

ISSN 2618-1738

GRUPO DE MATERIALES GRANULARES (GMG)

MEMORIA ANUAL PARA EL PERÍODO 2024

PLAN DE TRABAJO 2025

Abril 2025

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

Rector

Ing. Rubén Soro

Secretario de Ciencia y Tecnología

Ing. Omar Del Gener

FACULTAD REGIONAL LA PLATA

Decano

Mg. Ing. Luis Agustín Ricci

Secretario de Ciencia, Tecnología y Posgrado

Dr. Ing. Gerardo Hugo Botasso

Índice general

1. Administración	7
1.1. Individualización del grupo	9
1.1.1. Nombre y sigla	9
1.1.2. Sede	9
1.1.3. Estructura de gobierno	9
1.1.4. Objetivos y desarrollo	9
1.2. Personal	10
1.2.1. Nómina de investigadores	10
1.2.2. Personal profesional	10
1.2.3. Personal técnico, administrativo y de apoyo	10
1.2.4. Becarios y personal en formación	10
1.3. Equipamiento e infraestructura	11
1.3.1. Equipamiento e infraestructura principal disponible	11
1.3.2. Locales y aulas	12
1.3.3. Laboratorios y talleres	12
1.3.4. Servicios generales	12
1.3.5. Cambios significativos en el período	12
1.4. Documentación y biblioteca	12
2. Actividades I+D+i	13
2.1. Investigaciones	13
2.1.1. Proyectos en curso	13
2.1.2. Tesis	16
2.1.3. Trabajos publicados	16
2.1.4. Congresos y reuniones científicas	17
2.2. Organización	18
2.3. Actividades de gestión y evaluación	19
2.4. Otras actividades	19
2.4.1. Visitas recibidas y realizadas	19
2.4.2. Tareas de divulgación	20
2.5. Registros y patentes	20
3. Actividades en docencia	21
3.1. Docencia de grado	21
3.2. Posgrado	21
3.3. Otras actividades	21
4. Vinculación con el medio socioproductivo	23
4.1. Transferencia al medio socioproductivo	23
5. Informe sobre rendición general de cuentas	25

Capítulo 1

Administración

El GMG inició sus actividades en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Facultad Regional La Plata en mayo de 2012. Se genera mediante la fusión de un conjunto de investigadores especializados en mecánica estadística de medios granulares del Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (CONICET-UNLP) con jóvenes investigadores del Departamento de Ing. Mecánica de la UTN-FRLP a fin de potenciar las capacidades teórico-computacionales y experimentales y a la vez conjugar actividades de investigación básica y aplicada con actividades de transferencia de conocimiento y tecnología. El GMG fue homologado a fines del año 2013 por el Consejo Superior de la Universidad Tecnológica Nacional mediante la resolución 949/2013.

Misión

- ▶ Generar conocimiento sobre el comportamiento de materiales granulares y materia activa mediante investigación básica y aplicada.
- ▶ Llevar adelante desarrollos tecnológicos orientados a mejorar procesos que involucren materiales granulares y materia activa.
- ▶ Formar recursos humanos con alta calificación en investigación y desarrollo para contribuir al progreso de los sistemas científico, educativo, productivo y administrativo así como de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.
- ▶ Consolidar un grupo humano comprometido con objetivos comunes de mediano y largo plazo.

Visión

- ▶ Convertirnos en un centro de generación de conocimiento y desarrollo tecnológico de vanguardia en el campo de los materiales granulares proveyendo a la industria de herramientas fundamentales para el diseño y optimización de procesos que involucren materiales granulares y materia activa.
- ▶ Establecernos como un grupo de referencia en el área de los materiales granulares en el ámbito académico con extensiones a temáticas relacionadas en cuanto a lo fenomenológico y a lo instrumental.

Actividades

El GMG centra sus actividades de investigación y desarrollo en las siguientes áreas

- ▶ Flujo y atasco de materiales granulares y de materia activa.

- Compactación por vibración y cizalla.
- Distribución de esfuerzos en materiales granulares y en contenedores.
- Estados de la materia granular.
- Propiedades disipativas de los medios granulares.
- Mezcla y segregación.
- Fluencia lenta.

Asimismo se ofrecen servicios de transferencia de conocimiento en las siguientes temáticas

- Llenado y descarga de silos y tolvas.
- Atascamiento en tolvas dosificadoras.
- Transporte y deposición de granulados en matrices fluidas.
- Amortiguación de vibraciones.
- Evacuación de peatones en estado de pánico.
- Compactación y fluidización de depósitos.
- Diseño de contenedores.
- Envejecimiento de depósitos granulares.
- Metrología de materiales granulares.

El grupo contribuye además a la formación de grado y posgrado en el Departamento de Ingeniería Mecánica. Sus miembros son docentes en varias cátedras de grado y en cursos de doctorado. Algunos de sus miembros son también docentes de la Universidad Nacional de La Plata.

Resumen de actividades 2024

Durante el año 2024 se desarrollaron normalmente las tareas del grupo, cumpliendo holgadamente los objetivos planteados en el “Programa de actividades 2024” propuesto en el documento “*Memoria Anual para el Período 2023 - Plan de Trabajo 2024*”.

Se sostuvo la producción científica del grupo, alcanzando un número considerable de publicaciones internacionales con referato, y se alcanzó una participación significativa en congresos nacionales e internacionales, en un contexto de fuertes restricciones presupuestarias. Se mantuvieron las colaboraciones con grupos e investigadores nacionales y del exterior.

Se continuó con la formación de recursos humanos de grado y posgrado, a través del dictado de asignaturas de grado, cursos de posgrado, y en la dirección de becarios y tesistas.

Logros más importantes

Entre los logros más importantes podemos enumerar:

- Se publicaron diez trabajos en revistas internacionales con referato, cinco de ellos en el primer cuartil del ranking Scimago¹, tres en el segundo y uno en el tercero.
- Se alcanzó una participación importante en congresos y reuniones científicas nacionales (cuatro) e internacionales (tres).

¹<https://www.scimagojr.com/>

- ▶ Se desarrollaron en nuestra facultad tres cursos de posgrado con una alta participación de estudiantes.
- ▶ Se organizaron dos jornadas científico-técnicas.

1.1. Individualización del grupo

1.1.1. Nombre y sigla

Grupo de Materiales Granulares (GMG)

1.1.2. Sede

Departamento de Ingeniería Mecánica
Facultad Regional La Plata
Av. 60 Esq. 124 s/n.
Berisso, Buenos Aires, Argentina.
Tel: 0221 - 412-4300.
Email: granulares@frlp.utn.edu.ar
Web <http://granulares.frlp.utn.edu.ar/>

1.1.3. Estructura de gobierno

Director: Carlos Manuel Carlevaro

1.1.4. Objetivos y desarrollo

Todos los objetivos propuestos en el Plan de Trabajo 2024 fueron alcanzados exitosamente. La producción científica del grupo se sostuvo, alcanzando un número de publicaciones superior a la media de los cinco años previos. La presentación de trabajos en reuniones científicas nacionales e internacionales fue sensiblemente inferior a la correspondiente del año 2023, principalmente debido a los altos costos y las restricciones presupuestarias vigentes. Todos los miembros del grupo han participado en la elaboración de trabajos que fueron publicados o comunicados a congresos y se mantuvieron los vínculos existentes con investigadores nacionales e internacionales a través de diversas colaboraciones.

El GMG organizó por tercer año consecutivo el encuentro “PyDay La Plata 2024” sobre el uso y aplicaciones del lenguaje de programación Python, y participó en el congreso internacional «*Dynamics Days Latin America and the Caribbean 2024*» organizando un simposio durante ese encuentro, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Tres tesis doctorales avanzaron en sus investigaciones sin mayores inconvenientes. Durante 2024 el grupo realizó tareas de formación en investigación por medio de becarios estudiantes financiados por la Universidad.

Finalmente, durante el año 2024 finalizó exitosamente un proyecto FITBA financiado por la Provincia de Buenos Aires, se iniciaron dos PID homologados por la Universidad, y se continuaron desarrollando las tareas de tres PICT (financiados por la ANPCyT) y dos PID.

En conclusión, durante el año 2024 el grupo mantuvo su funcionamiento y producción, cumpliendo con los objetivos planteados en el Plan de Trabajo.

1.2. Personal

1.2.1. Nómina de investigadores

Apellido y nombre	Cargos	Dedicación	Categ. UTN	Incentivos	Horas ^a
Carlevaro, Carlos Manuel	Prof. Titular FRLP Invest. Indep. CONICET	Simple	B	III	20
Fernández, Matías	Prof. Adjunto FRLP JTP	Exclusiva Simple	D		30
Irastorza, Ramiro Miguel	Prof. Titular FRLP Invest. Adj. CONICET	Simple	B	III	15
Madrid, Marcos Andrés	Prof. Adjunto FRLP Invest. Asist. CONICET	Simple	C	III	20
Meyra, Ariel Germán	Prof. Adjunto FRLP Invest. Adj. CONICET	Simple	C	III	15

^a Sólo se cuenta la dedicación a la investigación sin sumar aquí las horas dedicadas a la docencia o actividades de extensión.

1.2.2. Personal profesional

No se cuenta con este tipo de personal.

1.2.3. Personal técnico, administrativo y de apoyo

No se cuenta con este tipo de personal.

1.2.4. Becarios y personal en formación

Tesistas de maestría y/o doctorado

Apellido y nombre	Tipo de tesis	Inicio	Financ.	Horas ^a
Basiuk, Lucas	Doc. Ing. Materiales	10/2020	CONICET	40
Gracia, César	Doc. Ing. Materiales	4/2023	CONICET	40
Mosca, Santiago	Doc. Ing. Materiales	10/2020	CONICET	40

^a Sólo se cuenta la dedicación a la investigación sin sumar aquí las horas dedicadas a la docencia o actividades de extensión.

El becario Santiago Mosca solicitó evaluación en la Carrera del Investigador UTN, ascendiendo a la categoría E - Orientación Ciencias de la Ingeniería y Tecnologías (Resolución C.S. N° 1456/2024, 4/09/2024).

Becarios graduados

El GMG no tuvo becarios graduados durante 2024.

Becarios alumnos

Apellido y nombre	Tipo de Beca	Financ.	Horas
Brik, Martín	Beca SCyT	UTN	12
Zonco, Sofía	Beca SCyT	UTN	12
Dehan, Daher Emir	Beca Manuel Belgrano	Min. Capital Humano	5
Molina, Axel Davis	Beca Manuel Belgrano	Min. Capital Humano	5
Nicolosi Joaquin	Beca Manuel Belgrano	Min. Capital Humano	5
Ritchie, Dylan Javier	Beca Manuel Belgrano	Min. Capital Humano	5

Pasantes

Durante 2024 no hubo pasantes con tareas asignadas en el GMG.

1.3. Equipamiento e infraestructura

1.3.1. Equipamiento e infraestructura principal disponible

El GMG cuenta con dos oficinas, un laboratorio y un cuarto para el cluster de cómputo. Los equipos principales con que se cuenta son

- ▶ Un cluster de cómputo dedicado (248 procesadores con sistema de administración SLURM).
- ▶ Un osciloscopio.
- ▶ Un analizador de redes vectorial.
- ▶ Dos placas adquisidoras.
- ▶ Dos balanzas electrónicas.
- ▶ Ocho PC de escritorio y para control de dispositivos de laboratorio.
- ▶ Una impresora láser B/N.
- ▶ Fuente regulada/regulable.
- ▶ Mobiliario básico de oficina y de laboratorio (escritorios, sillas, mesadas, mesas, armarios, etc.).
- ▶ Herramientas básicas (llaves, taladro, soldador, multímetro, etc.).
- ▶ Un banco de prueba para medición de tensiones en silos.
- ▶ Un sistema robotizado para descarga de silos bidimensionales.
- ▶ Un banco de prueba para flujo en configuraciones confinadas con bomba peristáltica.
- ▶ Un agitador de varilla con conjunto soporte.
- ▶ Un multímetro con termocupla tipo J.
- ▶ Dos impresoras 3D.
- ▶ Dos cilindros de acrílico para estudio de silos.
- ▶ Dos notebooks ASUS con procesador Ryzen-7.
- ▶ Compresor de aire.

1.3.2. Locales y aulas

- ▶ **Oficina:** Dos oficinas de 22 m².
- ▶ **Cluster:** Cuarto de 4 m².

1.3.3. Laboratorios y talleres

- ▶ **Laboratorio A:** Laboratorio de 20 m².
- ▶ **Laboratorio B:** Laboratorio de 6 m².

1.3.4. Servicios generales

- ▶ **Centro de mecanizado:** Servicio prestado por el Departamento de Ing. Mecánica.
- ▶ **Talleres:** Servicio prestado por el Departamento de Ing. Mecánica.
- ▶ **Biblioteca:** Servicio prestado por la Facultad Regional La Plata, y por la biblioteca propia del Departamento de Ingeniería Mecánica. Adicionalmente se cuenta con el servicio de biblioteca electrónica del Min. de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

1.3.5. Cambios significativos en el período

En el año 2024 se adquirió una nueva impresora 3D (modelo Creality CR-10 MAX) de mejores prestaciones que la disponible anteriormente, incrementando en forma significativa la capacidad de generar piezas necesarias para el desarrollo de experimentos en el grupo.

1.4. Documentación y biblioteca

El GMG cuenta con una reducida biblioteca que incluye principalmente actas de congresos y libros de resúmenes de eventos científicos en los que han participado sus investigadores, como así también manuales de los instrumentos adquiridos. El material de consulta bibliográfico es mantenido por la biblioteca de la Facultad Regional La Plata, el Departamento de Ingeniería Mecánica y la biblioteca electrónica del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva.

Capítulo 2

Actividades I+D+i

2.1. Investigaciones

2.1.1. Proyectos en curso

- **PID UTN:** MAUTNLP0009875, 2023-2025, **Propiedades estructurales en carga y descarga de silos.** Director: Marcos Madrid, codirector: Manuel Carlevaro.

Objetivos: el objetivo general consiste en avanzar sobre la comprensión de los fenómenos que ocurren durante la manipulación de materiales granulares y su aplicación para mejorar tanto los procesos como los diseños y construcción. Como objetivos particulares proponemos: a) predecir la presión en el interior de un silo durante la carga y descarga para diferentes protocolos de llenado; b) predecir las presiones en el interior de un silo reforzado con sensores en diferentes configuraciones durante la carga y descarga del mismo.

Logros: En el año 2024, se avanzó en la construcción, puesta a punto y una primera etapa de mediciones de un silo a escala tanto con como sin obstáculos y se contrastaron resultados con simulaciones

Dificultades: no se produjeron dificultades en el desarrollo del proyecto.

- **PICT ANPCyT:** PICT-2020-SERIEA-I-GRF-02611, 2022-2024, **Análisis de propiedades tensionales en carga y descarga de silos.** Director: Marcos Madrid, codirector: Ariel Meyra.

Objetivos: El objetivo principal del presente proyecto es avanzar en la comprensión de los fenómenos físicos que ocurren durante la manipulación (carga, descarga, almacenamiento) de materiales granulares.

Logros: En el período 2024 se realizó la puesta en marcha y acondicionamiento un segundo equipo y se comenzó con los ensayos experimentales.

Dificultades: No se registraron dificultades durante la ejecución de la presente etapa.

- **PICT ANPCyT:** PICT-2021-I-A-00294, 2023 – 2026, **Experiments and modeling of particle dampers with obstacles.** Director: Luis Pugnali. Integrante del grupo responsable: Manuel Carlevaro.

Objetivos: A pesar de ser muy efectivos en la vibración de atenuaciones a bajo costo, y debido a la respuesta dinámica compleja de los amortiguadores granulares, estos no pueden ser utilizados en aplicaciones donde se requiere de un movimiento armónico. Además, no existen ecuaciones simples que permitan predecir la dinámica de los amortiguadores granulares. Por lo general, es necesaria una simulación completa de todas las partículas confinadas en su recinto para determinar el movimiento del amortiguador, lo que resulta inconveniente para su diseño en ingeniería. El objetivo principal de este proyecto es el de mejorar el desempeño de amortiguadores granulares y simplificar la fase de diseño para su ingeniería, de modo de permitir un amplio rango de aplicaciones industriales.

Logros: Se avanzó en el diseño y desarrollo de un programa de modelización y simulación computacional de un amortiguador granular en dos dimensiones, cuya geometría es optimizada por medio

de un algoritmo genético, con el propósito de obtener la geometría óptima del contenedor de partículas. Se inició la construcción de un dispositivo experimental para realizar la validación del modelo computacional.

Dificultades: Durante el año 2024 las actividades de la ANPCyT estuvieron paralizadas, sin que se obtenga el financiamiento pautado para este proyecto.

- **FITBA:** Primera Convocatoria del “Fondo de Innovación Tecnológica de Buenos Aires”, proyecto A64, Optimización del consumo de energía en sistemas de aireación de silos. Director: C. Manuel Carlevaro.

Objetivos: El objetivo de este proyecto es el de optimizar el consumo energético de los sistemas de aireación en silos. Si bien existen numerosos sistemas de aireación de granos dentro de un silo, estos diseños empíricos no consideran al consumo energético ni la pérdida de semillas debido a una aireación defectuosa en los costos de almacenamiento. En este trabajo proponemos reducir estas cantidades por medio de diseños optimizados de sistemas de aireación.

Logros: Se finalizó exitosamente este proyecto durante los primeros tres meses del año, logrando los objetivos propuestos en el plan de trabajo.

Dificultades: No hubo dificultades durante la etapa de cierre del proyecto.

- **PID UTN:** MAECLP0009851TC, 2023–2026, **Resolución de problemas Biomédicos y Biomiméticos por Elementos Finitos.** Director: Ramiro M. Irastorza.

Objetivos: El objetivo general de la investigación es desarrollar y poner a punto la metodología para la resolución de problemas mediante el Método de Elementos Finitos, principalmente relacionados con la Ingeniería Mecánica y con geometrías complejas y de gran cantidad de elementos. Se trabajará construyendo geometrías a partir de reconstrucciones tomográficas, lo cual constituye un importante desafío dado que generalmente los archivos STL provenientes de los programas de reconstrucción no son los adecuados para la simulación por elementos finitos. Se atacarán problemas con el Método de Elementos Finitos en dos aplicaciones: (i) ablación por medio de energía electromagnética y (ii) biomecánica. Respecto del tema (i): 1. Desarrollar modelos de torso completo para la simulación de ablación por radiofrecuencia aplicado a arritmias cardíacas. 2. Se propone estudiar por simulación la técnica de campo eléctrico pulsado (PEF). En esta técnica se busca el efecto de electroporación, y el daño provocado no es térmico, si no eléctrico. 3. Se propone estudiar el modelado de termocoagulación de zonas epileptógenas para el tratamiento de ciertos tipos de epilepsias. Objetivos particulares del tema (ii): 4. Relacionados con el procedimiento de discoplastia, el objetivo es construir geometrías de pacientes “tipo” a partir de tomografías o resonancias magnéticas y evaluar de manera cuantitativa distancias, superficies, volúmenes, y ángulos de los dominios a simular. Se espera concluir y obtener mediciones más controladas que las tomadas en dos dimensiones por los médicos. 5. Continuando con el objetivo anterior, se propone simular el par de vértebras lumbares L4 y L5 (las más afectadas en estos casos) y estudiar los modelos mecánicos que se aplican a estos tejidos. Al poseer imágenes pre y pos operación (con implante de PMMA), es posible realizar simulaciones en las dos condiciones y evaluar las diferencias en tensiones, deformaciones y desplazamientos. Finalmente, un objetivo importante en este proyecto es consolidar un grupo multidisciplinario de investigación dedicado a la simulación utilizando Métodos de Elementos Finitos en general, y en particular en aplicaciones biomédicas, biológicas y biomiméticas.

Logros: se avanzó en el modelo de torso completo inspirado en geometrías humanas donde se demostró que la influencia de la ubicación del electrodo pasivo no tiene significancia clínica si se observa el tamaño de lesión producida en el tratamiento de arritmia cardíaca ventricular, se publicó un trabajo en revista internacional. Por otro lado, también publicamos en revista internacional en la temática relacionada con termocoagulación desarrollando un modelo computacional para predecir el tamaño de lesión en cerebro (zona epileptógena) para cierto tipo de electrodos. Adicionalmente, en la temática de biomecánica, notamos que el PMMA es un producto que se obtiene mediante una reacción

exotérmica, la cual podría ocurrir dentro del paciente, este efecto es conocido por los médicos pero no había sido estudiado en esta aplicación. Por consiguiente se diseñó un equipo para adquirir temperaturas durante la fragua de PMMA en contacto con el tejido. Esto lo presentamos en la Jornada de Becarios de la UTN y estamos trabajando en un manuscrito para enviar a una revista.

Dificultades: no se produjeron dificultades en el desarrollo del proyecto.

- **PICT ANPCyT:** PICT2020-SERIEA-00457, 2022–2024, **Tomografía de microondas: algoritmos de reconstrucción, validación experimental y aplicaciones.** Director: Ramiro Irastorza.

Objetivos: La técnica de tomografía por microondas ha despertado gran interés durante la última década ya que permite obtener imágenes con fines médicos de manera no invasiva y con costos muy bajos comparados con otras técnicas de imágenes, por ejemplo, la resonancia magnética. En este proyecto se propone desarrollar métodos de reconstrucción de imágenes por microondas sobre un prototipo experimental desarrollado recientemente en IFLySiB-IAR con la finalidad de evaluar tejidos in-vivo. El presente plan contempla experimentos en laboratorio y la implementación de algoritmos clásicos de reconstrucción como así también el desarrollo de nuevos métodos basados en la teoría del sensado comprimido y la utilización de arquitecturas de inteligencia artificial conocidas como Deep-Learning. El desarrollo de este proyecto permitirá la consolidación del equipo de trabajo y la adquisición de know-how sobre esta nueva tecnología con perspectivas de aplicación a diversos campos de la salud (salud ósea, cáncer de mama, accidentes cerebrovasculares, etc.) como así también en aplicaciones industriales, por ejemplo, en la industria agroalimentaria (monitoreo de silos, determinación de nivel humedad de granos en línea, búsqueda de fallas y determinación de calidad de maderas, etc.).

Logros: se continuó avanzando en el desarrollo del software para la reconstrucción de imágenes en microondas (<https://github.com/rirastorza/Intro2MI>). Con este repositorio se busca, no solo resolver el problema de reconstrucción tomográfica, sino también formar a los potenciales estudiantes y becarios/os en la simulación de problemas electromagnéticos en microondas. También construyó una base de datos (<https://github.com/rirastorza/heelSimulationDB>) para simulaciones de cortes de muñeca y tobillo, y en el desarrollo de técnicas que involucran inteligencia artificial en la resolución del problema inverso. Se finalizó la construcción del sistema experimental que se encuentra en el Instituto Argentino de Radioastronomía, se realizaron mediciones de calibración que fueron presentadas en el 14 congreso de Física Médica donde obtuvimos 1° PUESTO en la Modalidad TRABAJO EXTENDIDO. Se comenzó a plantear una mejora del prototipo y hemos adquirido equipamiento electrónico para tal fin (RF Switch, conectores, etc.).

Dificultades: Los costos de la electrónica y conexión en RF han superado ampliamente los montos recibidos por los subsidios de proyectos, hemos detenido la construcción del segundo prototipo.

- **PID UTN:** MATCLP10087C, 2024–2027, **Estudio de propiedades dinámicas y estructurales de materiales granulares.** Director: Manuel Carlevaro.

Objetivos: El objetivo general del presente proyecto consiste en contribuir al conocimiento, tanto básico como aplicado, relativo a las características y comportamiento de la materia granular en procesos dinámicos de flujo y transporte, en sistemas de interés en procesos industriales y tecnológicos. Si bien el comportamiento de la materia granular en procesos y dispositivos tecnológicos es muy diverso y complejo, se abordará la descarga de silos en dos y tres dimensiones, el transporte de material granular en fracturas angostas y el autoensamblado de material granular magnético en confinamiento bidimensional.

Logros: Se ha logrado caracterizar el efecto de la distribución bidispersa de tamaños de granos en el flujo de descarga de silos en dos dimensiones, así como la incidencia de la dispersión de tamaños de granos en los ensayos de conductividad de agente de sostén por medio de simulaciones tridimensionales.

Dificultades: No se presentaron dificultades durante el año 2024.

- **PID UTN: ENECLP0010122, 2024–2027, Incidencia de la viscosidad del fluido en el transporte del agente de sostén dentro de una fractura de yacimiento no convencional.** Director: Matías Fernández.

Objetivos: El objetivo general de este proyecto es mejorar los procesos de estimulación por fractura hidráulica estudiando la forma en que penetra y se deposita el agente de sostén durante la fractura. Se espera que este conocimiento ayude a diseñar protocolos de fracturación que consigan una disposición de los agentes de sostén dentro de las fracturas que den mayor estabilidad (vida útil) y mayor conductividad (producción).

Logros: Se realizó el mantenimiento general al equipo de fractura del laboratorio: Cambios de válvulas y tanque de desagüe; sellado de las paredes del equipo y cambio de junta elastómera; cambio de fluido de bomba peristáltica. Se logró realizar la ingeniería de detalle de un viscosímetro automatizado para la caracterización de fluidos.

Dificultades: Los costos han aumentado de manera significativa, por lo que impactó en el plan de trabajo propuesto y demoras en las compras realizadas.

2.1.2. Tesis

Se encuentran en desarrollo tres trabajos de tesis doctoral:

- Santiago Mosca: “Modelización de flujo y transporte en medios porosos”. Director: Manuel Carlevaro. Codirector: Federico Castez (Y-TEC, UNLP).
- Lucas Osvaldo Basiuk: “Diseño computacional de matrices para ingeniería de tejidos optimizadas de manera estocástica”. Director: Manuel Carlevaro. Codirector: Ramiro Irastorza.
- César Gracia: “Incidencia de las características reológicas de un fluido de fractura en el transporte y sedimentación del agente de sostén en estimulación hidráulica de yacimientos”. Director: Manuel Carlevaro. Codirector: Matías Fernández.

2.1.3. Trabajos publicados

Con referato

1. C. Manuel Carlevaro, Ryan Kozlowski y Luis A. Pugnaroni. «Flow rate in 2D silo discharge of binary granular mixtures: the role of ordering in monosized systems». En: *Frontiers in Soft Matter* 4 (2024). NA. DOI: [10.3389/frsfm.2024.1340744](https://doi.org/10.3389/frsfm.2024.1340744).
2. Luciana Melina Luque, Carlos Manuel Carlevaro, Enrique Rodriguez-Lomba y Enrique Lomba. «In silico study of heterogeneous tumour-derived organoid response to CAR T-cell therapy». En: *Scientific Reports* 14.1 (29 de mayo de 2024). Q1, pág. 12307. DOI: [10.1038/s41598-024-63125-5](https://doi.org/10.1038/s41598-024-63125-5).
3. Amir Zablotsky, Marcos A. Madrid, C. Manuel Carlevaro, Marcelo Kuperman, Luis A. Pugnaroni y Sebastián Bouzat. «Reduction of clogging of vibrated grains passing through a narrow aperture by the addition of low-friction particles». En: *Phys. Rev. E* 110 (3 sep. de 2024). Q1, pág. 034902. DOI: [10.1103/PhysRevE.110.034902](https://doi.org/10.1103/PhysRevE.110.034902).
4. Andres De Virgiliis, Ariel Meyra y Alina Ciach. «Statistical Thermodynamic Description of Self-Assembly of Large Inclusions in Biological Membranes». En: *Current Issues in Molecular Biology* 46.10 (2024). Q3, págs. 10829-10845. DOI: [10.3390/cimb46100643](https://doi.org/10.3390/cimb46100643).
5. Andres De Virgiliis, Ariel Meyra y Alina Ciach. «Lattice Model Results for Pattern Formation in a Mixture with Competing Interactions». En: *Molecules* 29.7 (2024). Q2. DOI: [10.3390/molecules29071512](https://doi.org/10.3390/molecules29071512).

6. O. Patsahan, A. Meyra y A. Ciach. «Spontaneous pattern formation in monolayers of binary mixtures with competing interactions». En: *Soft Matter* 20 (7 2024). Q1, págs. 1410-1424. DOI: [10.1039/D3SM01537H](https://doi.org/10.1039/D3SM01537H).
7. Jose María Fuentes, Adriano Pinilla, Marcos Madrid, Joanna Wiącek, Esperanza Ayuga-Téllez, Francisco Ayuga y Eutiquio Gallego. «Measurement of friction phenomena on silo walls made of corrugated steel». En: *Computers and Electronics in Agriculture* 226 (2024). Q1, pág. 109374. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109374>.
8. Enrique Berjano y Ramiro M Irastorza. «Positioning of the dispersive electrode and its effect on the safety and efficacy of radiofrequency ablation». En: *EP Europace* 27.1 (dic. de 2024). Q1, euae296. DOI: [10.1093/europace/euae296](https://doi.org/10.1093/europace/euae296).
9. Santiago Collavini, Juan J. Pérez, Enrique Berjano, Mariano Fernández-Corazza, Silvia Oddo y Ramiro M. Irastorza. «Impact of surrounding tissue-type and peri-electrode gap in stereoelectroencephalography guided (SEEG) radiofrequency thermocoagulation (RF-TC): a computational study». En: *International Journal of Hyperthermia* 41.1 (2024). Q2, pág. 2364721. DOI: [10.1080/02656736.2024.2364721](https://doi.org/10.1080/02656736.2024.2364721).
10. Ramiro M. Irastorza, Claudio Hadid y Enrique Berjano. «Effect of dispersive electrode position (anterior vs. posterior) in epicardial radiofrequency ablation of ventricular wall: A computer simulation study». En: *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering* 40.8 (2024). Q2, e3847. DOI: <https://doi.org/10.1002/cnm.3847>.

Sin referato

No se publicaron trabajos sin referato.

2.1.4. Congresos y reuniones científicas

Internacionales con referato

1. S. Mosca, M. Carlevaro y E. Lomba. «Water-Methanol Separation via Graphene Nanotubes: Impact of Radius on Transport Efficiency». En: *Dynamics Days Latin America and the Caribbean 2024*. Buenos Aires, Argentina, 9-13 de dic. de 2024.
2. Cesar Gracia, Matías E. Fernández y Manuel Carlevaro. «Estudio de la Deposición de Materiales Granulares en Distintas Especies de Material de Sostén». En: *XXII Congreso Internacional de Metalurgia y Materiales*. Buenos Aires, Argentina, 6-9 de ago. de 2024.
3. Cesar Gracia y Matías E. Fernández. «Uso de materiales granulares en la estimulación hidráulica de yacimientos». En: *Congreso de Materiales CNMAT 2024*. Málaga, España, 25-28 de jun. de 2024.

Nacionales

1. Santiago Mosca, C. Manuel Carlevaro y M. Federico Castez. «Pervaporación de Mezclas Agua-Metanol Mediante Nanotubos de Grafeno». En: *AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)*. General Pacheco, Buenos Aires, 17-18 de oct. de 2024.
2. Lucas Basiuk, Manuel Carlevaro y Ramiro Irastorza. «Desarrollo de un Modelo Térmico para Sistemas PMMA-Tejido». En: *AJEA (Actas de Jornadas y Eventos Académicos de UTN)*. General Pacheco, Buenos Aires, 17-18 de oct. de 2024.

3. María. J. Cervantes, Catalina A. Cely-Ortiz, Julián Galván, Ruben Moran Fabra, César F. Caiafa y Ramiro M. Irastorza. «Tomografía por microondas: calibración y caracterización del prototipo experimental». En: 14 Congreso Argentino de Física Médica. San Carlos de Bariloche, Río Negro, 3-4 de oct. de 2024.
4. H.A. Alvarez, Y.R. Espinosa Silva, A. Cousido-Siah, C.M. Carlevaro y E.I. Howard. «Caracterización de sitios etanofílicos en el afinamiento de estructuras asistido por dinámica molecular». En: XIX Reunión Anual de la Asociación Argentina de Cristalografía. La Plata / Berisso, Argentina, 6-8 de nov. de 2024.

En libros y actas de congresos

No se realizaron publicaciones en libros o actas de congresos durante este período.

Informes y memorias técnicas

1. Memoria anual del GMG para el período 2022 (ISSN: 2618-1738).

2.2. Organización

El grupo organizó el “PyDay La Plata 2024”, con el apoyo de la Asociación Civil Python Argentina¹. Este evento se realizó el día 14 de septiembre en el Salón de Actos “Presidente Juan Domingo Perón” de la Facultad Regional La Plata, y contó con la presencia de aproximadamente un centenar de asistentes que participaron en las ocho charlas programadas. Dichas charlas y sus correspondientes expositores, fueron las siguientes:

- ▶ “Automatizando mi vida (y trabajo) con Python”, Jorge Ronconi.
- ▶ “Despegando con PySpark”, Facundo Ferro.
- ▶ “Creando Web Apps con Reflex y FlexGen: IA a la Velocidad del Pensamiento”, Franco Giovanni Cirielli.
- ▶ “Datos de color 2: La Librería Estándar”, Josue Suarez.
- ▶ “Un Cuarto de DDL, Sambayón y Menta Granizada, please”, Sasha K.
- ▶ “Herramientas de Python y ML para estudiar el cerebro”, Cecilia Jarne.
- ▶ “Sistemas de Recomendación con Python”, Santiago Osorio.
- ▶ “Gentil introducción al mundo asincrónico”, Facundo Batista.

Durante el evento internacional «*Dynamics Days Latin America and the Caribbean*», que se realizó entre los días 9 y 13 de diciembre en la Universidad de Buenos Aires, Manuel Carlevaro organizó el simposio titulado «*Dynamics of collective systems under different boundary conditions*». Dicho simposio consistió en cuatro charlas cuyos expositores y temas fueron los siguientes:

- ▶ Diego Maza (Universidad de Navarra): “*Granular Collective Dynamics Driven by Friction*”.
- ▶ Victoria Ferreyra (Universidad Nacional de La Pampa): “*Granular Damper: A Design with Quasi-Constant Dissipation*”.

¹<https://ac.python.org.ar/>

- ▶ Alejandra Aguirre (Universidad de Buenos Aires): “*The Role of Rotational Motion on Energy Transfer and Dissipation in the Collision of a Faceted Particle*”.
- ▶ Daniel Parisi (Instituto Tecnológico de Buenos Aires): “*Flow Characteristics of Self-Propelled and Actively Deformable Particles*”.

2.3. Actividades de gestión y evaluación

Los miembros del GMG participan además en las siguientes actividades académicas y de gestión:

- ▶ **Director del Departamento de Ingeniería Mecánica:** Matías Fernández se desempeñó como Director de Departamento durante el año 2024.
- ▶ **Consejo Asesor de Ciencia Tecnología y Postgrado UTN-FRLP:** Ramiro Irastorza fue miembro de la comisión durante 2024.
- ▶ **Comisión de Posgrado:** Ariel Meyra es miembro de esta Comisión que se conformó en 2023.
- ▶ **Referato de artículos para revistas internacionales:** durante 2024, C. Manuel Carlevaro fue revisor de artículos para la revista *Frontiers in Food Science and Technology* (Frontiers Media SA., Suiza). M. Fernández fue revisor de trabajos en las revistas *Mecánica Tecnológica* (ISSN: 2683 – 9148) y *Scientific Reports* (Nature Research).
- ▶ **Actividades de gestión editorial:** C. Manuel Carlevaro fue Editor Invitado de “Special Issue on Soft Matter Research in Latin America” de *Journal of Physics: Condensed Matter*, y Editor Asociado de *Frontiers in Soft Matter*.
- ▶ **Jurados de tesis:** C. Manuel Carlevaro fue miembro del jurado evaluador de la tesis doctoral de Ernesto Federico Ritondo (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires).
- ▶ **Jurados de concursos docentes:** C. Manuel Carlevaro fue miembro titular del jurado del concurso para cargos de Profesor de la asignatura «Procesos Industriales» realizado en el Departamento de Ingeniería Mecánica, de la Facultad Regional La Plata de la Universidad Tecnológica Nacional.
- ▶ **Asociación Física Argentina:** C. Manuel Carlevaro se desempeñó como Revisor de Cuentas Suplente. Marcos Madrid fue parte del comité ejecutivo de la división Materia Blanda.

2.4. Otras actividades

2.4.1. Visitas recibidas y realizadas

Visitantes recibidos

- ▶ **Lou Kondic:** mayo. Investigador del *New Jersey Institute of Technology*, Estados Unidos.
- ▶ **Luis Pugnaroni:** mayo y diciembre. Investigador de la Universidad Nacional de La Pampa.
- ▶ **Diego Maza:** diciembre. Investigador de la Universidad de Navarra, España.

Visitas realizadas

- ▶ **Manuel Carlevaro:** enero–abril. Investigador visitante en la Universidad de Navarra, Pamplona, España.

2.4.2. Tareas de divulgación

Los integrantes del GMG participamos de las siguientes actividades de divulgación:

- ▶ Festival Federal en defensa de la ciencia y la educación argentina “Elijo Crecer - Ciencia por Argentina”. Nodo La Plata-Berisso-Ensenada el día 6 de abril de 2024, en la plaza Islas Malvinas de la ciudad de La Plata.
- ▶ II Festival en defensa de la ciencia soberana y la educación pública el día 28 de septiembre de 2024, en el Paseo del Bosque de la ciudad de La Plata.

2.5. Registros y patentes

No se realizaron registros ni patentes.

Capítulo 3

Actividades en docencia

3.1. Docencia de grado

Los integrantes del GMG se desempeñaron como docentes de las siguientes cátedras de la UTN-FRLP.

- ▶ **Mecánica de fluidos:** S. Mosca.
- ▶ **Estimulación hidráulica de yacimientos no convencionales:** M. E. Fernández.
- ▶ **Introducción a los elementos finitos:** R. Irastorza.
- ▶ **Fundamentos de Informática:** M. Madrid.
- ▶ **Cálculo Avanzado:** Manuel Carlevaro.
- ▶ **Estabilidad II:** L. Basiuk.
- ▶ **Materiales no metálicos:** A. Meyra.

3.2. Posgrado

Los docentes del GMG son docentes en los siguientes cursos de postgrado.

- ▶ **Herramientas computacionales para científicos:** R. Irastorza, A. Meyra y C. M. Carlevaro.
- ▶ **Método de elementos finitos con software libre:** R. Irastorza y A. Meyra.
- ▶ **Estimulación hidráulica de yacimientos no convencionales:** M. Fernández.
- ▶ **Análisis Estadístico utilizando R (Universidad Nacional Arturo Jauretche):** R. Irastorza.

3.3. Otras actividades

El banco de pruebas de descarga de silos montado en los laboratorios del GMG se utiliza para que estudiantes de las cátedras de grado realicen trabajos prácticos experimentales sobre flujo de materiales granulares y distribución de tensiones en un silo.

M. Madrid se desempeñó como director de tesis de grado de Débora González, alumna de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata.

S. Mosca se desempeñó como tutor de práctica profesional de Romina Castro y Ayrton Arteta, alumnos de Ingeniería Mecánica de la Facultad Regional La Plata de la Universidad Tecnológica Nacional.

M. Fernández fue integrante del Tribunal Evaluador de Proyecto Final de carrera de:

- ▶ Juan Pablo Bustos: «Toma de fuerza y actuación hidráulica autónoma en tolva autodescargable».
- ▶ Matías Nicolás Gómez: «Carro manual de carga de dos ruedas».

Capítulo 4

Vinculación con el medio socioproductivo

4.1. Transferencia al medio socioproductivo

Durante el año 2024 se finalizó el proyecto de la Primera Convocatoria del Fondo de Innovación Tecnológica de Buenos Aires (FITBA), en colaboración con la fábrica de implementos agrícolas Heedba, de la localidad de 9 de Julio, cuyo propósito es el de desarrollar un sistema que optimice el consumo energético para la refrigeración de silos.

En este contexto, se fabricaron dos silos a escala para comparar el desempeño de los sistemas de ventilación que utiliza la empresa actualmente con uno propuesto por nuestro grupo. Se implementaron arreglos calibrados de sensores de temperatura y humedad, junto con un sistema informático de adquisición de datos, así como modelos computacionales de simulación.

Los resultados obtenidos con el sistema propuesto por nuestro grupo permiten reducir en un 15 % el consumo energético en la ventilación de los silos con geometrías estudiadas.

Capítulo 5

Informe sobre rendición general de cuentas

Los valores presentados en la siguiente tabla son estimativos debido a que existen ingresos y erogaciones correspondientes a períodos diferentes del año 2023 dependiendo del inicio y cierre de los subsidios recibidos.

Proyecto	Ingresos (\$)	Egresos (\$)	
		Capital	Corrientes
UTN ^a	400.000,00	300.000,00	0,00
MAUTNLP0009875	540.000,00	270.000,00	104.912,99
MAUTCLP10087C	780.000,00	390.000,00	0,00
MAECLP0009851TC	540.000,00	390.000,00	0,00
ENECLP0010122	540.000,00	270.000,00	167.564,00
PICT-2020-SERIEA-00457	1.778.359,27	425.000,00	1.353.359,27
PICT-2020-SERIEA-I-GRF-02611	810.000,00	0,00	810.000,00
PICT-2021-I-A-00294	0,00	0,00	58.407,45
Total:	5.388.359,27	2.045.000	2.494.243,71

^a Financiamiento de la SCTyP de la UTN para grupos homologados.

Capítulo 6

Programa de actividades 2025

Las actividades planificadas para el año 2025 son:

- ▶ Continuar con el desarrollo de los proyectos en ejecución:
 - PID: MAUTNLP0009875: Se continuará con las mediciones experimentales de presión en la base de los silos prototipo, y se construirán dos nuevos modelos complementarios para realizar experimentos con paredes de diferentes rugosidades.
 - PID: MAECLP0009851TC: Continuación de trabajos con modelos de termocoagulación para tratamiento de epilepsias y con simulación de electroporación por campo eléctrico pulsado (PEF) aplicado a cáncer de mama. Adicionalmente, continuaremos con la simulación de la biomecánica de columna con discoplastia y continuaremos con la línea de evaluación de modelos térmicos experimental y computacional de PMMA en modelos de vértebras con discoplastia.
 - PICT-2020-SERIEA-I-GRF-00457: Se continuará con mediciones de calibración con el prototipo desarrollado en medios canónicos (respuesta dieléctrica conocida) y se contrastarán con resultados analíticos y de simulación. Asimismo, se continuará con el desarrollo del *software* de métodos directo e inverso. Se prevé también el desarrollo y diseño de nuevas antenas en colaboración con el Instituto Argentino de Radioastronomía.
 - PICT-2020-SERIEA-I-GRF-02611: Continuaremos con los trabajos de simulación sobre silos con paredes de diferentes rugosidades y medidas de presión tanto en simulaciones como en experimentos. La alumna de Lic. en Física presentará su trabajo final sobre los experimentos y simulaciones llevadas a cabo sobre carga y descarga de silos con diferentes protocolos de llenado.
 - PICT-2021-I-A-00294: Se finalizará el desarrollo del código de simulación de un amortiguador granular en dos dimensiones, cuya optimización geométrica se realizará por medio de un algoritmo genético. Se avanzará en el estudio experimental del efecto de la forma del contenedor en las propiedades de amortiguación.
 - PID UTN MATCLP10087C: Se analizará la descarga de un silo en dos dimensiones sometido a vibraciones bi-armónicas por medio de simulaciones computacionales.
 - PID ENECLP0010122: Se caracterizarán diferentes propiedades reológicas de fluidos y sus efectos en el transporte de material granular dentro de una celda de ensayo de fracturas.
- ▶ Redactar y publicar al menos siete trabajos en revistas internacionales con referato, producto de las investigaciones en las líneas de trabajo actualmente en desarrollo en el GMG.
- ▶ Participar en al menos tres congresos nacionales y uno internacional.
- ▶ Progresar en el desarrollo de los planes de tesis doctorales en curso.
- ▶ Avanzar en la consolidación de las líneas de trabajo de los investigadores jóvenes.

- ▶ Incorporar becarios estudiantes y graduados.
- ▶ Continuar y consolidar las colaboraciones existentes con la empresa Y-TEC, el New Jersey Institute of Technology (USA), la Universidad de Navarra y el Instituto de Química Física Rocasolano (España). Mantener las colaboraciones activas con el Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos, la Universidad Nacional de La Pampa y la Universidad de Buenos Aires.
- ▶ Dictar cursos de grado y posgrado.
- ▶ Participar en las actividades que proponga la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Facultad Regional La Plata.