabilidad de los hormigones.

## Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Concordia, al Grupo de Investigación en Ingeniería, Materiales y Ambiente (GIICMA) por el apoyo a través de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado. Agradecemos al encargado de Laboratorio de Tecnología del Hormigón de la UTN-Concordia. Agradecemos también a la Dra. Natalia Tesón por su colaboración y asistencia en las pruebas de análisis de las muestras de agua y a la empresa Vecchio SRL por proporcionar las dosificaciones y los materiales necesarios para la elaboración de las mezclas de prueba utilizados en esta investigación.

## Referencias

Asociación de Fabricantes de Cemento Portland AFCP. (2019). "Anuario. Datos estadísticos año 2019". <http://afcp.info/Anuarios/Anuario-2019.pdf>

Asociación Argentina de Hormigón Elaborado AAHE. (2019). "Estadísticas de la Producción de Hormigón Elaborado 2015 al 2019". <https://hormigonelaborado.com/wp-content/uploads/2020/06/Producci%C3%B3n-2019.pdf>

Balzamo, H., Cabrera, O., & et.al. (2012). "Ese material llamado hormigón". Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-987-21660-5-2.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación IRAM (2017). *IRAM 50.000. Norma argentina: Cemento. Cementos para uso general*. Cuarta edición.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación IRAM (1997). *IRAM 1.627. Norma argentina: Agregados. Granulometría de los agregados para hormigones*. Primera edición.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación IRAM (2012). *IRAM 1.601. Norma argentina: Agua para morteros y hormigones de cemento*. Tercera edición.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación IRAM (2020). *IRAM 1.536. Norma argentina: Hormigón fresco de cemento. Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono*. Segunda edición.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación IRAM (1988). *IRAM 1.602-1. Norma argentina: Hormigón de cemento pórtland. Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas de hormigones y morteros - Método A.* Primera edición.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación IRAM (2015). *IRAM 1.524. Norma argentina: Hormigón de cemento. Preparación y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y de tracción por compresión diametral*. Cuarta edición.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación IRAM (2013). *IRAM 1.546. Norma argentina: Hormigón de cemento. Método de ensayo de compresión*. Tercera edición.

INTI-CIRSOC. (2005). *Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón*. (INTI, Ed.) Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, Secretaría de Obras Públicas de la Nación. Argentina.

Ms. Ing. Maximiliano Segerer. (2020). *“Nueva Norma IRAM de Hormigón Elaborado”*. Seminario Online de la Industria del Hormigón Elaborado. Asociación Argentina del Hormigón Elaborado (AATH). Buenos Aires, Argentina, pp. 37-39.

Sandrolini, F., & Franzoni, E. (2001). *“Waste wash water recycling in ready-mixed concrete plants”*. Cement and Concrete Research, 31(3), pp. 485-489. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(00\)00468-3](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(00)00468-3)

Paulo Ricardo de Matos, Luiz Roberto Prudêncio Jr., Ronaldo Pilar, Philippe Jean Paul Gleize, Fernando Pelisser. (2020). *“Use of recycled water from mixer truck wash in concrete: Effect on the hydration, fresh and hardened properties”*. Construction and Building Materials, 230. doi: ISSN 0950-0618.

ASTM International. (1999). ASTM C 403/C 403M – 99. *Método de ensayo. Determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto por su resistencia a la penetración.* <http://www.astm.org>



# Caracterización estructural de suelos arcillosos del Noreste de Entre Ríos a partir de ensayos triaxiales escalonados

Oscar Rico<sup>1</sup>  
Alejandro García<sup>1</sup>  
M. Emilia Medina<sup>1</sup>  
M. Soledad Bassini<sup>1</sup>  
Alexis Colicelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad Regional Concordia, Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Concordia, Salta 277 (3200), Entre Ríos, Argentina.

E- Mail: labsuelo@frcon.utn.edu.ar

**Resumen:** En la región suelen utilizarse para los suelos arcillosos, correlaciones internacionalmente difundidas entre parámetros de corte como la cohesión no drenada  $c_u$  y el número  $N$  obtenido mediante el ensayo estándar de penetración (SPT). Sin embargo, los autores de tales relaciones, solicitan “prudencia” respecto al uso de sus expresiones y recomiendan validaciones para cada zona particular.

Este trabajo pretende ser un aporte hacia el avance en el conocimiento de las variables que permiten definir la capacidad de carga de los suelos arcillosos, en general de alta plasticidad, distribuidos en gran parte de la región centro y norte de la Provincia de E. Ríos.

Se exponen resultados de diferentes ensayos triaxiales ejecutados en forma escalonada, no consolidada ni drenada (UU), a humedad natural; los cuales permitieron la obtención de curvas tensión-deformación y parámetros de resistencia al corte  $\sigma_u$  y  $c_u$ . Adicionalmente se indaga sobre la validez para estas arcillas, de las expresiones más conocidas en función de  $N$ , índice de liquidez, humedad natural, plasticidad, etc.

Se presentan algunas relaciones obtenidas.

**Palabras Clave:** arcillas, SPT, parámetros no drenados.

## 1 Introducción y objetivos

### 1.1 Antecedentes

Para las arcillas plásticas normalmente consolidadas o con bajo grado de preconsolidación, existen internacionalmente numerosas correlaciones entre los parámetros de resistencia, la plasticidad y los coeficientes elásticos, obtenidos en condiciones no drenadas.

Varios autores sugieren que la estimación de parámetros Resistentes y Elásticos ( $q_u$ ,  $C_u$  y  $E_s$ ) de suelos arcillosos versus la resistencia a penetración registrada en campo (NSPT), sólo es factible sobre la base de una experiencia regional adecuadamente contrastada y en depósitos geotécnicamente bien caracterizados. Sin embargo, aparecen varias fórmulas de carácter general entre NSPT, los parámetros de resistencia al corte y la plasticidad de las arcillas.

Fundamentalmente se han publicado relaciones entre la resistencia no drenada ( $C_u$ ) determinada en especímenes de ensayos Triaxiales UU, con el NSPT de campo o bien relacionado con el  $N_{60}$  y en función del Índice de Plasticidad (IP) o el Índice de Liquidez (IL).

### 1.2 Contexto Regional

La provincia de Entre Ríos presenta vastas regiones en las que superficialmente y hasta profundidades de interés en obras de ingeniería civil, se alumbran suelos netamente arcillosos y de alta plasticidad, en general con pasante por la malla N°200 superior a 75% u 80% y límite líquido mayor a 50%. Se observa que la corteza u horizonte superior presenta características físicas razonablemente uniformes en una considerable superficie de la provincia, básicamente en las zonas centro y centro norte.

### 1.3 Objetivos Específicos

Siendo el ensayo SPT el sondeo más comúnmente utilizado en las investigaciones geotécnicas regionales, incluso usualmente requerido por reparticiones públicas, resulta prudente avanzar con un trabajo de investigación académica tendiente a cotejar la aplicabilidad de algunas correlaciones internacionales utilizadas, que aparecen en la bibliografía Geotécnica y/o encontrar nuevas relaciones de interés estrictamente regional, basadas principalmente en relaciones con el número N o  $N_{60}$ .



## 2 Materiales y métodos

### 2.1 Criterios de Selección de las Muestras

La obtención de muestras para el proyecto se realizó en territorio de la Provincia de Entre Ríos, particularmente en las Localidades de Federal, La Criolla, S.J. de Feliciano, Jubileo, Chajarí, San Pedro, entre otros.

### 2.2 Obtención e identificación de muestras, ensayos de campo:

2.2.1 Se obtuvieron muestras de Ensayos de Penetración Estándar (SPT) (Norma IRAM 10517). A partir de convenio firmado entre la Facultad y una Empresa Geotécnica de la zona, ésta cede al grupo de investigación planillas de campo y “testigos” obtenidos en terreno mediante la ejecución de ensayos SPT con Saca testigos de Zapatos Intercambiables (SZI).

Resumidamente el suelo se obtuvo del interior de un Sacamuestras que penetró el terreno a profundidades variables, a partir de la hinca dinámica con una energía teórica normalizada de 4900 kgcm por impacto, registrándose el número de golpes para lograr una penetración de 30 cm del Sacamuestras, así se procesaron más de 110 muestras contenidas en tubos de PVC herméticamente sellados y rotulados, las dimensiones de los testigos fueron en general de 46 mm de diámetro y 150 mm de altura. El número de golpes N obtenido en campo fue corregido por el tipo de Sacamuestras utilizado, según la relación aproximada  $NSPT = 0,8.NSZI$ .

2.2.2 En las localidades de Federal, La Criolla y Feliciano, predios donde previamente se habían ejecutado los sondeos mediante la técnica del SPT, se realizaron Ensayos de Cono Dinámico (DCP, Norma ASTM D 6951-03), mediante hinca dinámica de un cono de 19 mm de diámetro con una energía por golpe de 460 kgcm, registrándose la cantidad de golpes y la penetración en mm, el método no incluye obtención de muestras; así se hicieron varios DCP hasta profundidades cercanas a 4 m, ubicados próximo a los puntos donde se habían realizado los sondeos con obtención de muestras (SPT).

Sin bien el DCP es un ensayo de penetración que fue desarrollado en la técnica vial y para escasa profundidad, permitiendo correlacionar el índice de penetración con el valor soporte relativo del suelo (CBR). Siendo un sondeo ágil, versátil y económico, puede resultar factible su uso para cuantificar de manera indirecta las características estructurales de suelos finos, en terrenos donde a priori se tenga conocimiento de la

existencia de mantos de suelos “aceptablemente” homogéneos, situación típica en la región alcanzada por la presente investigación.

2.2.3 En la Localidad de Federal, donde la Empresa había realizado ensayos y obtención de muestras mediante SPT, se ejecutó calicata procediendo a “tallar” una muestra inalterada de suelo a 0.75 m de profundidad aproximadamente, para la caracterización de parámetros del suelo “indisturbado”. En cercanías al punto de extracción se realizaron ensayos DCP para ampliar la información del suelo del sector. Complementariamente se realizó un ensayo de Densidad In Situ (Norma IRAM 10536) para determinar el peso unitario seco del suelo en condiciones naturales.

### 2.3 Caracterización física:

Con todas las muestras obtenidas a partir de los ensayos SPT y con las probetas testigo inalteradas de Federal, se realizó la determinación de las características físicas:

Humedad Natural (%): (Norma IRAM 10519).

Límite Líquido (%): (Norma IRAM 10501).

Límite Plástico (%): (Norma IRAM 10502).

La determinación de la Plasticidad se realizó previa molienda y tamizado por malla N°40, se hidrató el suelo hasta comportamiento como líquido quedando en maceración, luego se amasó en superficie plana (mármol) para mediante cascador de Casagrande determinar el Límite líquido. Con el material sobre el mármol se determinó el Límite Plástico.

Contenido de partículas finas o pasante por la malla N° 200 por vía húmeda (Norma IRAM 10507).

### 2.4 Ensayos de resistencia al corte - Triaxiales:

Caracterizado el material se realizaron Ensayos Triaxiales Escalonados a humedad natural UU, No Consolidado No Drenado (Norma IRAM 10529), con las muestras obtenidas del SPT y las talladas a partir de muestra indisturbada. En total, se procesaron más de un centenar de muestras obtenidas mediante la ejecución del Ensayo SPT.

Para su ejecución en la presente investigación se le aplicó una presión de confinamiento isotrópica ( $\sigma_3$ ), partiendo de  $\sigma_3 = 0,1$  MPa, se somete luego la probeta a



esfuerzo axial hasta plastificación incipiente (cambio de pendiente en la gráfica), se incrementa el confinamiento haciendo  $\sigma_3 = 0,2$  MPa y posteriormente hasta  $\sigma_3 = 0,3$  MPa, así se completan tres escalones de carga alcanzando finalmente la tensión desviante de rotura.

Se registraron los valores de esfuerzos y deformación alcanzada, confeccionando los clásicos gráficos tensión-deformación ( $\sigma - \epsilon$ ). Luego se graficaron los círculos de rotura según Mohr con el esfuerzo desviante ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) alcanzado al momento de la falla, trazándose la Curva de Resistencia Intrínseca o envolvente de rotura, obteniendo finalmente los parámetros de resistencia al corte  $\Phi_u$  (ángulo de fricción interna no drenado) y  $C_u$  (cohesión no drenada).

### 2.5 Ensayos de penetración DCP vs NSPT, N60:

Los datos de campo relevados mediante más de una docena de ensayos DCP, se procesaron y relacionaron al N y N60 de un mismo sitio de auscultación.

En planilla y gráficos siguientes se indica el modelo de ordenamiento de datos y su representación gráfica.

Sector 1 San José de Felciano								
Lect. inicial		4960						
Nº Golpes	Penetración acumulada (mm)	Penetración e/lecturas (mm)	Penetración por golpe (mm)	Factor del Mazo	Índice DCP (mm/gol)	Promedio Índice DCP	N (SPT)	N60
0	0	0	0	0	0	31	4	6
3	15	15	5	1	5			
3	193	178	59	1	59			
6	345	152	25	1	25			
6	550	205	34	1	34			
9	702	152	17	1	17	13	10	14
12	848	146	12	1	12			
12	984	136	11	1	11	13	9	13
15	1168	184	12	1	12			
15	1369	201	13	1	13			
15	1559	190	13	1	13			
15	1731	172	11	1	11			
15	1951	220	15	1	15	15	6	10
15	2140	189	13	1	13			
15	2340	200	13	1	13			
15	2535	195	13	1	13			
15	2752	217	14	1	14			
12	2940	188	16	1	16	12	14	20
3	2994	54	18	1	18			
15	3231	237	16	1	16			
15	3448	217	14	1	14			
15	3638	190	13	1	13			
15	3828	190	13	1	13			
15	4003	175	12	1	12			

Tabla 1. Planilla modelo de procesamiento de datos

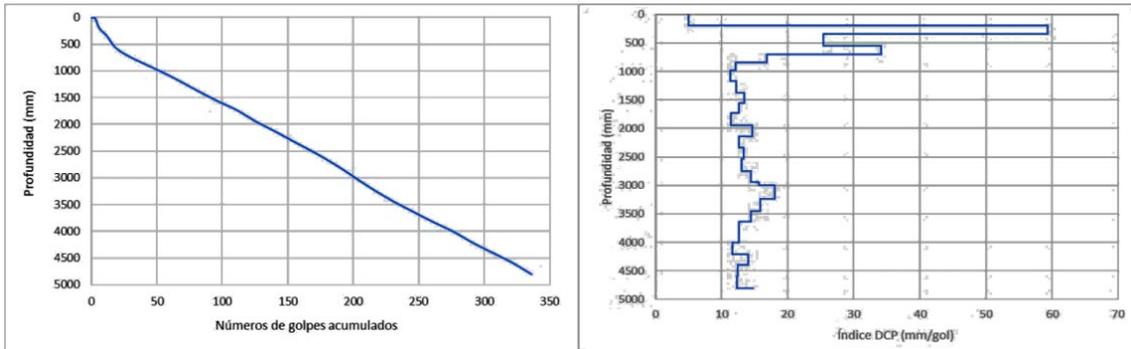


Fig 1. Representación gráfica del Ensayo DCP.

### 3 Resultados obtenidos

#### 3.1 Parámetros de caracterización física y estructural.

Se procesaron en total más de 110 probetas, a las que se realizaron los ensayos de humedad, plasticidad, peso unitario húmedo, lavado por malla N° 200, Triaxial escalonado, Módulo Elasticidad Secante al 50% para el primer escalón de carga.

Se presenta extracto de planilla modelo, utilizada en el procesamiento de datos y resultados:

DATOS		N°	PROM.	PROM.	PESO	H NATURAL	DENSIDAD	L.L.	L.P.	I.P.	I.L.	P#200	Cu	$\phi_u$	SUCS	E <sub>50</sub>
TESTIGO	ORIGEN	N <sub>SPT</sub>	$\phi$ (cm)	h (cm)	gr	W (%)	$\gamma_{sec}$ (gr/cm <sup>3</sup> )	%	%	%	%	%	kg/cm <sup>2</sup>	°		Mpa
M1-17	CHARRÚAS	9	4,65	11,48	338,74	38,62	1,257	62,00	37,00	25,00	0,06	99,00	0,27	8	MH	6,76
M3-17	CHAJARÍ	9	4,55	12,03	389,69	22,28	1,633	56,00	19,00	37,00	0,09	81,00	0,68	14	CH	14,78
M4-17	CHAJARÍ	10	4,60	11,51	375,34	25,97	1,559	56,00	21,00	35,00	0,14	85,00	0,42	12	CH	5,64
M5-17	CHAJARÍ	12	4,53	10,93	361,96	22,13	1,684	49,00	18,00	31,00	0,13	79,00	0,91	3	CL	7,84
M6-17	CHAJARÍ	17	4,58	12,31	422,31	18,08	1,765	46,00	14,00	32,00	0,13	70,00	0,71	8	CL	10,71
M8-17	CHAJARÍ	13	4,54	11,34	368,07	23,56	1,623	49,00	20,00	29,00	0,12	76,00	0,67	9	CL	9,88
M9-17	CHAJARÍ	8	4,51	11,31	372,40	17,42	1,756	51,00	13,00	38,00	0,12	67,00	1,77	11	CH	14,18
M10-17	CHAJARÍ	21	4,56	10,55	374,04	11,45	1,949	23,00	11,00	12,00	0,04	38,00	0,59	23	SC	10,89
M11-17	CHAJARÍ	21	4,59	11,38	410,57	14,09	1,915	24,00	12,00	12,00	0,17	44,00	0,52	18	SC	12,17
M12-17	CHAJARÍ	16	4,54	11,20	391,86	14,71	1,887	40,00	15,00	25,00	-0,01	59,00	1,94	4	CL	11,98
M13-17	CHAÑAR	9	4,63	10,75	371,72	22,61	1,673	60,00	30,00	30,00	-0,25	89,00	0,64	12	CH	9,81
M14-17	CHAÑAR	11	4,61	10,40	316,69	32,86	1,375	61,00	29,00	32,00	0,12	93,00	0,50	8	CH	6,20
M17-17	CHAJARÍ	7	4,53	11,26	356,96	23,06	1,596	50,00	16,00	34,00	0,21	72,00	0,53	5	CH	7,94
M22-17	CHAJARÍ	19	4,58	10,96	383,63	15,57	1,842	44,00	14,00	30,00	0,05	69,00	1,68	11	CL	12,42
M23-17	CHAJARÍ	15	4,57	11,04	391,78	16,14	1,860	44,00	14,00	30,00	0,07	69,00	1,35	7	CL	7,12

Tabla 2. Planilla modelo de procesamiento de datos.

En los siguientes gráficos se indican curvas tensión-deformación para un testigo y determinación de los parámetros de resistencia al corte, cohesión no drenada y ángulo de fricción interna no drenado ( $C_u - \Phi_u$ ).

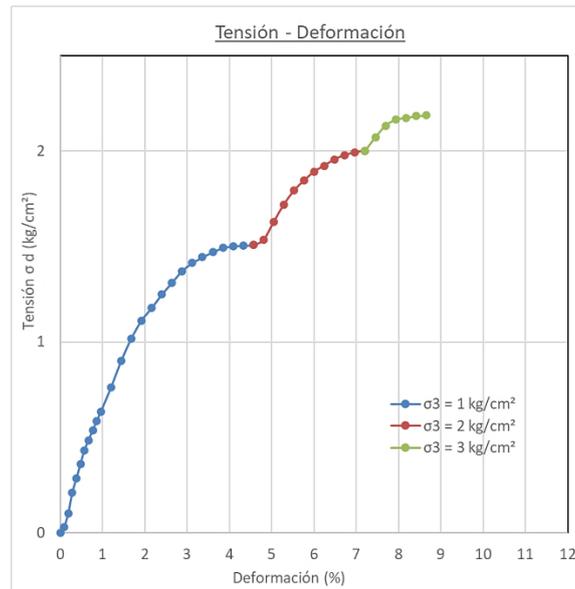


Fig. 2. Gráfico Tensión - Deformación

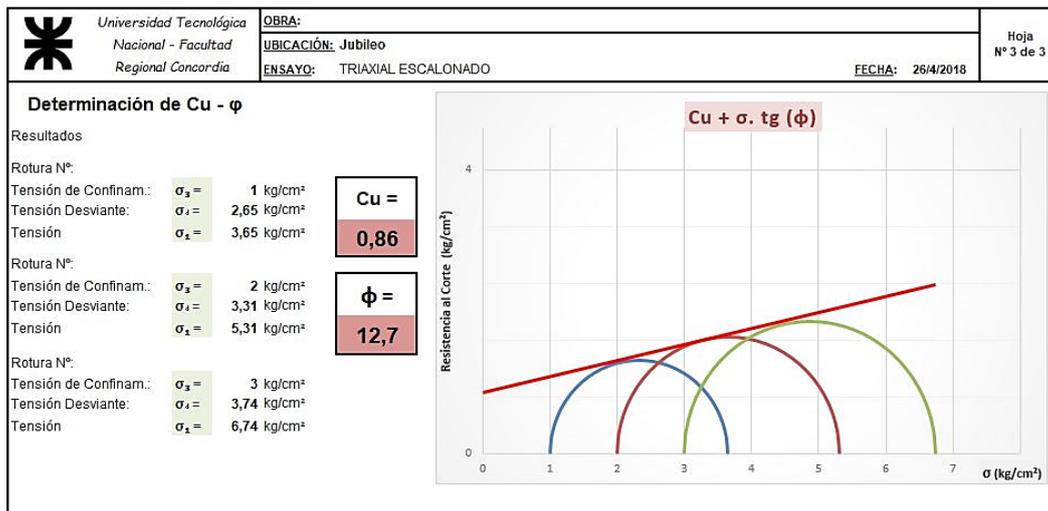


Fig. 3. Determinación del ángulo de fricción interna y cohesión no drenada.

### 3.2 Análisis de correlaciones.

Con la familia de datos obtenidos, se analizaron patrones de comportamiento separándolos según valores de Humedad Natural, Pasante por Malla N° 200, Índice de Liquidez e índice de Plasticidad, buscando líneas de tendencia similares.

Se indagó sobre las relaciones entre datos de campo: número de golpes N del SPT, corregido por tipo de Sacamuestras utilizado, versus Índice de Penetración según el DCP.

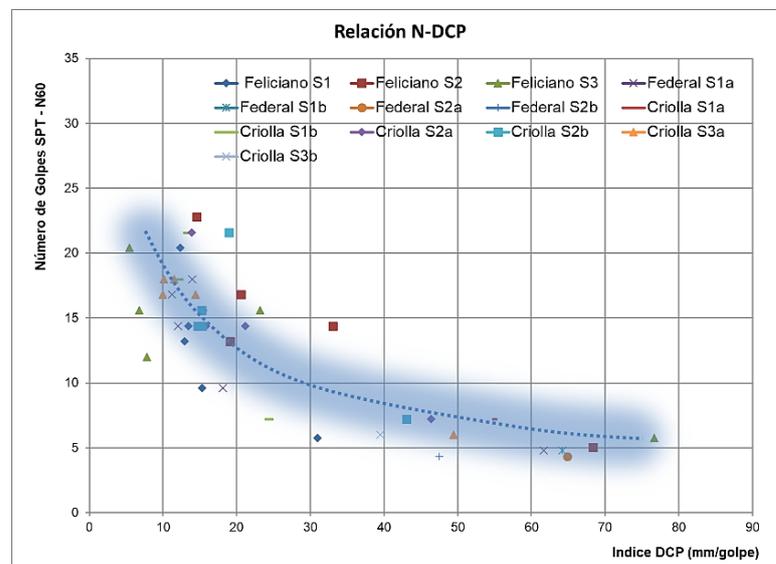
Se examinaron relaciones lineales y funciones exponenciales o asintóticas, que se representaron gráficamente sobre ejes cartesianos, a escala decimal o semi-logarítmica, cotejándolas con relaciones desarrolladas por diferentes autores, dando prioridad a la información de uso habitual en Argentina.

En los apartados siguientes se presentan algunas de las curvas de tendencia obtenidas.

### 3.2.1 Relación $N_{SPT}$ vs. $I_{(DCP)}$

Se obtuvo con cierta fiabilidad, una tendencia que permite interrelacionar los resultados de dos ensayos dinámicos de campo, el número de golpes N60 del SPT versus el índice de penetración en mm/golpes del DCP. A partir de allí, también se puede analizar una relación entre el índice DCP y la cohesión no drenada  $C_u$ .

En Figura 4 se representan los valores obtenidos para diferentes locaciones.



*Fig. 4. Relación NSPT – Índice DCP*

### 3.2.2 Relación $C_u$ vs $N$ y $C_u$ vs $N_{60}$

La literatura técnica contiene numerosas correlaciones entre el  $N$  SPT y la resistencia cortante no drenada de arcillas  $C_u$ , cotejadas con base a resultados de ensayos triaxiales no drenados para arcillas en general no sensitivas, saturadas o con elevado contenido de humedad. De la revisión estas documentaciones internacionalmente de mayor difusión; las relaciones de tipo lineales son las que mejor aproximan al comportamiento de los suelos estudiados en la región, sobre todo de aquellos de alta plasticidad (CH).

Por ejemplo, haciendo las correspondientes transformaciones de energía de penetración y de unidades; Stroud (1974-1989) Ref. [10] - Ref. [11], sugiere una relación del tipo:

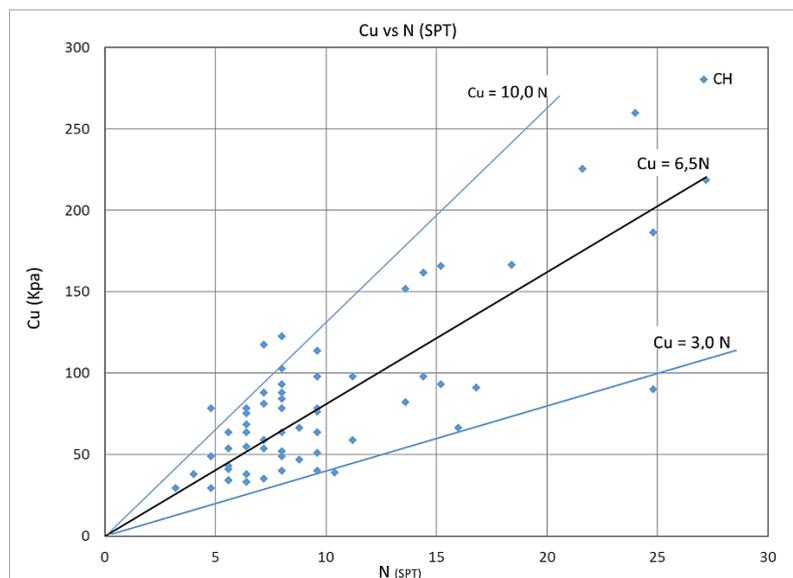
$$C_u = f.(N_{60}); \quad (1)$$

Siendo  $f$  una constante que varía entre 3,5 a 6,5 KPa, según el IP, con un promedio de 4,4 KPa y  $N_{60}$  es el número de penetración estándar obtenido en campo, corregido por la eficiencia de energía.

En tanto que si consideramos las diferentes consistencias y tomamos los valores medio de los entornos recomendados por Terzaghi y Peck (1967) Ref. [12], muy difundidos en la bibliografía; esa constante asume un valor promedio aproximado de 6,4 KPa.

En la presente investigación se han conseguido relaciones similares, para suelos de tipo CH y algunos MH, pero con valor promedio de la constante  $f$ , referida siempre a  $N_{60}$ , del orden de 4,5 KPa. Conservadoramente incluso puede tomarse como límite inferior aproximado, un valor para la constante  $f \approx 2,2 \text{ KPa}$ .

En los gráficos siguientes se presentan las relaciones obtenidas.



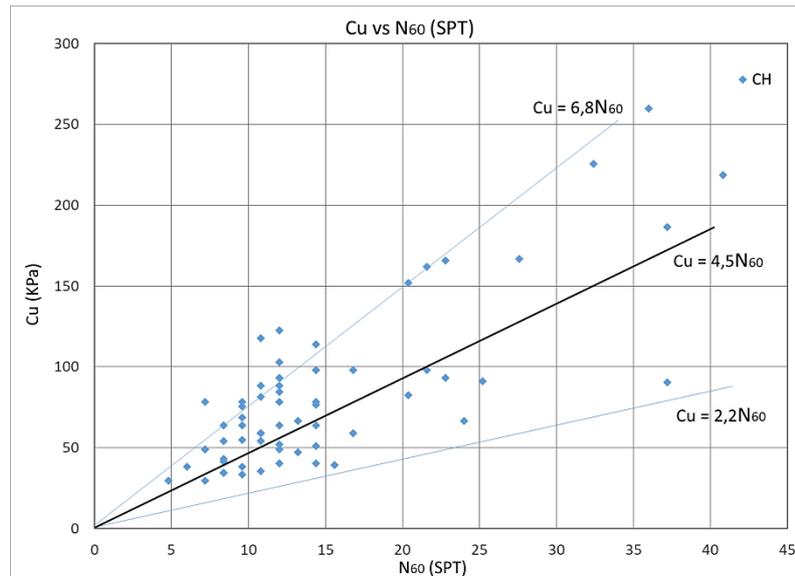


Fig. 5. Relación  $Cu$  vs  $N_{SPT}$  y  $Cu$  vs  $N_{60SPT}$

Obteniéndose así una correlación lineal con aceptable dispersión, entre la cohesión no drenada de las arcillas de alta plasticidad y el número de golpes NSPT.

$$Cu = f_1 \cdot N \quad (2) \quad \text{Siendo } f_1 \sim 6,5 \pm 3,5 \text{ [KPa/Golpe]}$$

O bien mediante los correspondientes ajustes por la energía de penetración,

$$Cu = f \cdot N_{60} \quad (3) \quad \text{Siendo } f \sim 4,5 \pm 2,3 \text{ [KPa/Golpe]}$$

Consiguiendo así, lograr una curva conservadora o del lado seguro, de ecuación:

$$Cu \geq 2,2 \cdot N_{60} \quad [\text{KPa}] \quad (4)$$

Expresiones que resultan comparables a las presentadas por diferentes autores e internacionalmente muy difundidas.

Al momento para los suelos estudiados, no se consiguió la convalidación de otras relaciones fuera de las lineales, entre la cohesión no drenada y el número de golpes del SPT, como por ejemplo aquellas presentadas por Hara et al (1971) Ref. [6] o Kulhawy y Maine (1990), del tipo:

$$Cu = Cte. \times N_{60}^{0,72} \quad (5)$$

### 3.2.3 Relaciones entre E vs N, E vs Cu y E vs IL.

En los suelos cohesivos la estimación del módulo elástico E en condiciones no drenadas es usualmente obtenida a partir de relaciones empíricas con la resistencia al corte sin drenaje  $S_u$ . De acuerdo a Duncan y Buchignani (1976) Ref. [5]; la dependencia

entre ambos parámetros es aproximadamente constante, en función de la relación de preconsolidación OCR y de la plasticidad, entre otros factores.

Partiendo de la proporcionalidad precedentemente examinada entre N y Cu, resulta factible analizar ahora alguna correlación E vs N.

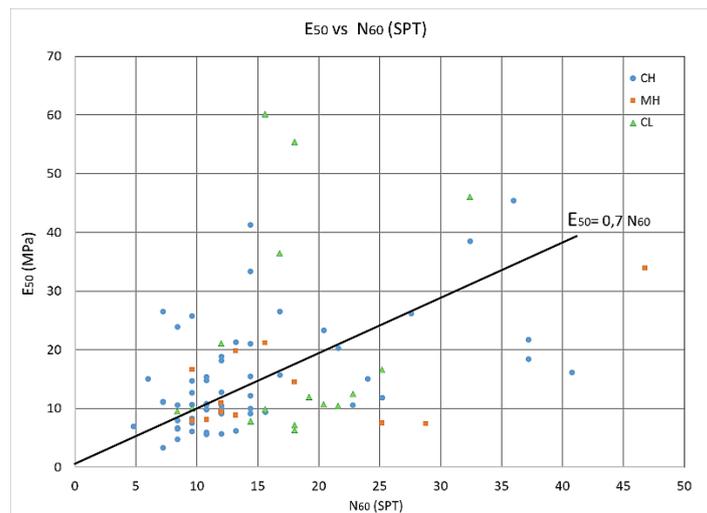
Definido el Módulo Elástico Secante E50 como el correspondiente al 50% del esfuerzo desviante de falla, para presiones de confinamiento de 0,1 MPa, se pudo lograr en los suelos de alta plasticidad una tendencia lineal, con valor medio de ecuación:

$$E_{50} \approx N \quad [MPa] \quad (6)$$

O aplicando los ajustes correspondientes a la energía de penetración,

$$E_{50} \sim 0,7 \cdot N_{60} \quad [MPa] \quad (7)$$

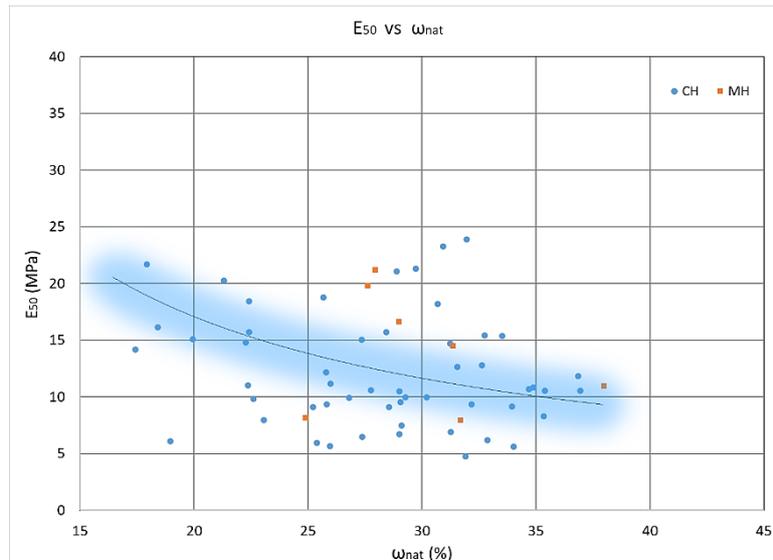
En el siguiente gráfico se muestra la relación obtenida



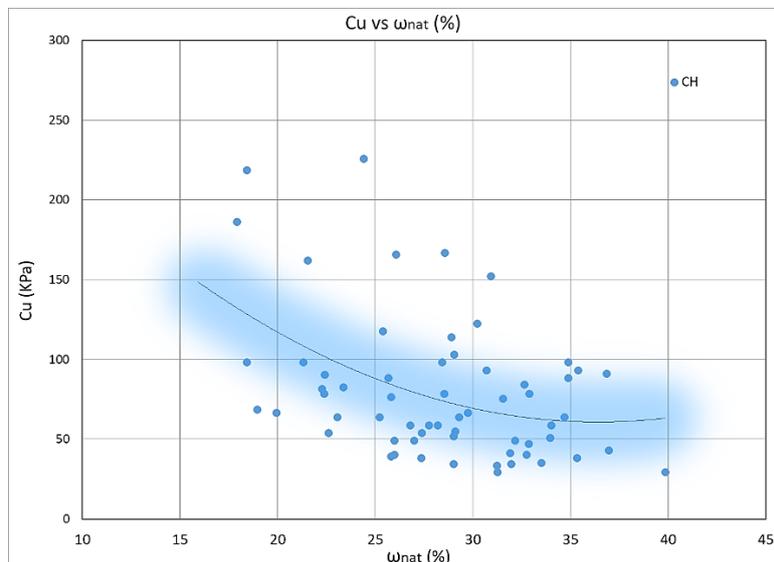
*Fig. 6. Relación  $E_{50}$  vs  $N_{60SPT}$*

Adicionalmente se observa una rápida tendencia a la disminución tanto de E50 como de Cu, con el incremento de la humedad natural, tal se aprecia en los siguientes gráficos.

En Figura 7 se presenta la curva E50 [Mpa] vs. Humedad Nat [%] para CH, MH, y en figura 8 la curva Cu [kpa] vs. Humedad Nat [%]:



*Fig. 7. Relación  $E_{50}$  vs Humedad natural.*



*Fig. 8. Relación  $C_u$  vs Humedad natural.*

En el siguiente gráfico se observa el incremento en el Módulo Elástico para valores apreciablemente reducidos del índice de liquidez IL.

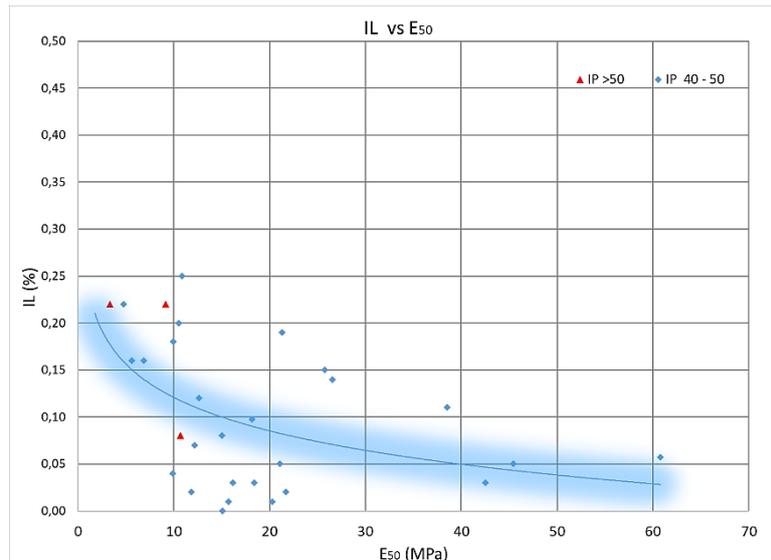


Fig. 9. Relación Índice de liquidez vs  $E_{50}$ .

#### 4. Conclusiones

- Se logró corroborar la tendencia general de una relación aproximadamente lineal entre la Cohesión No Drenada  $C_u$  de las Arcillas Plásticas CH, presentes en la región versus el Número de Golpes NSPT, obtenido mediante Ensayo de Penetración Normal. Se obtuvo un valor constante de proporcionalidad considerado como de mínima o seguro y un valor medio, dentro de una razonable dispersión.

- Se verificó un incremento en el Módulo Elástico del suelo con el aumento de  $N$  de campo y una apreciable reducción de dicho Módulo en suelos con elevada humedad natural.

- Las correlaciones logradas mediante la obtención de valores de resistencia a la penetración NSPT, en ausencia de pruebas de resistencia al corte de laboratorio o ensayos triaxiales, pueden ser consideradas para informes geotécnicos preliminares, estudios de factibilidad y/o en obras menores con bajo compromiso estructural y previo a la ejecución de ensayos de laboratorio que corroboren los datos logrados in situ; siempre dentro del acotado contexto de los suelos plásticos regionales y asumiendo un criterio de curva inferior o conservadora.

- Los resultados logrados, si bien muestran tendencias, deben nutrirse de una mayor cantidad de datos que permitan incrementar la certidumbre.

## 5. Registro fotográfico



Calicata, excavación y tallado - Obtención Muestra Inalterada



Ensayo DCP

Densidad In Situ

Ensayo SPT



Extracción de Testigo de porta muestras.

Tallado caras de apoyo

Tallado de muestra "indisturbada".



Cámara Triaxial, Prensa de Ensayo y Muestra en Rotura



Becarios UTN

## 6. Bibliografía y referencias

[1] Bowles, J. *“Foundation Analysis and Design”*, Fifth Edition, Mc. Graw-Hill Companies, USA, 1996, pp: 94-127; 154-166; 313-317.

[2] Clayton, C. R. I., *“The Standard Penetration Test (SPT): Methods and Use”*. Construction Industry Research and Information Association Report 143. CIRIA, London, 1995, 143 pp.

[3] Das, B.M. and N. Sivakugan, *Principles of Foundation Engineering*. 9th Edition, Cengage Learning, Boston, Massachusetts, 2020, pp. 86-87, 337-338.

[4] Décourt, L., *“The Standard Penetration Test: State-of-the-Art-Report”*, vol. 179. Norwegian Geotechnical Institute Publication; Oslo, Norway, Part II, 1990, pp. 1–12.

[5] Duncan, J. M. & Buchignani, A. L., *“An Engineering Manual for Settlement Studies”*, Department of Civil Engineering, University of California, Berkeley, USA, 1976, pp. 22–71.

[6] Hara, A., Ohta, T., Niwa, M., Tanaka, S., and Banno, T., *“Shear Modulus and Shear Strength of Cohesive Soil”*, *Soil and Foundations*, Vol. 14, No. 3, 1974, pp. 1–12.

[7] Leoni, A. J., Apuntes U.N.L.P. Cap. 7, *“Parametrización de suelos”*, Facultad de Ingeniería, La Plata, págs. 17 a 22, 45 a 48.

[8] Reinert, H. y Otros, *“Correspondencia entre ensayo SPT y capacidad de carga de suelos tropicales de Misiones, Argentina”*, XXIV Seminario de Iniciación Científica, Unijuí, Panambi Brasil, 2016, 6 págs.

[9] Sivrikaya, O. and Togrol, E., “*Determination of undrained shear strength of fine-grained soils by means of SPT and its application in Turkey*”, Engineering Geology, Turkey, 2006, pp. 52-69.

[10] Stroud, M. A., “*The Standard Penetration Test in Insensitive Clays and Soft Rocks Proceedings*”, European Symposium on Penetration Testing, Stockholm, 1974, pp. 367-375.

[11] Stroud, M. A., “*The Standard Penetration Test – Its Application and Interpretation. Proceedings*”, Geotechnology Conference on Penetration Testing in the UK, Thomas Telford, 1989.

[12] Terzaghi, K., Peck, R.B., “*Soil Mechanics in Engineering Practice*”, 2nd. Ed., John Wiley & Sons, Incorporated, New York, 1967, pp. 729.



# Infiltración de agua de lluvia en mezclas asfálticas porosas

Gustavo Larenze<sup>1</sup>

María Eugenia Garat<sup>1</sup>

Iván Luna<sup>1</sup>

Ignacio Fernandez Müller<sup>1</sup>

Pedro Laner<sup>1</sup>

Vanesa Cayecul<sup>1</sup>

Adolfo Anzardi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia.

Grupo de Investigación en Hidrología e Hidráulica Aplicada (GIHHA), Grupo de Investigación en Ingeniería Civil, Materiales y Ambiente (GIICMA).  
Salta 277, Concordia, Entre Ríos.

eugarat@yahoo.com.ar, guslarenze@gmail.com.ar, ivancdluna@hotmail.com,  
nachofernandezmuller@gmail.com, lanerpedro@gmail.com, vane.yaca@hotmail.com,  
adolfoanzardi@gmail.com

**Resumen:** Esta investigación está orientada al estudio de la infiltración a través de los pavimentos permeables, considerados como sistemas de captación y retención del agua de lluvia para el control en origen de la escorrentía urbana, con el fin de mitigar el efecto de las inundaciones en el entorno urbano de una manera sostenible. Para ahondar en el conocimiento del comportamiento hidráulico de los pavimentos permeables se llevarán a cabo ensayos de medida de la drenabilidad de superficies porosas con permeámetro y ensayos de medida de la capacidad de infiltración y generación de escorrentía en laboratorio con infiltrómetro, estudiando diferentes pendientes del pavimento y escenarios de colmatación. Del análisis y discusión de los resultados se espera caracterizar el comportamiento de un pavimento permeable en condiciones extremas de colmatación en función de la pendiente de la superficie y de la intensidad de lluvia. Se ensayarán las probetas con distintas intensidades de precipitación, para lo cual se utilizará un simulador de lluvia construido en la Regional Concordia.

**Palabras Clave:** mezclas asfálticas porosas, infiltración, superficies permeables, drenaje urbano sustentable.



## Introducción

El sistema de pavimento poroso constituye una variante de las técnicas de infiltración contempladas por los SUDS (Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible) o BMPs (Best Management Practices o Buenas Prácticas Ambientales), que promueve el movimiento del agua dentro de las capas situadas bajo la superficie del pavimento. Tiene por finalidad principal la reducción del escurrimiento superficial, además de disminuir el área impermeable directamente conectada, y generalmente presenta mejor eficacia durante precipitaciones de pequeña intensidad (ASCE, 1992). Los pavimentos porosos permiten reducir gastos en obras de drenaje (Broviak, 2005) y mejorar la calidad de estas aguas debido a la captura de sedimentos (Kadurupokune & Jayasuriya, 2009).

Son utilizados principalmente en zonas de alta densidad, donde el espacio es limitado y generalmente en superficies con pendientes menores o iguales al 5 % con el propósito de evitar estancamientos de agua en la superficie y dentro de la subbase (Maryland Department of the Environment, 2000). Si bien su uso es más frecuente en estacionamientos y rutas de tránsito liviano (ASCE, 1992), en base a los resultados muy satisfactorios obtenidos de experimentos realizados en Francia desde la década del 80, es posible encontrar este tipo de pavimento también en vías de tránsito medio a alto (CERTU, 1998).

Las mezclas asfálticas drenantes utilizadas como carpeta de rodadura, se caracterizan por tener un elevado porcentaje de huecos interconectados (alrededor del 18 al 25%) para permitir el paso del agua superficial y su rápida evacuación hacia las zonas laterales fuera de la calzada. Este elevado porcentaje de vacíos se logra con una granulometría fuertemente discontinua, con reducido contenido de finos, y un porcentaje de agregado grueso del orden del 85%. El contenido de vacíos mínimo es del 20%, ya que menores porcentajes determinan en general procesos de colmatación muy rápidos.

El estudio teórico-experimental pretende lograr un avance en el diseño y conocimiento de las propiedades de hormigones asfálticos porosos elaborados con materiales locales.

## Materiales y métodos

Actualmente la etapa de diseño de mezclas se encuentra en fase desarrollo, en el Laboratorio de Ensayos sobre Betunes y Mezclas Asfálticas (LEByMA) de la Regional Concordia de la UTN. Las metodologías de diseño más difundidas son el Método Cántabro (Normas españolas NTL-352/86 y NTL 362/92), el Método Australiano (Australian Asphalt Pavement Association, 1997), el Método RP (Laboratorio Nacional de Vialidad, MOP, Chile) y el Método de Tracción indirecta de mezclas bituminosas o Ensayo Brasileiro (Norma NTL 346/90).

Para el diseño de la mezcla asfáltica porosa se adoptó el Método Cántabro seco (NTL-352/86). La rapidez y facilidad de ejecución de este ensayo son resaltados en estudio comparativo de las metodologías antes mencionadas, desarrollado en nuestro país por LEMAC (Botasso, González, & Rebollo, 2010). A su vez puede utilizarse para verificar la fórmula de diseño durante la ejecución de la obra. El método Cántabro seco evalúa el comportamiento de la mezcla asfáltica ante variaciones del porcentaje de ligante mediante el ensayo Cántabro de pérdidas por desgaste. Para mezclas porosas utilizadas como capas de rodadura se establecen los siguientes requisitos: Porcentaje de vacíos > 20 % y Pérdidas al Cántabro seco (25 °C) < 25 %. Se realizaron a su vez ensayos de densidad, estabilidad y fluencia Marshall utilizados para el contraste de algunos resultados.



Para cuantificar las propiedades drenantes de la mezcla, el método Cántabro utiliza tanto en campo como en laboratorio el Permeámetro de carga variable LCS. En este trabajo se contempla realizar los ensayos de permeabilidad de acuerdo con la norma C1701 (ASTM, 2009).

A medida que los pavimentos son sometidos al uso reducen gradualmente su permeabilidad, debido a que el material fino va colmatando progresivamente los vacíos del material. Por ello, uno de los objetivos de los ensayos consiste en identificar la variación de las tasas de infiltración ante modificaciones del grado de colmatación de las probetas, variables en función de la porosidad de las muestras y de la intensidad de precipitación.

Para ello se utilizará una metodología experimental empleando un simulador de lluvia a escala de laboratorio. El mismo fue construido en la Regional Concordia, a partir del diseño del Infiltrómetro Cántabro Fijo (ICF) de la Universidad de Cantabria (Sañudo F, 2014), desarrollado a partir de diseños previos realizados en la Universidad de Coventry (Reino Unido), y ha sido utilizado en un estudio previo aplicado a hormigón poroso (Garat, Larenze, Palacio, & Sota, 2019).

## Resultados preliminares

Se ha avanzado en las etapas iniciales que comprenden el estudio de los materiales disponibles localmente para su aplicación en este tipo de mezclas. Los áridos fueron provistos por canteras de la zona (Comesa, Loggio y Sulfa), y el ligante asfáltico por la empresa Vecchio SRL.

En cuanto a los requisitos granulométricos de la mezcla, el método Cántabro establece cuatro curvas o husos adoptados por la normativa española (P-10, P-12, PA-10 y PA-12). Según (Botasso, González, & Rebollo, 2010) en nuestro país los trabajos han utilizado el huso granulométrico PA-12. En esta etapa se han considerado los límites granulométricos mínimos y máximos indicados con líneas de trazos en la Figura 1, cuyos valores se presentan en la Tabla 1.

Se realizaron pruebas preliminares para determinar las proporciones de cada muestra de áridos, cuya mezcla permitiera obtener una granulometría ubicada dentro de los valores admitidos por las curvas límite. La curva granulométrica de la mezcla resultante se indica en la Figura 1, está compuesta por 40% de triturado basáltico 6-19 (Sulfa), 40% de triturado basáltico 6-12 (Lossi), 18% de arena de trituración 0-6 (Sulfa) y 2% de cal.

Tabla 1. Límites granulométricos de mezclas abiertas y granulometría de la muestra

TAMICES			NORMATIVA ESPAÑOLA		MUESTRA
UNNE	ASTM	mm	PA12-min	PA12-máx	
20	3/4"	19.1	100	100	100
12.5	1/2"	12.7	75	100	76
10	3/8"	9.52	60	90	65
5	Nº4	4.75	18	30	24
2.5	Nº8	2.38	10	22	15
0.63	Nº30	0.59	6	13	9
0.08	Nº200	0.074	3	6	4

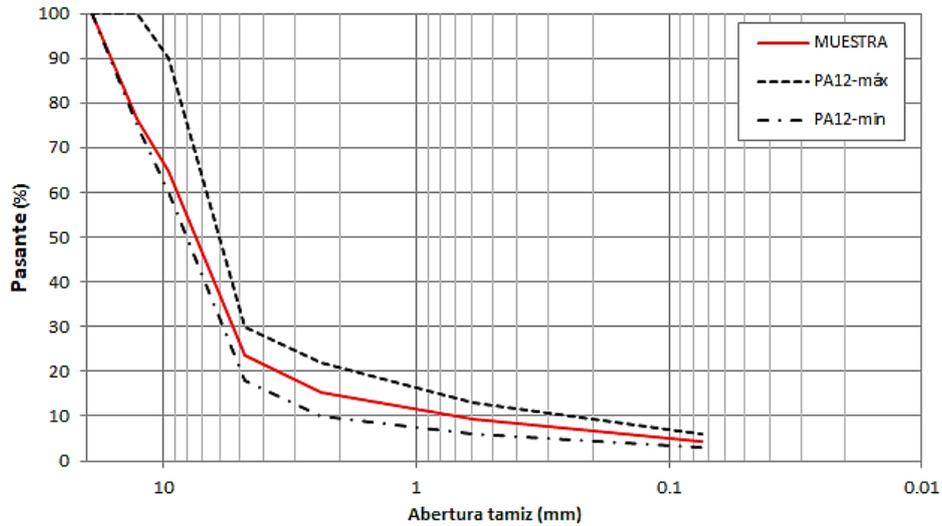


Figura 1. Curva granulométrica de los áridos

Se elaboraron mezclas con porcentajes de asfalto del 3,5%, 4,0%, 4,5% y 5,0% con las que se moldearon probetas utilizando el Método Marshall para realizar distintos tipos de ensayos (Figura 2). Actualmente se encuentran en desarrollo los ensayos de densidad, estabilidad y fluencia Marshall.

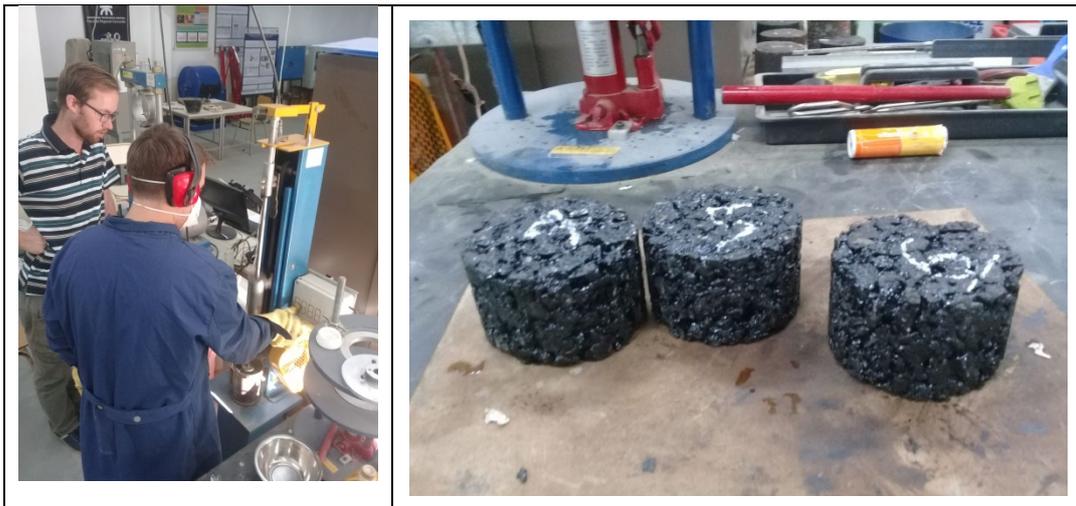


Fig.2. Elaboración de probetas Marshall

## Conclusiones

Se encuentra en proceso el diseño de las mezclas de asfalto poroso que permitirá definir el contenido de ligante óptimo. A partir del mismo se elaborarán probetas de mayores dimensiones, que serán utilizadas para cuantificar la capacidad de infiltración bajo diferentes condiciones de colmatación mediante permeámetro y simulador de lluvia.

## Agradecimientos

Al Ing. Martín Wendler y al alumno Alfredo Paredes por su colaboración.

## Referencias

- ASCE. (1992). Design and construction of urban stormwater management systems. New York.
- Broviak, P. (2005). Pervious pavement: naturally absorbent. Public Works, 34-38.
- Kadurupokune, N., & Jayasuriya, N. (2009). Pollutant load removal efficiency of pervious pavements: is clogging an issue? Water Science & Technology. WST 60.7 IWA Publishing.
- Maryland Department of the Environment. (2000). "Maryland Stormwater Design Manual". Maryland Department of the Environment Water Management Administration.
- CERTU. (1998). Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial. Lyon: CERTU/CETE Sud-Ouest.
- Australian Asphalt Pavement Association. (1997). "Open Graded Asphalt Design Guide". AAPA Implementation Guide IG-1. Australian Asphalt Pavement Association.
- Botasso, G., González, R., & Rebollo, O. (2010). "Determinación del porcentaje de ligante optimo en mezclas asfálticas abiertas". La Plata: LEMaC UTN.
- ASTM. (2009). "ASTM C1701 / C1701M-09. Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete". West Conshohocken, PA: www.astm.org.
- Sañudo F, L. (2014). "Análisis de la infiltración de agua de lluvia en firmes permeables con superficies de adoquines y aglomerados porosos para el control en origen de inundaciones". Santander: Universidad de Cantabria. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Garat, M.E., Larenze, G., Palacio, A., & Sota, J. (2019). "Desempeño hidrológico y Propiedades Físico Mecánicas de Hormigones Porosos Elaborados con Áridos de la Provincia de Entre Ríos". Revista Tecnología y Ciencia, Octubre 2019, Año 17- Nº 36, 81-104.



# Controles de calidad de hormigones tipo en plantas productoras del sur de la Región Mesopotámica Argentina.

Director Fabián Andrés Avid<sup>1</sup>  
Expositor Alberto José Palacio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo GIIICMA, Universidad Tecnológica Nacional UTN-Facultad Regional Concordia.  
Salta 277, Concordia, Entre Ríos, Argentina  
apalacio@frcon.utn.edu.ar, academica@frcon.utn.edu.ar

**Resumen:** En las provincias de Entre Ríos y Corrientes se radican diversas plantas de producción de hormigón que en general, son del tipo emergente como consecuencia del proceso de desarrollo productivo de la región. Por lo tanto, conocer la situación de sus laboratorios constituye una herramienta esencial para la implementación de controles confiables en la aceptación y rechazo del hormigón, representando además, un antecedente para el aseguramiento de la calidad y validación de la competencia de las empresas. Así mismo, debido a diversas exigencias, se requiere que los laboratorios de ensayo puedan demostrar la repetibilidad y confiabilidad de sus resultados. El objetivo de este trabajo consiste en comparar la metodología, resultados y conclusiones obtenidas en los ensayos interlaboratorios de compresión de probetas de hormigón con el laboratorio de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia. Se percibe de sumo interés observar la variabilidad de los resultados obtenidos en los ensayos de control de calidad realizados, particularmente sobre los hormigones de mayor expendio en la zona (H20, H25 y H30), con el fin de introducir mejoras según las condiciones vigentes. Todo ello en función de la aplicabilidad de los diferentes reglamentos de control de calidad. Este estudio abarca particularmente las localidades de Concordia, Chajarí, Federación, San José, Federal en Entre Ríos; Mocoretá y Monte Caseros en el sur de Corrientes. Además, permite vincular el Laboratorio de Tecnología del Hormigón de la Facultad con las industrias productoras de la región, con el objeto de intercambiar saberes e incrementar la confiabilidad en los informes realizados por los proveedores y los laboratorios del control.

**Palabras Clave:** Hormigón elaborado, Plantas productoras, Controles de calidad, Mesopotamia Argentina, IRAM 1666:2020



## Introducción

El laboratorio perteneciente a la Facultad Regional Concordia de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN FRCon) ha participado en distintos estudios interlaboratorios junto al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (I.N.T.I.) y al Instituto de Cemento Portland (I.C.P.A.) con relación a cementos, bloques de hormigón y calidad de hormigones. Además, posee una extensa base de datos de control de calidad correspondientes a hormigones producidos en la región (Entre Ríos y Corrientes principalmente) así como en provincias cercanas. Siendo una entidad de referencia para la industria de la construcción, principalmente plantas de producción de hormigón y de generación de agregados para hormigón, así como para innumerables empresas constructoras de la región. Es pionero en la zona en la investigación de la durabilidad de hormigones producidos con los agregados de la zona, así como en la caracterización de agregados de la Mesopotamia. Debido a ello, se cuenta con datos fidedignos desde el año 1995, sobre hormigones de distintas calidades empleados en diversas obras.

En los últimos 30 años se observa un incremento del consumo de hormigón, tanto a nivel provincial como nacional y un crecimiento acelerado de la industria del hormigón elaborado en la región Mesopotámica, comenzando a instalarse desde hace un par de décadas distintas plantas de hormigón elaborado en la región. Es por ello que, realizar hormigones de calidad, durables y con bajo costo de mantenimiento es un objetivo primordial.

En Argentina y a nivel mundial, se aplican sistemas de calidad en donde se instrumentan interlaboratorios [1] para evaluar la resistencia a la compresión de hormigón mediante la aplicación de la Norma IRAM 1546 [2]. Esto es debido a que la resistencia a la compresión brinda un panorama general de la calidad del hormigón, por estar directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento.

Los reglamentos de seguridad estructural actualmente deben acompañar el desarrollo de la reglamentación CIRSOC 201:2005 [3] que tiene en cuenta una gran cantidad de cambios, y la nueva Norma IRAM 1666:2020 [4] complementa y contribuye al Reglamento brindando especificaciones para estructuras más seguras y racionales desde el punto de vista de producción, elaboración y economía. De ello se evidencia que toda empresa u obra en la que se quiera fabricar y despachar Hormigón Elaborado debe



cumplir con la normativa vigente y el cliente tiene la capacidad de exigirlo. Quien no cumpla con la nueva IRAM 1666:2020, podrá despachar “alguna mezcla”, pero no hormigón elaborado desde el punto de vista normativo, así mismo quién no haga controles de materias primas, no tenga laboratorio para ensayos de hormigón fresco, no analice estadísticamente los resultados, no posea base de datos confiable no podrá despachar hormigón elaborado. En el marco de este cambio de paradigma respecto a lo que se entiende por hormigón elaborado, se tienen conocimientos insuficientes del estado actual de la producción del hormigón en la región y su grado de aplicabilidad.

En este artículo se presenta un primer resumen de organización, evaluación de los datos y las conclusiones obtenidas, a partir de los ensayos realizados por el laboratorio en conjunto con algunas empresas elaboradoras. Se ha comenzado a trabajar con plantas locales de Concordia y Chajarí, dada la cercanía y el permanente contacto con las mismas. Se tiene por finalidad la idea de ampliar el alcance de esta investigación y sus resultados a la región inmediata ya especificada con anterioridad.

## Materiales y métodos

En los interlaboratorios organizados, la preparación de las probetas se realizó con dos hormigones clase resistente H17 y H21, correspondientes a la antigua nomenclatura del reglamento CIRSOC y dos de la tipología contemporánea H25 y H30. Éstas muestras fueron suministrados por empresas proveedoras de hormigón y elaborados en hormigoneras fijas y camiones motohormigoneros. La preparación de las muestras de ensayo se efectuó en cada empresa, a cargo del personal propio.

Los procedimientos para cada pastón se sintetizan a continuación:

- Se especificaron las características generales de la planta elaboradora como ser tipología, marca, modelo, capacidad de mezclado, producción por hora, etc.
- Se indicaron las características del hormigón y luego de descargar 0,25 m<sup>3</sup>, para minimizar fuentes de dispersión (IRAM 1541) [5], se efectuaron los ensayos de caracterización en estado fresco. Se determinó temperatura ambiente, temperatura del hormigón (IRAM 1893) [6] y asentamiento (IRAM 1536) [7]. La homogeneidad del pastón se evaluó mediante, la determinación de la densidad del

hormigón fresco (IRAM 1562) [8] y del contenido de aire (IRAM 1602-2) [9], lo cual fue opcional.

- Se moldearon 12 probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura según norma IRAM 1534 [10] y se les asignó la identificación correspondiente.
- Durante las primeras  $24 \pm 8$  h se almacenaron en el mismo lugar, cubiertas con un film de polietileno, asegurado con una banda elástica con el fin de evitar la pérdida de humedad del hormigón. Luego las empresas las desmoldaron, identificaron y dividieron en dos lotes de seis probetas.
- Dentro de las 48 horas posteriores al desmoldado se procedió a embalar y trasladar uno de los lotes al Laboratorio de Tecnología del Hormigón de la UTN Facultad Regional Concordia tomando las precauciones necesarias, de manera de evitar la pérdida de humedad y los golpes durante el traslado.
- Las probetas moldeadas, fueron curadas en cámaras húmedas hasta los 28 días según la norma IRAM 1534 hasta las fechas de ensayos (7 y 28 días).
- Cumplida la fecha de ensayo, cada laboratorio interviniente ensayó a compresión según lo estipulado en la norma IRAM 1546, con el encabezado normalizado IRAM 1709 [11] e indicando las características de la probeta, altura, determinación de dos diámetros y el promedio, peso, edad de rotura, carga última, resistencia y observaciones.
- Se coordinaron los ensayos en los dos laboratorios para ser realizados al mismo horario. Y, además, cada participante informó las características de la prensa utilizada y estado de constatación y/o verificación de la misma.

## Resultados

Se presentan los resultados obtenidos con tres de las primeras empresas intervinientes, a las cuales se les asignó una letra identificadora, con el fin de preservar la identidad. También se informan los porcentajes de las diferencias entre extremos respecto del promedio de las 3 mediciones a cada edad. En la Tabla 1 se presentan las comparativas en los valores de resistencia obtenidos por la empresa A y el Laboratorio de la UTN FRCon, y sus respectivas diferencias a las dos edades de ensayo.



Es importante aclarar que en todos los casos se cumplió con el criterio del Reglamento CIRSOC 201:2005 [3], 4.1.6.2 que establece que “Se debe adoptar como resultado de un ensayo (f’ci) al valor que se obtiene como promedio de las resistencias de, como mínimo, dos (2) probetas cilíndricas normales, moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad. Se debe cumplir que la diferencia entre las resistencias extremas del grupo que constituye cada ensayo, sea menor del 15 % de la resistencia media de las probetas que constituyen el grupo. Si dicho valor resultara mayor, se debe rechazar el ensayo correspondiente y se deben investigar los procedimientos de moldeo, curado y ensayo de las probetas, con el objeto de analizar si los mismos se están realizando en un todo de acuerdo con las normas.” En estos casos la diferencia máxima entre probetas fue del 12 % y la mínima del 1 %.

Tabla 5. Resumen comparativo de las resistencias obtenidas en cada ensayo de un hormigón H17 perteneciente a la empresa A.

Ensayo	Edad [días]	N° de Muestra	Resistencia [MPa]	Promedio [MPa]	Diferencia valores extremos	% respecto del prom. de las 3 med.	Máx.	Mín.	Diferencia [MPa]
UTN FRCon	7	A1	9,9	10,2	1,2	12%	11,0	9,8	2,1
	7	A2	11,0						
	7	A3	9,8						
Empresa A	7	A7	12,0	12,3	0,6	5%	12,6	12,0	
	7	A8	12,4						
	7	A9	12,6						
UTN FRCon	28	A4	17,4	17,9	1,1	6%	18,5	17,4	0,1
	28	A5	17,7						
	28	A6	18,5						
Empresa A	28	A10	17,4	18,0	1,2	7%	18,5	17,4	
	28	A11	18,1						
	28	A12	18,5						

En la Tabla 2 y Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos para la empresa B, evaluando un hormigón del tipo H21 y uno H30, respectivamente.



Tabla 6. Resumen comparativo de las resistencias obtenidas en un hormigón H21 perteneciente a la empresa B.

Ensayo	Edad [días]	N° de Muestra	Resistencia [MPa]	Prom. [MPa]	Dif. valores extremos	% respecto del prom. de las 3 med.	Máx.	Mín.	Diferencia [MPa]
UTN FRCon	7	B1	22,1	25,7	1,4	5%	26,3	25,0	3,3
	7	B2	26,3						
	7	B3	25,0						
Empresa B	7	B7	29,0	29,0	0,1	0%	29,0	28,9	
	7	B8	29,0						
	7	B9	28,9						
UTN FRCon	28	B4	32,5	33,5	2,0	6%	34,5	32,5	4,9
	28	B5	33,5						
	28	B6	34,5						
Empresa B	28	B10	37,5	38,3	2,2	6%	39,7	37,5	
	28	B11	37,9						
	28	B12	39,7						

Tabla 7. Resumen comparativo de las resistencias obtenidas en un hormigón H30 perteneciente a la empresa B.

Ensayo	Edad [días]	N° de Muestra	Resistencia [MPa]	Prom. [MPa]	Dif. valores extremos	% respecto del prom. de las 3 med.	Máx.	Mín.	Diferencia [MPa]
UTN FRCon	7	B1	31,2	31,7	0,7	2%	31,9	31,2	4,1
	7	B4	31,8						
	7	B5	31,9						
Empresa B	7	B7	35,7	35,7	0,1	0%	35,8	35,7	
	7	B8	35,8						
UTN FRCon	28	B2	40,0	40,8	2,2	5%	42,2	40,0	
	28	B3	42,2						
	28	B6	40,2						
Empresa B	28	B9	44,7	45,0	0,9	2%	45,6	44,7	
	28	B10	45,6						
	28	B11	45,0						
	28	B12	44,8						

En la Tabla 4 presentan los valores de resistencia obtenidos por la empresa C y sus respectivas diferencias con los resultados del laboratorio de la facultad.



Tabla 8. Resumen comparativo de las resistencias obtenidas en un hormigón H25 perteneciente a la empresa C.

Ensayo	Edad [días]	N° de Muestra	Resistencia [MPa]	Prom. [MPa]	Dif. valores extremos	% respecto del prom. de las 3 med.	Máx.	Mín.	Diferencia [MPa]
Empresa C	7	1	31,9	31,8	3,5	11%	33,5	30,0	4,9
	7	3	30,0						
	7	5	33,5						
UTN FRCon	7	2	18,8	26,9	2,2	8%	28,0	25,9	
	7	6	25,9						
	7	10	28,0						
Empresa C	28	7	39,8	40,1	1,0	2%	40,8	39,8	4,6
	28	9	40,8						
	28	11	39,8						
UTN FRCon	28	4	35,7	35,5	0,9	3%	35,9	35,0	
	28	8	35,9						
	28	12	35,0						

## Discusión

Luego de la evaluación de estos primeros resultados, se puede concluir que, los participantes obtuvieron resultados satisfactorios en lo que respecta a la resistencia especificada. Entre los tres laboratorios observados, dos presentan una diferencia de 4MPa en comparación a los resultados obtenidos en el laboratorio de la UTN FRCon y, el restante, exhibe diferencias bajas del orden de 1 a 2 MPa, apreciándose que todos los resultados son sensiblemente mayores a los obtenidos por la facultad.

De los resultados arrojados por los ensayos queda a la vista que las diferencias entre las resistencias obtenidas en cada lote a las dos edades de ensayo a compresión del hormigón son significativas para resistencias superiores a 20 MPa, principalmente a la edad de diseño de 28 días. Esto puede deberse al accionamiento de la prensa hidráulica y velocidad de carga, ya que todos los laboratorios participantes poseen una máquina de ensayo que no cuenta con un control automático de la velocidad de carga.

Con respecto a la máquina de ensayo no fue solicitado el tipo de accionamiento de la misma, es decir si es manual o eléctrica. La norma IRAM 1546:2013 Mod. N° 1: 2017, 3.1.1 “Sistema de regulación de aplicación de cargas” establece como requisito que “la máquina debe proveer un sistema de regulación de aplicación de cargas tal, que éstas puedan aumentarse en forma continua y sin saltos bruscos entre los límites indicados

en 5.2.1". Esto indicaría que una máquina de accionamiento manual no cumpliría con dicho requerimiento sin embargo no se encuentra explícito.

Para la medición del diámetro y la altura de las probetas los laboratorios informan el uso de regla metálica de 40 cm. Destacamos que la totalidad de las muestras fueron reportadas como satisfactorias en lo que respecta a su estado general. Cabe aclarar que no se solicitó la información sobre el tipo de verificación que realiza cada laboratorio sobre los cabezales de neoprene como así tampoco la verificación de los aros de retención.

## Conclusiones

Si bien estos son los primeros resultados obtenidos, el desarrollo de estos ensayos de interlaboratorio se desarrollaron en un clima de entusiasmo y colaboración, permitiendo a los participantes demostrar su aptitud técnica, comparar resultados con sus pares, disminuir la incertidumbre, mejorar las mediciones realizadas y evaluar sus métodos de medición y calibración.

En función de los valores determinados en los ensayos de resistencia a la compresión de probetas, se concluye que todos los participantes en todos los ensayos obtuvieron resultados aceptables en lo que respecta a su resistencia de diseño.

A partir del análisis comparativo de los resultados obtenidos por las empresas elaboradoras y el laboratorio de la UTN FRCon, se concluye que todos los participantes en todos los ensayos obtuvieron resultados sensiblemente superiores a los determinados por el laboratorio de la facultad. Esto puede atribuir al empleo generalizado de prensas hidráulicas manuales y de una máquina de ensayo automática por parte del laboratorio de la institución académica.

Se considera relevante la continuidad y el apoyo de las empresas del medio para reeditar este tipo de procedimientos e instalarlo como práctica rutinaria para el monitoreo de la competencia de los laboratorios, la detección de los factores que más inciden en los resultados, la evaluación interna de las capacidades técnicas y ofreciendo una garantía de confianza adicional a los usuarios. Fomentando la vinculación del

Laboratorio de Tecnología del Hormigón de la Facultad con las industrias productoras de la región.

### Agradecimiento.

Agradecemos la colaboración de los investigadores Gonzalo Caballero y Leonardo Voscoboinik, los alumnos becarios Schirley Cornaló, Mariana Panozzo Zenere, así como al encargado de Laboratorio de Tecnología del Hormigón de la UTN-Concordia. Agradecemos también a las empresas participantes por su colaboración y predisposición.

### Referencias

- [1] INTI, “Rotura a la compresión de probetas de hormigón PRO-03/2019”. Disponible on line en: [www.inti.gov.ar/areas/metrologia-y-calidad/interlaboratorios](http://www.inti.gov.ar/areas/metrologia-y-calidad/interlaboratorios).
- [2] Norma IRAM 1546. “Hormigón de Cemento. Método de ensayo a compresión”, (2013).
- [3] Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón. CIRSOC 201:2005.
- [4] Norma IRAM 1666. “Hormigón elaborado. Requisitos y control de la producción”, (2020).
- [5] Norma IRAM 1541. “Hormigón de cemento pórtland. Hormigón fresco. Muestreo”, (2020).
- [6] Norma IRAM 1893. “Hormigón de cemento. Método de ensayo para la determinación de la temperatura del hormigón en estado fresco.”, (2018).
- [7] Norma IRAM 1536. “Hormigón de cemento pórtland. Método de ensayo de la consistencia utilizando el tronco de cono”, (1978).
- [8] Norma IRAM 1562. “Hormigón fresco de cemento. Método para la determinación de la densidad (masa de la unidad de volumen) y el cálculo del rendimiento y del contenido de aire (gravimétrico).”, (2012).
- [9] Norma IRAM 1602-2. “Hormigón de cemento pórtland. Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas de hormigones y morteros. Método B.”, (1988).
- [10] Norma IRAM 1534. “Hormigón de cemento pórtland. Preparación y curado de probetas para ensayos en laboratorio”, (2004).

[11] Norma IRAM 1709, “Hormigón de cemento. Método y requisitos para el uso de placas de elastómeros no adheridas, empleadas para la determinación de la resistencia a la compresión de probetas y testigos cilíndricos de hormigón endurecido.”, (2016).



# Regeneración integral de Barrio 708 Viviendas, Concordia

Bruno, María Alejandra<sup>1</sup>

Caseres, Exequiel<sup>1</sup>

Wendler, Martín<sup>1</sup>

Sota, Jorge D.<sup>1</sup>

Olivera, Rocio<sup>1</sup>

Alves Dalmao, Eugenia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo GIICMA. Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Concordia

[arq.alebruno@gmail.com](mailto:arq.alebruno@gmail.com), [jdsota@gmail.com](mailto:jdsota@gmail.com), [infogiicma@gmail.com](mailto:infogiicma@gmail.com)

345-155283869 / 0221 - 155250753

## RESUMEN

El Barrio 708 Viviendas, comúnmente conocido como “La Bianca”, se localiza en la ciudad de Concordia, Entre Ríos. Está formado por varios grupos de vivienda muy populosos, que fueron construidos en la década del '70 a raíz de la construcción de la Represa Hidroeléctrica de Salto Grande, con la finalidad de albergar a los obreros y sus familias, ya que esta gran obra, hizo crecer en forma muy importante a la población de esta ciudad durante aquellos años.

Las intervenciones urbanas en barrios de cierta antigüedad y estado de deterioro se ven dificultadas por razones de tipo económico y social. Este se ve aún más dificultado cuando en muchos casos los habitantes de esos barrios no son propietarios, sino que son rentistas.

El estado general que se observa es de mucho deterioro, especialmente en los espacios comunes, especialmente por falta de mantenimiento y envejecimiento normal de las obras construidas.

Con este proyecto de investigación, se pretende generar lineamientos de trabajo que permitan realizar acciones orientadas a garantizar y mejorar la calidad de vida de los habitantes del barrio, y la calidad urbana tan deteriorada por el paso del tiempo y la falta de intervención en este sitio.

**PALABRAS CLAVE:** Vivienda, barrio popular, regeneración habitacional, patrimonio, deterioro

## INTRODUCCION

El Barrio “La Blanca”, 708 viviendas, está formado por varios grupos de vivienda muy populosos, que fueron construídos en la década del ´70 a raíz de la construcción de la Represa Hidroeléctrica de Salto Grande, con la finalidad de albergar a los obreros y sus familias, ya que esta gran obra, hizo crecer en forma muy importante a la población de esta ciudad durante aquellos años. En la Figura 1 puede verse la localización del barrio en la ciudad de Concordia.

El barrio está formado por 10 amplias manzanas, y los grupos de vivienda que lo integran son los siguientes:

- Barrio 272 viviendas
- Barrio Mercantil
- Barrio Dos Naciones
- Barrio CTM
- Barrio 708 viviendas

El trabajo de investigación se desarrolla en el Barrio 708 viviendas, que puede verse en la Figura2. Este es el más numeroso tanto en edificios, grupos habitacionales y población, además de contar con muchos problemas urbanos, debido a la invasión de construcción no declarada y sobre espacios comunes, lo cual hace que se haya producido un profundo deterioro del espacio urbano, la calidad de vida, y la falta de seguridad.

Por otro lado, la falta de mantenimiento de los edificios ha ocasionada un profundo deterioro en los mismos, observándose problemas estructurales, de humedad, corrosión en metales, etc.

Las intervenciones urbanas en barrios de cierta antigüedad y estado de deterioro se ven dificultadas por razones de tipo económico y social. Este se ve aún más dificultado cuando en muchos casos los habitantes de esos barrios no son propietarios, sino que son rentistas.

El estado general que se observa es de mucho deterioro, especialmente en los espacios comunes, especialmente por falta de mantenimiento y envejecimiento normal de las obras construidas.

Se parte del concepto de arquitectura sostenible, mediante la evaluación y posterior intervención urbana y el estudio de los tipos de edificaciones y estructuras existentes.

Se hace hincapié en la puesta en valor de la ciudad y sus barrios, y su recuperación, con el fin de lograr mayor eficiencia, sostenibilidad e integración social.

Se destaca la importancia de abordar el barrio y sus edificios, de manera de ofrecer alternativas viables para su rehabilitación y regeneración urbana, de manera de lograr mejora en la calidad de vida de los habitantes.

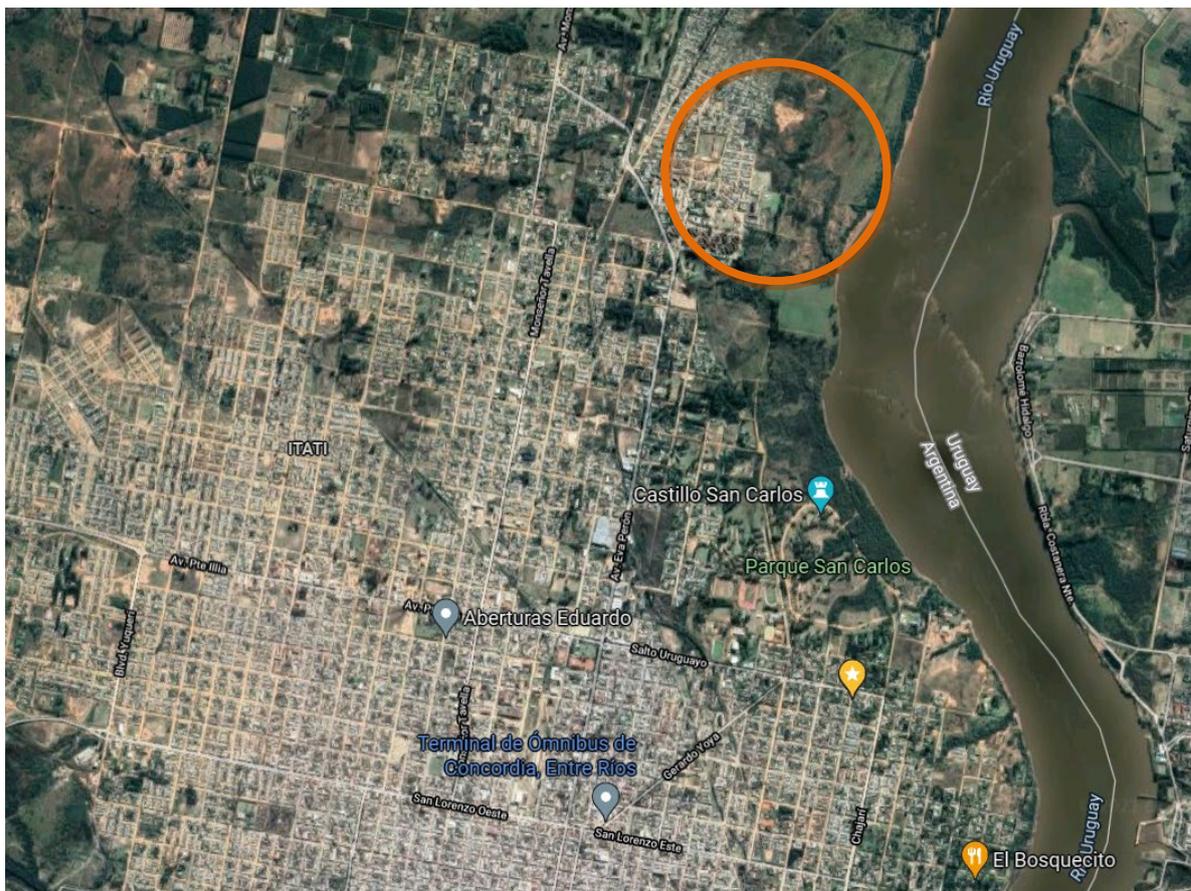


Figura 1 – Localización del barrio en la ciudad de Concordia

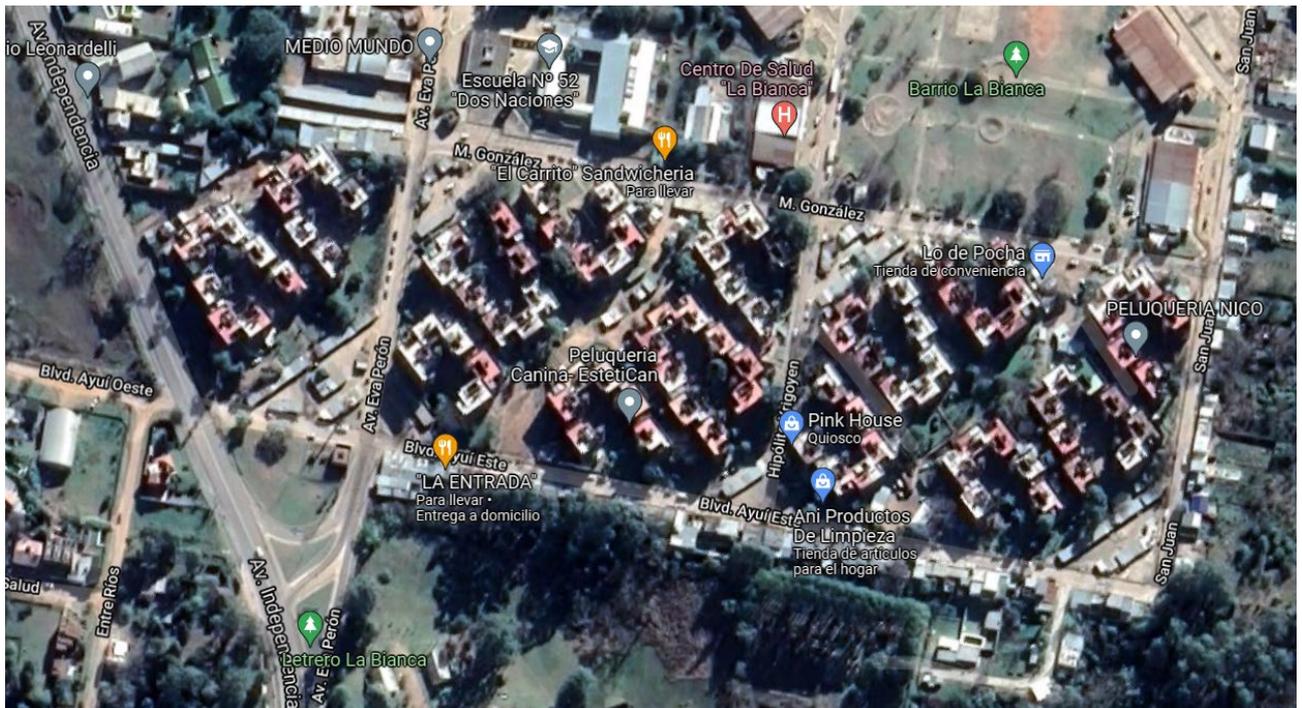


Figura 2 – Barrio 708 viviendas

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

- Realizar un diagnóstico del estado general del Barrio 708 viviendas situado en la ciudad de Concordia, Entre Ríos, para su posterior puesta en Valor

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer en profundidad el problema que ha ocasionado los deterioros
- Describir las patologías que se han producido en los edificios
- Proponer soluciones atendibles a cada una de ella
- Realizar propuesta de mejoramiento urbano y ambiental
- Realizar propuesta de soluciones técnicas a los problemas de los edificios



## METODOLOGÍA

El equipo de investigación está integrado por profesionales del área de construcción, arquitectos e ingenieros y por estudiantes avanzados de la carrera Ingeniería Civil.

Así mismo se cuenta con el asesoramiento de profesionales de la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, quienes en el año 2018 suscribieron un convenio de colaboración con la Facultad Regional Concordia y también colaboran con el equipo de investigación, profesionales pertenecientes al área de Obras y Servicios Públicos de la Municipalidad de Concordia.

La metodología a utilizar, durante la primera fase del trabajo de caracterización de los edificios, los entornos urbanos, y la población, es un trabajo de campo para obtener datos cuantitativos y cualitativos.

Se parte del relevamiento del estado general, para ir categorizando los sectores a intervenir.

Se realizan muestreos con encuestas a los vecinos del barrio 708 viviendas.

Toda esta primera fase, es de amplia labor documental.

El volcado de información se realiza mediante la confección de fichas, y elaboración de planos, lo cual permitirá cuantificar y determinar cuales son los principales problemas que se presentan.

En la segunda fase, se realizará un diagnóstico y el planteamiento de las líneas de intervención, derivando posteriormente en propuestas concretas a nivel de anteproyectos, formas de gestión y de financiación.

Se desarrollan las siguientes fases, para abordar toda la problemática del Barrio 708 viviendas:

1. **Análisis documental:** Historia del barrio, arquitecto, planos antiguos originales, normativa urbanística de aplicación, proyectos de rehabilitación anteriores. Datos socioeconómicos del barrio: población, edades, renta y todo otro dato que



pueda ser de interés. En la Figura 3 se observa un sector del barrio en la década de 1970, en su reciente construcción.

2. **Relevamiento:** Planos en Autocad de edificios y espacios públicos. Emplazamiento y ubicación. Plantas, alzados y secciones. En la figura 4, se puede observar un plano de unidades funcionales de 2 y 3 dormitorios, tales unidades integran los bloques de departamentos del conjunto habitacional.
3. **Toma de datos in situ:** Inspección que permita definir todo, espacios públicos y edificios y comprobar los planos originales. Definición constructiva, estado de conservación, lesiones o patologías mediante uso de dibujos y fotografías. Los datos a procesar se cargan con la información obtenida in situ, que será documentada en fichas, como se observa en la Figura 5.
4. **Procesamiento de información** obtenida y propuesta de mejora ambiental y estructural.



Figura 3 – Barrio 708 viviendas

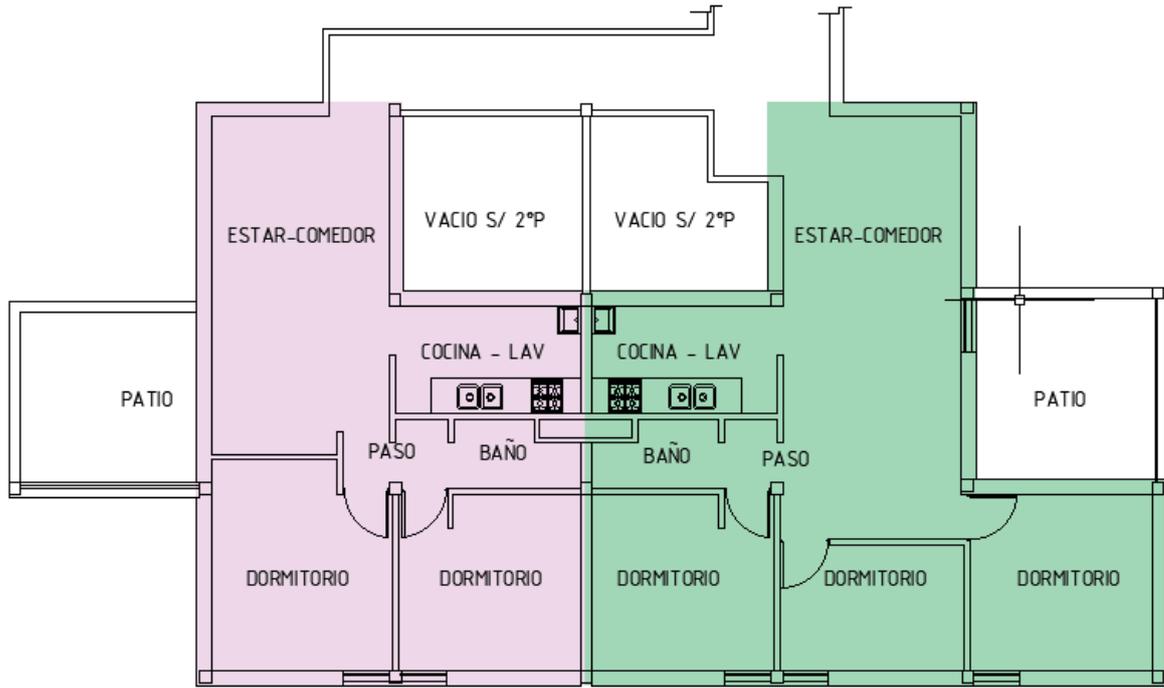


Figura 4 – Plano unidades funcionales

**Regeneración integral del Barrio 708 viviendas, Concordia**  
Encuesta de habitabilidad – Entorno urbano

**Giicma**

**Datos generales del barrio**  
Foto: Generales Plano de Emplazamiento

**Definición del barrio**  
Barrio: 208 viviendas  
Localidad: Concordia Provincia: Entre Ríos  
Encuestado/Rector: Edad/Género: 50  
Domicilio encuestado: Vivienda:

**Encuestas**

**General**  
1- ¿El más satisficcho en el barrio en el que vive? Indique motivo: SI  NO   
2- ¿Considera un barrio tranquilo? Indique motivo: SI  NO   
3- ¿Considera un barrio seguro? Indique motivo: SI  NO   
4- ¿Cómo la seguridad por la noche? Indique motivo: SI  NO   
5- ¿Suale pasar el tiempo libre en su barrio? (o prefiere ir a otros barrios o lugares): SI  NO   
6- ¿Considera que existen equipamiento (banco, sillas, juegos, árboles...) adecuados? SI  NO   
7- ¿Considera el barrio bien situado de comercio diario? SI  NO   
8- ¿Considera que el barrio tiene una correcta comunicación con la ciudad? SI  NO   
9- ¿Clasifica por contenedores uiter la basura antes de tirarla? SI  NO   
10- Indique el aspecto más positivo de su barrio: Si un barrio verde  
11- Indique el mayor problema del barrio: Si un puente del acorato está deteriorado y pedemos tropezamos.

**Uso**  
12- ¿Cocinan en el barrio habito de convivencia entre los vecinos? SI  NO   
13- ¿Se realiza algún tipo de actividad a nivel de barrio eventualmente? Indique: SI  NO  A veces o nial de dntino.

**Accesibilidad**  
14- ¿Hay problemas de movilidad en el barrio? (escaleras, desnivel, barreras arquitectónicas...) SI  NO   
15- ¿Existen problemas de aparcamiento en la zona? SI  NO

**Iluminación**  
16 - ¿Considera una iluminación nocturna del barrio adecuada? SI  NO  árboles, suelo y por lo sombra.  
17 - ¿Toda los elementos de protección solar durante el día? Indique cual: SI  NO  Vendido con contenedores.

**Mantenimiento**  
18 - ¿Está contento con la limpieza del barrio? Indique observación: SI  NO   
19 - ¿Está contento con el mantenimiento de instalaciones del barrio? Indique observación: SI  NO

**Necesidades**  
20- ¿Qué tipo de necesidades cree que demanda el barrio:

Autor(es) de la encuesta: Rita Olvera Fecha de encuesta: 3/09/2022

**Regeneración integral del Barrio 708 viviendas, Concordia**  
Ficha de Inspección técnica – Entorno urbano

**Giicma**

**Datos generales del entorno urbano**  
Foto: generales Plano de emplazamiento

**Tipología Edificatoria**  
Tipología edificatoria: Manzana Cerrada  Manzana Abierta  Entremedios   
Calificación según PGOU: Centro Histórico (CH)  Edificación en Manzana (M)  Manzana con alín. Interior (M<sub>i</sub>)   
(modificar en función del COU): Edificación abierta (A)  Suburbana (SB)  Ciudad jardín (Cj)

**Caracterización del Espacio Libre**  
Patio Interior Privado:  Espacio Libre Exterior Privado:  Espacio Libre Exterior Público:   
Tipología Espacio Exterior público:  Calle Intercalada peatonal:  Plaza:  Pasaje:   
Calle Intercalada peatonal:

**Definición del Espacio Libre**

**Suelo**  
Calidad: Asfaltado  Homologado  Compartido con zona peatonal   
Zona Peatonal: Dimension del serrodillo: 1,7  Distorsiones acorato: SI  NO   
Par. Cerámico  Par. Homogéneo  Pistas Apedradas  S. Naturales  Adobado

**Desnivel**  
Ninguno  Escalones  Barreras  Cuestas  Plataformas   
Barreras Arquitectónicas: SI  NO  Definir: Levantamiento y detalles en suelo por los detalles.

**Elementos de Sombra**  
Arbolado:  Fuente: SI  NO  Aljibe: SI  NO   
Separación: Superior a 8m  Igual a 8m  Inferior a 8m   
Otro elemento de sombra:  Definir:

**Alumbrado**  
Farolas de poste:  Arnes (suspendidos):  Mixtas  Otro:   
Altura y material de postaje: Separación Postaje: 20m  Calle según normativa:  Secund   
Separación Arnes (m):

**Mobiliario Urbano / Recreos**  
Bancos o asientos: SI  NO  Respaldo: SI  NO   
Contened. separativos: SI  NO  Separación: Superior a 30m  Igual a 30m  Inferior a 30m   
Papeleras: SI  NO  Agujeros:  Recintos Infantiles: SI  NO   
Mobiliario Urb. 3º adapt: SI  NO  Inst. Deportes: SI  NO  Inst. Escléticas: SI  NO   
Fuente para beber: SI  NO  Fuente de presión: SI  NO  Subestación: SI  NO

**Estacionamiento**  
Estacionamientos públicos: SI  NO  Calle: SI  NO  Subterráneo: SI  NO   
Cantidad:  Según PGOU:       
Densidad:  Alto:  Normal:  Bajo:   
Especiales: Carga y descarga:  Motociclones:  Motociclistas:   
Ambulancia/Bombero/Policia:  Zona azul:    
Estacionamientos privados: SI  NO  (haciendo referencia a estacionamientos en la vía pública, pero de uso asignado/exclusivo).

**Comunicaciones**  
Cableado: SI  NO  Parada Señal: SI  NO  Parada Místic: SI  NO   
Parada de Bus: SI  NO  Señal de Taz: SI  NO  Cicloruta: SI  NO

(1) Patrimonio establecido en el PGOU de Sevilla. (Libro 1, Normas Urbanísticas Generales, Capítulo 3, Urbanización de los espacios varios) en el que se establece que el número de árboles de sombra a plantar así como ramos cable e freno en cada árbol, pudiendo depender esto de la especie a plantar.  
(2) Definición establecida en el PGOU de Sevilla: Principal (Metropolitano o urbano), Secundaria (complementa al principal).

Figura 5 – Modelo de fichas a utilizar

## RESULTADOS

Por tratarse de un proyecto en desarrollo, podemos explicar los resultados esperados:

**Transferencia al medio:** El estudio y la propuesta de intervención en el edificio del Barrio 708 Viviendas de La Bianca, podrá ser tomado como modelo típico de intervención para la atención de problemáticas similares que se presentan muy a menudo en este tipo de locaciones urbanas.

El barrio La Bianca, es muy populoso, y presenta en todas las manzanas problemáticas similares, derivadas de la falta de intervención de los organismos públicos, y la falta de existencia de consorcios, que organicen y estructuren la vida en el barrio.

Se espera que las propuestas que devengan del trabajo de intervención sean tendientes a mejorar la calidad de vida de los vecinos habitantes del barrio.

**Formación de recursos humanos:** En cuanto a la formación de los recursos humanos, la propuesta pretende formar jóvenes profesionales, preparados para la intervención en obras de carácter urbano y ambiental, además del estudio de los problemas derivados de las estructuras y los materiales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Universidad Tecnológica Nacional (2008), “Estudios previos a la puesta en valor del Edificio de la ‘Aduana de Taylor” (Anexos Informativos a la documentación Licitatoria), Buenos Aires.
- Martínez, E. y Giles, B., (2005), “Patrimonio Urbano Arquitectónico”. Ministerio de Educación de la Provincia de Salta.
- ZANNI, E. (2008). “Patología de la construcción y restauro de obras de arquitectura”. Córdoba
- Fernández de Rota y Monter (coordinador). “Ciudad e historia: la temporalidad de un espacio construido y vivido”. Universidad Nacional de Andalucía – Ediciones Akal S. A. 2008

- CFI, Colegio de Arquitectos de la Provincia de Entre Ríos (2001). Inventario del Patrimonio Histórico-Arquitectónico.
- González Montaner, B. [Ed.] (2012). Patrimonio Argentino. Industrias, Estaciones, Puentes y Mercados. Buenos Aires: Arte Gráfico Editorial Argentino. ISBN 978-987-07-2099-7
- González Montaner, B. [Ed.] (2012). Patrimonio Argentino. (2012). Palacios, Residencias y Petits Hotels. Buenos Aires: Arte Gráfico Editorial Argentino. ISBN 978-987-07-2090-4
- González Montaner, B. (2005). Vanguardias Argentinas - Obras y movimientos en el siglo XX – 01 Arquitectura 1900 a 1930. Buenos Aires: Arte Gráfico – AGEA. ISBN 950-782-677-7
- Gutiérrez, R [Ed.]. (2010). Patrimonio Arquitectónico Argentino (1810-2010). Tomo I y II. Buenos Aires: Secretaria de Cultura de la Nación
- Liernur, J., & Aliata, F. (2004). Diccionario de Arquitectura en la Argentina. Estilos, Obras, Biografías, Instituciones, Ciudades. . Buenos Aires: Agea.
- Medina, L.M [Ed.]. (1977). Recopilación Histórica de Concordia. Concordia: EME Ediciones.
- Municipalidad de Concordia. Digesto Histórico. (1918). Obtenido de: <https://www.concordia.gob.ar/digestohistorico/normativas/711/pdf>
- Pipolo, J. A. (2013). Concordia. La ciudad y su arquitectura. 1831-1970. Concordia: Duograf.



# Variación de la relación peso / volumen en rollizos aserrables de *Eucalyptus grandis* en función de los días desde tala y la estación del año.

Federico Larocca<sup>1</sup>

Gabriel Fink<sup>1</sup>

Mariano Michel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Administración Rural – UTN F.R. CONCORDIA –  
[federicol1968@gmail.com](mailto:federicol1968@gmail.com)

## Resumen

Se publican en este informe resultados parciales de un trabajo final denominado: “Relaciones entre unidades de peso-masa<sup>2</sup> y volumen en los rollizos de *Eucalyptus grandis*, su variación en el tiempo y las condiciones ambientales y su impacto económico en la comercialización entre productor primario y la industria”. Se informan en esta publicación los resultados obtenidos en la estación invierno y en primavera.

Se cubicaron y pesaron rollizos de eucalipto desde el momento de la tala hasta los 69 días. El primer ensayo se realizó en invierno y se repitió en primavera de 2020.

Se determinó la merma de peso de cada uno de los rollos atribuible a la pérdida de humedad con el paso del tiempo.

Se encontró que la relación peso/volumen varió de 0,9 Mg/m<sup>3</sup> apenas talado hasta algo menos de 0,7 Mg/m<sup>3</sup> al finalizar el período de mediciones, reconociendo que el ritmo de pérdida de peso, naturalmente afectada por las condiciones ambientales, varió sensiblemente entre invierno y primavera.

Se obtuvieron funciones que representan la densidad de los rollos en función de los días desde tala, con coeficientes diferentes para cada estación del año analizada y muy buenos ajustes.

Se encontraron diferencias en la velocidad de pérdida de peso entre los rollos que se pudieron justificar estadísticamente en función de su diámetro y consecuente relación superficie externa/volumen.

Se espera que los resultados puedan ser útiles para mejorar las relaciones de comercialización y para cuestiones logísticas.

Se entiende que estos resultados serán complementados y podrán interpretarse mejor cuando se incorporen los datos de verano.

**Palabras clave:** *Eucalipto, densidad, masa, oreado, tonelada*

---

<sup>2</sup>A los objetivos de esta comunicación, se utilizarán los términos “peso” y “masa” indiferentemente, ya que las unidades que se emplean son las que establece en SIMELA para “masa” (gramo y sus múltiplos) pero habitualmente en el sector forestal se mencionan como “peso”.

## Introducción

Uno de los aspectos importantes en la relación productor primario – industrial es que es que los aserraderos pagan un precio por tonelada de rollizos, no obstante la magnitud que les va a determinar la cantidad de tablas producidas es el volumen. Otro aspecto importante de esta relación peso/volumen es que el límite de transporte –y el costo del mismo– está dado por el peso, es por ello que, en los casos en que no es relevante para la industria que el rollo se procese rápidamente (como celulosa o tableros de fibra o partícula) dejar que los rollos pierdan humedad en el campo, es beneficioso para bajar costos de logística y transporte.

La relación peso/volumen del rollizo y su variación, dependen del contenido de humedad del mismo, la densidad de la madera, el diámetro del rollizo, la temperatura y la humedad del ambiente, la posición en la pila, el porcentaje de corteza, etc. La densidad de la madera depende, además del material genético, la edad, la posición del trozo en el del árbol entre otras variables.

El rollizo, una vez talado, comienza a perder humedad debido a la exposición a las condiciones ambientales, ello entonces será afectado además por el contenido de humedad pre tala, el tiempo desde la misma y las modalidades de acopio.

En primer lugar, se pierde rápidamente el agua libre<sup>3</sup> por evaporación ya que es retenida por fuerzas capilares muy débiles, hasta el momento en que se encuentra en lo que se denomina “punto de saturación de fibras” (PSF)<sup>4</sup>, en este punto las paredes celulares de la madera se encuentran saturadas pero no así sus cavidades -durante esta fase de secado, la madera no experimenta cambios dimensionales, salvo excepciones-. Con este secado la madera disminuye su peso para un mismo volumen, lo que acarrea economías en el transporte. Posterior a este punto la pérdida de humedad ocurre con mayor lentitud hasta llegar a un estado de equilibrio con la humedad relativa de la atmósfera circundante “humedad de equilibrio higroscópico” (HEH)<sup>5</sup> (Spavento, M. Sc. Keil, & Monteoliva, 2008).

---

<sup>3</sup>El agua libre es la que ocupa las cavidades celulares, dando a la madera la condición de "verde".

<sup>4</sup>(PSF) Es el agua que se encuentra en las paredes celulares.

<sup>5</sup>(HEH) Es la humedad que se encuentra en equilibrio con el ambiente que la rodea.



El productor primario puede estimar aceptablemente, mediante mediciones a campo, la cantidad de volumen que posee la forestación y en base a esto realizar la estimación de las toneladas a extraer para su comercialización. Esta conversión se realiza por un factor fijo, a veces convenido particularmente entre las partes y en otros casos se utiliza el publicado a la planilla de precios del INTA donde se considera  $0,9 \text{ Mg/m}^3$  (INTA Concordia, varias eds.).

En las mencionadas planillas de precios forestales figuran los productos primarios en la unidad en que se comercializan habitualmente que son las toneladas (Mg). Una vez procesada esta materia prima los aserraderos venden las tablas por “pie cuadrado” (que es una unidad de volumen – un pie cuadrado por una pulgada de espesor). Es así que si bien la industria del aserrado transforma volumen (de los rollos) en otro producto (tablas) que también se vende en unidades de volumen, la mayor parte de las operaciones se realizan por unidades de peso por cuestiones operativas: es relativamente fácil pesar los camiones y hay suficiente cantidad de balanzas que prestan servicios, por lo contrario medir con precisión cada rollo, sería mayor trabajo. Esto lleva a que la pérdida de peso produzca una interferencia en los cálculos de rendimiento que no siempre está siendo bien conocida.

## Materiales y Métodos

Los relevamientos a campo se realizaron en la localidad de Colonia Ayuí, departamento Concordia, Entre Ríos, ( $31^{\circ} 9' \text{ lat. S}$ ;  $58^{\circ} 1' 30'' \text{ long O}$ ). En el predio “La Lata” de Forestal Argentina S.A. Se llevaron a cabo en dos estaciones: invierno, desde el 17 de junio hasta el 25 de agosto y primavera desde el 2 de octubre al 10 de diciembre de 2020.

El lote del que se obtuvieron los árboles corresponde a una replantación de *Eucalyptus grandis* en un suelo *Hapludol fuvéntico* (localmente identificado como mestizo arenoso). Fue implantado en primavera de 2010 con una densidad inicial de 1000 árb/ha y raleado a los 2 años a 600 árb/ha, además se le realizaron dos podas hasta a los 4,5 m de altura. La edad de la tala fue de 9,7 años (para el muestreo de invierno) y 10 años (para el de primavera).

Los árboles fueron cosechados con la modalidad de extracción árbol completo (*full tree*) y trozados a medida en la cabecera del lote con cosechadores-procesadores (Figura 1). En el procesamiento los rollos quedan descortezados en más del 70%. El largo de corte fue de 3,15 m (tal como se estaba operando comercialmente) y se utilizaron las segundas trozas de cada uno de 30 árboles seleccionados al azar teniendo en cuenta las restricciones que los diámetros fueran mayores a los 21 cm y menores a los 35 cm y que no tuvieran defectos significativos. Apenas trozados fueron acomodados sobre otros rollizos más largos dispuestos perpendicularmente con el objetivo de que no tomen contacto con el suelo.

La medición de largo y diámetro en cada uno de los extremos se realizó con cinta y el pesaje con una balanza digital pendiente de un aparejo a cadena montado en un trípode (Figura 2).

Las mediciones se realizaron: - inmediatamente después de la tala; a las 24 h, a los 3, 5, 10, 15, 20, 30, 48 y 69 días desde la tala. Es importante destacar en este punto que se puso especial énfasis en que la primera medición sea lo más inmediata posible al apeo del árbol.



Fig. 1. Procesadores trozando a 3,15 m de largo en la cabecera del lote.



Fig. 2. Pesaje con balanza digital y aparejo pendiente de un trípode.

Además de las determinaciones a campo, se llevaron sub-muestras a laboratorio para determinar contenido de humedad inicial y densidad básica de la madera siguiendo el procedimiento de la norma TAPPI 258<sup>6</sup>.

## Resultados y Discusión

La densidad inicial (verde) media fue de 0,902 Mg/m<sup>3</sup> en la muestra de invierno y 0,905 Mg/m<sup>3</sup> en la de primavera, con parámetros estadísticos que indican alta homogeneidad (tablas 1 y 2). Las densidades básicas fueron de 0,460 Mg/m<sup>3</sup> (invierno) y 0,443 Mg/m<sup>3</sup> (primavera). Los valores son esperables, siendo los árboles relativamente jóvenes, considerando que en los 30 individuos muestreados en cada estación para las mediciones a campo se tomaron las muestras de la misma posición dentro del árbol (la segunda troza de abajo hacia arriba) y que para las muestras de laboratorio (densidad básica) se procesaron sub muestras en rodajas de sólo 10 de los 30 individuos de cada estación.

Rembado y Sanchez Acosta (1988) habían encontrado valores medios de 0,842 y 0,885 Mg/m<sup>3</sup> para las estaciones otoño y primavera, pero trabajando con rollos de menores dimensiones, de mayor edad, con corteza y seguramente materiales genéticos diferentes.

*Tabla 9. Resultados y estadística descriptiva de Relación Peso Volumen desde la tala hasta los 69 días, en invierno.*

Parámetro	Días desde la Tala									
	0	1	3	5	10	15	20	30	48	69
Media (Mg/m <sup>3</sup> )	0,902	0,896	0,888	0,875	0,859	0,846	0,818	0,787	0,748	0,703
Mediana (Mg/m <sup>3</sup> )	0,916	0,908	0,898	0,883	0,860	0,847	0,823	0,798	0,762	0,717
Desviación estándar	0,084	0,084	0,083	0,083	0,083	0,083	0,083	0,082	0,080	0,078
Varianza de la muestra	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,006	0,006
Mínimo (Mg/m <sup>3</sup> )	0,764	0,752	0,745	0,731	0,709	0,691	0,663	0,635	0,606	0,570
Máximo (Mg/m <sup>3</sup> )	1,056	1,048	1,042	1,028	1,013	1,003	0,977	0,947	0,908	0,864
Coefficiente de variación (%)	9,27	9,33	9,35	9,50	9,71	9,84	10,10	10,42	10,75	11,10

<sup>6</sup> Basic density and moisture content of pulpwood -Estados Unidos Patente n° 060809.05, 2006.



Tabla 10. Resultados y estadística descriptiva de Relación Peso Volumen desde la tala hasta los 69 días, en primavera.

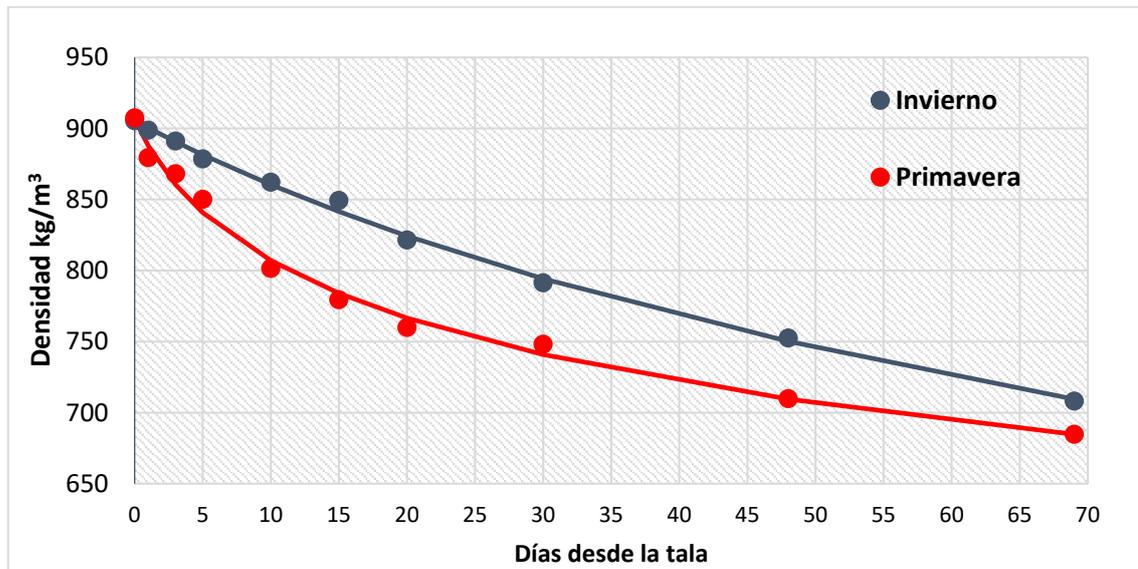
Parámetro	Días desde la Tala									
	0	1	3	5	10	15	20	30	48	69
Media (Mg/m <sup>3</sup> )	0,905	0,876	0,865	0,847	0,798	0,775	0,755	0,744	0,705	0,680
Mediana (Mg/m <sup>3</sup> )	0,908	0,879	0,867	0,846	0,796	0,775	0,757	0,744	0,707	0,681
Desviación estándar	0,070	0,069	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,063	0,061	0,060
Varianza de la muestra	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Mínimo (Mg/m <sup>3</sup> )	0,769	0,740	0,726	0,712	0,670	0,652	0,635	0,622	0,577	0,550
Máximo (Mg/m <sup>3</sup> )	1,03	1,00	0,99	0,97	0,92	0,89	0,87	0,86	0,82	0,79
Coefficiente de variación (%)	7,69	7,85	7,97	8,07	8,33	8,38	8,45	8,52	8,66	8,82

Con el transcurso de los días desde la tala, se fue perdiendo humedad, con ello peso y por tanto mermando la densidad que llegó a los 69 días a 0,703 Mg/m<sup>3</sup> (invierno) y 0,680 Mg/m<sup>3</sup> (primavera), las pendientes de las curvas de pérdida de peso de invierno y primavera, fueron diferentes, sobre todo en los primeros días (Figura 3).

Tal como se menciona en trabajos similares para esta y otras especies y regiones, son los primeros días en los que se pierde mayor cantidad de agua y por lo tanto hay mayor merma en la relación peso/volumen. En las primeras 24 h se perdió el 0,7% del peso en invierno y poco más del 3 % en primavera, a los 5 días se había perdido el 3% en invierno y más del 6% en primavera.

A los casi 70 días desde la tala, aún seguía mermando el peso y se espera continúe ya que la temperatura continuaría aumentando en los meses siguientes en ambos casos. Sin embargo, se nota claramente que la pendiente de primavera ya es menor que la de invierno lo que indicaría que va tendiendo a equilibrarse para esas condiciones ambientales.

Fig. 1. Evolución de la relación peso - volumen rollos de *E. grandis* en función de los días desde tala, en invierno y primavera en Concordia - E.R.



Los resultados obtenidos, presentan un buen ajuste a las siguientes funciones, que podrían ser utilizadas para estimar el peso y la densidad en diferentes períodos desde tala rasa en condiciones ambientales similares. Las ocurridas en estos períodos –que se detallan en anexo al final- fueron relativamente normales para la localidad.

Invierno:

$$y = -181,5 \cdot \ln(x + 35,5) + 1553,3 \quad (R^2: 0,9975)$$

Primavera:

$$y = -72,5 \cdot \ln(x + 3,4) + 995,17 \quad (R^2: 0,993)$$

Donde:

$y$  = relación peso/ volumen (Kg/m<sup>3</sup>).

$x$  = día desde la tala.

A su vez resulta interesante analizar cómo se comportaron los rollos en función de su diámetro, aún dentro de un rango relativamente acotado – diámetro mínimo 21,71 cm y diámetro máximo 33,74 cm- se encontraron diferentes pendientes de secado. Para analizarlo se agruparon los 30 rollos de cada estación, en tres grupos de 10 en función de su tamaño (mayores, medios y menores) y se compararon los dos grupos extremos (Tabla 3 – Figuras 4 y 5).

Tabla 11. Relación peso/volumen en función de los días desde la tala y el diámetro de los rollos

Estación	Grupos de tamaño	Días desde la tala									
		0	1	3	5	10	15	20	30	48	69
INVIERNO	Mayor a 28 cm	0,93	0,93	0,92	0,91	0,89	0,88	0,86	0,83	0,79	0,75
	Menor a 26 cm	0,89	0,88	0,88	0,86	0,85	0,84	0,81	0,77	0,73	0,68
PRIMAVERA	Mayor a 28 cm	0,9	0,88	0,87	0,85	0,8	0,78	0,77	0,75	0,72	0,69
	Menor a 26 cm	0,89	0,86	0,84	0,83	0,77	0,75	0,73	0,72	0,68	0,65

Fig. 2. Influencia del diámetro de los rollos en la pérdida de peso en función de los días desde tala en ensayo de invierno

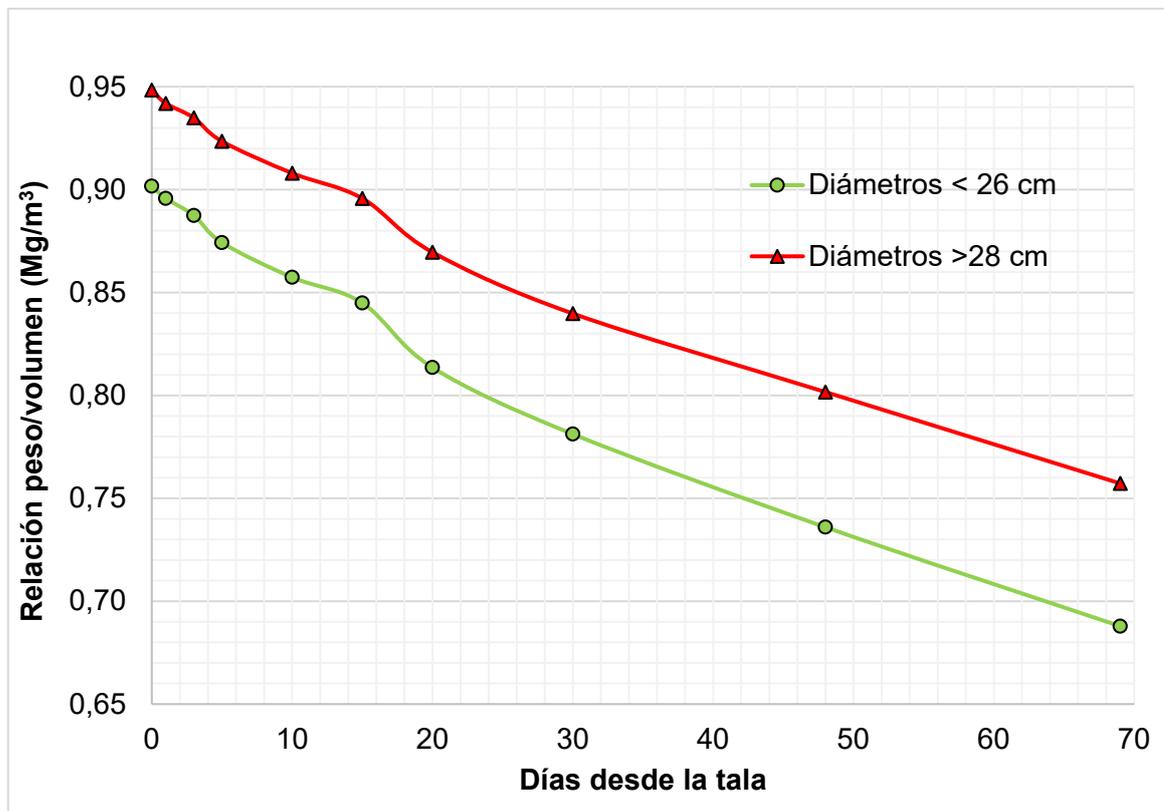
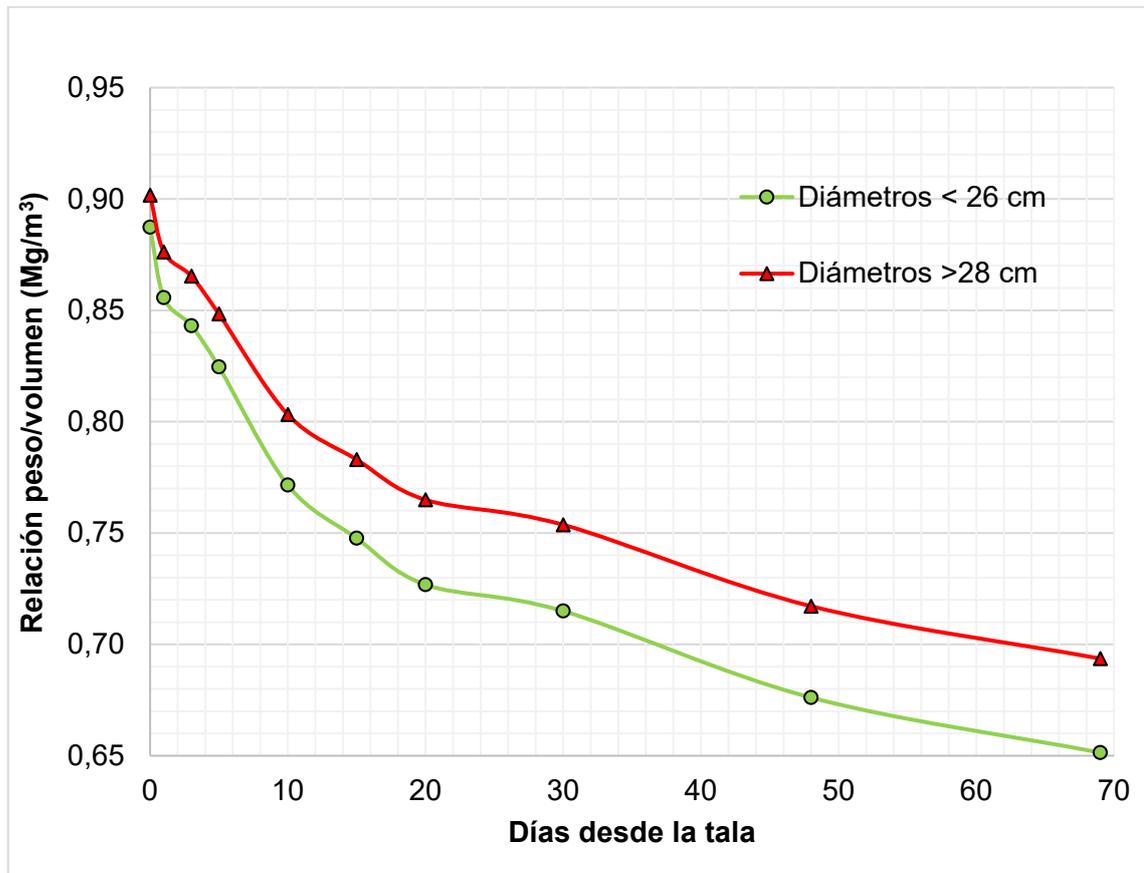


Fig. 3. Influencia del diámetro de los rollos en la pérdida de peso en función de los días desde tala en ensayo de primavera



Cuando se analizan las mermas de densidad en el transcurso de los 69 días de invierno, se perdió un 20 % en los rollos más gruesos y un 24% en los más finos, mientras que en primavera un 23 % y 27 % respectivamente. La alta homogeneidad de los datos hace significativa al análisis estadístico estas diferencias en el oreado e indica que, si aún en este rango relativamente reducido de diámetros esas diferencias son significativas, debería indagarse este aspecto ampliando el espectro de diámetros analizado y probablemente se encuentren también curvas de pérdida de peso diferentes.

Es esperable que estas disminuciones en la relación peso/volumen serán más acentuadas en verano, es por ello que resultará interesante poder comparar el mismo ensayo en esa estación.

Los resultados aquí publicados son parte de un trabajo más completo que aborda, además de otros aspectos físicos, también los aspectos económicos y fueron publicados en el Trabajo Final para el título de Licenciatura en Adm. Rural de UTN Concordia de dos de los coautores de esta publicación en el corriente año 2021.



## Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de las empresas Forestal Argentina y Las Coníferas, los laboratorios de Hormigón de UTN Concordia y de tecnología de madera de INTA Concordia, y naturalmente de la buena predisposición de las personas que en ellos trabajan.

## Bibliografía

Bedane, A.H.; Muhammad, T.A.; Sokhansanj, S. (2011). Simulation of temperature and moisture changes during storage of woody biomass owing to weather variability. *Biomass and Bioenergy* 35(7): 3147-3151

Denoni, Camila. (2015). Variação da massa da madeira colhida dispersa no campo em função dos dias após a colheita. Trabajo para obtención del grado de especialista en el curso de pos grado en Gestión forestal. Universidade Federal do Paraná – BR. En línea en: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/42833/R%20-%20E%20-%20CAMILA%20DENONI.pdf?sequence=1>

INTA CONCORDIA. (vs eds.). Planilla de precios forestales de la región NE de Entre Ríos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. En línea en: <https://inta.gob.ar/documentos/planilla-de-precios-forestales-de-la-region-ne-de-entre-rios>

Rembado G y Sanchez Acosta M. (1988). Peso y volumen de madera rolliza corta de *E. grandis*. III Jornadas Forestales de Entre Ríos.

Schönau A.P.G. & R. Verloren van Themaat (1978) Preliminary results of investigations into the air-drying of debarked logs of four eucalyptus species in the natal Midlands, South African Forestry Journal, 107:1, 15-21, DOI: 10.1080/20702620.1978.10433501

Spavento, E., M. Sc. Keil, G. D., & Monteoliva, S. (2008). Propiedades Físicas De La Madera. Curso de xilotecnología departamento de ingeniería agrícola y forestal, Fac. de Cs. agrarias y Forestales UNLP. [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1689/mod\\_resource/content/0/Propiedades\\_Fisicas\\_2008.pdf](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1689/mod_resource/content/0/Propiedades_Fisicas_2008.pdf)



## Anexo

Tabla 12. Registro de datos meteorológicos para los días de medición, en invierno y primavera

Fecha	Día post tala	Promedio Temperatura del aire (°C)	Promedio Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)
17/6/2020	0	21,04	86,74	0,4
18/6/2020	1	15,12	96,47	18,6
19/6/2020	2	13,68	98,28	0,4
20/6/2020	3	17,43	99,19	0,2
21/6/2020	4	19,51	94,78	0,2
22/6/2020	5	15,04	99,75	7,6
23/6/2020	6	20,54	99,92	0
24/6/2020	7	16,39	100	1,4
25/6/2020	8	12,92	100	2,6
26/6/2020	9	7,08	87,14	0,2
27/6/2020	10	8,39	81,88	0,2
28/6/2020	11	9,06	84,5	0,2
29/6/2020	12	11,12	98,24	5,6
30/6/2020	13	11,57	96,98	1,2
1/7/2020	14	8,61	93,22	0,2
2/7/2020	15	5,41	91,82	0,4
3/7/2020	16	8,68	84,18	0,2
4/7/2020	17	11,35	89,15	0
5/7/2020	18	11,76	93,34	0
6/7/2020	19	7,97	100	1
7/7/2020	20	8,28	93,1	0
8/7/2020	21	8,57	90,48	10,2
9/7/2020	22	8,05	86,62	0,2
10/7/2020	23	11,55	92,11	0
11/7/2020	24	10,44	86,66	0,2
12/7/2020	25	10,14	83,69	0
13/7/2020	26	7,54	79,17	0,2
14/7/2020	27	4,74	78,97	0,2
15/7/2020	28	8,08	69,6	0,2
16/7/2020	29	11,37	77,76	0,2
17/7/2020	30	10,61	100	0,2
18/7/2020	31	20,99	79,28	0
19/7/2020	32	20,96	80,78	0
20/7/2020	33	20,43	86,17	0
21/7/2020	34	20,32	92,75	0
22/7/2020	35	16,51	100	0,2
23/7/2020	36	12,82	100	0,6
24/7/2020	37	7,21	100	5,6
25/7/2020	38	8,36	81,16	0
26/7/2020	39	10,11	81,85	0,2
27/7/2020	40	10,75	86,42	0,2
28/7/2020	41	6,74	63,81	0
29/7/2020	42	5,01	82,15	0,2
30/7/2020	43	8,04	77,54	0,2
31/7/2020	44	12,29	89,54	0
1/8/2020	45	16,39	91,24	0,2
2/8/2020	46	20,17	87,86	0
3/8/2020	47	20,09	74,47	0
4/8/2020	48	18,66	81,89	0
5/8/2020	49	20,38	76,31	0
6/8/2020	50	19,69	70,57	0



7/8/2020	51	16,6	88,43	0
8/8/2020	52	19,6	87,96	2,6
9/8/2020	53	20,72	75,28	0
10/8/2020	54	19,57	59,23	0
11/8/2020	55	9,44	48,61	0
12/8/2020	56	7,64	68,1	0
13/8/2020	57	9,93	74,73	0
14/8/2020	58	12,31	98,95	0,4
15/8/2020	59	11,5	73,98	0
16/8/2020	60	9,09	71,91	0
17/8/2020	61	10,6	79,78	0,2
18/8/2020	62	12,6	67,07	0,2
19/8/2020	63	9,72	54,84	0
20/8/2020	64	5,66	66,83	0
21/8/2020	65	6,88	64,57	0
22/8/2020	66	9,47	68,5	0
23/8/2020	67	14,16	61,34	0
24/8/2020	68	18,14	64,98	0
25/8/2020	69	21,41	66,83	0
2/10/2020	0	17,85	42,33	0
3/10/2020	1	11,21	71,73	8,6
4/10/2020	2	12,22	98,35	1,6
5/10/2020	3	13,67	90,56	0
6/10/2020	4	14,44	78,14	0
7/10/2020	5	18,05	75,52	0
8/10/2020	6	19,28	68,66	0
9/10/2020	7	19,43	62,72	0
10/10/2020	8	16,57	60,54	0
11/10/2020	9	18,7	51,48	0
12/10/2020	10	16,63	68,07	0
13/10/2020	11	17,5	68,37	0
14/10/2020	12	19,41	67,5	0
15/10/2020	13	21,56	60,93	0
16/10/2020	14	19,36	79,02	0
17/10/2020	15	23,89	71,29	0
18/10/2020	16	26,4	69,58	0
19/10/2020	17	27,57	56,79	0
20/10/2020	18	19,71	79,15	0
21/10/2020	19	19,5	76,23	0
22/10/2020	20	23,95	74,67	0
23/10/2020	21	20,55	99,72	0
24/10/2020	22	23,11	86,88	0
25/10/2020	23	21,71	99,48	0,2
26/10/2020	24	19,7	82,43	0
27/10/2020	25	16,07	63,78	0
28/10/2020	26	18,47	69,83	0
29/10/2020	27	16,29	63,19	0
30/10/2020	28	15,09	61,76	0
31/10/2020	29	18,14	57,24	0
1/11/2020	30	18,68	54,72	0
2/11/2020	31	20,12	50,1	0
3/11/2020	32	20,29	59,63	0
4/11/2020	33	19,31	54,85	0
5/11/2020	34	19,82	51,47	0
6/11/2020	35	21,47	58,94	0
7/11/2020	36	22,3	66,66	0
8/11/2020	37	18,62	82,9	0
9/11/2020	38	20	87,17	0



10/11/2020	39	20,83	78,74	0
11/11/2020	40	21,1	73,23	0
12/11/2020	41	21,73	65,41	0
13/11/2020	42	22,95	62,5	0
14/11/2020	43	19,45	91,16	0
15/11/2020	44	22,75	67,59	0
16/11/2020	45	21,81	47,26	0
17/11/2020	46	22,17	33,93	0
18/11/2020	47	21,86	56,33	0
19/11/2020	48	20,82	70,07	0
20/11/2020	49	21,33	59,52	0
21/11/2020	50	22,46	52,82	0
22/11/2020	51	23,58	48,5	0
23/11/2020	52	24,11	46,72	0
24/11/2020	53	31,81	32,29	0
25/11/2020	54	23,26	77,61	0
26/11/2020	55	23,74	71,04	0
27/11/2020	56	25,59	56,31	0
28/11/2020	57	21,98	87,13	0
29/11/2020	58	21,87	81,8	0
30/11/2020	59	22,56	61,46	0
1/12/2020	60	24,31	66,89	0
2/12/2020	61	21,59	91,9	0
3/12/2020	62	22,25	79,88	101,8
4/12/2020	63	20,82	61,9	0
5/12/2020	64	16,99	51,86	1,8
6/12/2020	65	19,1	60,31	0
7/12/2020	66	20,73	61,98	0
8/12/2020	67	22,39	69,99	39,6
9/12/2020	68	24	69	0
10/12/2020	69	26,28	59,01	0



# Evaluación de restos de cosecha forestal potencialmente utilizables para generación de energía en el Noreste de Entre Ríos.

Federico Larocca<sup>1</sup>

Gabriel Fink<sup>1</sup>

Natalia Tesón<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Administración Rural – UTN F.R. CONCORDIA –  
[federicol1968@gmail.com](mailto:federicol1968@gmail.com)

**Palabras clave:** *Eucalipto, biomasa, restos de cosecha, residuos forestales*

## Introducción

El Proyecto de Investigación y Desarrollo previsto originalmente para los años 2019 y 2020 y extendido hasta el año 2021 se lleva adelante en cooperación con la empresa Forestal Argentina S.A. Se presentan en esta publicación las generalidades del proyecto y algunos avances logrados hasta la fecha. Parte de los resultados de este proyecto fueron utilizados para el Trabajo Final para acceder al título de Lic. en Administración Rural de UTN Concordia de Wilson Bon y José Pietrantuono (2019), allí se pueden encontrar mayores detalles sobre los muestreos de campo y otros aspectos de la etapa inicial del proyecto.

La producción de energía a partir de biomasa se ha presentado en las últimas décadas como una de las alternativas para contribuir a resolver de manera sustentable la problemática energética. Existen propuestas para aprovechamiento de residuos forestales, inclusive algunas iniciativas industriales ya avanzadas en otras áreas geográficas. Sin embargo, en el noreste de Entre Ríos y sureste de Corrientes, sólo se cuenta con aproximaciones de modelos relativamente abstractas con escasos relevamientos de campo respecto a la cantidad de residuos potencialmente aprovechables que quedan después de la cosecha forestal. No obstante la ausencia de datos concretos, se reconoce una apreciable cantidad de restos post-cosecha que potencialmente serían aprovechables, tanto en raleos como en tala rasa. En la zona de estudio se han realizado sólo unos pocos relevamientos puntuales y no se han estudiado



las relaciones de la cantidad, tipo y distribución espacial de los restos con las características de la forestación, el manejo de la misma y el tipo de cosecha. Este proyecto propone realizar relevamientos que permitan cuantificar diferentes categorías (fustes, ramas, hojas, corteza) de restos de cosecha y su distribución en el terreno (dispersos, en escollera, en playa de acopio, etc.) en función de las variables antes mencionadas, estimando además los costos de aprovechamiento de los restos en función de cada situación.

Tiene como objetivos:

- Estimar la disponibilidad zonal de restos de cosecha potencialmente aprovechables.
- Estudiar las relaciones entre tipo de forestación, el sistema de cosecha (corte a medida, fuste entero o árbol entero) y la cantidad y distribución de los restos aprovechables.
- Cuantificar las proporciones de distintos tipos de restos aprovechables (fustes mayores, fustes de menor diámetro, ramas, hojas, corteza, etc.) en función de las características del lote forestal y el sistema de aprovechamiento
- Estimar el impacto en extracción de nutrientes en función de la cantidad y tipos de restos a extraer.
- Estimar los costos de recolección en función de los diferentes sistemas de aprovechamiento.

Como primera etapa se tipifican diferentes formas de aprovechamiento actuales en la zona en estudio en función de: características de la forestación y sistema de cosecha (manual o mecanizado, corte a medida adentro del lote, extracción de fuste entero, extracción de árbol entero, productos de destino, etc.).

Se estima la superficie que está siendo anualmente cosechada por cada sistema, identificando los principales sistemas en función de la superficie cosechada para trabajar sobre ellos. En los sistemas seleccionados se realiza la cuantificación de los residuos por unidad de superficie.

Se clasifican los residuos potencialmente aprovechables en: rollos de más de 5 cm de diámetro, ramas de 2,5 a 5 cm de diámetro, ramas de 1 a 2,5 cm de diámetro, ramas de menos de 1 cm de diámetro, hojas, corteza y frutos. Se registra la distribución de los restos en función del sistema de cosecha y posteriormente se analiza su impacto en el costo de su cosecha.

A partir de la cuantificación de residuos en los diferentes sistemas y las hectáreas que están siendo cosechadas por cada uno, se podrá estimar la cantidad total disponible.

Se estiman los costos que demandaría su aprovechamiento (recolección, extracción y transporte).

Se estima el “costo en nutrientes”, es decir los nutrientes que se retirarían del predio al cosecharlos.

## Materiales y Métodos

Se lleva a cabo mediante muestreos en 14 parcelas con sistema de cosecha semi-mecanizado en plantaciones de *Eucalyptus grandis* en el departamento Concordia (E.R) en una forestación de 9,5 años de edad ubicada en el paraje Pampa Soler (10 km al norte de Concordia) y en otra de 13 años en Yuquerí (20 km al oeste de Concordia) ambas implantadas en suelos Haplumbreptes fluvénticos, localmente conocidos como “mestizo arenoso”. La primera de ellas con un distanciamiento de plantación de 2,9 m x 2,9 m y la segunda de 4 m x 2,5 m. De este modo resultan parcelas de cosecha de restos que varían entre 25 y 40 m<sup>2</sup>. En los dos casos los residuos quedan acomodados en escolleras. Las parcelas son rectangulares, ubicadas perpendicularmente al sentido de extracción de la madera y representan la proporción de superficie de las distintas situaciones de restos (escolleras, vías de saca y entrelíneas sin escolleras) de allí surgen las diferencias en las superficie de las parcelas.

Se cosechan y se clasifican los tipos de restos y se determina el peso a campo de cada uno, se extraen sub muestras que se secan en laboratorio a 70°C hasta peso constante para determinar el contenido de humedad de cada uno. Con este se referencia el peso “verde” o “de campo” a peso “seco” para poder tener una medida estable y comparable.



Dado que no se cosechan actualmente estos restos en la zona, no existe un sistema definido para hacerlo, por lo que se consultan contratistas forestales para definir un esquema posible de aprovechamiento, a partir del mismo, se estiman los costos que demandaría.

Se estima también los costos de nutrientes que significaría la extracción de estos restos, a partir de los datos bibliográficos de contenido de nutrientes en cada compartimento (tipo de resto).

## Resultados y Discusión

Los primeros resultados para este tipo de forestación y cosecha, muy común en el noreste de Entre Ríos arrojaron un promedio de 42 Mg/ha de total de restos secos (tabla 1). De este total poco menos del 40 % fue ocupado por frutos, hojas, corteza y ramas de menos de 1 cm de diámetro, que, según los antecedentes (Goya *et al.*, 1997) son los que mayor cantidad de nutrientes extraerían del sitio y a su vez, podrían ser los más dificultosos de recolectar. El contenido de humedad varió 10 % y 30% dependiendo de los días desde cosecha y del tipo de residuo.

Tabla 13. Restos de cosecha según tipo. Peso seco en kg/ha (70°C hasta peso constante).

Parcela	Frutos	Hojas	Ramas < 1 cm	Ramas 1-2,5 cm	Ramas 2,5-5 cm	Ramas 5-8 cm	Ramas >8 cm	Corteza del fuste	Total Seco kg/ha
1	782	2.717	7.715	1.673	2.882	2.854	12.683	7.015	38.319
2	404	1.405	3.990	4.261	4.049	3.056	0	5.990	23.156
3	1.279	3.623	9.702	5.181	3.906	1.777	0	5.774	31.243
4	1.021	3.549	10.079	9.317	13.073	7.838	10.052	5.854	60.783
5	805	2.798	7.945	10.880	14.857	2.930	0	6.054	46.268
6	608	2.115	6.006	7.776	3.684	3.184	517	10.599	34.488
7	638	2.219	6.301	7.990	4.411	1.252	0	6.829	29.641
8	222	1.514	5.588	5.159	1.431	10.647	2.404	3.178	30.143
9	1.118	3.967	10.565	6.696	11.424	4.982	3.893	2.123	44.767
10	1.136	3.950	11.218	6.909	13.090	11.819	6.435	1.163	55.721
11	1.235	4.294	12.195	9.539	14.179	10.981	7.146	1.001	60.570
12	860	2.988	8.486	7.069	9.907	4.668	6.907	1.266	42.152
13	1.264	4.392	12.473	9.717	12.631	7.596	11.773	2.105	61.951
14	580	2.014	5.721	4.407	7.431	5.014	788	2.461	28.415



Estos resultados, son relativamente consistentes con los pocos antecedentes de relevamientos de campo (Briones, 2009), así como también con lo esperable en función de los modelos de producción de árboles completos. No obstante ello la gran variabilidad de los resultados y la laboriosidad del muestreo a campo hacen que sea necesario un gran esfuerzo para obtener resultados precisos y confiables mediante el sistema de muestreo planteado.

A su vez, las primeras estimaciones de costos de aprovechamiento de estos restos se realizaron en 2019 rondando los 500 \$/Mg y se actualizaron en 2021 resultando 993 \$/Mg (Tabla 2).

*Tabla 14. Composición del costo de aprovechamiento de residuos forestales (en\$/Mg).*

Concepto	Costo (\$/Mg)
Amortización	\$110,34
Mano de obra	\$ 258,50
Combustible	\$ 537,90
Reparación y mantenimiento	\$ 86,39
Costo total	\$ 993,13

Del total del costo, el combustible es el componente de mayor impacto con el 54%, seguido de la mano de obra con el 26%, luego la amortización con el 11% y por último la reparación y mantenimiento de maquinaria con 9%.

Estas estimaciones hechas para el sistema de cosecha que deja los residuos en escolleras dentro del lote resultaron alrededor del 60% mayor a la cosecha de los rollizos para aserrado, debido a la mayor complicación y menor rendimiento.

En el sistema de cosecha de “árbol entero”, los restos quedan en la cabecera al borde del camino, lo que ahorra algunos costos del aprovechamiento, pero una proporción importante queda aún distribuida en el lote. La forma y disposición de estos restos en grandes escolleras o pilas al costado del camino hace muy dificultosas las prácticas necesarias aprovecharlos, se estimó un modelo potencial para su cosecha resultando un costo por unidad de masa de entre 60 y 70% del valor del sistema anteriormente descrito, pero con dudas sustanciales sobre la capacidad de ponerlo en práctica. En ambos casos son costos excesivamente altos por lo que resulta económicamente inviable en las condiciones actuales de relación de costos y precios. Resta evaluar



alternativas como el chipeado, también de alto costo pero con mayor versatilidad en el transporte y además computar mermas en los costos como las producidas al evitar las quemadas posteriores para replantar.

En lo que hace a las extracciones de nutrientes, en la Tabla 3 se puede ver la estimación resultante de la simulación de cosechar todos los restos que quedan en el campo en el sistema de corte a medida y restos en escolleras.

*Tabla 15. Cantidad de nutrientes contenidos en los restos de la cosecha forestal (en kg/ha).*

Nutriente	Frutos	Hojas	Ramas < 1 cm	Ramas 1 a 5 cm	Ramas > 5 cm	Corteza del fuste	Total Seco kg/ha
N	4,0	44,1	28,8	16,7	6,1	13,1	113
P	0,4	2,9	3,0	1,9	0,3	3,3	12
K	6,4	21,6	24,8	20,2	3,3	20,7	97
Ca	6,7	34,9	75,1	15,9	7,6	130,1	270
Mg	2,0	7,9	12,9	8,8	0,7	8,9	41
Mn	0,7	5,0	5,7	2,1	0,3	3,9	18
Fe	0,1	0,5	1,0	1,7	0,8	0,0	4
Al	0,1	0,3	1,0	0,3	0,1	0,1	2

De los casi 560 kg/ha de mineralomasa contenida en los restos y que se extraería del sitio al cosecharlos, cerca de la mitad corresponde al Calcio, alrededor de un 20 % a Nitrógeno, 18% a Potasio y le siguen Magnesio, Fósforo, Hierro y Aluminio en orden de cantidad.

Si separamos en dos clases de restos: por un lado los de menor tamaño (hojas, frutos, corteza y ramas menores a 1 cm) y por otro lado todos los fustes y ramas mayores a 1 cm de diámetro, se puede observar que si se cosechan sólo los restos de la segunda categoría se aprovecha el 60% de los residuos totales pero extrayendo sólo el 16% de los nutrientes. Este análisis resulta interesante al momento de valorar el impacto sobre el capital de nutrientes, marcando que sería sumamente conveniente cosechar sólo los restos mayores si resultara operativamente factible, ya que el 84 % de nutrientes está concentrado en el 40% de los restos menores (hojas, frutos, corteza y ramas <1cm).

## Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de la empresa Forestal Argentina.

## Bibliografía

Briones, M. V. (2009). Tesis "Adaptación de una metodología para la cuantificación de residuos de la cosecha en plantaciones de *Eucalyptus grandis* en la región del NEA". (U. N. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Ed.) La Plata.

Goya, J. F., Frangi, J. L., Dalla Tea, F., Marcó, M. A., & Larocca, F. (1997). III. Biomasa, productividad y contenidos de nutrientes en plantaciones de *Eucalyptus grandis* en el NE de la provincia de Entre Ríos. XII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia: A.I.A.N.E.R-INTA Concordia-ISSN 1667-9253.



# Uso del suelo en la microcuenca de la Cañada del Águila y su relación con la eutrofización

Federico Larocca<sup>1</sup>

Cristián Ayrala<sup>1</sup>

Natalia Tesón<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Administración Rural. UTN FR CONCORDIA  
[federicol1968@gmail.com](mailto:federicol1968@gmail.com)

**Resumen:** La eutrofización es un proceso de enriquecimiento de nutrientes, principalmente de fósforo y nitrógeno, de las aguas. Actualmente este problema ambiental se encuentra agravado por las actividades antrópicas y el crecimiento poblacional que provocan el deterioro de la calidad de las aguas superficiales receptoras de fertilizantes y efluentes (Crettaz Minaglia et al., 2013).

El fósforo que se encuentra en las aguas superficiales tiene dos tipos de origen: fuentes puntuales y fuentes no puntuales o difusas. Una fuente puntual es una identificable, por ejemplo un sistema municipal de aguas residuales, un lote de alimentación, etc. Las fuentes no puntuales representan puntos dispersos, los cuales suelen variar según la temporada o la temperatura. Algunos ejemplos de fuentes no puntuales incluyen la erosión de tierras cultivadas, las aguas de escorrentía procedentes de tierras agrícolas y las actividades de animales que pastan cerca de los lagos y arroyos.

El uso de prácticas conservacionistas, como por ej. la labranza mínima, la siembra directa, el uso de terrazas y el cultivo en franjas contribuyen a reducir las fuentes de contaminación difusas de las aguas, originadas por las actividades agrícolas. Los modelos son también herramientas útiles para investigar los efectos de cada práctica a nivel de cuenca hidrológica.

La Localidad de Colonia Ayuí, que hasta hace unos años volcaba sus efluentes cloacales en una cañada afluente del lago denominada "cañada del águila", hoy los reutiliza -posteriormente a su tratamiento- para el riego de una plantación forestal. Esta reutilización disminuye notoriamente el aporte de fósforo y nitrógeno a las aguas del lago al eliminar la descarga puntual. Sin embargo, los aportes históricos más otros que continúan existiendo mantienen altos niveles de nutrientes y continúa la eutrofización. Por ello se considera necesario cuantificar y caracterizar las demás fuentes, incluidas las difusas para conocer su contribución a la contaminación de las aguas superficiales.

Este proyecto busca cuantificar y caracterizar las actividades que se desarrollan en la cuenca para identificar las potenciales fuentes de contaminación apuntando, con este conocimiento a sugerir medidas para mermarla.

**Palabras Clave:** eutrofización, contaminación difusa, fósforo, nitrógeno



## Introducción

En los últimos años el embalse de Salto Grande ha presentado frecuentes floraciones de cianobacterias. Minaglia Crettaz et al. (2013) evaluaron el estado del embalse aplicando diferentes índices de estado trófico concluyendo que su estado es eutrófico o hipereutrófico.

En los cauces de cañadas y arroyos donde el agua no tiene una gran dinámica de renovación y adquiere mayor temperatura, las floraciones son más frecuentes e intensas, ocasionando restricciones en el uso y problemas sanitarios.

La Comisión Técnica Mixta de Salto Grande lleva adelante monitoreos periódicos en los que los niveles de nutrientes (fundamentalmente el de fósforo) sobrepasan ampliamente los considerados como límites para la eutrofización.

La Localidad de Colonia Ayuí volcaba los efluentes cloacales tratados mediante lagunas de estabilización en la Cañada del Águila, donde los problemas son más agudos debido a la lenta renovación del agua. Desde hace dos años los efluentes son reutilizados (PID 4094) para regar una plantación de *Eucalyptus*. Ello ha reducido notoriamente el aporte de N y P (Tesón et al, 2017; Larocca et al, 2018). Sin embargo resta aún cuantificar y caracterizar las demás fuentes de este tipo de contaminación, como así también la dinámica de los nutrientes que están actualmente siendo utilizados para el riego.

Los objetivos del presente proyecto son evaluar las actividades que contribuyen mediante el aporte de nutrientes a la eutrofización del embalse de Salto Grande en la microcuenca de la cañada del Águila, generar información (sobre las modalidades de producción) que permita hacer recomendaciones sobre las mejores prácticas de producción en función de mermar la eutrofización, continuar con la evaluación de los efectos sobre el suelo y el agua subterránea del riego con aguas residuales, dar continuidad a la difusión del sistema de riego que es una experiencia piloto en la región y se espera sea replicado por otras comunidades y difundir a la comunidad la importancia del manejo de las aguas residuales y la contaminación en la localidad de Colonia Ayuí.

En el presente trabajo se presentan los avances del proyecto.

## Materiales y métodos

La microcuenca cuenca de la Cañada del Águila fue delimitada utilizando un modelo digital de elevaciones del Satélite Alos Palsar de 12,5 m de resolución espacial, procesado en QGIS mediante el complemento Grass Gis. Posteriormente se realizó un ajuste con hojas topográficas del IGM y relevamiento “en terreno” de puntos críticos. Respecto a la automatización de la determinación del límite se debieron realizar algunos ajustes en función del relevamiento “in situ” particularmente en la región sudoeste, donde se encuentra una región de frondosa vegetación y de gran altura, dando erros de altitud en el MDE por canopia vegetal.

El relevamiento de usos del suelo se realizó mediante imágenes satelitales, recorridas a campo y consultas a referentes. Clasificándose los mismos en los distintos usos.

Actualmente se está realizando el relevamiento de modalidades de prácticas agrícolas y otras actividades (formas de producción, uso de fertilizantes y otros insumos, restos orgánicos de la producción de animales, potenciales contaminantes, etc.).

Con la información relevada se aplicarán modelos para evaluar el movimiento del nitrógeno en el suelo y para predecir el impacto de las prácticas que se realizan en la cuenca sobre la calidad del agua.

## Resultados preliminares

La superficie total calculada de la microcuenca de la cañada del Águila fue de 2850,25 ha.

En cuanto a los usos del suelo se determinaron 9 tipos, que pueden observarse en la Figura 1: producción forestal, producción cítrica, producción de nuez pecan, producción de plantas en vivero, campo natural, producción de arándanos, uso urbano, uso residencial/turístico y uso industrial. Los cuales fueron digitalizados en capas vectoriales, junto a otros objetos espaciales de referencia, para su posterior procesamiento y carga de datos en sus respectivas tablas de atributos, con la utilización del software QGIS.

El uso del suelo que mayor superficie abarca es la producción forestal alcanzando el 36% del total, en orden decreciente se encuentran: la producción cítrica, 12%; el campo natural, 2,5%; la producción de arándanos, 1,7%; el uso urbano, 1,2%; el uso residencial/turístico, 0,6%; la producción de nuez peca, 0,5%; el uso industrial, 0,2%; y la producción de plantas en vivero, 0,1%.

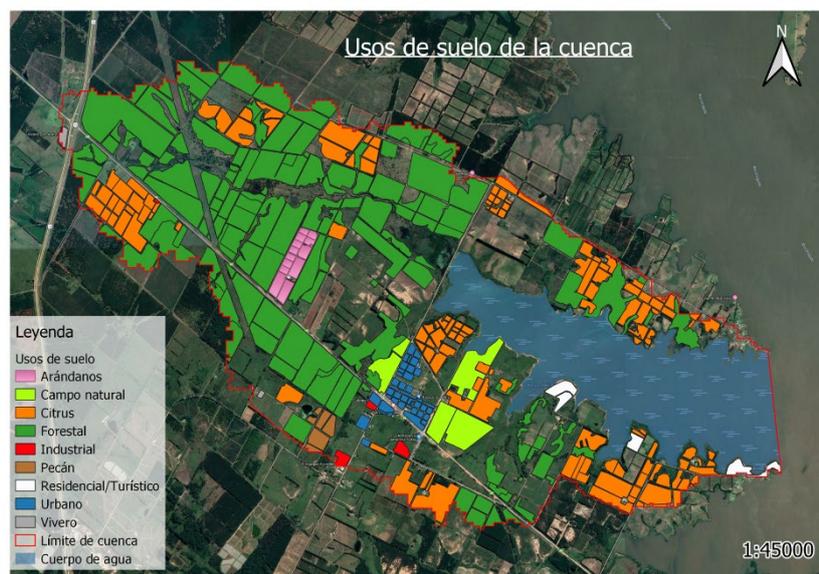


Fig.1: Usos del suelo en la microcuenca de la Cañada del Águila

## Referencias

- Minaglia Cretaz, M. C., Bordet, F. (2013). Aplicación de índices de estado trófico en el Embalse de Salto Grande. *Scientia Interfluvius*; vol. IV, no. 1-2
- Larocca, F., Tesón, N., Dalla Tea, F. (2018) Quantifying the grey footprint as mitigated by the reuse of wastewater for *Eucalyptus grandis* irrigation. International Water Association Regional Conference of Water Reuse and Salinity Management. June 11-15. Murcia, Spain.
- Tesón, N., Larocca, F., Millán, G., Merani, V. (2017). Reutilización de aguas residuales para el riego de plantaciones forestales: resultados preliminares sobre efectos en el suelo y en la productividad. Actas de las XXXI Jornadas Forestales de Entre Ríos. [https://www.jornadasforestales.com.ar/jornadas/2017/Teson-et-al\\_Reutilizacion-de-aguas-residuales.pdf](https://www.jornadasforestales.com.ar/jornadas/2017/Teson-et-al_Reutilizacion-de-aguas-residuales.pdf)



# Trayectorias y ocupación de estudiantes y graduados de Licenciatura en Administración Rural, incorporando la perspectiva de género.

Laura Gervasi<sup>1</sup>

Federico Larocca<sup>1</sup>

Natalia Tesón<sup>1</sup>

Daiana Buzzato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación en Administración Rural – UTN F.R. CONCORDIA –  
[n.p.utnconcordia@gmail.com](mailto:n.p.utnconcordia@gmail.com)

## Resumen

Este PID iniciado en 2021 y con una duración de 3 años, es un proyecto de Tecnología Educativa Multi-Facultad con Incentivos Tipo B, que busca indagar diferentes cuestiones del trayecto universitario y la ocupación de los graduados incorporando la perspectiva de género.

Se espera poder llevarlo adelante en las siete Facultades Regionales (FR) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) en las que se cursan las carreras de Licenciatura en Administración Rural (LAR).

Se prevé el análisis del transcurso de las carreras a través de los registros de los Departamentos Alumnos de cada una de las FR, así como de encuestas a los estudiantes y a una alta proporción de graduadas y graduados registrando sus ocupaciones laborales. Estos análisis y relevamientos se realizarán para una o dos carreras de Ingeniería que se cursen en la misma FR. Con lo que se espera permita análisis comparativos dentro y entre FR.

Se espera obtener un mapeo de las principales dificultades que se enfrentan y oportunidades de mejora del diseño curricular, contenidos y competencias requeridas.

Se prevé desarrollar una plataforma que permita a futuro ser actualizada con incorporación de nuevos relevamientos y que esté disponible para todas las FR.

**Palabras clave:** *estudiantes, Licenciatura, tecnicatura, Administración Rural, desgranamiento, competencias*

## Introducción

Según Vicent Tinto (1989) la deserción en la educación superior es un tema extremadamente complejo, ya que implica una variedad de perspectivas y una gama de diferentes tipos de abandono. La deserción no sólo depende de las intenciones individuales sino también de los procesos sociales e intelectuales de las personas. El abandono o demora de la graduación por parte de un estudiante está dado por factores personales, familiares, sociales e institucionales. Dentro de los factores personales se encuentran las capacidades cognitivas, hábitos de estudio, personalidad, autoestima, desarraigo, inteligencia emocional entre otras; mientras que los factores familiares y sociales comprende a los entornos en los cuales se desenvuelve el alumno y comprende temas relacionados a la violencia, adicciones, nivel educativo de sus padres, desempleo, etcétera. En cuanto a los factores institucionales Vicent Tinto hace referencia a las condiciones edilicias, material didáctico, biblioteca, políticas de ingreso, planes de estudio actualizados, etcétera.

Siguiendo al mismo autor, se entiende por desgranamiento al número de alumnos que, habiendo cumplimentado la inscripción a las materias correspondientes al año lectivo, no alcanzan la regularidad de las mismas o bien la hayan perdido luego de exámenes finales reprobados, según lo establece la reglamentación vigente, a su vez, se define desgranamiento temprano, al producido durante los dos primeros años de cursado de las carreras.

Cuando se tratan las problemáticas de desgranamiento, lentificación o abandono de los estudios se definen cinco tipos de modelos: Psicológicos, Sociológicos, Económicos, Organizacionales e Interaccionales (Braxton, Shaw-Sullivan y Johnson, 1997 citado en Viale Tudela, 2014; Fernández de Morgado, 2009; Barrios, 2011). Entre ellos se destacan dos enfoques generales a saber: uno que fija su atención en la determinación de los factores que promueven la estadía y el avance académico, en tiempo y forma, del alumno dentro de las universidades y; por otro lado, y en su gran mayoría, los que trabajan para determinar los factores que inciden negativamente sobre la permanencia y el avance regular en la carrera elegida (Anzoise, 2012). Otra clasificación se puede realizar de acuerdo al tipo de factor o variables explicativas: Personales-Familiares e Institucionales que priorizan cada uno.

A su vez, tomando la perspectiva de género como una variable que atravesará los análisis, de acuerdo con UNICEF, se puede definir al sexo: como conjunto de características físicas, biológicas, anatómicas y fisiológicas que definen como varón o mujer a los seres humanos. El sexo está determinado por la naturaleza. El reconocimiento de la intersexualidad pone en jaque algunos de estos saberes que sin embargo siguen siendo útiles a la hora de las conceptualizaciones. En cambio, el género: es el conjunto de características sociales, culturales, políticas, psicológicas, jurídicas y económicas que las diferentes sociedades asignan a las personas de forma diferenciada como propias de varones o de mujeres. Son construcciones socioculturales que varían a través de la historia y se refieren a los rasgos psicológicos y culturales y a las especificidades que la sociedad atribuye a lo que considera “masculino” o “femenino”(UNICEF, 2017). Esta atribución se concreta utilizando, como medios privilegiados, la educación, el uso del lenguaje, el “ideal” de la familia heterosexual, las instituciones y la religión. La perspectiva o visión de género es una categoría analítica que toma los estudios que surgen desde las diferentes vertientes académicas de los feminismos para, desde esa plataforma teórica, cuestionar los estereotipos y elaborar nuevos contenidos que permitan incidir en el imaginario colectivo de una sociedad al servicio de la igualdad y la equidad. “La perspectiva de género permite analizar cómo operan las representaciones sociales, los prejuicios y estereotipos en cada contexto social. Podemos decir que el concepto de género abre y cuestiona “verdades absolutas” que muchas veces naturalizan las desigualdades entre varones y mujeres”(Argentina.gob, s.f.).

Resulta significativo evaluar la elección de la carrera, ya que el género es un factor diferenciador en la elección vocacional y uno de sus condicionantes; así como también el desempeño y/o transcurso académico, y desarrollo profesional. La desigualdad de género está presente en múltiples aspectos de la realidad social en Argentina, la terminalidad de estudios superiores y accesos en el mercado de trabajo son dos de las dimensiones donde la posición desventajosa de las mujeres se manifiesta sobre todo en las estadísticas. Esta situación, plantea un desafío permanente para las políticas públicas, pero también para los actores sociales que integran este espacio, es decir, universidades, trabajadores, empleadores y sus correspondientes organizaciones

A partir del análisis de los datos de la Encuesta Permanente de Hogares (EPH) referidos al Primer trimestre de 2018, se observa que: en personas de 24 años y más, las mujeres representan mayoría entre quienes han completado sus estudios universitarios. Sin embargo, esta situación no siempre tiene su correlato en su acceso al mercado laboral. Teniendo en cuenta los indicadores principales del mercado laboral, las tasas de actividad y de empleo de los varones supera ampliamente a las de mujeres. La tasa de desocupación tiene un comportamiento inverso, registrando un porcentaje más elevado en mujeres (INDEC, 2018).

Dentro del ámbito de la Universidad Tecnológica Nacional se analizarán las investigaciones sobre estos temas desarrolladas por otras FR y de Concordia, específicamente, publicados oportunamente en: “Diseño curricular y grado de regularización y aprobación según asignaturas y ciclos en la licenciatura en administración rural – UTN CONCORDIA” por Miño D. y Larocca F. y “Ocupación de Técnicos y Licenciados en Administración Rural egresados de la UTN Facultad Regional Concordia” por Schwab J; Godoy R y Larocca, F. ambas en la Jornadas Nacional de Carreras Afines a la Economía y Administración Agrarias (Facultad de Agronomía UBA. de noviembre de 2013).

Asimismo, se tomarán como base las actas del Congreso de Licenciatura en Administración Rural 2015, en el que las comisiones I y II trataron los problemas iniciales en el trayecto universitario, las comisiones III y IV abordaron el desarrollo de la carrera y las comisiones V y VI se dedicaron a graduación e inserción laboral.

## Metodología

La investigación se centrará sobre dos ejes fundamentales: la trayectoria académica y la actividad profesional de la Licenciatura en Administración Rural (LAR) y una o dos Ingenierías correspondientes a cada una de siete Facultades Regionales (FR) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN).

Para ambas poblaciones objeto: estudiantes y egresados/egresadas, se realizará un diseño descriptivo y transversal.

Durante el año 2021 se ajustarán los métodos y relevarán las estadísticas de la FR Concordia evaluado inicialmente LAR y a continuación Ingeniería Civil e Ingeniería Eléctrica.

En la segunda etapa, a partir de 2022 se relevarán las otras 6 FR en las funciones la Lic. en Administración Rural: Rafaela, Reconquista, Resistencia, San Francisco, Trenque Lauquen y Villa María.

Para evaluar el ingreso y el desgranamiento en los primeros años se utilizarán los registros de inscripción – regularización - aprobación directa – aprobación de exámenes finales, de los Departamentos Alumnos. Para caracterizar el desgranamiento y sus causas, se realizarán encuestas a estudiantes de primero y segundo año y por otro lado a estudiantes de tercero y cuarto año sobre su apreciación de los motivos de desgranamiento y abandono de la carrera en los primeros años, solicitando su perspectiva tanto sobre sus propios problemas como sobre la de sus ex compañeros.

Se desarrollarán también encuestas específicas a docentes.

Para evaluar las graduaciones se tomarán las estadísticas del Departamento Alumnos.

Para evaluar la ocupación, se realizará una encuesta a graduadas y graduados, categorizando los datos obtenidos en forma directa o indirecta. Los mismos consistirán en tipo de ocupación, tipo de relación laboral, área de trabajo (tanto si es administración o producción como si es producción primaria / secundaria / servicios y el cultivo o producción a la que se dedican), también la antigüedad, la jerarquía del cargo, etc. Además el nivel de educación alcanzado por la generación anterior.

Se estudiará también la ocupación de quienes, sin haber llegado a graduarse en la Licenciatura, han aprobado el tercer año, obteniendo la Tecnicatura (título intermedio) y su impacto ocupacional.

Para enriquecer los resultados, se diseñaron los cuestionarios con preguntas abiertas para tener las palabras de los propios estudiantes y egresados.

Se busca a partir de los resultados poder identificar los principales problemas que ocasionan desgranamiento y deserción, así como demandas de competencias necesarias para desarrollar, tanto nuevas como profundizar existentes, a través de ajustes en las planificaciones y de las materias electivas.

Se buscará también a través de las comparaciones y relaciones tanto entre carreras de una misma FR, como entre la misma carrera en diferentes FR, validar y justificar las diferencias regionales.

La perspectiva de género será transversal a todo el análisis, dentro del marco de las posibilidades, reconociendo que es muy probable que no existan datos de años anteriores que la incluyan e incluso que los sistemas formales de registros de muchas de la FR aún funcionan con categorías de sexo y no de género.

## Bibliografía

Anzoise, E.; Gandolfo Raso, E.; Rizzo, P.; Marquez, M.; Mocallar, N.; Corti Geraghty, S. (2012). Identificación de los factores de persistencia en los alumnos de primer y segundo año de las carreras de Ingeniería Civil y Electrónica. Presentado en JEIN 2012 Jornadas de Enseñanza de la Ingeniería 2012, San Nicolás.

Barrios, A. (2011). Deserción Universitaria en Chile: Incidencia del financiamiento y otros factores asociados. Publicado en Revista del Centro de Investigación Social de Un Techo para Chile, 59-72.

Fernández de Morgado, N. (2009). Retención y persistencia estudiantil en instituciones de educación superior: una revisión de la literatura. Paradigma, 30(2).

III Boletín de Estadísticas de Género. Instituto Nacional de las Mujeres. Ministerio de Desarrollo Social. Presidencia de la Nación. (2018)

Tinto Vincent (1989) Una reconsideración de las teorías de la deserción estudiantil. En trayectoria escolar en la educación superior. ANUIES-SEP. México

UNICEF Comunicación, infancia y adolescencia: Guías para periodistas (Communication, Childhood and Adolescence) ISBN: 978-92-806-4892-8

UTN 2015. Actas del Congreso Nacional de Licenciatura en Administración Rural. UTN Facultad Regional Concordia septiembre de 2015.

Viale Tudela, Hector E. (2014). Una aproximación teórica a la deserción estudiantil universitaria. [RIDU]: Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria Dic. 2014 - Año 8 - Nro. 1. p.59-76.

Argentina.gob. (s.f.). Obtenido de <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/eje-reconocer-la-perspectiva-de-genero.p>

INDEC. (2018). [www.indec.gob.ar](http://www.indec.gob.ar). Obtenido de [https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mercado\\_trabajo\\_eph\\_1trim18.pdf](https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mercado_trabajo_eph_1trim18.pdf)

UNICEF. (Mayo de 2017). (F. d. (UNICEF), Ed.) Obtenido de [https://www.unicef.org/argentina/sites/unicef.org.argentina/files/2018-04/COM-1\\_PerspectivaGenero\\_WEB.pdf](https://www.unicef.org/argentina/sites/unicef.org.argentina/files/2018-04/COM-1_PerspectivaGenero_WEB.pdf)



# Generación y fortalecimiento de la información económica sobre la cadena citrícola de Entre Ríos.

Germán Scattone <sup>1</sup>  
Natalia Tesón<sup>1</sup>,  
Sebastián Trupiano <sup>1,2</sup>  
Luis María Vera <sup>1,2</sup>  
Martín Lower  
Luciano Andrés Cabrera Alegre<sup>1</sup>  
Mariano Michel<sup>1</sup>  
Alejandra Maydana <sup>1</sup>

<sup>1</sup> UTN FR Concordia. Grupo de Investigación de la Licenciatura en Administración Rural (GIAR)  
Salta 277, Entre Ríos, Argentina  
[pidcadenacitrus@gmail.com](mailto:pidcadenacitrus@gmail.com)

<sup>2</sup> INTA EEA Concordia. CC 34, Estación Yuquerí, Concordia, Entre Ríos, Argentina

## Resumen:

En toda cadena productiva es importante conocer la composición de la cadena de valor desde los orígenes de la materia prima hasta la adquisición del producto terminado por el consumidor. Resulta relevante disponer de esta información con la mayor frecuencia o actualización por distintos motivos, uno central es contribuir a la transparencia y a la mejor distribución del ingreso entre los actores que conforman la cadena. Otro motivo de importancia es aportar información a los distintos eslabones para poder detectar problemas y oportunidades para el sostenimiento y mejora de la actividad. Sin embargo, para la cadena citrícola de Entre Ríos no es habitual disponer de información accesible y actualizada sobre los precios en los distintos eslabones de la cadena.

Los objetivos del proyecto se centran en el diseño y elaboración del relevamiento de precios de la cadena citrícola del noreste de Entre Ríos, en el análisis de la información, en la realización de un informe periódico de los precios relevados y en la difusión del mismo. Esto implica, interactuar con los diversos actores de la cadena, obtener y analizar la información de base y generar información relevante y confiable para el sector.

Disponer de información confiable y relevante, mejorará los procesos de toma de decisiones de los actores públicos y privados, en línea con el desarrollo de la actividad, de gran importancia socioeconómica en el noreste de la provincia.

El proyecto se inició en enero de 2021 y tiene una duración de tres años, por lo cual se presenta en este trabajo el resultado de las primeras actividades realizadas.

**Palabras Clave:** Precios de referencia, cítricos, cadena de valor, transparencia de mercado



## Introducción

La actividad citrícola en Argentina se desarrolla principalmente en dos regiones, el NOA y el NEA, con dos modelos productivos bien diferenciados. El NOA se especializa en la producción de limón (principal cítrico producido en el país, 51%) y, en menor medida, de pomelo. El NEA, por su parte, se especializa en el cultivo de cítricos dulces: naranja y mandarina, 31% y 14% del total de cítricos para el año 2018 respectivamente (Bevilacqua, 2016; Federcitrus, 2018).

La producción primaria comienza con la obtención de la planta cítrica en los viveros comerciales para la posterior implantación del monte frutal. Asumen un rol destacado los organismos de investigación y extensión (INTA, SENASA, universidades) aportando conocimientos fundamentalmente en temáticas como la genética, la sanidad y el manejo de las quintas (riego, fertilización, curas, podas, raleo y cosecha de los frutos). Una vez realizada la cosecha, la producción de fruta puede destinarse, alternativamente, al consumo en fresco o a la obtención de productos industrializados. En el primer caso, la fruta sigue la cadena de fruta en fresco (conservación-empaque-comercialización) hasta alcanzar los mercados de distribución (mayoristas o minoristas), en tanto el paso por la industria implica el procesamiento industrial de la fruta, para su posterior comercialización (Bevilacqua et al., 2016).

La cosecha se realiza en forma manual con elevados requerimientos temporarios de mano de obra. Comienza en el mes de marzo, con las primeras variedades de mandarina (ej. Okitsu) y culmina durante el mes de diciembre, con las variedades tardías de naranja (ej. Valencia). Las principales variedades más producidas en la provincia son: Murcott, Okitsu, Ellendale, Común en mandarina y, Valencia Late, Valencia Seedless, Washington Navel y Salustiana en naranja.

En Entre Ríos, la superficie dedicada a la producción citrícola se destina a naranjas (54 %), mandarinas (42,2 %) y limones (1,7%) (Censo citrícola, 2016). La provincia produce el 36 % de las naranjas y el 44% de las mandarinas del total producido por el país (Federcitrus, 2018). La citricultura ocupa una superficie de 36.387 ha, el promedio de superficie por productor es de 23,6 ha, mientras que la superficie modal se estima en 15/16 ha, la diferencia en los indicadores da cuenta de la alta concentración de productores en los extractos de menor tamaño. El número de quintas es de 2.362. El 61% tiene menos de 15 has y el 93% tienen menos de 50 ha (Censo citrícola, 2016).



El objeto de la producción de los cítricos dulces es la fruta en fresco y el principal destino es el mercado doméstico (58 % en 2018), luego de considerar el descarte y las pérdidas pre y pos cosecha. Aunque la exportación no superó el 10% del volumen de fruta producido en 2018, la demanda externa es relevante en tanto permite evitar la sobreoferta del mercado local y la consecuente reducción en los precios, al mismo tiempo que se presenta como un mercado importante para algunas variedades. El 25% restante tuvo como destino la industria. En los últimos años, la participación de cada uno de los destinos se ha mantenido prácticamente estable (Bevilacqua et al., 2016; Federcitrus, 2018).

En Entre Ríos, de acuerdo al Censo 2016, hay 1878 productores primarios cítricos de los cuales 1634 se encuentran en el Dpto. Federación, 241 en el Dpto. Concordia y 3 en el Dpto. Colón. En su mayoría los productores primarios comercializan su producción en el campo.

Es relevante conocer la dinámica de cada una de las campañas y cosechas que se producen anualmente que se extiende desde febrero hasta fin de año. La información respecto a las variables de precios y volúmenes son necesarias para los distintos actores de la cadena. El presente proyecto tiene como objetivo avanzar en este sentido, si bien existen antecedentes de estudios que hacen un análisis una vez concluida la campaña como por ej. Informes Cítricos de la EEA Concordia, no existe información accesible en el transcurso de la campaña de las distintas variedades cosechadas.

En esta línea la información es un bien, que en determinados mercados no es accesible a todos los actores por igual. Por lo tanto, el acceso a la información tiende a ser asimétrica. Por lo que la generación de información esté disponible en el momento que el productor está comercializando su producción permitirá democratizar el acceso a la misma, mejorando la transparencia en la cadena. Esto es fundamental a los fines sustentabilidad y la equidad en la distribución del ingreso dentro de los actores de la cadena.

## **Materiales y métodos.**

El proyecto tiene una duración de 3 años. Se inició en enero de 2021.

En el transcurso de los primeros meses, se diseñó un modelo de planilla de precios que incluye las variables que conforman la cadena de la actividad cítrica del noreste

de Entre Ríos, para relevar los valores usuales de comercialización de cada producto en las distintas fases de la cadena. Se elaboró además un modelo de encuesta y se consultó a referentes que realizan dichas operaciones en forma directa como: productores, industriales, y empresas de servicios.

De modo esquemático, se identificaron las siguientes etapas en las cuales se comercializan los productos, definidos por los usos, costumbres y prácticas del sector.

1. Fruta en planta o árbol sin cosechar. Clasificada según destino (mercado interno e industria), especie (naranja, mandarina, limón, pomelo) y variedad. Se incluyen precios mínimos, medios y máximos consultados a los productores citrícolas.
2. Fruta en playa de empaque/industria de la zona. En este caso se considera el precio de la fruta puesta en playa del empaque o de la industria de jugos. Lo que implica respecto al valor anterior el agregado de la cosecha, carga, flete y procesamiento en el empaque. El resultado de esta etapa es la fruta embalada, a la salida de empaque.
3. Fruta en mercados concentradores. En esta etapa, se releva los precios de la fruta en los mercados concentradores.
4. Servicios principales. Cosecha, flete corto (quinta a empaque) y flete a mercados concentradores.

En cuanto al diseño del relevamiento se utilizó la información del último Censo Citrícola en relación a número de productores, distribución de la producción según especie y variedad, etc.

En la recolección de información resultan clave las entrevistas a los actores que trabajan en las diferentes etapas de la cadena citrícola, apoyándose el proyecto en el trabajo conjunto con las asociaciones de productores agrupadas en la FeCiER y en el Clúster Citrícola de Entre Ríos, quienes fueron consultadas y brindaron su aval al proyecto.

La carga de datos, procesamiento, análisis de datos se realiza en el gabinete del GIAR de la UTN utilizando herramienta de planillas de cálculo, bases de datos y software estadístico. La publicación del informe está a cargo de la Secretaría de Extensión de la Facultad.

Se prevé que con el avance del proyecto se mejore y ajuste la metodología y la información generada por el proyecto.

## Resultados preliminares

En el transcurso de los primeros meses del proyecto se diseñó la encuesta de relevamiento, se convocó a productores y se inició el relevamiento de la información. Desde el mes de mayo de 2021 mensualmente se relevan y publican el informe de precios actualizados de la cadena en la página web de Facultad ([https://www.frcon.utn.edu.ar/wpfrcon/?page\\_id=17321](https://www.frcon.utn.edu.ar/wpfrcon/?page_id=17321)). Este informe es enviado regularmente a los actores encuestados y organizaciones del sector.

## Agradecimientos.

Se agradece la colaboración a los actores de la cadena que desinteresadamente brindan la información necesaria para el desarrollo del presente proyecto.

## Referencias

Bevilacqua, M., Storti, L. (2016). Informes de Cadena de valor. AÑO 1 - N° 19. Ministerio de Hacienda y Finanzas Públicas de la Nación.

[Brizuela,A., Aguirre, C., Scattone, G. \(2016\) Resultados del Censo Citrícola 2015/2016. FECIER-UNER. https://www.fecier.org.ar/descargas/Resultados\\_Censo\\_Citricola\\_2016.pdf](https://www.fecier.org.ar/descargas/Resultados_Censo_Citricola_2016.pdf)

Federación Argentina del Citrus (2018). La actividad citrícola argentina N° 18.  
<https://www.federcitrus.org/>



# Acacia negra: problemática de la invasión en Entre Ríos y experiencias de control y manejo en la región de Salto Grande.

Martín Marcó  
Natalia Tesón  
Sergio Garrán  
Gastón Alanis  
Federico Larocca  
Mario Álvarez  
Alfonsina Alsogaray  
Mariángela Margagliotti  
Gabriel Fink,

Grupo de Investigación en Administración Rural. UTN FR CONCORDIA  
[proyectoacacianegra@gmail.com](mailto:proyectoacacianegra@gmail.com)

## Resumen:

La acacia negra *Gleditsia triacanthos L.* ha colonizado con éxito importantes áreas en el centro, este y norte del país. Esta especie afecta la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas que invade. Los disturbios, como el pastoreo de ganado, la deforestación de bosques nativos y los incendios favorecen el establecimiento de esta especie así como la ausencia de enemigos naturales. En Entre Ríos, tal como sucede en Uruguay, los bosques ribereños o fluviales, parecen constituirse en su ambiente preferencial donde se ha extendido colonizando y sustituyendo al bosque nativo. Por estas razones la Legislatura de la provincia de Entre Ríos sancionó en 2017 la Ley 10485 por la cual declara de interés provincial el manejo y control de la especie *G. triacanthos* y otras especies leñosas. Entre sus artículos establece la obligatoriedad de los productores u ocupantes de predios invadidos de controlar esta especie. Al mismo tiempo que la autoridad de aplicación establecerá un protocolo de control. Sin embargo, la ley es poco aplicada y no se ha establecido aún un protocolo de control. El Proyecto “Manejo y Control de la acacia negra” (PID 8125, UTN FR Concordia, 2020), plantea como objetivo general el establecer un protocolo de prácticas de manejo y control de *G. triacanthos L.* en los ambientes riparios de la región de Salto Grande que contribuya a reducir o remover focos de invasión y prevenir el reclutamiento de áreas no invadidas.

**Palabras Clave:** acacia negra, exóticas invasoras, control, herbicidas

## Introducción.

La acacia negra, *Gleditsia triacanthos* L., conocida también como “acacia de tres espinas” o “corona de Cristo”, es una especie arbórea perteneciente a la familia de las Fabáceas originaria del centro-este de EE.UU (Collingwood, 1937). Es una especie de crecimiento inicial rápido con una amplia copa que la hace atractiva para plantaciones ornamentales, sombra y cortinas rompeviento. Estos atributos multipropósitos constituyeron muy probablemente la causa principal de su introducción al país a principios del XIX y en muchas partes del mundo donde hoy se ha vuelto invasora (Ceballos et al. 2020; Csurhes and Kriticos 1994; Prieto et al. 2004; Rossi et al. 2008; Fernández et al. 2017; Di Iorio 2005; Lahitte & Hurrell 1998, citados por Ferreras et al. 2015). La especie es polígamo dioica o monoica y se reproduce sexualmente con una alta tasa de fructificación y producción de semillas y asexualmente con una gran capacidad de rebrotar de cepas y de raíces si el árbol es dañado (Collingwood 1937; Marcó y Paéz 2000, citados por Vilchez et al. 2014).

Carece además de plagas o enfermedades de importancia y es tolerante a variadas condiciones ambientales (heladas, sequías y a todo tipo de suelos incluso salinos. (USDA 2011-17; Marco y Paéz 2000; Collingwood 1937; Henderson 2007; CABI 2019). Estas cualidades de reproducción y adaptación le confieren a la acacia negra una extraordinaria capacidad invasora. Actualmente es una especie invasora en Argentina, Uruguay, España, Australia, Sudáfrica y en varios países del centro y este de Europa (Fernández et al. 2017; Caballero 2015; Rossi 2008; Nebel y Porcile 2006; Chaneton et al. 2004).

*Gleditsia triacanthos* es dispersada por los animales (zoocoria) que consumen sus chauchas (principalmente el ganado) (Ceballos et al. 2020; Blumetto 2010a), aunque las chauchas también pueden flotar y ser transportadas por el agua (hidrocoria) (Henderson 2007; Higgins et al. 2003 y Rejmanek y Richardson 2011; citados por Caballero 2015).

Globalmente puede decirse que la acacia negra constituye un problema aún no resuelto. Las invasiones biológicas causan impactos severos sobre la diversidad biológica, la preservación de los recursos naturales y los servicios ambientales o ecosistémicos asociados.

Según la UICN (Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza) la invasión de especies exóticas se ha convertido, junto con el cambio climático, en una de las amenazas más difíciles de revertir (Vitousek et al. 1997, citado por Sosa et al. 2015; FAO 2018; UICN 2012).

En Entre Ríos, tal como sucede en Uruguay (Carvajales 2013) los bosques fluviales, los cuales constituyen uno de los ecosistemas más vulnerables al desarrollo de procesos invasivos (Sosa et al. 2020), parecen constituirse en su ambiente preferencial donde se ha extendido colonizando y sustituyendo al bosque nativo.

También se la observa naturalizada en el monte entrerriano (Jozami y Muñoz 1984) en muchos lugares del Distrito del ñandubay (ecoregión del Espinal, SAyDS, 2007) y en los bosques en galería sobre los ríos Paraná y Uruguay y sus afluentes (Sabattini 2008-2009-2018), llegando incluso a invadir áreas de conservación como el Parque Nacional El Palmar (Díaz y Menvielle 2002) y el Parque Escuela E. Berduc en Paraná (Muzzachiodi y Sabattini 1993).

El presente proyecto plantea como objetivo general el establecer un protocolo de prácticas de manejo y control de la Acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L.) en los ambientes riparios de la región de Salto Grande que contribuya a reducir o remover focos de invasión y prevenir el reclutamiento de áreas no invadidas.

## Materiales y métodos.

Las actividades del proyecto están previstas para tres años de ejecución. El plan prevé el relevamiento y selección de predios rurales afectados por la acacia negra en la región de Salto Grande. La elección de tratamientos químicos y físicos factibles de realizarse en cada predio. La instalación de los ensayos durante las primaveras y el monitoreo de la efectividad de los mismos de manera trimestral.

Se pretende en cuanto a los tratamientos de control químicos profundizar en el análisis de los herbicidas disponibles y las dosis adecuadas a las dimensiones de los árboles. Mientras que para los tratamientos físicos se evaluará su eficacia, adecuación a situaciones y factibilidad. Se estimarán además, los tiempos operativos de cada tratamiento para el cálculo de los costos de control.

Durante el transcurso del proyecto se realizarán actividades de difusión de la problemática de las especies leñosas invasoras, particularmente de la acacia negra y de la Ley Provincial 10485/17.

A continuación se presentan las actividades que iniciadas en la primavera de 2020, en esta estación la acacia negra se encuentra en activo crecimiento y es susceptibles a las prácticas de control evaluadas.

#### Ensayo 1: Ramal ferroviario

El sitio elegido para el ensayo se ubica sobre un ramal ferroviario abandonado (Lat.: 31° 16' S – Long.: 57° 59' O – Alt.: 18 m) próximo al campo El Alambrado de la EEA INTA Concordia. El mismo registra una presencia variada de especies nativas típicas de la selva en galería (S.M. Garrán, comunicación personal, 27 de noviembre de 2020) con un grado significativo de invasión de acacia negra particularmente intensa sobre el talud Oeste colindante con el valle inundable del arroyo Ayuí Grande. Por estas características puede definirse como un bosque mixto. En el sitio se encontraron árboles adultos de acacia negra regenerada por semilla y otros más jóvenes regenerados por rebrote de cepas y de brotes de raíces. Se observaron además plantines de una reciente regeneración por semilla en la proyección de las copas de árboles fructificados.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 6 repeticiones utilizando parcelas de una sola planta. Se seleccionaron un total de 42 árboles cuyos diámetros variaron entre los 7,7 cm y los 32,2 cm con un promedio de 13,6 cm y las alturas totales entre los 6,45 m y los 17,00 m con un promedio de 10,16 m., asignando 6 árboles al azar por bloque para cada uno de los siete tratamientos previstos: cuatro tratamientos químicos (aminopyralid/triclopyr y glifosato) inyectados en perforaciones a la altura del pecho y en aplicaciones con pincel sobre la cepa inmediatamente después de la tala del árbol (Fig. 1); testigo inyectado con agua en perforaciones; testigo de cepa con aplicaciones basales de agua, y un tratamiento físico que consistió en cubrir el tocón con PVC negro sobre los tocones de árboles recién apeados.



Fig. 1. Instalación de los tratamientos con herbicidas: inyectado (izq.) y pincelado sobre el árbol apeado (der.).

Las evaluaciones se hicieron según una escala subjetiva de daños visibles de copa asignando C0 (copa no afectada) a C3 (copa muy afectada). Las mismas se llevaron a cabo cada dos semanas.

Con la idea de observar la presencia de insectos en frutos y semillas se llevó a cabo en el mes de noviembre de 2020 una cosecha de vainas maduras aun presentes en la copa inferior de árboles adultos.

## Resultados y discusión.

Si bien los resultados son preliminares ya que todavía no se han terminado las observaciones, los tratamientos químicos de control empleados sobre el árbol apeado fueron muy efectivos no registrándose hasta el presente rebrotes de cepas o de raíces. Los inyectados mostraron también muy buena efectividad. Todos ellos se diferenciaron claramente de los tratamientos testigos que rebrotaron de cepa o bien los inyectados solo con agua que no mostraron efecto fitotóxico alguno, como era previsible.

El tratamiento físico con cobertura plástica, si bien efectivo en cuanto a impedir el acceso de luz que estimula la brotación, no evitó el rebrote de cepas, aunque en su mayoría exhibieron brotes etiolados pobremente desarrollados. Tal cual lo sugerido por Stanley et al. 2014, citado por Sosa et al. 2015, restaría observar su evolución en el tiempo para asegurar su eficacia dada la capacidad de rebrote de la especie.

Los métodos de control con perforación de tronco e inyección de herbicida parecen más apropiados para el control de *G. triacanthos* para estas condiciones de sitio ya que reduce los

efectos sobre el ambiente y disminuye los costos operativos (Sosa et al., 2015). Su aplicación en *G. triacanthos* ha sido evaluada con resultados positivos (Blumetto 2010b) y además evita la acumulación de volúmenes importantes de los residuos de la tala sobre la superficie del terreno.

Las observaciones hechas en las vainas cosechadas permitieron detectar semillas viables consumidas por escarabajos identificados taxonómicamente como *Megabruchidius tonkineus* (Pic, 1904) – Orden: Coleóptera, Familia: Bruchidae, Sufamilia: Bruchinae, Tribu: Bruchidiini (M. Margagliotti, comunicación personal, 28 de julio de 2021). Lo cual constituiría un ejemplo de control biológico no programados según Di Iorio (2005-2015).

## Conclusiones

Si bien los resultados son preliminares, existen diversas prácticas efectivas que pueden ser aplicadas para el control de la acacia negra. Desde el ámbito académico es necesario alertar sobre la situación de la invasión de los ecosistemas con *G. triacanthos* en Entre Ríos, que demanda una gestión activa e inmediata por parte de la autoridad competente prevista en la Ley 10.485, para tratar de revertir los procesos de degradación de los ecosistemas naturales predominantes alterando la capacidad de los mismos para proveer servicios ambientales esenciales así como contribuir a que la sociedad en su conjunto reconozca y valore los recursos naturales en la región de influencia de Salto Grande.

## Referencias

- Blumetto, O. 2010a. Especies exóticas invasoras: un problema biológico, una solución cultural. Seminario Biodiversidad. Conservación y uso de la biodiversidad. Piriápolis, Maldonado, Uruguay. 103pp.
- Blumetto, O. 2010b. Evaluación de métodos de control de especies exóticas invasoras en monte nativo. Seminario Biodiversidad. Conservación y uso de la biodiversidad. Piriápolis, Maldonado, Uruguay. <http://www.cebra.com.uy/presponsable/adjuntos/2010/04/oscar-blumetto-1.pdf>.
- Caballero, N. 2015. Análisis de las invasiones especies leñosas exóticas en las Quebradas del Norte de Uruguay. En Especies Exóticas Invasoras Leñosas: Experiencias de control. Comité Nacional de Especies Exóticas Invasoras. Montevideo, ROU, Noviembre 2015.
- CABI. 2019. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. [www.cabi.org/isc](http://www.cabi.org/isc).

- Carvajales, A. 2013. Modelos de distribución de la acacia invasora *Gleditsia triacanthos* como herramienta para su gestión. Tesina de grado Licenciatura en Ciencias Biológicas. Laboratorio de Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental del Territorio. Facultad de Ciencias. UdelaR.
- Ceballos, S. J., Y. G. Jimenez., & R. D. Fernández. 2020. “Estructura de los bosques de *Gleditsia triacanthos* en función de la edad (valle de La Sala, Tucumán, Argentina)”. *Ecología Austral* 30:251-259
- Chaneton, E., C. Mazia., M. Machera., A. Uchitel., and C. Ghera. 2004. Establishment of Honey Locust (*Gleditsia triacanthos*) in Burned Pampean Grasslands. *Weed Technology*, 18:1325-1329.
- Collingwood, C. H. 1937. Knowing your trees. The American Forestry Association. Washington, D.C. USA. 213p.
- Csurhes, S. M., and D. Kriticos. 1994. *Gleditsia triacanthos* L. (Caesalpiniaceae), another thorny, exotic fodder tree gone wild. *Plant Protection* 9:101-105.
- Díaz, D., y M. F. Menvielle. 2002. Listado de árboles y arbustos recomendados para la “Cuenca del Ao Palmar” - Entre Ríos – Argentina. INTA EEA Concordia, Administración de Parques Nacionales. <http://www.parquesnacionales.gov.ar/media/folleto.pdf>.
- Di Iorio, O. R. 2005. Una especie asiática de Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae) que se desarrolla en las semillas de *Gleditsia triacanthos* L. (Caesalpiniaceae) en la Argentina. *Agrociencia* 39(3): 327–337.
- Di Iorio, O.R. 2015. A new previously predicted larval host for the Asian seed beetle *Megabruchidius tonkineus* (Pic, 1904), and the incorporation of *M. dorsalis* (Fåhraeus, 1839) to the Argentinian fauna of Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 56: 327-334.
- FAO. 2018. Material didáctico sobre especies exóticas invasoras (EEI) en Argentina. 45p.
- Fernández, R. D., S. J. Ceballos, A. Malizia, and R. Aragón. 2017. *Gleditsia triacanthos* (Fabaceae) in Argentina: a review of its invasion. *Australian Journal of Botany* 65(3):203-213. <https://doi.org/10.1071/BT16147>.
- Ferreras, A. E., G. Funes, and L. Galetto. 2015. The role of seed germination in the invasion process of Honey locust (*Gleditsia triacanthos* L., Fabaceae): comparison with a native confamilial. *Plant Species Biology* 30, 126–136.
- Henderson, L. 2007. Invasive, naturalized and casual alien plants in southern Africa: a summary based on the Southern African Plant Invaders Atlas (SAPIA). *Bothalia*, 37: 215–248.
- Jozami, J. M., y J. D. Muñoz. 1984. Árboles y arbustos indígenas de la Prov. de Entre Ríos. IPNAYS (CONICET-UNL) Santa Fé, 421 p.



- Maranta, A. 2001 El control de leñosas exóticas en el Parque Nacional El Palmar. Informe de Gestión 2001–2010. (Administración de Parques Nacionales de Argentina).
- Muzzachiodi, N., y R.A. Sabattini. 1993. Investigación de la fenología de las principales especies de *Prosopis* bajo diferentes estados de perturbación en el Parque Escolar “Enrique Berduc” (La Picada), Entre Ríos. En: Actas Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Paraná. Comisión V: Bosques Nativos. 10 pp.
- Nebel, J., y J. F. Porcile. 2006. La contaminación del Bosque Nativo por especies arbóreas y arbustivas exóticas. [http://www.guayubira.org.uy/monte/Contaminacion\\_monte\\_nativo\\_exoticas.pdf](http://www.guayubira.org.uy/monte/Contaminacion_monte_nativo_exoticas.pdf).
- Prieto, A. R., A. M. Blasi., C. G. De Francesco., and C. Fernández. 2004. Environmental history since 11,000 14C yr B.P. of the northeastern Pampas, Argentina, from alluvial sequences of the Luján River. *Quaternary Research* 62:146-161. <https://doi.org/10.1016/j.yqres.2004.04.006>.
- Rossi, C. A., G. L. González., y E. Torr . 2008. Evaluación forrajera de hojas y frutos de "Acacia negra" (*Gleditsia triacanthos* L.). Comunicación. *Revista Argentina de Producción Animal*. Vol 28 Supl. 1: 349-543.
- Sabattini, R. A. 2008. Cartilla Técnica Jornada Técnica Demostrativa “Control de arbustivas y leñosas para la recuperación de montes nativos en Nogoy ”. Proy. Extensión UNER “Prácticas de manejo y recuperación de montes nativos”. Catedra de Ecología FCA UNER. 6p.
- Sabattini, R.A.; S. Ledesma., E. Fontana., y J. M. Diez. 2009. Revisión crítica de “Acacia Negra” *Gleditsia triacanthos*, Leñosa invasora de los sistemas productivos en Argentina. Informe Técnico. Dow AgroSciences. [http://www.dowagro.com/ar/lineadepasturas/trabajos/acacia\\_negra.htm](http://www.dowagro.com/ar/lineadepasturas/trabajos/acacia_negra.htm).
- Sabatini, R. 2018.  reas invadidas por Acacia Negra en La Picada. UNER Noticias.
- SAyDS. 2007. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe regional Espinal, segunda etapa, 1  ed. Buenos Aires; Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 154 p.
- Sosa, B., N. Caballero., G. Carvajales., A. L. Fernández., A. Mello y M. Achkar.. 2015. Control de *Gleditsia triacanthos* en el Parque Nacional Esteros de Farrapos e Islas del Río Uruguay. *Ecología Austral* 25:250-254.
- Universidad de Luján. 2016. Biodiversidad en ríos y arroyos pampeanos, la Acacia negra y su impacto en la reducción de la cantidad de peces. División Biología - Departamento de Ciencias Básicas.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2012. Proteger la red de la vida, 9 junio 2012. <https://www.iucn.org/es/content/proteger-la-red-de-la-vida>.

USDA. 2016-17. Natural Resource Conservation Service. Plant Guide. Honey Locust. *Gleditsia triacanthos* L. [http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg\\_gltr.pdf](http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_gltr.pdf).

Vilchez, C., A. S. Torremorell., J. Debandi., M. C. Rodriguez Castro., L. Rigacci., E. Zunino., S.

# Actas de las Jornadas de Ciencia, Tecnología y Posgrado 2021 Facultad Regional Concordia

*Querida comunidad, como en cada edición las Jornadas de Ciencia, Tecnología y Posgrado son un buen motivo para encontrarnos, particularmente en este año en que la ciencia y la tecnología han demostrado su importancia para la humanidad. Nos toca ahora volver a nuestra vida habitual y retomar con fuerza nuestro trabajo.*

*En este sentido las Jornadas serán una excelente ocasión para compartir los avances realizados por nuestros grupos que, pese a los efectos y restricciones ocasionados por la pandemia, se han podido lograr en los diferentes proyectos de investigación de la Facultad.*

*Sabemos de las limitaciones que todavía existen, pero es hora de renovar el esfuerzo, con el convencimiento de que el trabajo realizado será la mejor manera de contribuir al desarrollo de nuestra comunidad y del país en su conjunto.*

