.ing

Una publicación de la Facultad de Ingeniería de la UBA

| ZOOM

Proyecto Astar: Otro aporte de la FIUBA al desarrollo aeroespacial de la Argentina

| DOSSIER

Brechas de accesibilidad en CABA: dos comunas, dos experiencias cotidianas de llegar

Ingeniería sobre el agua

INNOVACIÓN EN EL MAR DIGITAL

INGENIERÍA NAVAL DE EXPORTACIÓN Y CON VISIÓN DE FUTURO

INDUSTRIA NAVAL *MADE IN* FIUBA

LA DINÁMICA DE LAS OLAS

nº12

· Año 2025 ·

ISSN 2545-7691 Precio: $ 4000

A LA VANGUARDIA DE LA INDUSTRIA NAVAL

SPI
ASTILLEROS

info@spisa.com.ar / www.astillerospi.com

astillerospi | @astillerospi | astillerospi | spi-astilleros

SUMARIO

STAFF

Comité Editorial
Inga. Valeria Debandi
Ing. Lucas Macias
Dr. Ing. Sergio Lew

Coordinador editorial
Lic. Daniel Krupa

Equipo de producción

Diseño
DG María Eugenia Gutiérrez
DG Tatiana Sol Zambianchi

Redacción de contenidos
Candelaria Mazzeo
Valentina Simoes

Fotógrafo / Editor de Fotografía
Román D. Buccino

Corrección
Bettina Villar

Asistente de producción
Marisol Rivera

Impreso en noviembre de 2025.

Revista *.ing* es una publicación distribuida por el sello Eudeba.

SSN 2545-7691

La reproducción parcial de los contenidos de esta publicación deberá ser autorizada previamente por su Comité Editorial.

Contacto
Av. Paseo Colón 850 - CABA
C1063ACV - Argentina
comunicacion@fi.uba.ar

www.ingenieria.uba.ar

/ingenieriauba

/FIUBAoficial

EDITORIAL

La FIUBA, un actor central en el desarrollo de la ingeniería naval
04

BREVES

CLICAP 2026 / CAE y EAMTA 2026 / Congreso sobre Ingeniería Eléctrica / ICCCE-2026
05

INGENIERÍA NAVAL

Innovación en el mar digital
06 | 08

INGENIERÍA NAVAL

Ingeniería naval de exportación y con visión de futuro
10 | 15

INGENIERÍA NAVAL

Industria naval *made in* FIUBA
16 | 19

INGENIERÍA NAVAL

La dinámica de las olas
20 | 23

ZOOM

Proyecto Astar: Otro aporte de la FIUBA al desarrollo aeroespacial de la Argentina
24 | 25

DOSSIER

Brechas de accesibilidad en CABA: dos comunas, dos experiencias cotidianas de llegar
26 | 31

NUESTROS GRADUADOS

Innovación local con impacto global
Ing. Sebastián García Marra
32 | 33

PROTAGONISTAS DE LA FIUBA

Ordenando números
Andrea Armentano
34

EDITORIAL

.ing

Nº 12

La FIUBA, un actor central en el desarrollo de la ingeniería naval

Nuestra facultad dispone de diversos entes, organismos y carreras tanto de grado como de posgrado, que respondieron y responden a decisiones estratégicas relacionadas al desarrollo de un país. Seguimos sosteniendo la política de defenderlos e inclusive desarrollarlos, porque estamos convencidos de que es en beneficio de la Argentina. La actividad naval ha sido, y cada vez más, uno de los ejes estratégicos para ese desarrollo. Tanto la historia académica de la carrera como de las investigaciones que se han venido realizando en el Canal de Experiencias de Arquitectura Naval (CEAN) son una muestra clara y contundente del aporte y del liderazgo de la FIUBA en el sector.

La carrera de Ingeniería Naval y Mecánica de la UBA se creó en el contexto de la Segunda Guerra Mundial, momento en el que creció en el país la idea de lograr soberanía en áreas estratégicas. Así, en el ciclo lectivo de 1942, nació la formación en Ingeniería Naval, primero como un posgrado o especialización "teórica" para ingenieros civiles. En esos años, también se crearon la Flota Mercante del Estado (1941) y, poco después, la empresa Astilleros y Fabricaciones Navales del Estado (AFNE) y Astilleros Río Santiago (ARS), en 1953. De este modo, la carrera nació íntimamente vinculada a las necesidades de desarrollo de la industria naval argentina.

En 1944 se registran los primeros trece egresados, que en su totalidad fueron reválidas de títulos obtenidos en el extranjero de oficiales becados por la Armada Argentina. El posgrado era dirigido por el ingeniero Edmundo Manera, pionero de la ingeniería naval en nuestro país, recibido en la Universidad de Génova, Italia. Como muchos de los primeros profesores, Manera era un exoficial de la Marina que había sido enviado a estudiar ingeniería naval en el exterior. Hacia 1948 se creó la carrera de grado de Ingeniería Naval y Mecánica. La denominación "y Mecánica" pretendía resaltar una formación completa que incluía diseño, cálculo estructural y construcción, habilitando a los/as graduados/as a la dirección de obra, casco y máquinas.

En 1958 se creó el Departamento de Ingeniería Naval y se proyectó la construcción del Túnel de Cavitación y el Canal de Experiencias de Arquitectura Naval (CEAN), de 72 metros de largo, en el subsuelo de la sede de Av. Paseo Colón 850. En 1959, estudiantes de la carrera ya habían realizado prácticas de verano en el actual Tandanor y en el ARS, y los/as alumnos/as de quinto año se disponían a realizar la práctica de embarque en buques de la Flota Argentina de Navegación de Ultramar rumbo a Europa. El auge de la carrera se relacionó con el momento de esplendor de la industria naval en la Argentina. Astillero Río Santiago, por ejemplo, llegó a ser una importante fábrica naval de nuestro país, donde se desempeñaron numerosos/as graduados/as de la FIUBA, así como también en otros importantes establecimientos privados, como Astilleros Argentinos Río de La Plata SA, Astilleros Alianza, Menghi y Sanym.

En el contexto de revolución industrial que vivimos a nivel global, la industria naval enfrenta varios desafíos importantes, entre los que podemos destacar: "Descarbonización y sostenibilidad", "Innovación tecnológica", "Competencia global", "Acceso al financiamiento" y "Capacitación y desarrollo de talento".

En esta edición de *.ing* abordamos a nuestra industria naval desde el punto de la ingeniería, preocupados y ocupados en su evolución como sector esencial para el desarrollo nacional, cuya última actualización del plan de estudios, se efectuó recientemente, en 2024.

Los y las invito a hacerse del conocimiento que publicamos en este número, a compartirlo y a difundir tanto nuestra propuesta académica como las actividades que desarrollamos en torno a la actividad del sector naval mientras continuamos con la misión de formar más y mejores ingenieros e ingenieras.

Ing. Alejandro M. Martínez
Decano de la Facultad de Ingeniería
de la Universidad de Buenos Aires

Foto: gentileza CETEC

Congreso Latinoamericano **de Ingeniería y Ciencias Aplicadas**

01

Del 18 al 20 de marzo de 2026, se llevará a cabo la séptima edición del Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas (CLICAP) 2026, en la Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria de la Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO), ubicada en la Ciudad de San Rafael, Mendoza. En el evento habrá conferencias magistrales, ponencias orales y exposiciones de pósteres.

Más información, en **ingenieria.uncuyo.edu.ar**

CAE y EAMTA 2026, en Tucumán

02

En la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) se desarrollarán la 8.ª Conferencia Argentina de Electrónica (CAE), el 12 y 13 de marzo de 2026, y la 20.ª edición de la Escuela Argentina de Micro-Nanoelectrónica, Tecnología y Aplicaciones (EAMTA), del 9 al 13 de marzo de 2026. Habrá cursos, charlas y presentaciones sobre micro y nanoelectrónica y diseño de circuitos integrados.

Consultar programas en **eamta.ar**

Congreso sobre **Ingeniería Eléctrica**

03

El 7 y 8 de mayo de 2026 se desarrollará el V Congreso de Investigación y Transferencia Tecnológica en Ingeniería Eléctrica (CITTIE 2026) en la Facultad de Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), con el objetivo de convocar a universidades e instituciones educativas (nacionales e internacionales) y a las empresas públicas y privadas del sector energético.

Más detalles en **cittie2026.frsf.utn.edu.ar**

Conferencia internacional sobre **Química e Ingeniería Química**

04

En Viena, Austria, se desarrollará la 5.ª Conferencia internacional sobre Química e Ingeniería Química (ICCCE-2026), donde se abordará, el 23 y 24 de julio de 2026, el tema "Explorando los desarrollos y aplicaciones actuales en química e ingeniería química". Consultar programa en **unitedresearchforum.com/chemistry-conference**

INGENIERÍA SOBRE EL AGUA

Innovación en el mar digital

Sebastián Oyuela, ingeniero naval y mecánico graduado de la FIUBA, desarrolla un método que combina simulaciones numéricas y ensayos experimentales para mejorar la predicción de potencia en buques.

Desde que comenzó su carrera en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires, Sebastián Oyuela encontró en la hidrodinámica naval un espacio que combina ciencia aplicada, tecnología y vocación por la innovación. Ingeniero Naval y Mecánico por la FIUBA, ayudante de primera en la materia Arquitectura Naval I desde 2019 y becario doctoral Peruilh en el Laboratorio de Hidrodinámica Naval y Oceánica (LabHiNO), Oyuela forma parte de una nueva generación de investigadores que busca tender puentes entre el conocimiento académico y las necesidades de la industria naval argentina.

Su línea de investigación, titulada “Métodos combinados CFD–EFD para mejorar la predicción de potencia en buques”, propone integrar herramientas numéricas y experimentales para optimizar la estimación de la potencia propulsora. “Hoy, la mayoría de los laboratorios de hidrodinámica naval del mundo trabajan exclusivamente con simulaciones numéricas. En la FIUBA tenemos la ventaja de contar con un canal de pruebas en el LabHiNO, lo que nos permite combinar ambas herramientas y generar una sinergia entre los métodos”, explica.

El objetivo de su trabajo es abordar un desafío técnico de gran relevancia: cómo los métodos actuales de extrapolación de potencia, basados en ensayos a escala reducida, se ven afectados por los llamados “efectos de escala”, especialmente en buques pesqueros argentinos, más cortos y anchos que los grandes portacontenedores o petroleros estudiados tradicionalmente. “Analizamos cómo varía la resistencia viscosa y la resistencia por olas según la escala y el tipo de casco. Estos efectos impactan directamente en la estimación de potencia y, en consecuencia, en la selección del motor y en la eficiencia del buque”, detalla Oyuela.

El proyecto, desarrollado durante tres años en el marco de su doctorado, se encuentra en la etapa final de redacción. Sus resultados podrían tener una aplicación inmediata en la industria naval, permitiendo estimaciones más precisas y una reducción del consumo energético. “Si las metodologías que proponemos se validan localmente y son contrastadas por otros laboratorios de la International Towing Tank Conference (ITTC), podrán contribuir a una operación más eficiente y sostenible de la flota”, señala.

Pagina anterior:
Ing. Sebastián Oyuela.

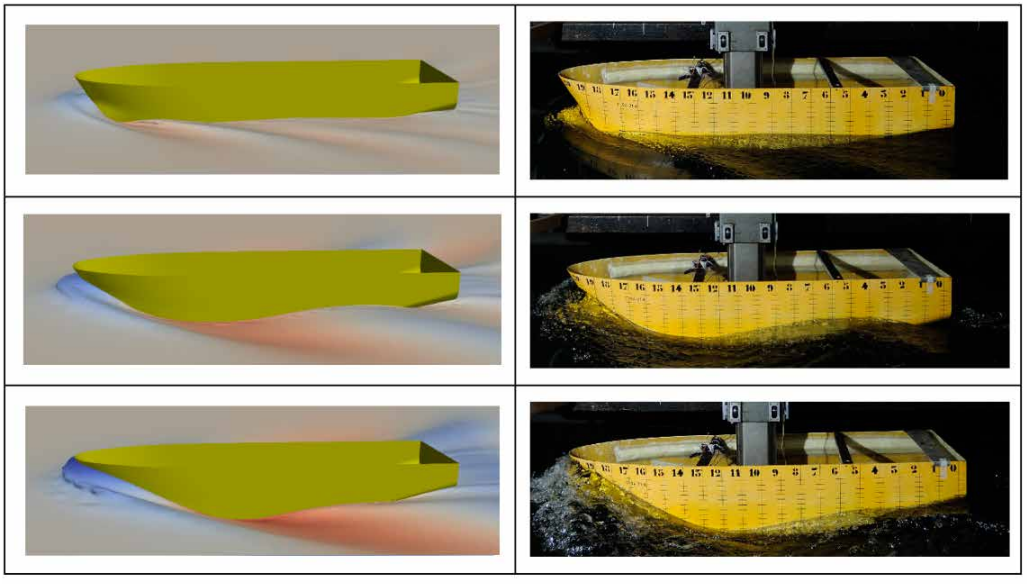
> “Estos efectos **impactan directamente en la estimación de potencia** y, en consecuencia, **en la selección del motor y en la eficiencia del buque”.**

La ITTC, organismo internacional que define estándares y promueve la cooperación entre laboratorios del mundo, impulsa el estudio de nuevos tipos de buques y métodos combinados. Desde el LabHiNO, el equipo de la FIUBA contribuye con un enfoque poco explorado: el análisis de buques pesqueros, cuyas características hidrodinámicas difieren de las embarcaciones de alta esbeltez. “Los modelos tradicionales no siempre reflejan la realidad de los cascos anchos y cortos que predominan en nuestra flota. En nuestros estudios, encontramos que el factor de forma, que separa la resistencia viscosa de la resistencia por olas, varía enormemente entre escalas. Este hallazgo puede ayudar a redefinir los métodos de cálculo”, explica Oyuela.

Además del trabajo numérico y experimental, el investigador proyecta futuras colaboraciones con otros departamentos de la facultad. “Desde el laboratorio existe la intención de avanzar junto con el Departamento de Ingeniería Mecánica en la fabricación de hélices mediante impresión 3D metálica. Eso ampliaría nuestras posibilidades experimentales y fortalecería el vínculo entre investigación y producción”, anticipa.

Para él, el futuro de la industria naval argentina depende tanto del conocimiento técnico como del impulso de políticas públicas. “Es fundamental fortalecer la articulación entre universidades, organismos de ciencia y tecnología, y los astilleros nacionales. La inversión en infraestructura y proyectos de transferencia tecnológica es clave para modernizar el sector y aprovechar el enorme potencial marítimo del país”, reflexiona.

Desde los laboratorios de la FIUBA, Sebastián Oyuela demuestra que la innovación también se construye desde la ciencia aplicada. Su trabajo no sólo busca perfeccionar la predicción de potencia en buques, sino también contribuir a una industria naval más eficiente, sustentable y con identidad propia. ■



Patrón de olas numérico y experimental a diferentes velocidades

telecom

academiadigitalers Nuevo

El portal de aprendizaje para encender tu talento

Ahora encontrás los mejores cursos en tecnología y herramientas digitales, gratis y en un solo lugar.

Nuestros partners:

aws Google Cloud HUAWEI

Microsoft salesforce

INGENIERÍA SOBRE EL AGUA

Ingeniería naval de exportación y con visión de futuro

Entrevista a **Lautaro Cévoli** y **Martín Núñez**, ingenieros navales graduados de la FIUBA, distinguidos con el Premio PreIngeniería del Centro Argentino de Ingenieros por su trabajo sobre el escantillonado y análisis estructural de un buque multipropósito.

Lautaro Cévoli y Martín Alejandro Núñez, ingenieros navales y mecánicos de la Facultad de Ingeniería de la UBA, comparten una pasión por el diseño y la innovación aplicada al ámbito marítimo. Su trabajo conjunto los llevó a recibir una Distinción Especial en el Premio PreIngeniería 2024 del Centro Argentino de Ingenieros, por su proyecto "Cálculo y simulación FEM de la estructura de bodega de un buque multipropósito (Reglas: DNV-GL)", una investigación que combina rigurosidad técnica y visión práctica para el desarrollo de la industria naval.

Cévoli, quien actualmente trabaja en CLC Composites, empresa argentina dedicada a la fabricación de piezas en materiales compuestos, destaca que su interés por la ingeniería estructural se consolidó con experiencias internacionales. "Durante una pasantía en la Gran Escuela de Ingenieros ENSTA Bretagne, en Francia, pude profundizar en el estudio del alabeo en vigas mediante elementos finitos. Esa experiencia fue clave para comprender mejor los desafíos estructurales que luego abordamos en nuestro trabajo final", explica.

Consultado sobre las diferencias entre la investigación aplicada en Francia y en Argentina, agrega: "Allá las empresas tienen mucha participación en las tesis de grado y doctorado, incluso las financian total o parcialmente. También cuentan con más recursos, mientras que acá muchas veces trabajamos con lo mínimo disponible. Sin embargo, en cuanto a los conocimientos adquiridos, no noté diferencias: la formación en la FIUBA está al mismo nivel". Además, señala que en Francia hay una fuerte orientación hacia las energías renovables aplicadas al ámbito naval y una relación más estrecha entre universidades, empresas y Estado.

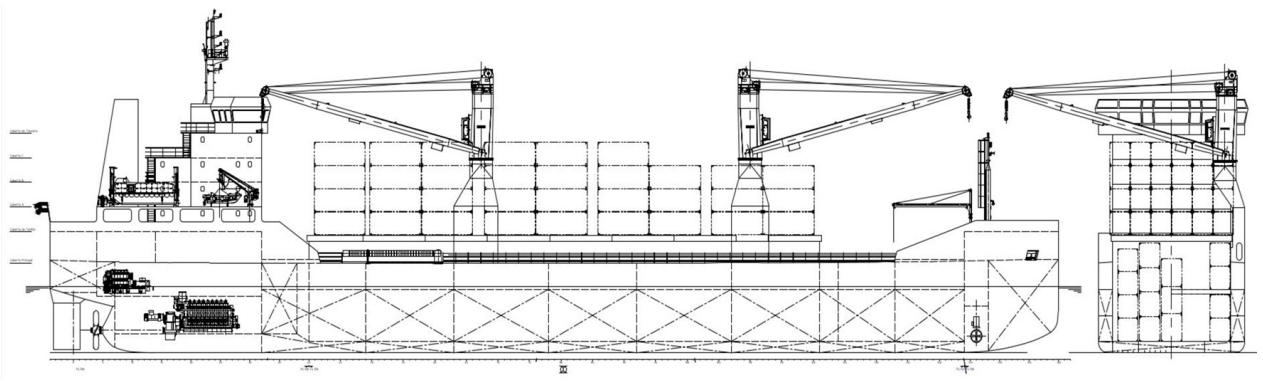
Núñez, a su vez, combina experiencia en distintos sectores industriales. "Comencé en National Shipping, trabajando en la habitabilidad de buques para incorporar más tripulantes, y luego pasé por la industria del Oil & Gas, donde diseñé y asistí en la fabricación de recipientes a presión. Este 2025 me incorporaré a Seaplace, una empresa española especializada en diseño y análisis estructural de buques", cuenta.

Sobre esta nueva etapa, comenta: "En Seaplace voy a poder aplicar y profundizar lo aprendido en diseño estructural, participando tanto en proyectos de buques como de estructuras *offshore*. En Europa los proyectos suelen tener mayor complejidad técnica, y se valora más la eficiencia a largo plazo que el costo inicial. También se trabaja en equipos internacionales, lo que requiere dominar el inglés. Pero en cuanto a la calidad de la ingeniería, los profesionales argentinos estamos a la altura".

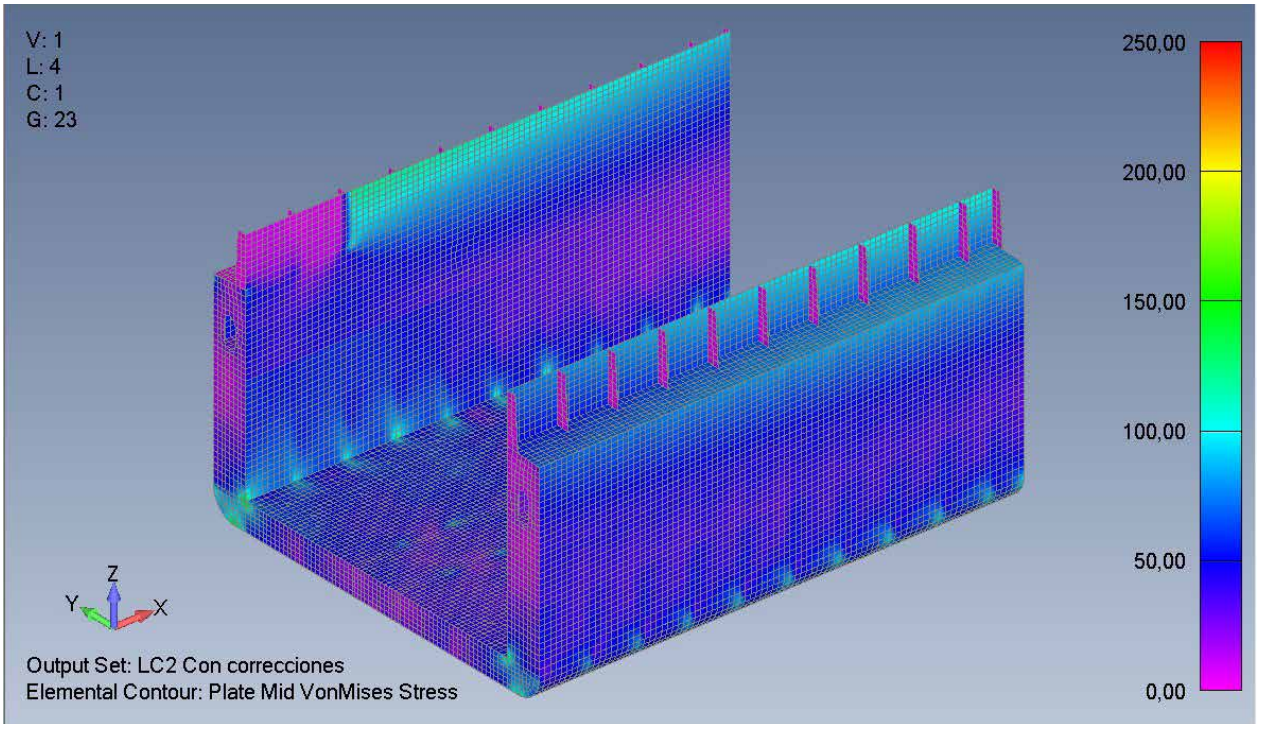
La investigación que los unió aborda el escantillonado, proceso mediante el cual se determinan los espesores de chapas y la geometría de las vigas que conforman la estructura de un buque, y su verificación mediante el método de elementos finitos (FEM). Este análisis permite evaluar el comportamiento tensional de la estructura y asegurar su integridad ante distintas condiciones de carga. "Nuestro trabajo se centró en la bodega de carga del buque, considerando escenarios de transporte de contenedores, de carga a granel y de gasoil

Página anterior:
El Ing. Lautaro Cévoli.

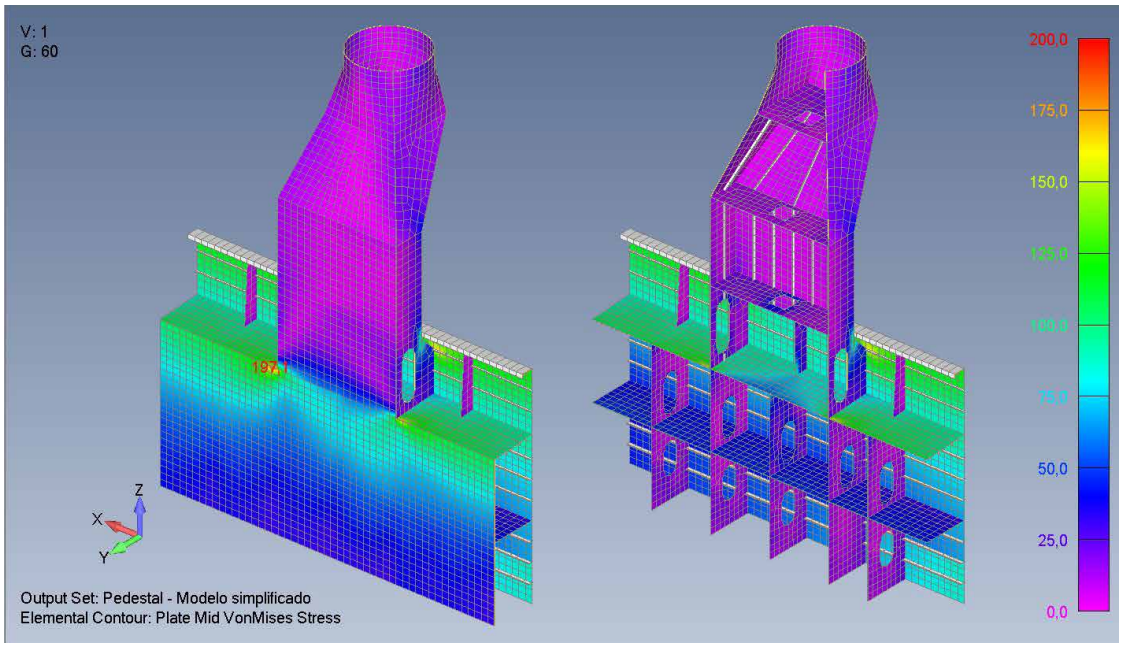
"La **construcción de un barco** requiere diseño, mano de obra y conocimiento interdisciplinario. Es una actividad que **tracciona otras industrias y genera desarrollo tecnológico nacional".**



Plano general del buque a calcular.



Análisis de tensiones en la bodega de carga.



Resultado de medición de tensiones de VonMises al transportar contenedores, a fin de obtener indicadores de un buen diseño para materiales dúctiles.

antártico", detalla Cévoli. La aplicación de los estándares internacionales de la sociedad de clasificación DNV-GL les permitió detectar zonas críticas y proponer refuerzos estructurales.

El proyecto se realizó en el marco de una colaboración con el Astillero Río Santiago, que solicitó servicios de ingeniería a la FIUBA para el desarrollo preliminar del buque multipropósito "C700". "El objetivo siempre fue que nuestro trabajo pudiera ser utilizado por la oficina de ingeniería del astillero. Realizamos una primera espiral de cálculo preliminar, definiendo elementos estructurales y detectando fallas que requieren ajustes de diseño", explica Núñez.

Ambos recuerdan que uno de los mayores desafíos fue establecer los alcances del trabajo y aprender a utilizar por su cuenta el *software* Femap, principal herramienta del proyecto. "Nos introdujeron ingenieros del astillero, pero después fue, digamos, aprender solos. También interpretar correctamente las normas de la sociedad de clasificación y cumplir con los procedimientos de cálculo implicó mucho esfuerzo", destacan. "Dejamos varias líneas abiertas que pueden ser continuadas por otros estudiantes", añaden.

En relación con el impacto de las nuevas tecnologías, ambos coinciden en que la informática está transformando la industria naval. "Hoy la inteligencia artificial ya se aplica en buques autónomos, como el Mayflower Autonomous Ship o el Yara Birkeland, que navegan sin tripulación. En el futuro, el diseño asistido por IA reemplazará al CAD tradicional, aunque aún no sabemos cómo se materializará esa transición", reflexiona Cévoli. También destacan el papel de la automatización en los procesos de soldadura, pintura y manufactura, junto con tecnologías emergentes como la impresión 3D, los gemelos digitales y la realidad aumentada.

El trabajo académico también se vio potenciado por la formación recibida en la facultad. "Cursar la materia optativa 'Método de los elementos finitos' fue fundamental para entender y aplicar el cálculo estructural en nuestro proyecto", menciona Núñez. Ambos reconocen el valor de la formación práctica y la posibilidad de articularla con proyectos concretos del sector productivo.

De cara al futuro, subrayan la necesidad de políticas públicas que impulsen la construcción y reparación naval en Argentina. "Tenemos un litoral

marítimo de más de 4.700 kilómetros, la Antártida y una de las vías navegables más importantes del mundo. La actividad naval debería tener un peso mucho mayor en nuestra economía", sostiene Cévoli. Núñez agrega: "La construcción de un barco requiere diseño, mano de obra y conocimiento interdisciplinario. Es una actividad que tracciona otras industrias y genera desarrollo tecnológico nacional".

Al ser consultados sobre lo que representa la ingeniería naval, Núñez la define como "la combinación de cálculo, experiencia y creatividad aplicada al diseño y construcción de buques y estructuras marítimas, con el desafío permanente de su optimización". Cévoli, en tanto, la resume como "la integración de conocimientos de distintas disciplinas para lograr que una estructura se desplace con seguridad sobre el agua".

La historia de Cévoli y Núñez es un ejemplo del potencial que surge cuando la investigación universitaria se articula con las necesidades reales del país. Su trabajo demuestra que la ingeniería naval argentina tiene las herramientas y el talento para proyectarse hacia el futuro, combinando innovación, compromiso y una mirada global sobre el desarrollo tecnológico. ■

INGENIERÍA SOBRE EL AGUA

Industria naval *made in* FIUBA

Tomás A. Di Benedetto, cofundador de Kraken, comparte en su charla con *.ing* los objetivos y alcances de este emprendimiento argentino.

Tomás Augusto Di Benedetto es un ingeniero naval y mecánico egresado de la Facultad de Ingeniería de la UBA en 2017, aunque su formación comenzó en la Escuela Técnica N°1 Otto Krause, donde se graduó como técnico mecánico. Desde el 2013 es docente en la FIUBA en la materia Introducción a Máquinas Marinas (Máquinas auxiliares navales) y en 2023 cofundó, junto al Ing. Marcos Schifman, Kraken Will Powered Engineering, que tiene como objetivo "construir una organización que combine lo mejor de la ingeniería con una mirada innovadora y sustentable".

En cuanto al ámbito laboral, estuvo en talleres de reparaciones de la Ribera de La Boca, pasó por varias empresas multinacionales y realizó capacitaciones tanto en el exterior como en la Antártida a bordo del rompehielos ARA Almirante Irízar, por lo que considera que este recorrido le ha dado una formación técnica muy sólida que le sirve a la hora de enfrentarse a su nuevo emprendimiento.

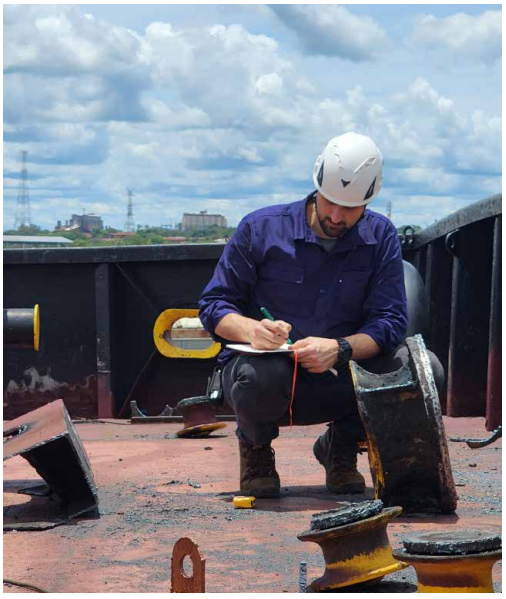
En relación al origen del proyecto Kraken, menciona: "Surge de la deuda que sentimos al ver que nuestro país formaba profesionales para algo que después no podía aprovecharse en toda su magnitud. Nuestros ingenieros, formados en la FIUBA, triunfan como gerentes en astilleros de renombre mundial. El potencial de nuestra formación es realmente enorme y muchas veces nos apena que no sea aprovechado acá. Así, identificamos que la industria de esta parte del mundo prácticamente carece de la aplicación de herramientas avanzadas de cálculo (como la simulación numérica) aplicadas con criterio ingenieril basado en la experiencia de campo".

Di Benedetto confiesa que su vínculo con la FIUBA es fundacional, ya que quienes llevan adelante el proyecto son egresados de esta Casa de Altos Estudios y que como docentes tienen la necesidad de estar actualizados para garantizar que la transferencia de conocimiento sea constante. "Kraken es nuestra forma de conectar los desafíos del mundo real con el ámbito universitario y, a su vez, devolver a la industria soluciones basadas en la excelencia académica de la FIUBA", destaca. En este emprendimiento participan ambos cofundadores, más un *staff* fijo que incluye a otros dos

Página anterior: Ing. Tomás A. Di Benedetto.

Ingenieros Navales y Mecánicos, todos de la FIUBA. Además, cuentan con una red de colegas que les permite ser flexibles y aumentar la capacidad productiva según lo requieran los diferentes proyectos.

“Nuestro foco hoy está en exportar ingeniería de calidad para sentar las bases de una futura recuperación de la industria naval local de la forma más *aggiornada* a los tiempos actuales”, afirma el ingeniero en relación a los objetivos que tienen en este momento. A su vez, también comenta que sus primeros vínculos y experiencias fueron con la industria nacional y que trabajaron para navieras y astilleros brindando servicios que vinculan la “vieja escuela con la nueva ola”, que se materializa en dos pilares complementarios: la aplicación de ingeniería de avanzada con cimientos fuertes en las prácticas reconocidas bajo el lema de "las reglas del buen arte naval”. “Hemos trabajado para optimizar la eficiencia en el empuje de remolcadores y en la verificación estructural de buques especializados, como así también en la adecuación de petroleros a nuevas normativas de seguridad, demostrando que nuestra propuesta de valor puede volcarse en el sector, sea a nivel nacional o internacional”, manifiesta.



El ingeniero Di Benedetto realizando tareas de campo.

En relación a los nuevos avances tecnológicos, reflexiona: “Herramientas como la Inteligencia Artificial (IA) deben ayudarnos a multiplicar o potenciar nuestra propia capacidad, pero sabemos que si nuestra capacidad de base está entre cero y uno, no hay 'potencia' que valga. Por eso, es clave la experiencia de campo, estar en los buques. La industria naval es pesada y los golpes son fuertes, por eso nuestro rol es fusionar la capacidad académica obtenida en la FIUBA con la buena experiencia y asegurar que la tecnología se use con la responsabilidad que requieren los ríos y mares, ya que están en riesgo tanto vidas humanas como el propio plantea”.

Di Benedetto está finalizando una Maestría en Dirección de Empresas en la Universidad Torcuato Di Tella, formación que le resultó fundamental para encarar proyectos como el actual con una visión de negocios integral, e identifica al emprendedurismo como aquella capacidad de resolver un problema existente y dar una solución. “En esto puede encontrarse mucha motivación y mucho por innovar, sobre todo cuando se trata de una cuestión de propósito. El desafío que reconocemos en Argentina es que la industria naval, aunque siempre existirá en su modalidad de reparación, no logra retener a nuestros ingenieros e ingenieras formados”, describe y agrega: “La clave, para nosotros, es articular esto, buscando que la exportación no sea de talentos, sino que sea de proyectos talentosos. Si bien es una industria conservadora, no dejo de tener esperanza y me gusta pensar en los emprendedores como 'agentes de cambio'. Nosotros queremos cambiar la inercia actual que rige la industria y nuestra visión tiene un lugar ahí, impulsada por la convicción de que nuestra propia ingeniería naval se pueda reinventar”.

Diseños del emprendimiento Kraken.

El ingeniero cuenta que tienen una mirada amplia sobre la sustentabilidad y asevera que un emprendimiento tiene que ser sustentable en lo económico —ya que sin esta base son solo buenas intenciones— y que, cuando se consigue tener esta base se puede hacer foco en lo ambiental y en lo social. “En lo ambiental, la ingeniería es sustentable cuando el fin es la optimización en el empleo de recursos: en todas nuestras acciones nos esforzamos por reducir desechos, minimizar la contaminación y hacer un uso eficiente de la energía. En lo social, hoy las empresas no pueden pensarse por fuera de las dinámicas sociales. El COVID demostró que la flexibilidad y el bienestar son aspectos clave para el progreso y soy un fiel creyente de que cuando las personas están a gusto, tienen la potencialidad de generar los mejores resultados”, remarca.

La ingeniería naval es una industria con inversiones muy altas (el valor de un buque se asemeja al del propio astillero) y hay problemas estructurales, como que la chapa naval es importada. Di Benedetto considera que el rumbo debe fijarse en nichos especializados y políticas de desarrollo pensadas a largo plazo, por ejemplo, incentivos para remolcadores de empuje y barcazas para la hidrovía o la producción de aluminio laminado en el sur y pesqueros que usen este material. “No debemos olvidarnos, tampoco, de que somos un país bicontinental, con una inmensa riqueza y la posibilidad de, incluso, especializarnos en buques aptos para la navegación en hielo”, destaca.

> “Nuestro foco hoy está en **exportar ingeniería de calidad** para sentar las bases de una futura recuperación de la industria naval local de la forma más *aggiornada* a los tiempos actuales”

Para empresas de ingeniería como Kraken se necesitan facilidades para la adquisición de *hardware* de alto poder de cálculo, de *softwares* y sus respectivas capacitaciones, de convenios de transferencia tecnológica y de facilidades para la exportación de servicios, por lo que el ingeniero resalta que “el Estado debe ser un articulador que fomente y financie la academia de calidad, teniendo en cuenta su injerencia con el sector productivo. También debe financiar la investigación en diseños navales adecuados para la explotación sustentable de nuestra riqueza”, y concluye: “Nuestro lema, 'Will Powered Engineering', resume la fuerza motriz que consideramos necesaria: la voluntad. Al igual que el Kraken, el ser mitológico, la Argentina tiene la fuerza y la potencia para conquistar las aguas más feroces de nuestros mares pero requiere de un rumbo estratégico para liberar ese potencial y queremos estar ahí cuando esto se haga realidad”. ■

INGENIERÍA SOBRE EL AGUA

La dinámica de las olas

Un doctorando de la FIUBA se encuentra trabajando en las potencialidades de la energía undimotriz, una fuente poco explorada en la Argentina, a pesar de su extensión de costa marítima.

El ingeniero mecánico Francisco García Almassio cursa el Doctorado en Ciencias de la Ingeniería en la FIUBA con una beca doctoral del CONICET (2024–2029) y centra su investigación en el estudio de la hidrodinámica no lineal en dispositivos de generación undimotriz, combinando simulaciones numéricas avanzadas (CFD/VOF con OpenFOAM) y ensayos experimentales en canal de olas para la validación de modelos y la optimización de convertidores de energía.

La línea de investigación se centra en comprender y optimizar cómo interactúan las olas del mar con los dispositivos flotantes o sumergidos que transforman esa energía en electricidad. Estos equipos, conocidos como convertidores de energía undimotriz (WEC, por sus siglas en inglés), capturan la energía mecánica de las olas —producto del movimiento oscilatorio de la superficie del mar generado por el viento— y la convierten en energía eléctrica a través de un sistema de conversión denominado Power Take-Off (PTO). La energía undimotriz proviene del desplazamiento continuo del agua superficial del océano, una fuente renovable, predecible y con una densidad energética hasta diez veces mayor que la solar o eólica. Desde mediados del siglo XX se han desarrollado más de un millar de prototipos de convertidores, agrupados en categorías como los absorbedores puntuales, las columnas de agua oscilante (OWC) y los atenuadores, entre otros. Algunos de los primeros proyectos a gran escala fueron Pelamis, Waveroller y Oyster, que sentaron las bases tecnológicas pero no lograron consolidarse comercialmente por las limitaciones en el modelado físico y los altos costos de ensayo.

“En este contexto, la investigación busca desarrollar herramientas numéricas avanzadas y metodologías experimentales que permitan predecir la respuesta de los WECs frente a distintos estados de mar, incluyendo condiciones extremas. Se utilizan modelos basados en dinámica de fluidos computacional (CFD) con OpenFOAM, acoplados a modelos estructurales y de control, para reproducir fenómenos no lineales como la resonancia, la separación de capa límite o el *slamming* (impacto violento del dispositivo contra la superficie del agua). Estos modelos se validan mediante ensayos físicos en el Laboratorio de Hidrodinámica Naval y Oceánica (LabHiNO) y luego se aplican en el marco de proyectos nacionales como el FONARSEC de Transición Energética, que apunta a instalar un prototipo en el mar argentino”, detalla García Almassio y agrega: “El objetivo final es mejorar la eficiencia y confiabilidad de los dispositivos undimotrices, reducir costos de desarrollo y aportar al aprovechamiento sostenible del extenso litoral marítimo argentino como una futura fuente de energía limpia”.

El ayudante de primera en la materia Introducción a la Mecánica Computacional en Sólidos asegura que lo que lo impulsó a elegir esta temática fue “la convicción de que es necesario avanzar hacia una matriz energética más limpia y sostenible, promoviendo el uso de fuentes renovables que permitan

Página anterior: El doctorando Ing. Francisco García Almassio

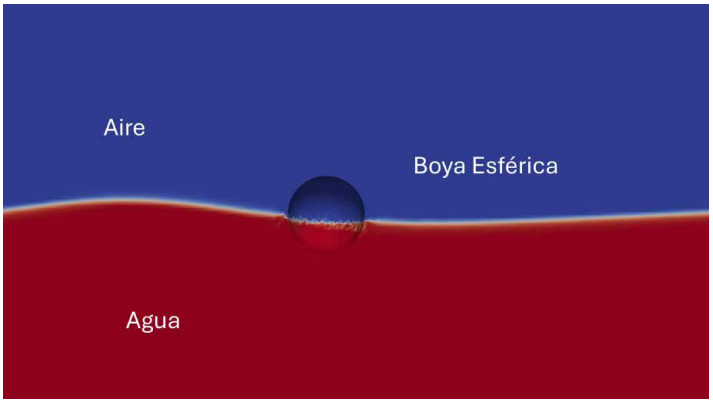
reducir la dependencia de los combustibles fósiles. La energía undimotriz representa una oportunidad estratégica para la Argentina, un país con más de 4.500 km de costa y un enorme potencial aún sin aprovechar". A su vez, menciona: "También me resultó muy motivador el hecho de que esta fuente renovable esté todavía en una etapa de desarrollo incipiente a nivel mundial en comparación con otras más consolidadas, como la eólica o la solar, lo que la convierte en un terreno fértil para la investigación aplicada y la innovación tecnológica".

Durante el desarrollo de la investigación interactuaron con distintos espacios de la UBA, como el Instituto de Física Interdisciplinaria y Aplicada (INFINA, ex-INFIP) de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, con quienes realizaron intercambios sobre aspectos experimentales y mediciones vinculadas a la dinámica de fluidos, y de la FIUBA, como el Laboratorio de Fluidodinámica, con quienes compartieron experiencias y metodologías de ensayo, y el Departamento de Ingeniería Mecánica, que facilitó herramientas, equipamiento y apoyo técnico fundamental para la construcción del dispositivo de la boya utilizado en los experimentos.

Desde que comenzó el proyecto han avanzado tanto en la parte experimental como en la numérica. En el LabHiNO diseñaron y construyeron un dispositivo para la caracterización de absorbedores puntuales, con el cual ya realizaron ensayos de difracción, radiación y caída libre, y, actualmente, están iniciando el diseño de un segundo dispositivo para absorbedores puntuales pivotantes. En paralelo, en el área de simulación numérica han replicado mediante OpenFOAM los ensayos experimentales realizados con la boya hemisférica, obteniendo resultados muy congruentes. También desarrollaron simulaciones de la boya bajo controladores P y P+I, con el objetivo de optimizar la captura de energía, validando los resultados frente a un modelo de flujo potencial en WEC-Sim. Estas simulaciones se realizaron bajo la hipótesis de olas monocromáticas y teoría lineal, como primera etapa de validación de la herramienta numérica.

Más recientemente, iniciaron una línea de trabajo en el régimen no lineal en colaboración con la University of Western Australia (Perth), que cuenta con un canal experimental capaz de generar olas policromáticas. "Ellos nos proveen resultados experimentales para calibrar nuestras simulaciones en OpenFOAM y ahora estamos simulando casos que no pueden ensayar físicamente por limitaciones de costo o geometría, extendiendo así sus resultados hacia condiciones más representativas del mar abierto", argumenta. También han establecido contacto con una investigadora posdoctoral de Oregon State University (EE. UU.), con el objetivo de calibrar coeficientes viscosos mediante simulaciones numéricas de su dispositivo tipo absorbedor puntual para aguas profundas, ya que en sus modelos actuales —también basados en WEC-Sim— los coeficientes de arrastre (*drag*) provienen de bibliografía. "Estos intercambios buscan fortalecer la cooperación internacional y mejorar la fidelidad de los modelos de simulación hidrodinámica aplicados a la conversión de energía undimotriz", afirma el ingeniero.

García Almassio considera que, en el contexto argentino, "la industria naval todavía no presenta un desarrollo significativo vinculado a la energía undimotriz, aunque tiene un gran potencial para



Izquierda: Boya esférica en el Canal de Arquitectura Naval de la FIUBA.
Derecha: Ejemplo de modelo numérico, tomado de uno de los ensayos practicados por el Ing. Almassio.

incorporarla. Esta tecnología representa una oportunidad lógica y estratégica para el sector, ya que toda la infraestructura naval —astilleros, puertos, talleres y plantas de mantenimiento— se encuentra naturalmente emplazada en zonas costeras. Poder generar energía en el mismo lugar donde opera la industria reduciría de forma considerable los costos de transporte y mantenimiento, además de favorecer una mayor independencia energética y sustentabilidad en las operaciones".

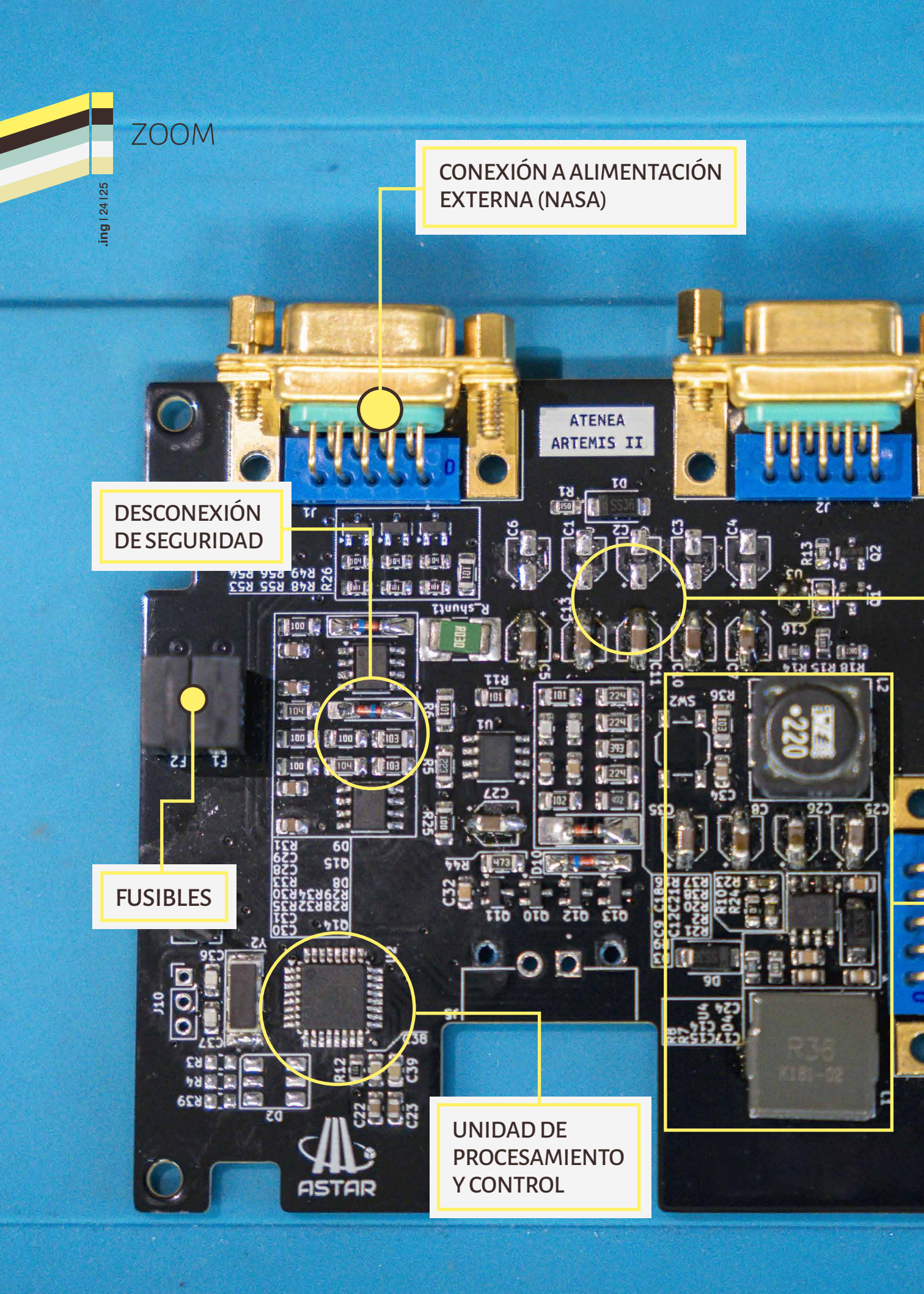
Sobre cómo impulsar el desarrollo de la energía undimotriz en la Argentina, dice: "Considero que el primer paso fundamental es contar con mediciones a largo plazo que permitan obtener registros continuos de olas en diferentes zonas potenciales de la costa. Esto requiere la instalación y fondeo de olígrafos, equipos especializados que registran la altura, el período y la dirección de las olas en función del tiempo. Una campaña sistemática, intensiva y sostenida en el tiempo sería esencial para comprender con mayor precisión el régimen de oleaje que llega a las costas argentinas y, en base a esos datos, identificar los sitios más favorables para el emplazamiento de futuros parques de generación undimotriz. Este tipo de iniciativas podría desarrollarse a través de programas público-privados, ya que los beneficios de estas mediciones no se limitan a la investigación científica, sino que también resultan de gran utilidad para la operación portuaria, la navegación, la pesca y la planificación costera. De esa manera, se generaría una sinergia entre la inversión pública y el interés de actores privados vinculados al mar".

En cuanto al sector privado, actualmente mantienen vínculo con la empresa La Ola Group, dedicada al desarrollo de piletas con olas para surf. "Ellos poseen instalaciones experimentales en la zona de Cardales, provincia de Buenos Aires, donde planeamos realizar ensayos similares a los llevados a cabo en el Laboratorio de Hidrodinámica Naval y Oceánica, pero utilizando olas solitarias en lugar de olas monocromáticas. Este tipo de oleaje permite representar a escala olas de gran altura e incluso tsunamis, lo que resulta muy valioso para analizar el comportamiento de los dispositivos en modo de supervivencia, una etapa tan o más importante que la de generación, ya que busca evitar la destrucción del equipo y la pérdida de la inversión", detalla.

Por otro lado, asegura que sería muy importante fortalecer la infraestructura experimental existente, en particular la capacidad de generar distintos tipos de oleaje en laboratorio. "Actualmente, por ejemplo, en la FIUBA no contamos con un generador de olas policromáticas, que son mucho más representativas del estado real del mar en comparación con las olas monocromáticas que podemos ensayar hoy. Esto nos obliga a depender de la colaboración de investigadores y laboratorios en el exterior para acceder a datos experimentales más complejos. Invertir en la modernización de las instalaciones experimentales y de simulación locales permitiría desarrollar investigación de punta en el país, consolidar capacidades nacionales y reducir la dependencia tecnológica del extranjero", destaca.

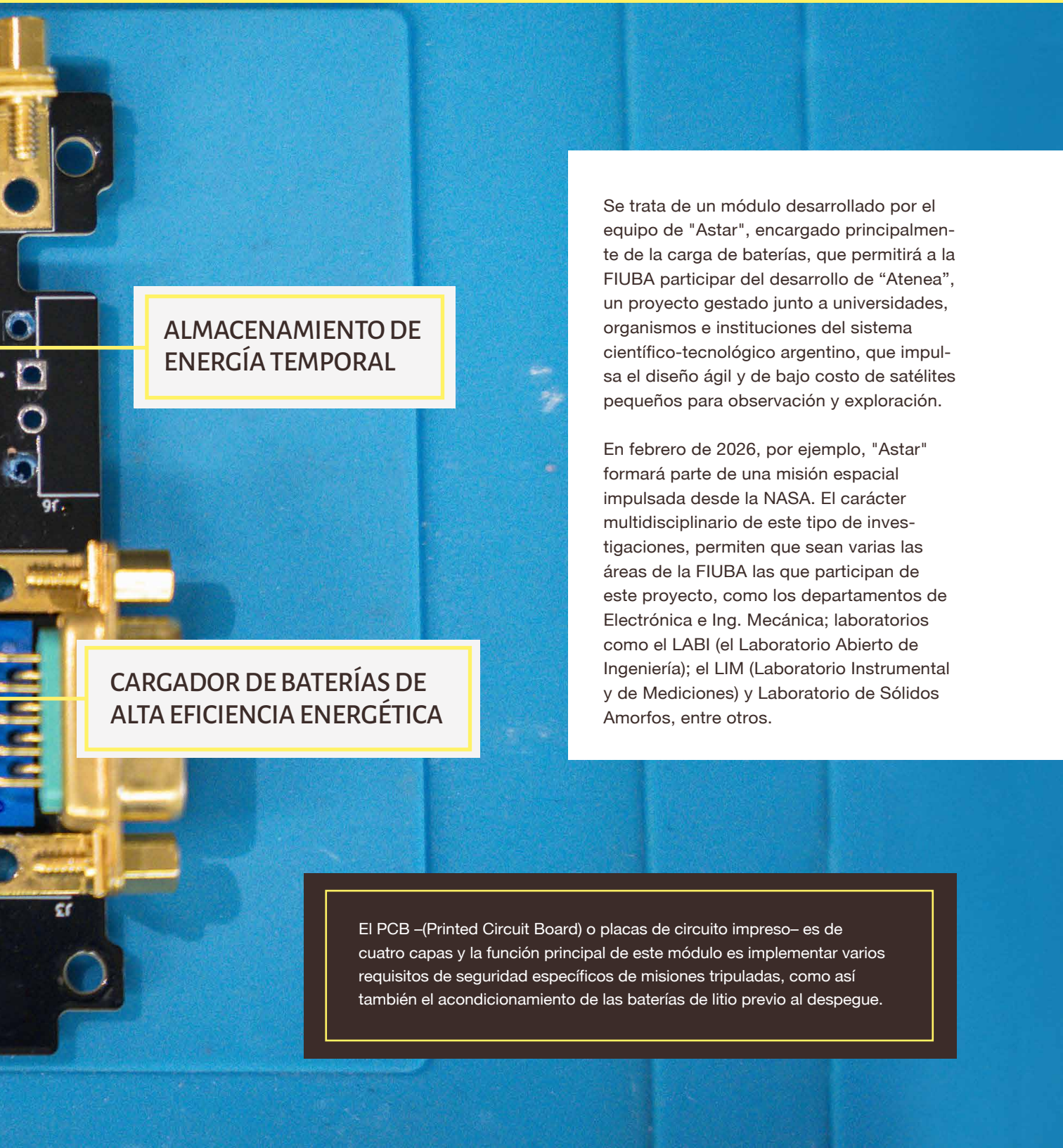
> "Es necesario avanzar hacia una **matriz energética más limpia y sostenible**. La **energía undimotriz representa una oportunidad estratégica para la Argentina**".

El ingeniero propone habilitar dos o tres zonas con permisos simplificados, infraestructura común (anclajes, fondeos, sensado y data/logística) y seguro colectivo, con gestión mixta entre universidades, puertos y privados. "La idea es crear un *test site* costero al estilo de los que existen en gran parte del mundo, donde distintos equipos puedan ensayar prototipos y pre-series bajo un mismo marco técnico-regulatorio, compartiendo costos de infraestructura, remoción y monitoreo ambiental. Esto acelera la curva de aprendizaje, baja barreras de entrada y permite validar tecnología local en condiciones controladas pero representativas", describe. Además, sugiere que deberían instrumentarse incentivos fiscales y de financiación dirigidos a puertos, industrias costeras y pequeñas poblaciones litorales para que puedan migrar gradualmente su matriz energética desde fuentes convencionales hacia la undimotriz. "Debería haber créditos blandos, créditos fiscales por inversión y contratos de compra a largo plazo específicos para que microrredes costeras puedan catalizar proyectos de escala acotada y cercanos a la orilla, que es donde esta tecnología puede dar su puntapié inicial con mayores probabilidades de éxito, reduciendo costos de conexión, operación y mantenimiento y generando capacidades locales desde el día uno", cierra. ■


CONEXIÓN A ALIMENTACIÓN EXTERNA (NASA)
DESCONEXIÓN DE SEGURIDAD
FUSIBLES
UNIDAD DE PROCESAMIENTO Y CONTROL
ATENEA
ARTEMIS II
ASTAR

Otro aporte de la FIUBA al desarrollo aeroespacial de la Argentina

Proyecto Astar



ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA TEMPORAL

CARGADOR DE BATERÍAS DE ALTA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Se trata de un módulo desarrollado por el equipo de "Astar", encargado principalmente de la carga de baterías, que permitirá a la FIUBA participar del desarrollo de “Atenea”, un proyecto gestado junto a universidades, organismos e instituciones del sistema científico-tecnológico argentino, que impulsa el diseño ágil y de bajo costo de satélites pequeños para observación y exploración.

En febrero de 2026, por ejemplo, "Astar" formará parte de una misión espacial impulsada desde la NASA. El carácter multidisciplinario de este tipo de investigaciones, permiten que sean varias las áreas de la FIUBA las que participan de este proyecto, como los departamentos de Electrónica e Ing. Mecánica; laboratorios como el LABI (el Laboratorio Abierto de Ingeniería); el LIM (Laboratorio Instrumental y de Mediciones) y Laboratorio de Sólidos Amorfos, entre otros.

El PCB –(Printed Circuit Board) o placas de circuito impreso– es de cuatro capas y la función principal de este módulo es implementar varios requisitos de seguridad específicos de misiones tripuladas, como así también el acondicionamiento de las baterías de litio previo al despegue.

Brechas de accesibilidad en CABA: dos comunas, dos experiencias cotidianas de llegar

M. Orozco

Margarita Orozco: estudiante de Ingeniería Civil de la FIUBA.

Por qué poner la accesibilidad en el centro y no solo la movilidad

La accesibilidad desplaza la pregunta desde "cuán rápido se mueve la ciudad" hacia "quién puede llegar, a qué y en cuánto". En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, esa diferencia no es abstracta: se vuelve parte del día a día cuando contrastamos territorios con perfiles socioeconómicos opuestos. La Comuna 2, de renta y dotación de servicios altas, ofrece trayectos breves y opciones numerosas; la Comuna 8, con mayores niveles de necesidades básicas insatisfechas, acumula tiempos largos y un menú de destinos más pobre. Este estudio convierte esa intuición en evidencia cuantitativa utilizando datos abiertos y técnicas reproducibles.

En la Ciudad de Buenos Aires, la oferta de transporte se organiza de manera radial hacia el centro: los trenes metropolitanos y gran parte de los recorridos de colectivo convergen en el área central, mientras que la red de subte se concentra en el eje norte-centro, con menor cobertura al sur. En los últimos años se sumaron corredores troncales de bus que mejoran la velocidad en ciertos ejes, pero la densidad de servicios y la frecuencia siguen siendo desparejas entre comunas. Esa geografía se superpone con un gradiente socioeconómico: barrios del norte con mayor dotación de equipamientos y del sur con mayores niveles de vulnerabilidad.

Este patrón condiciona la accesibilidad que observa el estudio. Donde la red es densa y bien conectada (como en la Comuna 2), los tiempos mínimos a salud y la cantidad de opciones educativas dentro de una hora son sistemáticamente mejores. En cambio, en sectores de la Comuna 8 alejados de corredores y con menor cercanía a hospitales y polos educativos, los viajes se alargan y el "menú" de alternativas se achica. La comparación entre ambas comunas funciona así como un *zoom* sobre un rasgo más amplio de la ciudad: llegar no depende sólo de moverse, sino de dónde están los destinos sensibles y cómo se articula la red que los conecta.

Qué nos dice el transporte público sobre el acceso a salud y educación en la Comuna 2 y la Comuna 8, a partir de la tesis de grado *Estudio de brechas de accesibilidad a través del transporte público* (M. Orozco, 2024).

Mapa 1: *Contexto del caso de estudio. Fuente: elaboración en base a la tesis.*

Cómo medimos "llegar": datos, parámetros e indicadores

El diseño metodológico combina el estándar GTFS con ruteo multimodal en r5r —un paquete de R que conecta con el motor R5 para calcular rutas y tiempos puerta a puerta en redes que integran caminata y transporte público a partir de los horarios GTFS y la red vial— para estimar dos indicadores: tiempo mínimo al destino más cercano y oportunidades acumuladas alcanzables dentro de un umbral temporal. Los destinos se organizaron en dos familias:

Salud: hospitales generales de agudos, hospitales de niños y hospitales especializados.

Educación: primaria y secundaria de jóvenes y adultos, secundaria común, superior (universitario y no universitario) y especial/no tradicional.

Los parámetros provienen de microdatos de ENMODO 2018 usando el percentil 85 para representar comportamientos mayoritarios: salida típica a las 12:30, tope de 60 minutos hacia salud y 40 minutos hacia educación, y dos supuestos de caminata de 5 y 15 minutos (≈375 m y ≈1.100 m con 1,25 m/s). Esta elección reduce el peso de atípicos y ancla los resultados en prácticas observadas.

En la práctica, r5r arma una red integrada de calles y transporte público y simula salidas por minuto dentro de la ventana definida. Con esa red se calculan tiempos puerta a puerta que incluyen la caminata inicial, la espera en parada, el tiempo a bordo, las transferencias y la caminata final. A partir de allí se construyen matrices de viaje entre los centroides de radios censales (197 en la Comuna 2 y 163 en la Comuna 8) y los destinos de salud y educación clasificados. Para el indicador de oportunidades acumuladas, se fija un corte de viaje —travel_time_cutoff = 60 para salud— y la función de accesibilidad devuelve el porcentaje de destinos alcanzables dentro de ese umbral desde cada radio. La visualización usa paletas y escalas unificadas, lo que permite comparar categorías, comunas y supuestos de caminata con la misma "lente".

Operativamente, "tiempo mínimo" significa el mejor itinerario factible en la ventana de salida: entre todas las combinaciones posibles, se retiene la de menor duración total. En cambio, "oportunidades acumuladas" no busca el mejor viaje, sino cuántas opciones quedan en juego dentro del tiempo límite; por eso es una métrica más cercana a la capacidad de elección de las personas. La comparación entre 5 y 15 minutos de caminata sirve como análisis de sensibilidad: cuando el entorno peatonal es favorable, caminar un poco más puede habilitar combinaciones mejores (menos esperas o menos transbordos); cuando la oferta es escasa o muy distante, ampliar la caminata solo "enciende" radios que antes estaban fuera del radar, pero no necesariamente vuelve competitivos los tiempos totales.

Para asegurar consistencia espacial, los resultados se agregan al nivel de radio censal y se mapean con clasificaciones fijas: 0–10–20–30–40+ minutos para tiempos y 20–40–60–80–100 % para oportunidades. Así, un color siempre significa lo mismo en cualquier mapa o categoría. Los radios que no pueden construir un itinerario válido en el escenario de 5 minutos aparecen como "sin datos"; muchos de ellos se resuelven al permitir 15 minutos de caminata, lo que indica dependencia del tramo final más que ausencia absoluta de servicio.

Finalmente, para mantener reproducibilidad, el procesamiento se realizó con un *pipeline* único: carga de GTFS y red vial, configuración de parámetros (salida p85, velocidades de caminata, límites de tiempo), cálculo de matrices de viaje, derivación de indicadores y exportación estandarizada de tabulados y mapas. Esto facilita replicar el análisis en otras comunas o franjas horarias y comparar escenarios operativos con métricas homogéneas.

Resultados I: el tiempo como frontera

Los tiempos mínimos a hospitales muestran brechas claras entre comunas cuando se asume una caminata de 5 minutos. En la Comuna 2 predominan radios en 0–20 minutos hacia los hospitales generales de agudos, con continuidad sobre los ejes mejor servidos y pocas "islas" de acceso más lento. En la Comuna 8 aparecen extensas áreas entre 20–40+ minutos, interrumpidas solo por tramos próximos a corredores, lo que revela una red más fragmentada. La diferencia se acentúa en hospitales de niños: la Comuna 2 mantiene accesos mayormente por debajo de 20–30 minutos, mientras que en la Comuna 8 los accesos >40 minutos predominan fuera de los ejes principales, dejando amplias zonas con viajes largos o sin ruta válida en este escenario. Este patrón combina menor densidad de destinos y dependencia de pocos corredores en C8, por lo que pequeñas variaciones de ubicación respecto de esos ejes cambian drásticamente el resultado; en C2, en cambio, la capilaridad de la oferta amortigua esas diferencias y estabiliza los tiempos [Imagen 1].

En educación, la distribución es menos dramática que en salud, pero la brecha persiste. Con 15 minutos de caminata, la Comuna 2 concentra la mayor parte de los radios entre 0–10 minutos para todas las categorías (primaria, secundaria, superior y especial/no tradicional), lo que habla de una oferta capilar y bien conectada. En la Comuna 8, en cambio, los tiempos se desplazan hacia la franja de 20–30 minutos y ese corrimiento se acera a medida que pasamos de primaria/secundaria a superior y especial/no tradicional, donde la localización de los establecimientos es más dispersa y la red depende de

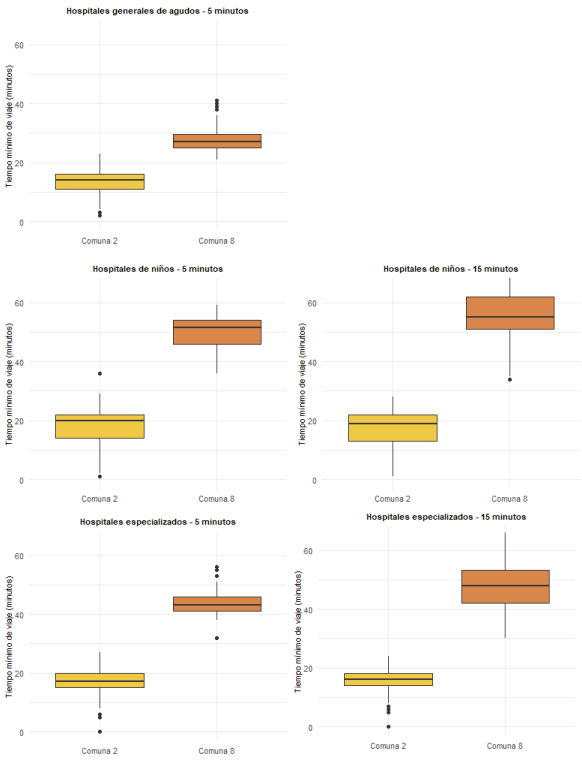


Imagen 1: *Tiempos mínimos a establecimientos de salud, 5 y 15 minutos. Fuente: elaboración a partir de la tesis de M. Orozco (2024).*

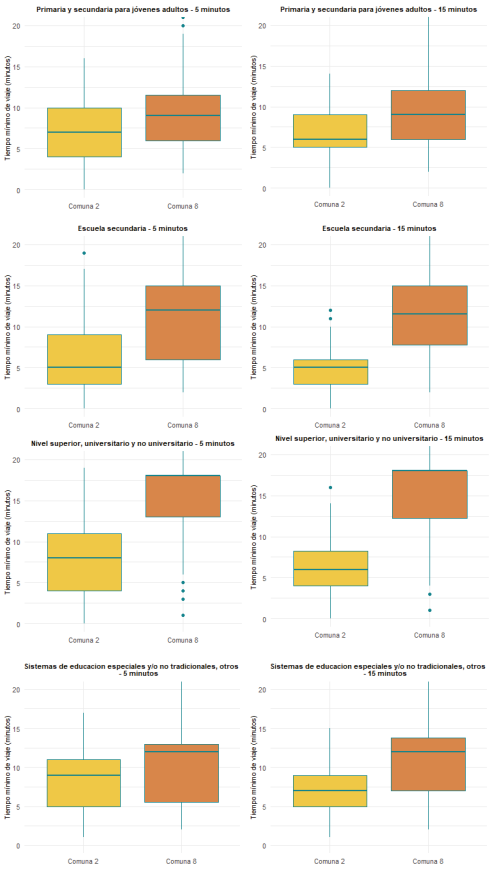


Imagen 2: *Tiempos mínimos a establecimientos educativos. Fuente: elaboración a partir de la tesis de M. Orozco (2024).*

pocos corredores. Ampliar la caminata compacta la dispersión (aparecen más radios con rutas válidas y se recortan algunos minutos), pero no equipara ambas realidades: el "menú" de opciones dentro de la hora sigue siendo más amplio y cercano en C2, mientras que en C8 la mejora es selectiva y se concentra cerca de los ejes de mayor oferta [Imagen 2].

Resultados II: lo que revelan los mapas

Para completar el diagnóstico, la evidencia espacial se presenta aquí con una única categoría ilustrativa: hospitales de niños. Esta elección responde a criterios de síntesis editorial y a su valor representativo del patrón general observado. Con escala común 0–10–20–30–40+ minutos, los mapas muestran en la Comuna 2 una continuidad de accesos breves sobre ejes bien servidos, mientras que en la Comuna 8 predominan tonalidades 20–40+ alejadas de los corredores principales. Al ampliar la caminata a 15 minutos se "encienden" radios antes sin resultados y la proporción de radios con itinerario válido en C8 aumenta de 26,4 % a 73,6 %; no obstante, esa ganancia de cobertura no se traduce en tiempos competitivos de manera generalizada, por lo que las diferencias intercomunales persisten. [Mapa 2 - Mapa 3]

En educación, la mayor capilaridad de oferta se traduce en mapas más claros en ambas comunas: con 5' de caminata, C2 alcanza 99,4 % de radios con resultados; C8 queda "apenas por debajo del 90 %" y mejora con 15', aunque la homogeneidad de C2 no se replica; los vacíos de C2 responden a grandes espacios verdes/culturales, mientras que en C8 obedecen a radios fuera del límite de caminata. [Mapa 4 - Mapa 5]

El indicador de oportunidades acumuladas sintetiza el "menú" de opciones alcanzables en 60 minutos. Para hospitales de niños —categoría elegida por su valor representativo y por criterios de síntesis— la Comuna 2 supera con facilidad el 40–60 % de establecimientos alcanzables y se expande al permitir 15 minutos de caminata. En la Comuna 8, aun con la caminata extendida, los niveles se concentran en el 20–40 % y se apoyan

en corredores específicos; fuera de esos ejes la accesibilidad desciende de manera marcada. [Mapa 6]

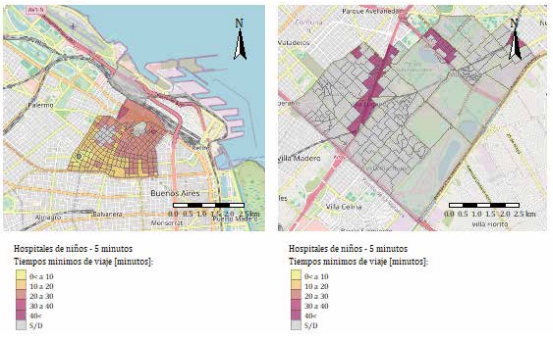
En educación, se presentan únicamente escuelas secundarias. La Comuna 2 mantiene tonos altos (≥60–80 %) en la mayor parte de su superficie tanto con 5’ como con 15’ de caminata, mostrando una distribución homogénea. La Comuna 8 exhibe una mejora selectiva sobre dos ejes troncales, pero fuera de ellos la accesibilidad cae abruptamente, permaneciendo en valores de 20–40 % en vastos sectores. [Mapa 7]

Sensibilidad, robustez y “qué pasaría si…”

El análisis de sensibilidad al tiempo de caminata permite interpretar la estructura de oferta subyacente. En salud, donde la localización de establecimientos es más escasa y concentrada, la ampliación de la caminata de 5 a 15 minutos incrementa la proporción de radios con itinerarios válidos (más radios “con datos”), pero no reduce de manera sustantiva los tiempos totales en la Comuna 8: la distancia a los nodos y la menor densidad de oferta mantienen los viajes, en su mayoría, dentro de la franja 20–40+ minutos. En educación, por el contrario, la mayor capilaridad de destinos implica que esos mismos 15 minutos no multiplican la cobertura (el salto en C8 de 89,6 % a 91,4 % de radios con resultados es marginal), aunque sí recortan tiempos en radios ya accesibles, sobre todo en proximidad a corredores con buena frecuencia. Este patrón —aumento de cobertura en salud y reducción de tiempos en educación— se verifica de forma consistente en mapas y estadísticos, lo que refuerza la robustez del diagnóstico.

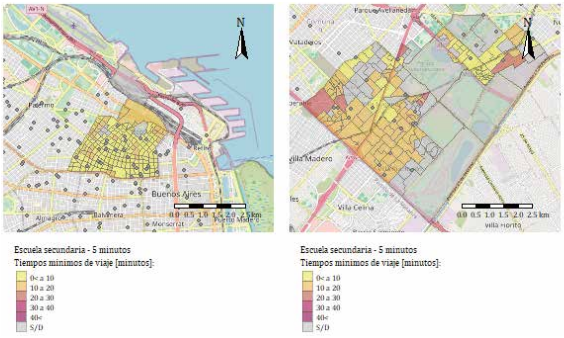
En términos de robustez metodológica, se mantuvieron escalas de clasificación fijas (0–10–20–30–40+ minutos para tiempos; 20–40–60–80–100 % para oportunidades), evitando artefactos de lectura por cambios de leyenda. La comparación de medianas y distribuciones —además de los promedios— mitiga la influencia de valores atípicos y evidencia la heterogeneidad intra-comunal: los radios próximos a corredores mejoran, mientras que los sectores residenciales más alejados conservan tiempos elevados.

Desde la perspectiva de escenarios contrafácticos, cabe esperar que mejoras de frecuencia y sincronización de transbordos en corredores que sirven a la Comuna 8 produzcan efectos más visibles en salud (al reducir esperas en nodos críticos y habilitar combinaciones competitivas) y más uniformes en educación (al disminuir tiempos



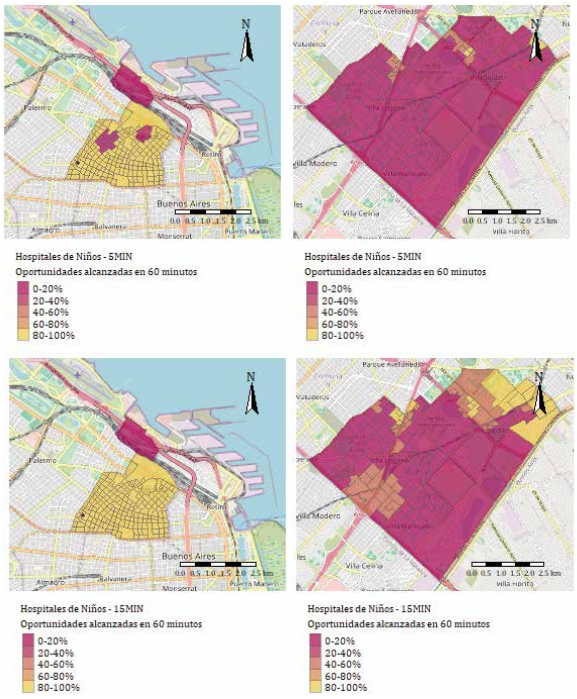
Mapa 2: *Tiempos mínimos a categorías de salud (5’).*
Fuente: elaboración a partir de la tesis de M. Orozco (2024).

Mapa 3: *Tiempos mínimos a categorías de salud (15’).*
Fuente: elaboración a partir de la tesis de M. Orozco (2024).

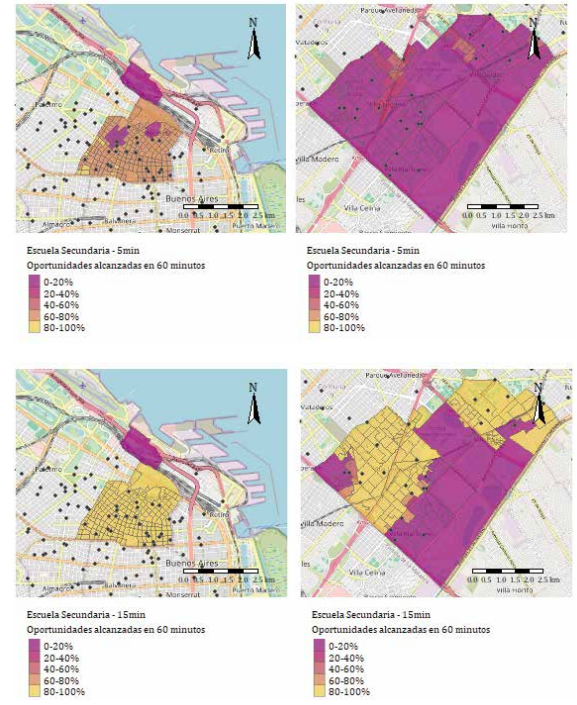


Mapa 4: *Tiempos mínimos a categorías de educación (5’).*
Fuente: elaboración a partir de la tesis de M. Orozco (2024).

Mapa 5: *Tiempos mínimos a categorías de educación (15’).*
Fuente: elaboración a partir de la tesis de M. Orozco (2024).



Mapa 6: *Oportunidades acumuladas en 60 minutos (Hospitales de niños). Fuente: elaboración a partir de la tesis de M. Orozco (2024).*



Mapa 7: *- Oportunidades acumuladas en 60 minutos (Escuelas secundarias). Fuente: elaboración a partir de la tesis de M. Orozco (2024).*

en radios ya accesibles). De igual modo, acercar destinos sensibles —por ejemplo, reforzar servicios pediátricos en el sur o reubicar equipamientos— impactaría de manera directa sobre el tiempo mínimo y, por arrastre, sobre el porcentaje de oportunidades alcanzables en 60 minutos. Finalmente, intervenciones de último tramo (mejoras peatonales y de seguridad vial) potencian el efecto de la caminata extendida: no generan cobertura por sí mismas, pero conectan radios residenciales con ejes de alto desempeño, incrementando la probabilidad de minutos efectivamente ganados.

Qué explica la brecha (y qué la puede achicar)

La geografía de la oferta y su frecuencia condicionan los resultados. En salud, la escasez y lejanía de establecimientos respecto de la Comuna 8, más la dependencia de ejes troncales, empujan las medianas hacia arriba y reducen el universo de opciones alcanzables. En educación, la mayor capilaridad suaviza pero no elimina la brecha: la Comuna 2 es homogénea y cercana; la Comuna 8 depende de pocos ejes y se vuelve frágil fuera de ellos. Este patrón se superpone con el mapa social: donde hay más vulnerabilidad, el "costo temporal" para acceder a derechos es mayor.

Implicancias operativas y de política pública

Los resultados ofrecen una hoja de ruta concreta para la gestión del transporte y la localización de equipamientos. En el plano operativo, se propone optimizar la oferta y las frecuencias en corredores alimentadores, priorizando los intervalos críticos para salud y educación y mejorar la intermodalidad en nodos de transferencia mediante conectividad peatonal segura, señalización clara y reducción de tiempos de trasbordo. En paralelo, la localización estratégica de equipamientos debe apoyarse en mapas de déficit para orientar la apertura de nuevos centros o la ampliación de capacidades donde el acceso es más costoso en tiempo. Estas acciones se complementan con intervenciones de primer y último tramo —veredas continuas, cruces protegidos, senderos y conexiones ciclistas en torno a paradas estructurantes— que vuelven efectivas las combinaciones y amplían el radio de cobertura real.

Desde la política tarifaria y el monitoreo, se recomienda avanzar en integración tarifaria con descuentos focalizados y evaluar los cambios bajo el prisma del costo generalizado del viaje (tiempo, dinero y trasbordos). Para

la gestión dinámica, el uso de GTFS-RT permitiría seguimiento operativo en tiempo real y respuestas ante interrupciones o desvíos. Finalmente, la gobernanza debe sostener datos GTFS abiertos y un tablero público de accesibilidad con metas por comuna —tiempos máximos a salud/educación y porcentaje mínimo de oportunidades alcanzables en 60 minutos— para seguimiento anual y rendición de cuentas. Se trata de medidas modulares y de costo escalonado que atacan el núcleo identificado por los indicadores.

Limitaciones y alcances

El enfoque se apoya en ruteo con horarios programados (GTFS) y en una velocidad de caminata supuesta; por ello no capta plenamente la variabilidad operativa real (demoras, cancelaciones, desvíos) ni la estacionalidad o picos atípicos. Asimismo, la construcción del diagnóstico se basa predominantemente en datos abiertos (por ejemplo, GTFS públicos y fuentes administrativas abiertas), cuya cobertura, calidad y actualización pueden introducir sesgos o vacíos. Tampoco incorpora de manera explícita saturación y rechazos por falta de capacidad, ni dimensiones de costo monetario, confort o percepción de seguridad, que pueden acortar la caminata efectiva en determinados horarios. Adicionalmente, no se modela la accesibilidad universal (rampas, pendientes, trasbordos asistidos) y existen limitaciones de datos sobre capacidad/vacantes en equipamientos de salud y educación.

Agenda próxima de investigación y gestión

Se identifican varias líneas de desarrollo. En primer lugar, extender la métrica de oportunidades acumuladas a franjas pico/valle y subhoras permitiría estimar elasticidades de acceso por momento del día. En segundo término, resulta clave incorporar fiabilidad (variabilidad interdiaria) y calidad de la espera en nodos para capturar minutos percibidos, junto con el costo generalizado del viaje (tiempo, tarifa y trasbordos), criterios de confort/seguridad y accesibilidad universal. En tercer lugar, conviene cruzar con datos de demanda efectiva para priorizar intervenciones donde una mejora marginal en minutos libere más viajes con propósito social (controles pediátricos, escolaridad secundaria, cuidados).

Conclusiones

Una metodología apoyada en GTFS + R5/r5r, basada en datos abiertos, con indicadores complementarios (tiempo mínimo y oportunidades acumuladas) y visualizaciones comparables, permite cuantificar y hacer visible la inequidad territorial en el acceso a salud y educación. La comparación entre las Comunas 2 y 8 revela brechas sustantivas tanto en tiempos de viaje como en la diversidad de opciones efectivamente alcanzables, con implicancias directas para la planificación del transporte y la localización de equipamientos.

Estos resultados muestran que la accesibilidad no es un subproducto automático de la infraestructura existente, sino el resultado de dónde se ubican los destinos, cómo opera la red (frecuencia, sincronización, transbordos) y qué tan cerca están las personas de combinaciones viables. Reducciones aparentemente modestas —por ejemplo, acortar 10 minutos hacia un hospital o incorporar varias escuelas dentro de la hora de viaje— se traducen en mejoras sustantivas de derechos y oportunidades.

Al ser replicable y escalable, el enfoque constituye una herramienta práctica para priorizar inversiones, optimizar la operación y monitorear resultados con criterios de equidad. En términos operativos, orientar recursos hacia los sectores donde cada minuto ganado libera más acceso produce el mayor impacto social por unidad de esfuerzo, ofreciendo una definición concreta y gestionable de equidad urbana.

Innovación local con impacto global

Charla con **Sebastián García Marra**, Ingeniero Electrónico y docente de la FIUBA, fundador de una empresa tecnológica que desarrolla soluciones para la transmisión y distribución de energía en distintos países.

Sebastián García Marra, Ingeniero Electrónico graduado en 2016, encontró en la intersección entre la docencia y la innovación tecnológica el espacio ideal para desarrollarse profesionalmente. Desde hace 16 años enseña en la Facultad de Ingeniería de la UBA, donde pasó por asignaturas como Física I y II y también por cursos de posgrado en sistemas embebidos. Hoy se desempeña como Jefe de Trabajos Prácticos en Introducción a la Ingeniería Electrónica y Biomédica, materia en la que lleva 13 años formando nuevas camadas de ingenieros.

Su vínculo con la ingeniería se remonta a la infancia. “La primera vez que recuerdo decir que iba a ser Ingeniero Electrónico fue en tercer grado, cuando tenía ocho años. Mucho antes de entender lo que significaba realmente estudiar o ejercer la profesión”, nos cuenta. Con el paso del tiempo, sus intereses y su mirada sobre la profesión se fueron transformando. La carrera misma también cambió, incorporando nuevas tecnologías y respondiendo a demandas que no existían en sus primeros años de estudio. Un ejemplo claro es su tesis, centrada en sensores de ultra bajo consumo conectados a internet mediante LoRa, tecnologías que aún no estaban disponibles cuando comenzó la carrera.

Ese mismo espíritu de curiosidad y exploración lo llevó al camino emprendedor. A los 27 años, junto a un grupo de amigos con quienes compartía experiencias académicas y laborales, decidió fundar su primera empresa en el campo emergente del *Internet of Things.* El proyecto inicial atravesó cambios y desafíos, incluso el cierre de una de las compañías, hasta transformarse en lo que hoy es Sentrisense, una empresa dedicada a brindar soluciones para la industria eléctrica.

La firma desarrolla un dispositivo que se instala en las líneas aéreas y un *software* asociado que permite medir en tiempo real variables eléctricas y mecánicas. Esta información facilita anticipar incidentes imprevistos, monitorear el estado de los activos y calcular cuánta energía puede transportarse por una línea de manera segura, sin poner en riesgo la infraestructura. Con un equipo de más de 20 personas que trabajan desde distintos lugares del mundo, Sentrisense se ha consolidado en mercados internacionales exigentes.

Los casos de aplicación ilustran su alcance. En Chile, varias empresas utilizan la solución para detectar robos de conductores eléctricos, un problema frecuente que genera grandes pérdidas. En Bélgica, en cambio, se emplea para evaluar el desgaste de los conductores sometidos a la fatiga producida por el viento, lo que permite tomar decisiones más precisas acerca de su reemplazo. En otros países, los clientes utilizan las mediciones de ampacidad para aprovechar al máximo la capacidad de transporte de las líneas sin comprometer la seguridad ni provocar daños por sobrecalentamiento.

De cara al futuro, Marra señala que el mayor desafío no es la escala de producción, sino otros factores que condicionan la llegada a nuevos mercados. Entre ellos, menciona los altos estándares de ciberseguridad que exigen los clientes y la necesidad de contar con certificaciones específicas para poder ingresar a Estados Unidos y Europa. “Nuestros clientes hoy no están en la Argentina. Para crecer, debemos cumplir con normativas internacionales muy estrictas y garantizar que la solución funcione de manera segura en la infraestructura de cada empresa”, explica.

Con una trayectoria que combina la enseñanza, la investigación y el desarrollo tecnológico, Sebastián García Marra encarna el perfil de un ingeniero capaz de tender puentes entre la academia y la industria. Su recorrido demuestra que la formación universitaria puede ser el punto de partida de proyectos que trascienden fronteras y que impactan directamente en la manera en que el mundo produce, distribuye y aprovecha la energía. ■

> “Siempre creí que era buena idea armar algo propio, **crear algo que pudiera trascenderlo a uno**”.

Ordenando números

Andrea Armentano, actual responsable de la Dirección Principal Contable, le cuenta a *.ing* los desafíos de modernizar la gestión administrativa en el ámbito público y universitario.

Ingresó a la Facultad de Ingeniería en abril de 1989, a los 19 años. En ese momento, Andrea Armentano estudiaba abogacía y dividía sus días entre el trabajo, la Facultad de Derecho de la UBA y sus primeras responsabilidades como nodocente. “Mi formación académica fue en la educación pública, por lo que defiendo sus principios de equidad y gratuidad, además de reconocer el nivel de excelencia que posee la Universidad de Buenos Aires”, afirma.

Su recorrido laboral comenzó en la Dirección Principal Contable, en el Departamento de Presupuesto. Allí tuvo como primera jefa a la Lic. Verónica Picarel, hoy Directora General de Recursos Físicos y Financieros. “En ese tiempo los registros eran manuales, con libros contables enormes que todavía conservamos. Con el tiempo se incorporaron los sistemas informáticos que hoy utilizamos”, recuerda.

En 2002 concursó y ganó la jefatura del departamento de presupuesto, y en 2023 asumió la Dirección Principal Contable, cargo que también concursó recientemente. “He tenido la oportunidad de aprender de nodocentes que dignificaron la carrera administrativa y fueron un ejemplo en el trabajo cotidiano”, destaca.

Actualmente coordina un equipo de 14 personas, organizado en tres departamentos: Presupuesto, Movimiento de Fondos y Valores, y Rendición de Cuentas. Para Armentano, el clima laboral es uno de los puntos más valiosos: “La comunicación asertiva y el respeto son las bases primordiales. Las aptitudes personales y profesionales de cada integrante de mi equipo, son mi gran fortaleza”.

Las tareas de la dirección incluyen el registro y control de todas las operaciones presupuestarias y financieras de la Facultad: ejecución de gastos, emisión de pagos a proveedores y docentes, control de ingresos del Tesoro y de recursos propios, cierres contables y producción de información para las autoridades de la UBA.

Su rutina combina lo técnico con lo humano. “La jornada empieza con un mate o un café, revisando saldos y novedades junto a mis compañeros. Después sigo con el correo institucional, los módulos del GDE y la autorización de órdenes de pago en el SIU PILAGA. Al final, informo a mi superior los movimientos del día”.

Las nuevas tecnologías también marcaron su trabajo. Un ejemplo fue la implementación del sistema GDE durante la pandemia de COVID-19, en plena virtualidad. “Fue un gran desafío porque no teníamos la presencialidad necesaria para aprender en equipo. Pero gracias a la perseverancia, pudimos adaptarnos. Hoy es una herramienta fundamental para trabajar con eficacia y eficiencia”, asegura.

Con muchos años en la institución, Andrea Armentano sostiene que la modernización tecnológica y el compromiso de los equipos son claves para que la gestión universitaria siga siendo un pilar en la vida de la FIUBA. ■

la mejor **energía argentina**

Llevamos energía a más de **3,3 millones de hogares** en Argentina. **Somos la distribuidora de electricidad más grande del país** y lideramos la transición energética, invirtiendo en tecnología y talento para asegurar un servicio de calidad.

edenor

Somos protagonistas en el desarrollo de Vaca Muerta.

Vos también podés ser parte.

¡Sumate!

Conocé más