

● revista

# TID

TALLER DE  
INVESTIGACIÓN  
DIRIGIDA

» PRIMERA EDICIÓN 2024

**UAI**  
UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ

FACULTAD DE  
INGENIERÍA  
Y CIENCIAS

35  
AÑOS



## UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ

Facultad de Ingeniería y Ciencias  
Av. Diagonal Las Torres 2640  
www.ingenieria.uai.cl  
Ingeniería@uai.cl

### Decano

Claudio Seebach

### Director de Investigación y Postgrados Académicos

Bernardo González

### Jefa de Investigación

Daniela Oyarzún

### Edición

Irene Cereceda

### Textos

Magdalena Domínguez  
Constanza Astudillo  
Matías Esparza

### Diseño

DG2 Diseño Gráfico & Branding

### Fotografía

Yanira Tala  
Matías Esparza

### Coordinación

Comunicaciones  
Dirección de Investigación y Postgrados Académicos  
Facultad de Ingeniería y Ciencias UAI

### Traducción

Magdalena Domínguez

PRIMERA EDICIÓN 2024

# revista TID

TALLER DE  
INVESTIGACIÓN  
DIRIGIDA

PRIMERA EDICIÓN 2024



# EDITORIAL

La investigación científica es mucho más que un ejercicio académico, es una herramienta transformadora que impulsa el desarrollo de las sociedades y el bienestar de las personas. En nuestra facultad buscamos hacer de la ingeniería y la ciencia un motor de bienestar para Chile y el Mundo hoy y mañana, fomentando una investigación colaborativa y de excelencia, y la formación de nuevas y nuevos investigadores en temas de mayor alcance e impacto.

Esta primera edición de la Revista TID es un testimonio del talento y la dedicación que nace y se cultivan dentro de nuestra facultad. Aquí convergen el rigor científico, el pensamiento crítico y las inquietudes por responder a los desafíos más apremiantes de nuestra sociedad. Los Talleres de Investigación Dirigida (TID) buscan fortalecer la interacción entre docencia e investigación a través de experiencias de investigación tempranas y transmisión, por parte de las y los académicos, de conocimiento de frontera, para mejorar los aprendizajes en ciencias y tecnologías de nuestros estudiantes.

Es nuestro deber seguir consolidando este espacio, porque cada proyecto que nace de estas iniciativas no solo amplía los horizontes

del conocimiento, sino que también inspira a nuevas generaciones a seguir esta senda, una en la búsqueda de un impacto positivo y tangible en el mundo.

Felicito a las y los estudiantes que han participado en esta experiencia, y a sus profesores que con dedicación y compromiso los han guiado. Que esta publicación sea el comienzo de una tradición que nos motive a seguir fomentando y difundiendo la investigación como pilar fundamental de nuestra formación, porque en ella radica nuestra capacidad de transformar realidades y construir un mejor futuro, más sostenible, productivo y resiliente.

*Claudio Seebach*

**Claudio Seebach**

Decano

Facultad de Ingeniería y Ciencias





# EDITORIAL

En el mundo educativo y académico, hay pocas dudas sobre los efectos positivos de la iniciación temprana en la investigación, ya sea teórica o empírica (observacional o experimental). Estos van desde incentivar a los estudiantes a continuar carreras como investigadores—tanto en ciencia fundamental como aplicada, o en diversas tecnologías—hasta fortalecer la formación de pregrado en STEM. Esta experiencia permite adquirir a los y las estudiantes una visión inicial del valor de la investigación en su formación como profesional, sin que esto signifique convertirse en investigadores, sino sencillamente en profesionales más completos.

Por ello, los Trabajos de Investigación Dirigida (TID), impulsados por la Facultad de Ingeniería y Ciencias desde hace ya más de tres años, han resultado tan atractivos tanto para estudiantes como para académicos y académicas. El número de TIDs semestrales ha mantenido una tendencia al alza, involucrando cada vez a más es-

tudiantes y académicos, atrayendo a una porción significativa de estudiantes mujeres y académicos de otras escuelas y facultades de la Universidad.

En esta primera edición, se recogen y presentan una fracción importante de los TIDs efectuados hasta el año 2023, haciendo visible la diversidad, importancia y atractivo de los temas de investigación que se han desarrollado. Esperamos, en las siguientes ediciones, seguir mostrando las virtudes de este elemento curricular propio del sello de la facultad y de la universidad.

**Bernardo González**

Director de Investigación y Postgrados Académicos  
Facultad de Ingeniería y Ciencias

# CONTENIDO



PRÓLOGO	<b>13</b>	HERRAMIENTA PARA EL DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO DE ELECTROTERMINALES PROFESOR: LUIS GUTIÉRREZ-LAGO / ESTUDIANTE: DIEGO PÉREZ ARMIJO	<b>25</b>	ARTE DISEÑO E INNOVACIÓN: EL CASO ITALIANO FERRARI PROFESORA: PAULA ROJAS / ESTUDIANTE: JOHNJAIRO MELÉNDEZ	<b>36</b>	SIMULACIONES DE LA LLEGADA DE COMETAS A LA TIERRA CONSIDERANDO EL EFECTO DE LA FUERZA DE PROPULSIÓN POR EVAPORACIÓN DE VOLÁTILES PROFESORES: PABLO BENÍTEZ, JORGE CUADRA, ANDRÉS JORDÁN / ESTUDIANTE: MARÍA JOSÉ HIDALGO ARANDA	<b>49</b>
ENFRIAMIENTO RADIATIVO: UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE PROFESOR: FRANCISCO RAMÍREZ / ESTUDIANTE: AGUSTÍN SOTO	<b>15</b>	DESNITRIFICACIÓN AUTOTRÓFICA EN SISTEMAS BIOELECTROQUÍMICOS APLICADA EN LA REMOCIÓN DE NITRATOS DESDE AGUAS SUBTERRÁNEAS PROFESORA: JAVIERA TOLEDO / ESTUDIANTE: EDEL FERNÁNDEZ	<b>26</b>	EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL DESARROLLO DE MAÍZ EN CHILE PROFESOR: CRISTIÁN MARTÍNEZ / ESTUDIANTE: JORGE PETIT-LAURENT	<b>39</b>	IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE SIMULACIÓN DE REDES ÓPTICAS ELÁSTICAS CON MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN ESPACIAL EN EL SIMULADOR FLEX NET SIM PROFESOR: DANILO BÓRQUEZ / ESTUDIANTE: MIRKO ZITKOVICH	<b>50</b>
ALFA ROMEO - EL TRÉBOL GLADIADOR PROFESORA: PAULA ROJAS / ESTUDIANTES: ANDRÉS ECHENIQUE Y JOSÉ TOMÁS ECHENIQUE	<b>17</b>	TECNOLOGÍAS DE HIDRÓGENO APLICADAS A USOS DOMÉSTICOS PROFESORA: PAULA ROJAS / ESTUDIANTE: ELISA JIMÉNEZ	<b>28</b>	A DATABASE OF EXOPLANETS PROFESOR: GIJS MULDER / ESTUDIANTE: JOSEFINA PARADA	<b>41</b>	PAGANI: CARBONO, INGENIERÍA Y LUJO PROFESORA: PAULA ROJAS / ESTUDIANTE: NICOLÁS RAMOS	<b>52</b>
PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COMPLEJOS DE RE(I) PARA EVALUACIÓN ANTITUMORAL MEDIANTE GENERACIÓN DE OXÍGENO SINGLETE PROFESORES: DANILO JARA (UAI) Y PATRICIA TORO (U.AUTÓNOMA) / ESTUDIANTE: ANITA MORA GÓMEZ	<b>18</b>	COMPARACIÓN DE SOLVERS NO LINEALES Y MEJORAS A MODELO ECONOMÉTRICO PARA EL PROBLEMA DE OPTIMIZACIÓN DE PRECIOS MULTIPRODUCTO PROFESOR: LUIS ABURTO / ESTUDIANTE: FLORENCIA VIDAL	<b>31</b>	SISTEMAS GRANULARES BASADOS EN REGLAS ÓPTIMOS A PARTIR DE FLUJOS DE DATOS PROFESOR: DANIEL FURTADO / ESTUDIANTES: JUAN PABLO ESPINOZA Y SEBASTIÁN VERA	<b>42</b>	REDES NEURONALES APLICADOS EN BRAZOS INDUSTRIALES PROFESOR: FRANCISCO RAMÍREZ / ESTUDIANTES: NICOMEEDES MORON Y TOMÁS BRICEÑO	<b>55</b>
BIOCUERO DE ALGAS PROFESOR: CEDRIC LITTLE / ESTUDIANTES: BASTIÁN VÁSQUEZ, NIKI DRAGANIDAKIS BITERNAS Y JULIO SAN MARTÍN	<b>20</b>	ANÁLISIS DE LARVAS DE CRUSTÁCEOS MARINOS A POBLACIONES COSTERAS A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL Y DE POBLACIÓN PARA LAS COSTAS CHILENAS PROFESOR: CEDRIC LITTLE / ESTUDIANTE: JAVIERA CUELLAR	<b>33</b>	ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE UN PGPR PARA TENER EFECTOS SIGNIFICATIVOS EN LA PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO DE UNA PLANTA PROFESOR: BERNARDO GONZÁLEZ / ESTUDIANTE: KARLA CARVAJAL	<b>44</b>	ESTUDIO DE ELECTRONES CALIENTES INDUCIDOS POR PLASMONES SUPERFICIALES PROFESOR: FRANCISCO RAMÍREZ / ESTUDIANTE: PABLO URIBE	<b>57</b>
MODELO MATEMÁTICO PARA ESTUDIAR LA RELACIÓN ENTRE COVID-19 Y ENFERMEDADES DE SALUD MENTAL Y SU IMPACTO MUTUO PROFESORA: KATIA VOGT / ESTUDIANTE: CATALINA ROJAS	<b>23</b>	MÉTODOS MONTE CARLO PARA TRANSPORTE DE PARTÍCULAS PROFESORA: PAULA ROJAS / ESTUDIANTE: JOAQUÍN PEREZ	<b>34</b>	UN MODELO MATEMÁTICO PARA GONORREA Y SU RESISTENCIA A ANTIMICROBIANOS BAJO DISTINTOS NIVELES DE EFICACIA DE TRATAMIENTOS PARA SU CONTROL PROFESORA: KATIA VOGT / ESTUDIANTES: MAGDALENA HEREIRA Y FRANCISCO NOVOA	<b>47</b>	TIC 139251123.01: UN PLANETA DE SIMILAR DENSIDAD A LA TIERRA EN UNA ÓRBITA PROFESOR: RAFAEL BRAHM / ESTUDIANTE: SIMÓN ÁVILA	<b>58</b>



# PRÓLOGO

La investigación es el corazón que impulsa a la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez. Es el motor que nos desafía a formular preguntas, buscar soluciones innovadoras y avanzar en la comprensión de los complejos problemas que enfrenta nuestra sociedad. En este espíritu nace nuestra primera edición de la Revista de Taller de Investigación Dirigida, un espacio dedicado a destacar el talento, la curiosidad y el compromiso de nuestros estudiantes y profesores.

En esta publicación, se refleja una muestra del trabajo que, con esfuerzo y dedicación, realizaron los estudiantes durante sus Talleres de Investigación Dirigida. Cada investigación refleja no solo el rigor académico y la creatividad de quienes lo llevaron a cabo, sino también el valioso acompañamiento de los profesores que, con su guía, fomentaron la excelencia e impulsaron el desarrollo del máximo potencial de cada trabajo.

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a los estudiantes que con su trabajo enriquecen este espacio de difusión del conocimiento y se posicionan como agentes de cambio en sus respectivas disciplinas.



## ENFRIAMIENTO RADIATIVO: UNA ALTERNATIVA SUSTENTABLE

PROFESOR: FRANCISCO RAMÍREZ  
ESTUDIANTE: AGUSTÍN SOTO  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Este estudio tiene como objetivo evaluar la viabilidad del uso del Enfriamiento Radiativo Pasivo (ERP) para disipar energía en el sistema de refrigeración de molinos SAG en la industria minera. Proponiendo que el 20% de la energía total se disipe mediante métodos de ERP, utilizando análisis matemáticos basado en los datos del sistema de refrigeración de los molinos (3945 kW) y consideraciones atmosféricas para calcular la cantidad de radiación que el material podría disipar por metro cuadrado y la superficie requerida.

Mediante métodos numéricos, se determinó que se necesitan 6400 metros cuadrados de paneles radiativos para disipar la energía propuesta, lo que podría reducir los costos operativos en un 15,5% en comparación con sistemas convencionales. Sin embargo, estos resultados son preliminares y requieren una investigación continua para obtener resultados más precisos.

Nuestro equipo actualmente se centra en un análisis teórico más profundo, el diseño mecánico y térmico de los paneles radiativos, y la consideración de diversos parámetros en esta compleja ecuación. Creemos que el enfriamiento radiativo pasivo puede ser una solución sostenible para abordar el creciente consumo energético en refrigeración y contribuir a mitigar los efectos del cambio climático a nivel global.



This study aims to evaluate the feasibility of using ERP to dissipate energy in the cooling system of SAG mills in the mining industry. Proposing that 20% of the total energy be dissipated by ERP methods, based on mathematical analysis based on data from the mills' cooling system (3945 kW) and atmospheric considerations to calculate the amount of radiation that the material could dissipate per square meter and the required surface area.

Using numerical methods, it was determined that 6,400 square meters of radioactive panels are needed to dissipate the proposed energy, which could reduce operating costs by 15.5% compared to conventional systems. However, these results are preliminary and require continued research to obtain more accurate results.

Our team is currently focusing on deeper theoretical analysis, the mechanical and thermal design of the radiative panels, and the consideration of various parameters in this complex equation. We believe that passive radiative cooling can be a sustainable solution to address growing energy consumption in cooling and contribute to mitigating the effects of global climate change.





## ALFA ROMEO - EL TRÉBOL GLADIADOR

PROFESORA: PAULA ROJAS

ESTUDIANTES: ANDRÉS ECHENIQUE Y JOSÉ TOMÁS ECHENIQUE

CAMPUS PEÑALOLÉN



El objetivo inicial de este trabajo era conocer más sobre la marca de automóviles Alfa Romeo, pero a medida que avanzó la investigación, se descubrió que, en los últimos años, la industria italiana ha ido perdiendo terreno en el mercado. Es por esto que se buscó encontrar una posible manera de revertir estos acontecimientos.

Considerando que la última estrategia de Alfa Romeo fue integrarse a Stellantis, un grupo multinacional de la industria automotriz, se propuso una serie de acciones para reimpulsar la marca, tales como mejorar la eficiencia de la cadena de suministro de repuestos, introducir periódicamente modelos innovadores que desafíen el status quo y, por último, otorgar un mayor énfasis a la marca misma para desplegar su máximo potencial.

En esa línea, se recomienda, además, otorgar mayor énfasis a Alfa Romeo y asignar recursos adicionales para revitalizar su competitividad en su segmento, dado que existen varias marcas dentro del holding que comparten el mismo público objetivo.



The initial objective of this work was to learn more about the Alfa Romeo automobile brand, but as the research progressed, it was discovered that in recent years, the Italian industry has been losing ground in the market. This is why we sought to find a possible way to reverse these events.

Considering that Alfa Romeo's latest strategy was to integrate Stellantis, a multinational group in the automotive industry, a series of actions were proposed to reinvigorate the brand, such as improving the efficiency of the spare parts supply chain, periodically introducing innovative models that challenge the status quo and, finally, place greater emphasis on the brand itself to unleash its maximum potential.

Along these lines, it is also recommended to give greater emphasis to Alfa Romeo and allocate additional resources to revitalize its competitiveness in its segment, given that there are several brands within the holding that share the same target audience.



# PURIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE COMPLEJOS DE RE(I) PARA EVALUACIÓN ANTITUMORAL MEDIANTE GENERACIÓN DE OXÍGENO SINGLETE

PROFESORES: DANILO JARA (UAI) Y PATRICIA TORO (U.AUTÓNOMA)  
ESTUDIANTE: ANITA MORA GÓMEZ  
CAMPUS VIÑA DEL MAR



Con el objetivo de encontrar un tratamiento para el cáncer alternativo a la quimioterapia, este trabajo examinó las bases químicas de la terapia fotodinámica (PDT) ya que presenta una acción focalizada en células y tejidos tumorales.

Esto sucede porque la PDT, la cual funciona a partir de luz, oxígeno molecular y una molécula llamada fotosensibilizador, genera especies reactivas de oxígeno (ROS), que pueden inducir daño oxidativo específico al ADN y otras biomoléculas, permitiendo un control selectivo sobre los efectos citotóxicos en las células tumorales, minimizando el daño en tejidos sanos circundantes en el área fotosensibilizada.

De esta forma, y entendiendo que el fotosensibilizador debía tener la capacidad de generar oxígeno singlete, la investigación trabajó con complejos de renio, los cuales fueron realizados mediante la purificación y caracterización de complejos de Re(I) para evaluación antitumoral a través de generación de oxígeno singlete. Lamentablemente, tras la limpieza, el compuesto no quedó puro, por lo que se concluyó que no era un fotosensibilizador óptimo para realizar la PDT, pero se recomienda probar con complejos de osmio para futuras investigaciones.



With the aim of finding an alternative cancer treatment to chemotherapy, this work examined the chemical bases of photodynamic therapy (PDT) since it has a focused action on tumor cells and tissues.

This happens because PDT, which works from light, molecular oxygen and a molecule called photosensitizer, generates reactive oxygen species (ROS), which can induce specific oxidative damage to DNA and other biomolecules, allowing selective control over the effects cytotoxic in tumor cells, minimizing damage to surrounding healthy tissues in the photosensitized area.

In this way, and understanding that the photosensitizer must have the capacity to generate singlet oxygen, the research worked with rhenium complexes, which were carried out through the purification and characterization of Re(I) complexes for antitumor evaluation through generation of singlet oxygen. Unfortunately, after cleaning it the compound was not pure, so it was concluded that it was not an optimal photosensitizer to perform PDT, but it is recommended to try osmium complexes for future research.



## BIOCUERO DE ALGAS



Este proyecto surge como respuesta al fenómeno del fast fashion y busca proporcionar un material que pueda utilizarse en la moda sin aumentar la contaminación ambiental. En ese línea, el objetivo fue crear un material en base a cochayuyo que, al final de su ciclo de vida, pudiese ser enterrado en la tierra y biodegradarse de manera segura y que, además, tuviese características similares al cuero convencional.

De esta forma se probó recrear el material a través de 2 técnicas. Primero, a través de un proceso en que se seca la celulosa vegetal, se agrega carbón activado, glicerina, cera de abeja y gelatina al cochayuyo. La segunda técnica involucraba la disolución del cochayuyo en agua con bicarbonato de sodio, seguida de la adición de carbón activado y glicerina.

A pesar de que se obtuvo un material con características similares a la textura del cuero, aún no se han logrado recrear las propiedades mecánicas deseadas. Los autores del proyecto esperan continuar refinando este material, buscando mejorar su resistencia y durabilidad, de modo que cumpla con los requisitos de calidad necesarios para su uso en productos y su procesamiento industrial.



This project arises as a response to the fast fashion phenomenon and seeks to provide a material that can be used in fashion without increasing environmental pollution. Along these lines, the objective was to create a material based on cochayuyo that, at the end of its life cycle, could be buried in the ground and biodegrade safely and that, in addition, had characteristics similar to conventional leather.

In this way, it was tried to recreate the material through 2 techniques. First, through a process in which the vegetable cellulose is dried, activated carbon, glycerin, beeswax and gelatin are added to the cochayuyo. The second technique involved dissolving the cochayuyo in water with baking soda, followed by the addition of activated charcoal and glycerin.

Although a material with characteristics similar to the texture of leather was obtained, the desired mechanical properties have not yet been recreated. The authors of the project hope to continue refining this material, seeking to improve its resistance and durability, so that it meets the quality requirements necessary for its use in products and industrial processing.

PROFESOR: CEDRIC LITTLE  
ESTUDIANTES: BASTIÁN VÁSQUEZ,NIKI DRAGANIDAKIS BITERNAS  
Y JULIO SAN MARTÍN  
CAMPUS PEÑALOLÉN Y VIÑA DEL MAR





## MODELO MATEMÁTICO PARA ESTUDIAR LA RELACIÓN ENTRE COVID-19 Y ENFERMEDADES DE SALUD MENTAL Y SU IMPACTO MUTUO

PROFESORA: KATIA VOGT  
ESTUDIANTE: CATALINA ROJAS  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Esta investigación analiza cómo la pandemia de Covid-19 afectó la salud mental de las personas, específicamente de los adolescentes y adultos jóvenes, e identifica diversos factores que contribuyeron a este fenómeno, como el aislamiento social, la incertidumbre, el incremento en los casos de contagio y las restricciones en el contacto social.

A partir de un modelo compartimental de ecuaciones diferenciales ordinarias, el estudio clasifica la relación entre la pandemia y la depresión como un ciclo de retroalimentación negativa, puesto que el estrés emocional y los síntomas depresivos influyen en la aparición y agravamiento de la enfermedad, mientras que las restricciones sanitarias afectaron en la sociedad y la economía.

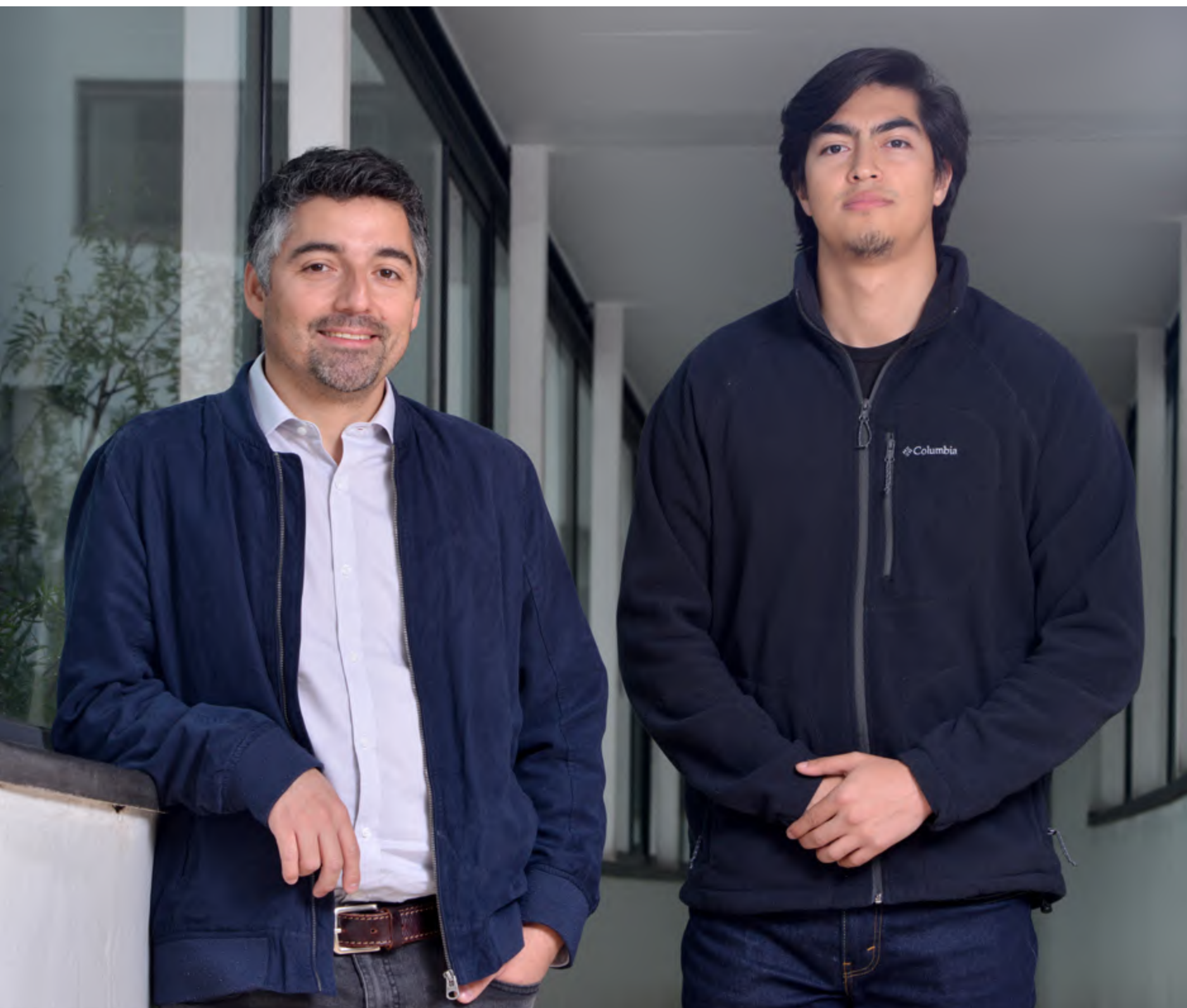
A partir de los resultados obtenidos, el estudio destaca la importancia de comprender la relación entre la pandemia y la salud mental para poder implementar medidas eficaces que promuevan el bienestar de la sociedad, como lo es el acceso a tratamientos de ayuda psicológica. Finalmente, la investigación propone futuras áreas de investigación, incluyendo la influencia del tratamiento de la depresión en la relación con otras enfermedades y la diferenciación de las tasas de infección en personas con preexistencia de depresión.



This research analyzes how the Covid-19 pandemic affected people's mental health, specifically adolescents and young adults, and identifies various factors that contributed to this phenomenon, such as social isolation, uncertainty, the increase in cases of contagion and restrictions on social contact.

Using a compartmental model of ordinary differential equations, the study classifies the relationship between the pandemic and depression as a negative feedback loop, since emotional stress and depressive symptoms influence the onset and worsening of the disease, while health restrictions affected society and the economy.

Based on the results obtained, the study highlights the importance of understanding the relationship between the pandemic and mental health in order to implement effective measures that promote the well-being of society, such as access to psychological help treatments. Finally, the research proposes future areas of research, including the influence of depression treatment on the relationship with other diseases and the differentiation of infection rates in people with pre-existing depression.



## HERRAMIENTA PARA EL DIMENSIONAMIENTO ÓPTIMO DE ELECTROTERMINALES

PROFESOR: LUIS GUTIÉRREZ-LAGO  
ESTUDIANTE: DIEGO PÉREZ ARMIJO  
CAMPUS VIÑA DEL MAR



Este trabajo tuvo como objetivo contribuir a resolver el desafío de electrificar el transporte público de buses urbanos a mínimo costo. La investigación se centró en el desarrollo de una herramienta basada en optimización que permitiera encontrar la cantidad mínima de cargadores de buses, necesarios para satisfacer la demanda de carga durante un día tipo. Para esto se consideraron factores como la capacidad de la red de distribución y la potencia eléctrica disponible a través del día, así como precios horarios de energía eléctrica.

Durante el TID, Diego realizó una revisión bibliográfica actualizada sobre metodologías de diseño de electroterminales, técnicas y modelos de optimización, y operación de un electroterminal existente en Peñalolén (al frente del campus), utilizando diversas fuentes académicas, públicas y privadas. En particular se contó con el apoyo de METBUS para la obtención de datos (parámetros y variables medidas), operador del electroterminal en cuestión.

El trabajo de TID se transformó luego en un proyecto de MCI, que completó la tarea, también bajo mi dirección. Actualmente Diego está ad portas de defender su tesis para el grado de Magister y tenemos un artículo académico en preparación.



This work aimed to contribute to addressing the challenge of electrifying urban public bus transport at minimum cost. The research focused on developing an optimization-based tool to determine the minimum number of bus chargers required to meet charging demand during a typical day. Factors such as the capacity of the distribution grid, the available electrical power throughout the day, and hourly electricity prices were considered.

During the research, Diego conducted an up-to-date literature review on methodologies for designing electric bus depots, optimization techniques and models, and the operation of an existing electric bus terminal in Peñalolén (in front of the campus), utilizing various academic, public, and private sources. In particular, METBUS provided support by supplying data (parameters and measured variables) as the operator of the electric bus terminal in question.

The TID work later evolved into an MCI project, which completed the task, also under my supervision. Currently, Diego is on the verge of defending his thesis for his Master's degree, and we are preparing an academic article based on this work.



# DESNITRIFICACIÓN AUTOTRÓFICA EN SISTEMAS BIOELECTROQUÍMICOS APLICADA EN LA REMOCIÓN DE NITRATOS DESDE AGUAS SUBTERRÁNEAS

PROFESORA: JAVIERA TOLEDO  
ESTUDIANTE: EDEL FERNÁNDEZ  
CAMPUS VIÑA DEL MAR



El informe tuvo como objetivo elaborar una recopilación de información bibliográfica sobre la desnitrificación autotrófica mediante sistemas bioelectroquímicos, analizando parámetros relevantes y sus variaciones. Se identificaron parámetros como la modalidad de operación de los reactores, pH, temperatura, tiempo de retención hidráulica (TRH), conductividad del agua y la tasa de remoción de nitrato, y se realizó un análisis de correlación lineal entre ellos utilizando el coeficiente de Pearson.

Se construyó una matriz de correlación de Pearson basada en los datos recopilados de la literatura científica, donde se destacaron relaciones significativas como pH/conductividad y tasa de remoción de nitrato/temperatura. Sin embargo, la correlación entre TRH/temperatura y pH/temperatura fue casi nula. Este análisis resalta la importancia de variables como la temperatura, conductividad y concentración inicial de nitrato en la tasa de remoción de nitrato.

Los resultados revelan la dificultad para determinar qué variable independiente tiene el mayor impacto en la tasa de remoción de nitrato, dada la dispersión significativa en los valores de cada parámetro. Se sugiere que las condiciones experimentales extremas o no convencionales podrían abrir nuevas posibilidades para la investigación y aplicación de métodos biológicos en la mitigación de la contaminación por nitratos en aguas subterráneas, como se observó en estudios que lograron la desnitrificación a 10 °C



The objective of the report was to prepare a compilation of bibliographic information on autotrophic denitrification using bioelectrochemical systems, analyzing relevant parameters and their variations. Parameters such as the operating mode of the reactors, pH, temperature, hydraulic retention time (HRT), water conductivity and the nitrate removal rate were identified, and a linear correlation analysis was carried out between them using the Pearson coefficient .

A Pearson correlation matrix was constructed based on data collected from the scientific literature, where significant relationships such as pH/conductivity and nitrate removal rate/temperature were highlighted. However, the correlation between TRH/temperature and pH/temperature was almost null. This analysis highlights the importance of variables such as temperature, conductivity and initial nitrate concentration in the nitrate removal rate.

The results reveal the difficulty in determining which independent variable has the greatest impact on the nitrate removal rate, given the significant dispersion in the values of each parameter. It is suggested that extreme or unconventional experimental conditions could open new possibilities for the research and application of biological methods in the mitigation of nitrate pollution in groundwater, as observed in studies that achieved denitrification at 10 °C.



# TECNOLOGÍAS DE HIDRÓGENO APLICADAS A USOS DOMÉSTICOS

PROFESORA: PAULA ROJAS  
ESTUDIANTE: ELISA JIMÉNEZ  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Este trabajo tuvo como objetivo investigar las tecnologías asociadas al uso del hidrógeno como combustible para su aplicación en consumo doméstico, dada su alta capacidad energética y su importancia en la vida humana. La idea a futuro es desarrollar tecnologías para integrar este recurso de manera cotidiana en nuestros hogares, de manera similar a como se hizo con la energía eléctrica.

En el ámbito del almacenamiento de hidrógeno, se han investigado dos grandes ramas: el almacenamiento físico y el almacenamiento en materiales sólidos. Los hidruros metálicos han surgido como una alternativa interesante dentro de esta última categoría debido a su facilidad de manejo y seguridad como almacenadores portátiles.

Sin embargo, a pesar de los avances, aún persisten desafíos en el desarrollo de un medio de almacenamiento de hidrógeno que sea seguro, liviano y de fácil manipulación. La seguridad sigue siendo un aspecto crítico, con la necesidad de reducir las temperaturas de desorción del hidrógeno y mejorar el rendimiento en la carga y descarga de este vector energético mediante investigaciones continuas en fabricación de materiales y uso de catalizadores.

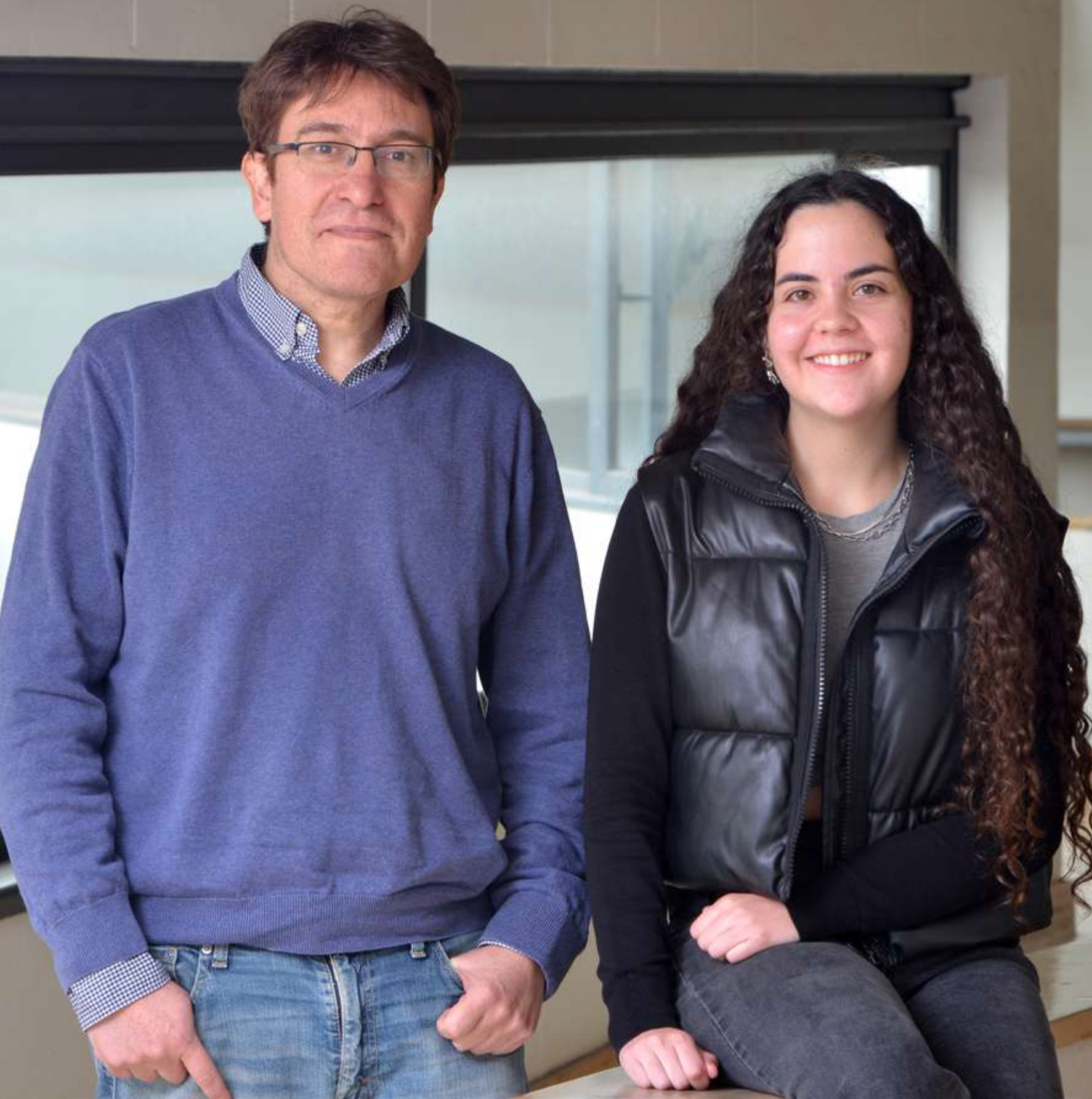


This work aimed to investigate the technologies associated with the use of hydrogen as fuel for its application in domestic consumption, given its high energy capacity and its importance in human life. The aim is to develop technologies to integrate this resource on a daily basis in our homes, in a similar way to what was done with electrical energy.

In the field of hydrogen storage, two large branches have been investigated: physical storage and storage in solid materials. Metal hydrides have emerged as an interesting alternative within this last category due to their ease of handling and safety as portable storage devices.

However, despite advances, challenges remain in developing a hydrogen storage medium that is safe, lightweight, and easy to handle. Safety remains a critical aspect, with the need to reduce hydrogen desorption temperatures and improve performance in the loading and unloading of this energy vector through continuous research in materials manufacturing and the use of catalysts.





## COMPARACIÓN DE SOLVERS NO LINEALES Y MEJORAS A MODELO ECONOMETRICO PARA EL PROBLEMA DE OPTIMIZACIÓN DE PRECIOS MULTIPRODUCTO

PROFESOR: LUIS ABURTO  
ESTUDIANTE: FLORENCIA VIDAL  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Este trabajo tuvo como objetivo maximizar los resultados de una categoría multiproducto de consumo masivo. Para resolverlo, el estudio se dividió en dos etapas: primero se calibraron modelos de estimación de demanda y análisis de elasticidades cruzadas y luego, estos resultados se integraron en modelos de optimización para poder recomendar distintos precios.

Ejemplificado a través de la optimización de precios de las paltas en EE.UU, en la primera etapa se utilizaron modelos doble log para estimar la demanda existente, mejorando la estimación de elasticidades controlando efectos para cada región. Esto permitió identificar influencias significativas de elasticidad a nivel regional y mejorar la utilidad en hasta un 7%.

En un segundo experimento, se utilizaron regresiones lineales múltiples doble log, tomando como referencia las elasticidades estimadas por Montgomery, y se compararon diversos solvers para evaluar su eficiencia en un problema no lineal, no convexo, de variables continuas y con múltiples óptimos locales. Así, se llegó a la conclusión de que ConstrOptim era el algoritmo que demostró el mejor rendimiento, superando a otros en términos de eficiencia y rapidez al alcanzar el óptimo global en las primeras iteraciones.



This work aimed to maximize the results of a multi-product category. To solve it, the study was divided into two stages: first, demand estimation models and cross-elasticity analyses were calibrated and then, these results were integrated into optimization models to recommend different pricing strategies.

Exemplified through the optimization of avocado prices in the US, in the first stage the Gurobi solver was used to modify an existing demand model, improving its accuracy through the application of double log models and the estimation of elasticities for each region. This made it possible to identify significant elasticity influences at the regional level and improve utility by up to 7%.

In the second stage, double log multiple linear regressions were used, taking as reference the elasticities estimated by Montgomery, and various solvers were compared to evaluate their efficiency in a non-linear, non-convex problem, with continuous variables and with multiple local optima. Thus, it was concluded that ConstrOptim was the algorithm that demonstrated the best performance, outperforming others in terms of efficiency and speed by reaching the global optimum in the first iterations.



## ANÁLISIS DE LARVAS DE CRUSTÁCEOS MARINOS A POBLACIONES COSTERAS A PARTIR DEL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL Y DE POBLACIÓN PARA LAS COSTAS CHILENAS

PROFESOR: CEDRIC LITTLE  
ESTUDIANTE: JAVIERA CUELLAR  
CAMPUS VIÑA DEL MAR



Este estudio tiene como objetivo comprender la relación entre el fenómeno El Niño-Southern Oscillation (ENSO) y el suministro de larvas de picorocos en las costas chilenas. Se emplearon modelos estadísticos como ARIMA, SARIMA y árbol de decisión para realizar predicciones en Python con datos desde 1970 a 2021, destacando los resultados obtenidos de los modelos ARIMA y SARIMA.

El análisis de datos identificó que las localidades con mayor recepción de larvas fueron ECIM Norte, Matanzas y Temblador. Sin embargo, se advierte sobre la posible influencia de años sin registros y la dependencia de datos existentes en las predicciones. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar estas limitaciones al interpretar los resultados y proponer medidas de mitigación.

Se observó una relación inversa entre los valores de ENSO y el suministro de larvas, evidenciando que valores bajos de ENSO están asociados con un mayor suministro de larvas en las zonas costeras. Este hallazgo subraya la influencia del fenómeno ENSO en la variabilidad del suministro de larvas de picorocos. En conjunto, estos resultados proporcionan una comprensión más profunda de los factores ambientales que afectan la distribución y supervivencia de las larvas de picorocos en la costa chilena, destacando la importancia de considerar el fenómeno ENSO en futuras predicciones y estudios.



This study aims to understand the relationship between the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon and the supply of picoroco larvae on the Chilean coast. Statistical models such as ARIMA, SARIMA and decision tree were used to make predictions in Python with data from 1970 to 2021, highlighting the results obtained from the ARIMA and SARIMA models.

The data analysis identified that the locations with the highest reception of larvae were ECIM Norte, Matanzas and Temblador. However, we warn about the possible influence of years without records and the dependence on existing data in the predictions. These findings highlight the importance of considering these limitations when interpreting the results and proposing mitigation measures.

An inverse relationship was observed between ENSO values and larval supply, showing that low ENSO values are associated with a greater larval supply in coastal areas. This finding underlines the influence of the ENSO phenomenon on the variability of picorocus larval supply. Together, these results provide a deeper understanding of the environmental factors that affect the distribution and survival of picorocos larvae on the Chilean coast, highlighting the importance of considering the ENSO phenomenon in future predictions and studies.

# MÉTODOS MONTE CARLO PARA TRANSPORTE DE PARTÍCULAS

PROFESORA: PAULA ROJAS  
ESTUDIANTE: JOAQUÍN PEREZ  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Con el objetivo de aportar a la línea de investigación de Simulaciones y Herramientas de Cálculo aplicadas a Física Nuclear y Reactores, se realizó un análisis general de los Métodos Monte Carlo (MC) y su relación con el transporte de partículas.

De esta forma, el trabajo revisó los antecedentes históricos y las aplicaciones actuales del método MC en los sectores de la ingeniería nuclear, y además, se aplicó el código MC en la herramienta de simulaciones openMC para obtener los Keff y Beff, para luego comparar los resultados con los Benchmarks de la literatura.

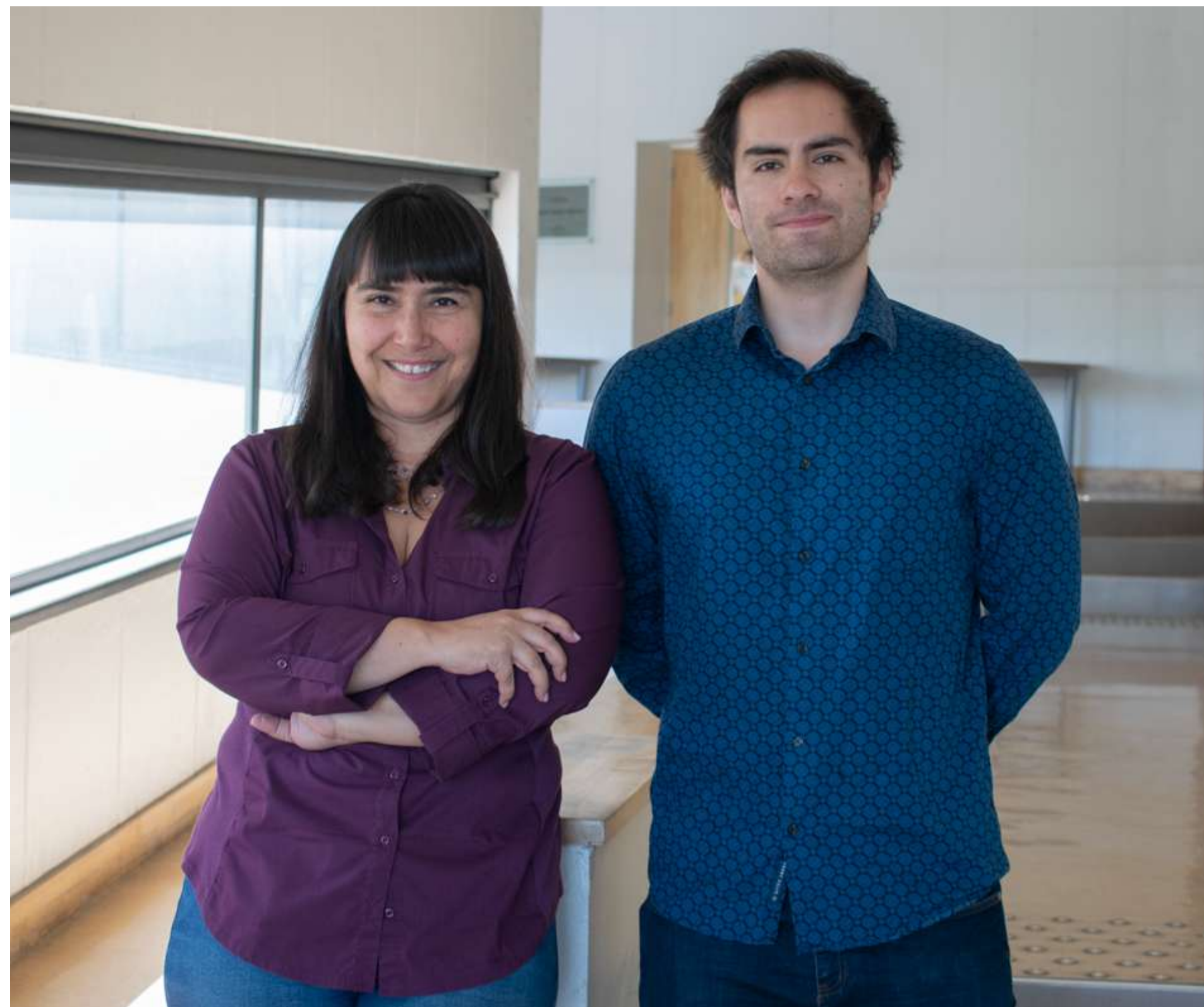
Tras el ejercicio, los resultados obtenidos mostraron que los valores de Keff son relativamente cercanos a los obtenidos previamente en los Benchmarks y las simulaciones previas; lo que puede significar que el código tiempo-dependiente tiene una precisión considerable con respecto a la realidad física. Este trabajo se realizó con el apoyo de la Comisión Chilena de Energía Nuclear CCHEN.



With the aim of contributing to the research line of Simulations and Calculation Tools applied to Nuclear Physics and Reactors, a general analysis of the Monte Carlo Methods (MC) and their relationship with particle transport was carried out.

In this way, the work reviewed the historical background and current applications of the MC method in the nuclear engineering sectors, and in addition, the MC code was applied in the openMC simulations tool to obtain the Keff and Beff, and then compare the results with the literature Benchmarks.

After the exercise, the results obtained showed that the Keff values are relatively close to those previously obtained in the Benchmarks and previous simulations; which may mean that the time-dependent code has considerable precision with respect to physical reality.



## ARTE DISEÑO E INNOVACIÓN: EL CASO ITALIANO FERRARI

PROFESORA: PAULA ROJAS  
ESTUDIANTE: JOHNJAIRO MELÉNDEZ  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Por medio de un extenso enfoque documental, el trabajo buscó profundizar en la empresa Ferrari, entendiéndola no sólo como una marca automotriz, sino también como un símbolo de ingeniería y diseño italiano. De esta forma, se analizaron desde sus productos emblemáticos y respectivos diseños, hasta su posicionamiento y estrategias de innovación en el mercado automotriz, con el objetivo de comprobar las ideas preconcebidas que se tenía de la marca.

Luego de la investigación, se confirmaron las hipótesis de trabajo. Primero, que la meticulosa calidad italiana y el rendimiento de sus vehículos fueron determinantes en el éxito global de Ferrari. Segundo, se corrobora que en Fórmula 1, el logotipo se asocia con valores de fuerza, prestigio y tradición.

Además, se destaca la relación intrínseca entre Enzo Ferrari, el fundador, y la marca, argumentando que esta conexión ha sido un pilar fundamental para su reconocimiento global. Finalmente, se confirma que la gestión discreta y reservada de sus procesos de fabricación y diseño es una estrategia calculada para mantener su exclusividad y distinción en el competitivo mercado de vehículos de lujo.

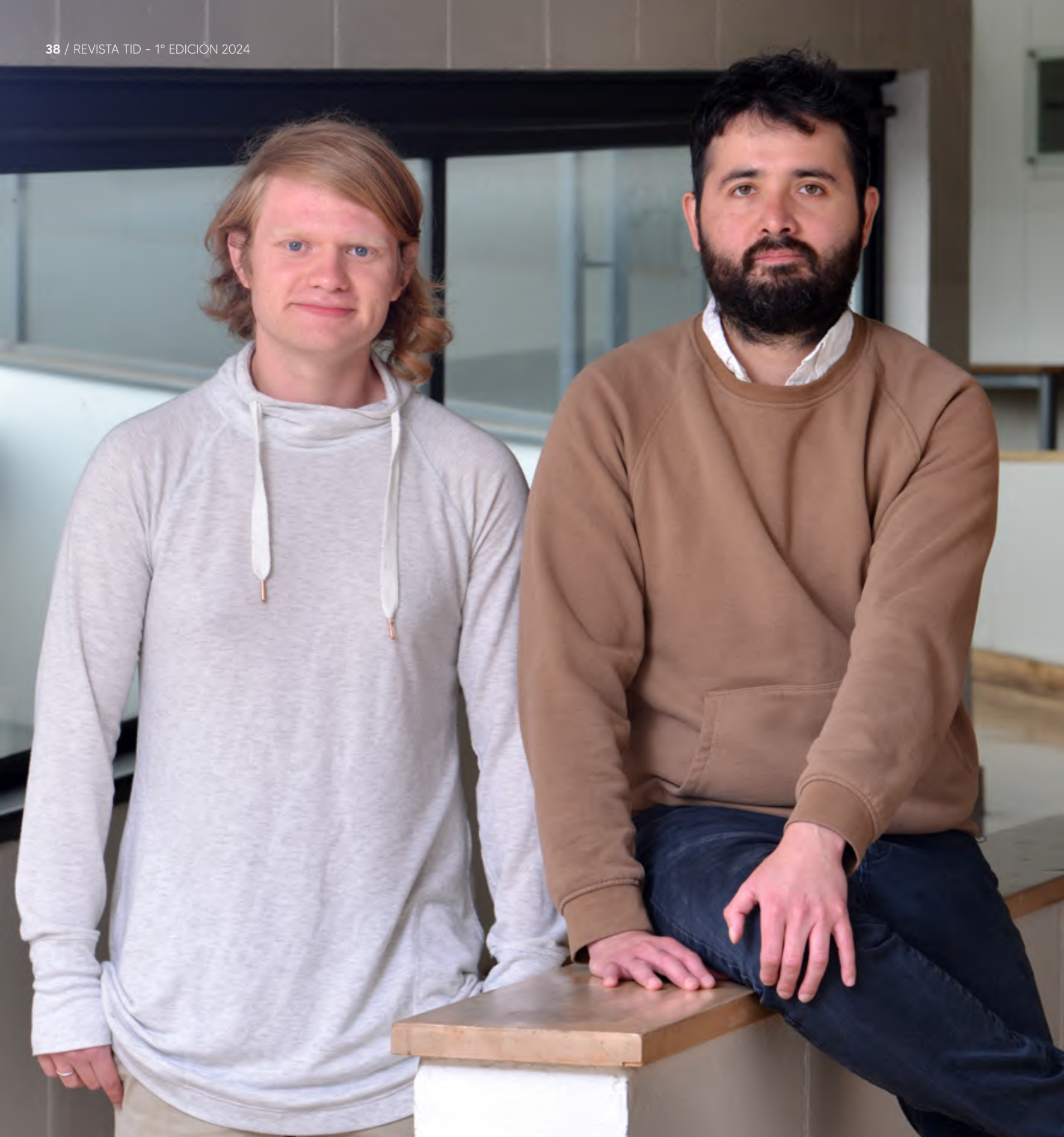


Through an extensive documentary approach, the work sought to delve deeper into the Ferrari company, understanding it not only as an automotive brand, but also as a symbol of Italian engineering and design. In this way, their emblematic products and respective designs were analyzed, to their positioning and innovation strategies in the automotive market, with the aim of verifying preconceived ideas about the brand.

After the investigation, the four hypotheses were confirmed. First, the meticulous Italian quality and performance of its vehicles were decisive in Ferrari's global success. Second, it is corroborated that in Formula 1, the logo is associated with values of strength, prestige and tradition.

Furthermore, the intrinsic relationship between Enzo Ferrari, the founder, and the brand is highlighted, arguing that this connection has been a fundamental pillar for its global recognition. Finally, it is confirmed that the discreet and reserved management of its manufacturing and design processes is a strategy calculated to maintain its exclusivity and distinction in the competitive luxury vehicle market.





## EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL DESARROLLO DE MAÍZ EN CHILE

PROFESOR: CRISTIAN MARTINEZ-VILLALOBOS  
ESTUDIANTE: JORGE PETIT-LAURENT  
CAMPUS PEÑALOLÉN



El maíz es un cultivo destacado en Chile, con un aumento constante en su rendimiento en los últimos años. Sin embargo, se ha visto amenazado por el cambio climático, donde se han evidenciado elecciones inadecuadas de híbridos y problemas de maduración. Es por esto que el objetivo del trabajo fue encontrar maneras de optimizar el rendimiento de las plantaciones locales de maíz, para preservar la seguridad alimentaria en Chile y asegurar la accesibilidad a los alimentos.

A partir de modelos de predicción de cambio climático regionales, que fueron previamente corregidos de sesgos, y modelos de desarrollo de maíz, el estudio creó índices y señales para ayudar a los agricultores. De esta forma, se determinó el desarrollo esperado de cada híbrido de maíz para cada temporada, se identificó su distribución ideal y se detectó las zonas geográficas donde se están realizando siembras poco óptimas. Así, se creó un índice de decisión de siembra que muestra cuando una decisión de siembra podría ocasionar pérdidas de productividad relacionadas con desarrollos prematuros o tardíos.

Finalmente, el estudio determinó que para mejorar los regímenes de siembra en la zona productiva sur es necesario, primero, usar híbridos de maíz con mayor tolerancia a las altas temperaturas y segundo, considerar tiempos de desarrollo más elevados que los usados tradicionalmente en cada zona de cultivo. Además, se identificó un riesgo de maduraciones prematuras, especialmente en la depresión intermedia de la región de O'Higgins y en las áreas más cálidas que quedan al norte de Santiago.



Corn is a prominent crop in Chile, with a constant increase in its yield in recent years. However, it has been threatened by climate change, where inadequate hybrid choices and maturation problems have been evident. This is why the objective of the work was to find ways to optimize the performance of local corn plantations, to preserve food security in Chile and ensure accessibility to food.

Using regional climate change prediction models, which were previously bias-corrected, and corn development models, the study sought to create indices and signals to help farmers. In this way, the expected development of each corn hybrid for each season was determined, its ideal distribution was identified and the geographical areas where suboptimal plantings were being carried out were detected. Thus, a planting decision index was created that shows when a planting decision could cause productivity losses related to premature or late development.

Finally, the study determined that to improve planting regimes in the southern productive zone it is necessary, first, to use corn hybrids with greater tolerance to high temperatures and second, to consider higher development times than those traditionally used in each production zone. crop. In addition, a risk of premature ripening was identified, especially in the intermediate depression of the O'Higgins region and in the warmer areas north of Santiago.





## A DATABASE OF EXOPLANETS

PROFESOR: GIJS MULDER  
ESTUDIANTE: JOSEFINA PARADA  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Este trabajo tiene como objetivo entender si las estrellas con planetas gigantes tienen planetas de tránsito adicionales, es decir, exoplanetas. Existen diversos métodos para detectarlos, pero para propósitos de esta investigación se utilizó el método de tránsito, donde los exoplanetas se descubren porque el planeta pasa por delante de la estrella, provocando que se atenúe ligeramente la luz percibida por el telescopio.

Para ello, se decidió crear una base de datos con todos los candidatos a planetas para poder encontrar los exoplanetas de tránsito utilizando muestras que contuviesen estrellas con planetas gigantes conocidos.

De esta forma, a partir de la observación de más de 4.000 estrellas, se encontraron 21 exoplanetas, de los cuales algunos se encuentran confirmados, otros aún son candidatos a planetas y el resto sigue sin estar confirmado. Es por ello que se concluyó que no es posible confirmar si las estrellas con exoplanetas conocidos tienen planetas en tránsito adicionales, ya que aún no existe información suficiente para poder corroborarlo.



This work aims to understand whether stars with giant planets have additional transiting planets, that is, exoplanets. There are various methods to detect them, but for the purposes of this research the transit method was used, where exoplanets are discovered because the planet passes in front of the star, causing the light perceived by the telescope to be slightly attenuated.

To do this, it was decided to create a database with all the planet candidates in order to find transiting exoplanets using samples that contained stars with known giant planets.

In this way, from the observation of more than 4,000 stars, 21 exoplanets were found, of which some are confirmed, others are still candidates for planets and the rest remain unconfirmed. For this reason, it was concluded that it is not possible to confirm whether stars with known exoplanets have additional transiting planets, since there is still not enough information to corroborate this.



# SISTEMAS GRANULARES BASADOS EN REGLAS ÓPTIMOS A PARTIR DE FLUJOS DE DATOS

PROFESOR: DANIEL FURTADO  
ESTUDIANTES: JUAN PABLO ESPINOZA Y SEBASTIÁN VERA  
CAMPUS PEÑALOLÉN



El objetivo de este trabajo fue traducir la implementación original de eOGS de MATLAB a Python. eOGS es un algoritmo informático granular que tiene como objetivo lograr una alta adaptabilidad y una baja complejidad computacional, aprendiendo en tiempo real y generando reglas explicables por humanos.

De esta forma, el algoritmo se implementó en una biblioteca de Python similar a Numpy, de código abierto y disponible en Github bajo la licencia GPLv3, que se puede instalar con la herramienta pip estándar de Python.

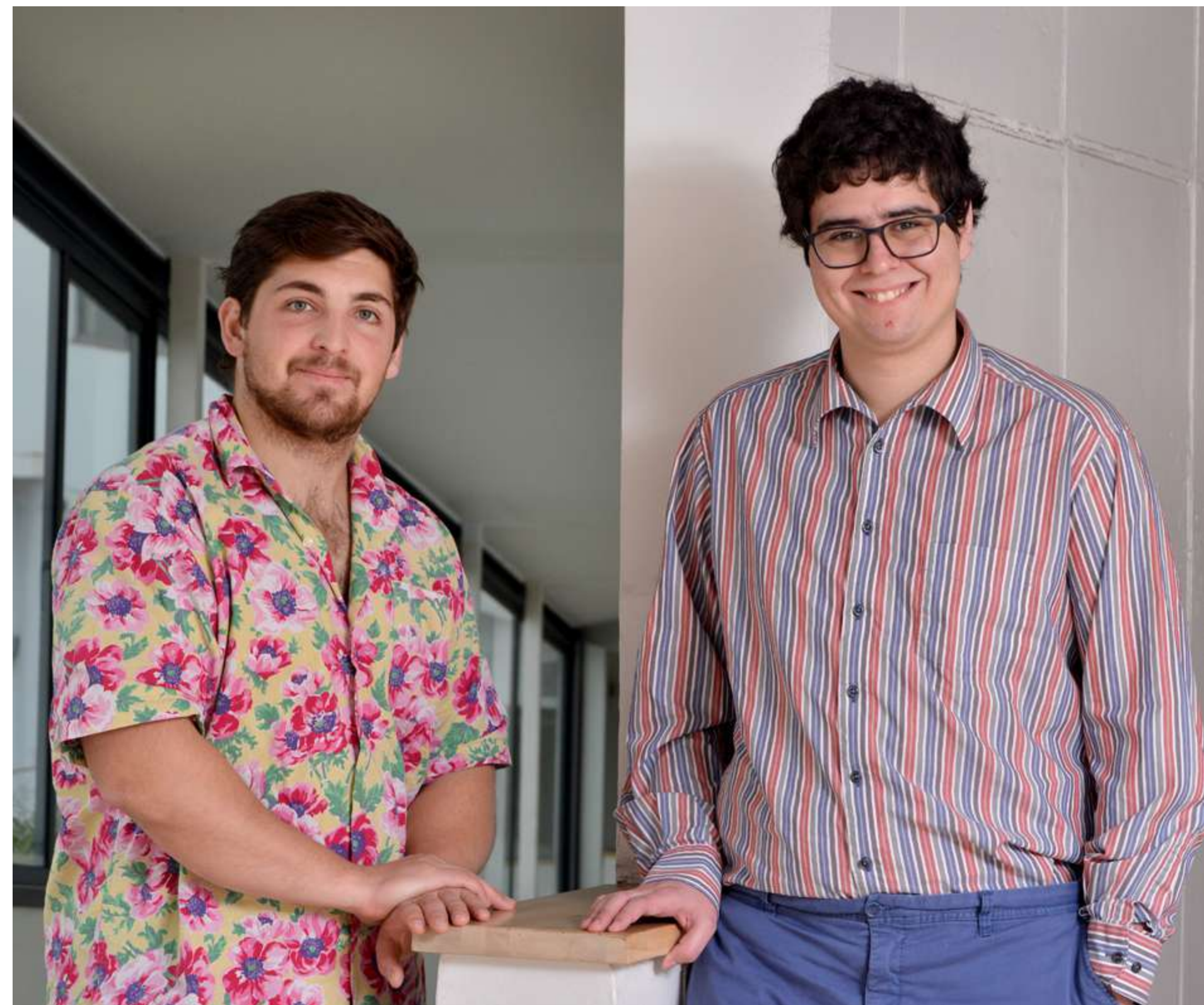
Como la implementación estaba orientada a objetos y su única dependencia era Numpy, el grupo la probó con un conjunto de datos de telemónitorización de predicción de Parkinson, los cuales estaban entrenados por adelantado y sin contar con las capacidades adaptativas de eOGS. La implementación logró un desempeño competitivo contra otros métodos como la regresión de Kernel Ridge y obtuvo un peor rendimiento en comparación con los árboles de decisión y las regresiones lineales, que eran más adecuados para la tarea.



The goal of this work was to translate the original eOGS implementation from MATLAB to Python. eOGS is a granular computing algorithm that aims to achieve high adaptability and low computational complexity, learning in real time, while generating human-explainable rules.

In this way, the algorithm was implemented in a Python library similar to Numpy, open source and available on Github under the GPLv3 license, which can be installed with the standard Python pip tool.

Since the implementation was object-oriented and its only dependency was on Numpy, the group tested it on a Parkinson's prediction telemónitoring data set, which was trained in advance and without the adaptive capabilities of eOGS. The implementation achieved competitive performance against other methods such as Kernel Ridge regression and performed worse compared to decision trees and linear regressions, which were better suited for the task.



# ESTUDIO DE LAS CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS DE UN PGPR PARA TENER EFECTOS SIGNIFICATIVOS EN LA PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO DE UNA PLANTA

PROFESOR: BERNARDO GONZÁLEZ  
ESTUDIANTE: KARLA CARVAJAL  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Este estudio tiene como objetivo estudiar de manera más profunda la interacción entre la *Paraburkholderia phytofirmans* (PsJN), una de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR) más nombradas en la literatura, con la planta modelo más conocida para estos experimentos, la *Arabidopsis thaliana*, con el fin de optimizar la operación de predios agrícolas y con ello la producción de alimentos.

De esta forma, a partir del análisis estadístico realizado para medir el crecimiento de *A. thaliana*, el cual se calculó a partir del área de la roseta y el largo de la raíz, se llegó a que una concentración óptima de  $10^6$  [UFC/ml] promovió significativamente el crecimiento del área de la roseta en comparación con el grupo control.

Sin embargo, solo se observó un efecto positivo en la longitud de la raíz para la medición del día 14 después de la siembra utilizando una concentración de  $10^4$  [UFC PsJN/ml], pero este efecto se perdió para la medición posterior al día 21 después de la siembra. Finalmente, se observó una represión del crecimiento a lo largo de las tres mediciones realizadas cuando las plantas fueron pre-inoculadas con una concentración de  $10^8$  [UFC/ml].



This study aims to study in more depth the interaction between *Paraburkholderia phytofirmans* (PsJN), one of the most named plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) in the literature, with the best-known model plant for these experiments, *Arabidopsis thaliana*, in order to optimize the operation of agricultural properties and thus food production.

In this way, from the statistical analysis carried out to measure the growth of *A. thaliana*, which was calculated from the rosette area and the length of the root, it was reached that an optimal concentration of  $10^6$  [CFU/ml] significantly promoted the growth of rosette area compared with the control group.

However, a positive effect on root length was only observed for the measurement on day 14 after sowing using a concentration of  $10^4$  [CFU PsJN/ml], but this effect was lost for the measurement after day 21 after sowing. Finally, growth repression was observed throughout the three measurements carried out when the plants were pre-inoculated with a concentration of  $10^8$  [CFU/ml].





## UN MODELO MATEMÁTICO PARA GONORREA Y SU RESISTENCIA A ANTIMICROBIANOS BAJO DISTINTOS NIVELES DE EFICACIA DE TRATAMIENTOS PARA SU CONTROL

PROFESORA: KATIA VOGT  
ESTUDIANTES: MAGDALENA HEREIRA Y FRANCISCO NOVOA  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Esta investigación tiene como objetivo analizar la dinámica de una población hipotética en la que existen tres tipos de gonorrea mediante un modelo matemático tipo SIS (susceptible, infected, susceptible) de ecuaciones diferenciales ordinarias. De los cuales, dos pueden coexistir en un mismo organismo, mientras que el tercero actúa como depredador de otras cepas. Se realizan modificaciones al modelo con el fin de medir su impacto en la transmisión de la enfermedad y el desarrollo de resistencia antimicrobiana.

Las simulaciones revelan que el parámetro más relevante para controlar el aumento de gonorrea resistente a antibióticos es la realización de un test por parte de los hospitales para determinar el tipo de gonorrea antes de prescribir un tratamiento. Además, la experimentación computacional destaca la importancia del diagnóstico temprano para controlar la transmisión de la enfermedad.

El estudio subraya la relevancia del comportamiento de la sociedad en relación con las infecciones de transmisión sexual. Se concluye que promover la realización frecuente de pruebas de diagnóstico es una estrategia efectiva para combatir la gonorrea, lo que sugiere la necesidad de facilitar el acceso a estos exámenes y abordar los prejuicios existentes hacia ellos.



This research aims to analyze the dynamics of a hypothetical population in which there are three types of gonorrhea using a SIS (susceptible, infected, susceptible) mathematical model of ordinary differential equations. Of which, two can coexist in the same organism, while the third acts as a predator of other strains. Modifications are made to the model in order to measure its impact on disease transmission and the development of antimicrobial resistance.

The simulations reveal that the most relevant parameter to control the increase in antibiotic-resistant gonorrhea is the performance of a test by hospitals to determine the type of gonorrhea before prescribing treatment. Furthermore, computational experimentation highlights the importance of early diagnosis to control disease transmission.

The study highlights the relevance of society's behavior in relation to sexually transmitted infections. It is concluded that promoting frequent diagnostic testing is an effective strategy to combat gonorrhea, which suggests the need to facilitate access to these tests and address existing prejudices towards them.





## SIMULACIONES DE LA LLEGADA DE COMETAS A LA TIERRA CONSIDERANDO EL EFECTO DE LA FUERZA DE PROPULSIÓN POR EVAPORACIÓN DE VOLÁTILES

PROFESORES: PABLO BENÍTEZ, JORGE CUADRA, ANDRÉS JORDÁN  
ESTUDIANTE: MARÍA JOSÉ HIDALGO ARANDA  
CAMPUS VIÑA DEL MAR



Considerando que una de las principales teorías del origen del agua en la Tierra tiene relación con el impacto de cuerpos, como cometas y asteroides, que cayeron en nuestro planeta después de su formación, la investigación busca estudiar cuánta agua pudo haber llegado por medio de los choques de cometas a través de simulaciones de “N cuerpos”, considerando la fuerza no-gravitacional que los cometas sienten.

De esta forma, se utilizaron como base 4 ejemplos del código público de N cuerpos Rebound y para las gráficas de las trayectorias de los planetas y cometas se utilizó Python. Se comenzó con la gráfica de las trayectorias del Sistema Solar y posteriormente se realizaron distintas simulaciones de cometas, todas con características aleatorias y considerando la acción del Sol, Júpiter y Saturno. También se definieron funciones de Python para calcular el semieje mayor y la excentricidad de las órbitas de los cometas, con el propósito de identificar posibles irregularidades en sus trayectorias.

Como paso preliminar, implementamos una fuerza de roce como sustituto de la propulsión que sienten los cometas al perder volátiles. A pesar de la limitación de la fuerza de roce utilizada, los resultados demuestran que existen desviaciones en las trayectorias orbitales de los cometas. Esto permite concluir que la hipótesis de la llegada de agua a la Tierra a través del impacto de cometas es factible, puesto que, al no ser trayectorias constantes, se podrían haber desviado y chocado contra la Tierra. Aun así, para futuras investigaciones se recomienda considerar la fuerza de propulsión por evaporación que los cometas producen por sí solos para poder analizar otras variables no consideradas en este trabajo.



Considering that one of the main theories of the origin of water on Earth is related to the impact of bodies, such as comets and asteroids, that fell on our planet after its formation, the research seeks to study how much water could have arrived through comet collisions through “N body” simulations that include non-gravitational forces.

In this way, 4 examples taken from the public N body code Rebound were used and Python was used for the graphs of the trajectories of the planets and comets. It began with the graph of the trajectories of the Solar System and later different simulations of comets were carried out, all with random characteristics and considering the action of the Sun, Jupiter and Saturn. Python functions were also defined to calculate the semimajor axis and eccentricity of the comets’ orbits, with the purpose of identifying possible irregularities in their trajectories.

As a first step, we implemented a friction force as a substitute for the thrust force felt by comets as they lose volatiles. Despite the limitation of the friction force used, the results show that there are deviations in the orbital trajectories of comets. This allows us to conclude that the hypothesis of the arrival of water to Earth through the impact of bodies is feasible, as since they are not constant trajectories, they could have deviated and collided with the Earth. Even so, for future research it is recommended to consider the evaporative propulsion force that comets produce on their own in order to analyze other variables not considered in this work.



# IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE SIMULACIÓN DE REDES ÓPTICAS ELÁSTICAS CON MULTIPLEXACIÓN POR DIVISIÓN ESPACIAL EN EL SIMULADOR FLEX NET SIM

PROFESOR: DANILO BÓRQUEZ  
ESTUDIANTE: MIRKO ZITKOVICH  
CAMPUS PEÑALOLÉN



El objetivo de este proyecto fue diseñar e implementar una nueva extensión en C++ a la biblioteca de simulación Flex Net Sim, con el propósito de validar algoritmos de asignación de recursos en redes ópticas elásticas con SDM. Tras la implementación, el módulo fue sometido a pruebas y validado utilizando un algoritmo previamente publicado, obteniendo resultados consistentes con los originales en el artículo validando el módulo. Además, el módulo fue publicado en International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications (SIMULTECH).

El uso de esta herramienta especializada puede mejorar la eficacia y precisión del proceso de asignación de recursos en las redes ópticas elásticas, y potencialmente impulsar el avance en la industria de las telecomunicaciones. Además, para futuros trabajos, se sugiere explorar la implementación de otros tipos de redes, como las Multibanda, así como desarrollar un módulo que permita la utilización simultánea de Multibanda y SDM para optimizar aún más el simulador.

Asimismo, se explora la posibilidad de incorporar otros tipos de eventos utilizados en la investigación de redes ópticas, tales como la fragmentación y la tolerancia a fallos, lo que contribuiría significativamente a la robustez y versatilidad del simulador.



The objective of this project was to design and implement a new C++ extension to the Flex Net Sim simulation library, with the purpose of validating resource allocation algorithms in elastic optical networks with SDM. After implementation, the module was tested and validated using a previously published algorithm, obtaining results consistent with the originals in the article validating the module.

The use of this specialized tool can improve the efficiency and accuracy of the resource allocation process in elastic optical networks, and potentially drive advancement in the telecommunications industry. Furthermore, for future work, it is suggested to explore the implementation of other types of networks, such as Multiband, as well as develop a module that allows the simultaneous use of Multiband and SDM to further optimize the simulator.

Likewise, the possibility of incorporating other types of events used in optical network research, such as fragmentation and fault tolerance, is explored, which would contribute significantly to the robustness and versatility of the simulator.



## PAGANI: CARBONO, INGENIERÍA Y LUJO

PROFESORA: PAULA ROJAS  
ESTUDIANTE: NICOLÁS RAMOS  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Esta investigación se centró en el estudio de la implementación de la fibra de carbono en la industria automotriz. A través de una revisión bibliográfica, se buscó conocer cómo fue su implementación, y además comprender cuáles fueron las características que la transformaron en un material asociado a la mejora del desempeño de los automóviles de alta gama. Así mismo, la investigación se complementó con una revisión de la vida y obra de Horacio Pagani, creador de la división de materiales compuestos de Lamborghini y fundador de la Automotora Pagani, en la cual la fibra de carbono es un material fundamental de su proceso de producción.

De esta forma, la investigación concluye que la fibra de carbono es un material de alta versatilidad que, utilizada correctamente, permite reemplazar al acero y al aluminio. A pesar de esto, al tener un alto costo de fabricación, sólo se puede permitir en aplicaciones deportivas que busquen obtener el mejor desempeño posible sin importar los costos asociados.

Finalmente, y a pesar de no poder identificar quien fue la empresa automotriz pionera en utilizar este material, el estudio determinó que Pagani fue el primero en buscar la mejora de los mecanismos de producción y especialización en la implementación de estas soluciones en el nicho automotriz italiano.



This research focuses on the implementation of carbon fiber in the automotive industry. Through a bibliographic review, we seek to know how its implementation was, and also understand what are the characteristics that transformed it into a material associated with improving the performance of high-end automobiles. Likewise, the research is complemented with a review of the life and work of Horacio Pagani, creator of the Lamborghini composite materials division and founder of the Pagani Automotive Company, in which carbon fiber is a fundamental material in its manufacturing process and production.

In this way, the research concludes that carbon fiber is a highly versatile material that, used correctly, can replace steel and aluminum. Despite this, having a high manufacturing cost, it can only be allowed in sports applications that seek to obtain the best possible performance regardless of the associated costs.

Finally, and despite not being able to identify who was the pioneering automotive company in using this material, the study determined that Pagani was the first to seek the improvement of production mechanisms and specialization in the implementation of these solutions in the Italian automotive niche.





## REDES NEURONALES APLICADOS EN BRAZOS INDUSTRIALES

PROFESOR: FRANCISCO RAMÍREZ  
ESTUDIANTES: NICOMEDES MORON Y TOMÁS BRICEÑO  
CAMPUS PEÑALOLÉN



El objetivo de este trabajo es presentar un sistema que mejore la funcionalidad de los brazos industriales mediante la integración de visión por computadora e inteligencia artificial. Esta integración permite la detección de objetos y el procesamiento de comandos, facilitando un flujo de trabajo continuo y aumentando la seguridad para trabajadores y robots. Para desarrollar el sistema, se emplearon diversas librerías como Subprocess, Socket, cv2 y Speech Recognition.

El sistema funciona como un asistente virtual que responde a comandos de voz, activa cámaras y analiza el entorno en tiempo real. Los datos se transmiten a través de UDP a Grasshopper, donde se convierten en comandos para el robot KUKA K4 R600 mediante el complemento KUKA-PRC, y luego se envían al robot utilizando KUKAVARPROXY. Esto permite una comunicación rápida, reduciendo tiempos de programación y proporcionando más datos, especialmente útiles en proyectos de construcción y fabricación.

Además, se exploraron formas de mejorar el sistema, como el uso de Unity para crear simulaciones de entrenamiento del robot y la implementación de KUKA CRC para mejorar la transferencia de datos. Este proyecto representa un avance en la automatización industrial al abordar desafíos de utilidad y seguridad en entornos cambiantes, demostrando la eficacia de la integración de visión por computadora e inteligencia artificial para optimizar estos sistemas y prometiendo un impacto positivo en la eficiencia y seguridad laboral.



The objective of this work is to present a system that improves the functionality of industrial arms by integrating computer vision and artificial intelligence. This integration enables object detection and command processing, facilitating a seamless workflow and increasing safety for workers and robots. To develop the system, various libraries were used such as Subprocess, Socket, cv2 and Speech Recognition.

The system works as a virtual assistant that responds to voice commands, activates cameras and analyzes the environment in real time. The data is transmitted via UDP to Grasshopper, where it is converted into commands for the KUKA K4 R600 robot using the KUKA-PRC plugin, and then sent to the robot using KUKAVARPROXY. This allows for fast communication, reducing programming times and providing more data, especially useful in construction and manufacturing projects.

Additionally, ways to improve the system were explored, such as using Unity to create robot training simulations and implementing KUKA CRC to improve data transfer. This project represents a breakthrough in industrial automation by addressing utility and safety challenges in changing environments, demonstrating the effectiveness of integrating computer vision and artificial intelligence to optimize these systems and promising a positive impact on workplace efficiency and safety.





## ESTUDIO DE ELECTRONES CALIENTES INDUCIDOS POR PLASMONES SUPERFICIALES

PROFESOR: FRANCISCO RAMÍREZ  
ESTUDIANTE: PABLO URIBE  
CAMPUS PEÑALOLÉN



Este trabajo tuvo como objetivo expandir el modelo semiclásico para la generación de electrones calientes inducidos por plasmones superficiales. El modelo original ha sido reportado previamente en la literatura y se basa en una interpretación semiclásica, utilizando herramientas de la mecánica cuántica para definir los electrones libres como partículas en un pozo potencial finito.

El modelo ampliado incorpora el efecto de los plasmones superficiales utilizando la regla de oro de Fermi y asumiendo un campo electromagnético cuasi-estático. Sin embargo, presenta limitaciones, siendo más aplicable a metales como la plata que cumplen ciertas condiciones específicas.

Durante el primer semestre, se replicó parcialmente el modelo original utilizando métodos numéricos en Python, enfrentando desafíos como la aproximación numérica y las limitaciones de las librerías utilizadas. En el largo plazo, se espera ampliar el modelo con el objetivo de introducir el efecto de múltiples cuerpos y así mejorar la capacidad predictiva del modelo.



This work aimed to expand the semiclassical model for the generation of hot electrons induced by surface plasmons. The original model has been previously reported in the literature and is based on a semiclassical interpretation, using tools from quantum mechanics to define free electrons as particles in a finite potential well.

The extended model incorporates the effect of surface plasmons using Fermi's golden rule and assuming a quasi-static electromagnetic field. However, it has limitations, being more applicable to metals such as silver that meet certain specific conditions.

During the first semester, the original model was partially replicated using numerical methods in Python, facing challenges such as numerical approximation and limitations of the libraries used. In the long term, it is expected to expand the model with the aim of introducing the multi-body effect and thus improve the predictive capacity of the model.



## TIC 139251123.01: UN PLANETA DE SIMILAR DENSIDAD A LA TIERRA EN UNA ÓRBITA

PROFESOR: RAFAEL BRAHM  
ESTUDIANTE: SIMÓN ÁVILA  
CAMPUS VIÑA DEL MAR



La investigación tuvo como objetivo analizar el posible sistema planetario de la estrella TIC 139251123, buscando identificar posibles planetas orbitando alrededor de esta estrella y calcular sus parámetros relevantes, como masa y radio, para establecer un marco de referencia comparativo con el sistema solar.

Se emplearon datos fotométricos y de velocidades radiales capturados por el satélite TESS y el telescopio HARPS, respectivamente, y obtenidos del MAST. Estos datos fueron analizados utilizando Python y dos paquetes especializados, Lightkurve y Juliet, para el análisis preliminar y en profundidad, respectivamente.

El análisis fotométrico permitió detectar tránsitos planetarios mediante la medición de las variaciones en la luminosidad de la estrella, lo que proporcionó información sobre el radio y la morfología orbital de los posibles planetas. Por otro lado, el análisis de velocidades radiales utilizó el efecto Doppler para medir el cambio en el color de la luz estelar, lo que permitió calcular la masa y otros parámetros orbitales de los planetas detectados.



The research aimed to analyze the possible planetary system of the star TIC 139251123, seeking to identify possible planets orbiting this star and calculate its relevant parameters, such as mass and radius, to establish a comparative frame of reference with the solar system.

Photometric and radial velocity data captured by the TESS satellite and the HARPS telescope, respectively, and obtained from MAST were used. These data were analyzed using Python and two specialized packages, Lightkurve and Juliet, for preliminary and in-depth analysis, respectively.

Photometric analysis made it possible to detect planetary transits by measuring variations in the star's luminosity, which provided information on the radius and orbital morphology of the possible planets. On the other hand, the analysis of radial velocities used the Doppler effect to measure the change in the color of starlight, which made it possible to calculate the mass and other orbital parameters of the detected planets.





● revista

# TID™

TALLER DE  
INVESTIGACIÓN  
DIRIGIDA

