

GUÍA PARA LA CONFECCIÓN
DE LA MEMORIA ANUAL
DE LOS CENTROS / GRUPOS UTN DE I+D / GRUPOS UTN
DE LA U.T.N.

(deben respetarse todos los puntos, dejando en blanco aquellos de los que no se tenga nada que decir)

GIMNI
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN MÉTODOS NUMÉRICOS EN INGENIERÍA
FACULTAD REGIONAL SANTA FE- UTN

MEMORIA ANUAL 2017

I - ADMINISTRACIÓN

1 Introducción:

- Breve resumen de las actividades del Centro / Grupo UTN realizadas en el año transcurrido.

Las actividades de los integrantes del grupo, durante el año 2017, pueden resumirse en:

- Formación de alumnos/becarios de grado y posgrado.
 - Docencia de grado en distintas cátedras de nuestra facultad, en las currículas de Ingeniería Civil, Mecánica y Sistemas de Información.
 - Docencia de posgrado (evaluación de trabajos finales en la Especialización en Patologías y Terapéuticas de la Construcción de la UTN-FRSF; dictado de cursos en el Doctorado en Ingeniería - Mención Mecánica Computacional - FICH-UNL).
 - Tareas diversas de gestión en nuestra regional.
 - Actividades de asesoría/transferencia.
 - Investigación y desarrollo, referida al modelado de problemas ingenieriles aplicando métodos numéricos, en el contexto de proyectos homologados de UTN, Conicet, ANPCYT, como también en proyectos colaborativos con instituciones internacionales.
 - Asistencias/presentación/publicación de trabajos en reuniones científicas, en el país y en el extranjero
 - Publicaciones de trabajos científicos originales en revistas internacionales indexadas.
 - Estadías de investigación en grupos de reconocido prestigio en el país y en el extranjero.
 - Organización de visitas de alumnos y profesores (nacionales y extranjeros).
 - Organización de eventos académicos de diversa índole.
- Destacar el mayor logro alcanzado en la actividad.

Desde sus inicios, nuestro grupo se ha caracterizado por realizar principalmente labores de investigación teórica y aplicada. En este contexto, nuestros mayores logros consisten en aportes científicos novedosos, los cuales quedan documentados en revistas internacionales indexadas, congresos nacionales e internacionales de la especialidad, workshops relacionados con metodologías numéricas, jornadas de jóvenes investigadores, etc (ver lista de publicaciones en el cuerpo del informe).

- Evaluar si el mismo llega a trascender el ámbito normal de trabajo y si es así, exponer las posibles consecuencias.

Varios trabajos de investigación realizados por integrantes de nuestro grupo han logrado publicarse en revistas de alcance internacional, contribuyendo de esta forma a enriquecer el conocimiento general y, fundamentalmente, haciendo visible al GIMNI, y a nuestra facultad regional, frente a la comunidad científica mundial.

Muchas de las actividades de los integrantes/docentes/investigadores del grupo exceden el ámbito de nuestra facultad, esto se ve reflejado por la constante y nutrida interacción científica que se mantiene con diversas instituciones de investigación, tanto en nuestro país como en el extranjero, entre éstas podemos mencionar:

- Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná.
- Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba.
- Universidad Nacional de Córdoba.
- INTEMA, Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales, Mar del Plata.
- Universidad Federal de Río de Janeiro.

- Laboratorio Nacional de Computación Científica, Petrópolis, Río de Janeiro, Brasil.
- Universidad de Wales, Swansea, Reino Unido.
- Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Universidad de Liege, Bélgica.
- Universidad de Santiago de Chile, Chile.
- Universidad de Charles de Praga.
- Universidad de San Pablo.

1.- INDIVIDUALIZACIÓN DEL CENTRO / GRUPO UTN

1.1.- Nombre y sigla

Grupo de Investigación en Métodos Numéricos en Ingeniería (GIMNI).

1.2.- Sede (dirección, te, fax, e-mail)

Facultad Regional Santa Fe, Universidad Tecnológica Nacional

Lavaise 610, Santa Fe (3000), Santa Fe, Argentina.

Tel.: (0342) 469 0348, fax.: (0342) 460 1579

e-mail: gimni@frsf.utn.edu.ar

[http:// www.frsf.utn.edu.ar/gimni](http://www.frsf.utn.edu.ar/gimni)

1.3.- Estructura de gobierno y administración

1.3.1. Director.

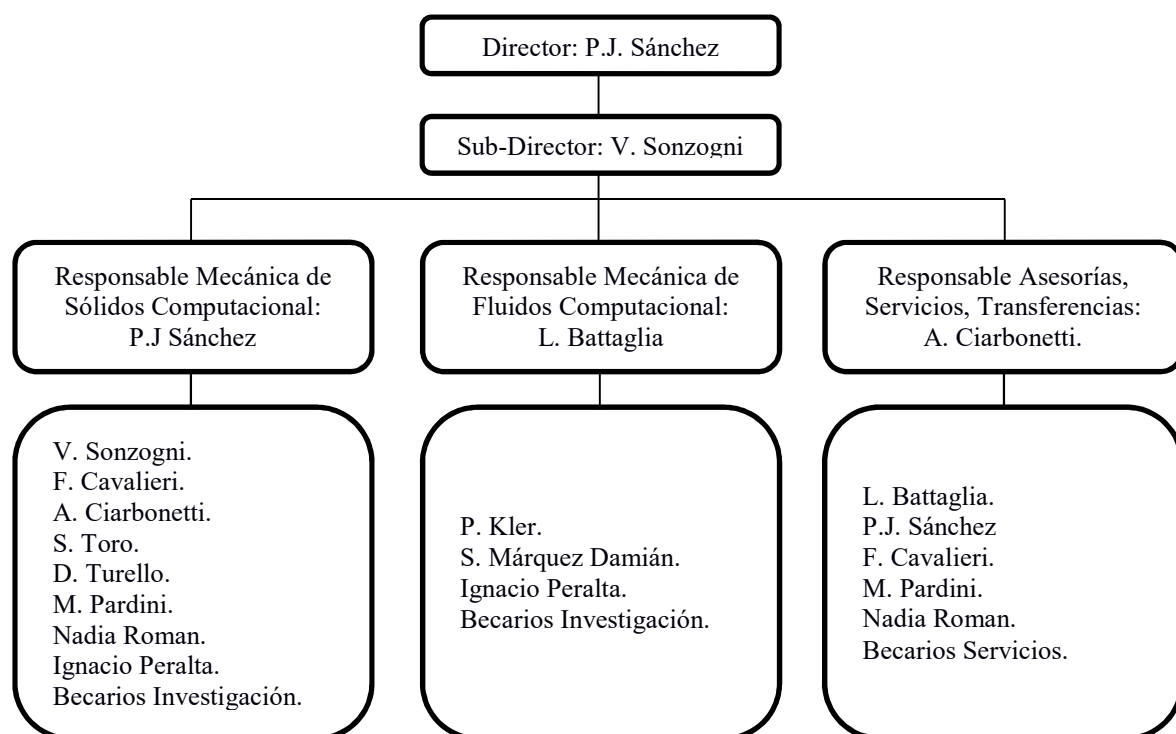
Dr. Pablo Sánchez.

1.3.2. Subdirector.

Mg. Victorio Sonzogni.

1.3.3. Consejo Ejecutivo (sólo para Centros UTN).

1.3.4. Organigrama científico, tecnológico y administrativo.



1.4.- Objetivos y desarrollo (escribir en forma concisa los objetivos específicos que persigue el Centro / Grupo UTN así como también los acontecimientos más significativos que caracterizaron su evolución desde su creación)

MISIÓN

El GIMNI cuenta entre sus misiones la investigación, el desarrollo y la enseñanza en métodos numéricos, particularmente aquellos relacionados con la Ingeniería, en sus diferentes especialidades. Así mismo, se propone la difusión de la importancia y del correcto uso de los métodos numéricos para la resolución de problemas ingenieriles, habida cuenta del protagonismo que dichos métodos han cobrado en los últimos veinte años en la actividad profesional y científica, gracias a los avances técnico-científicos en las disciplinas relativas a la computación, la mecánica de sólidos/fluidos y a la mecánica computacional.

OBJETIVOS GENERALES

- Transmitir a la comunidad universitaria la importancia que poseen los métodos numéricos para resolver problemas concretos de ingeniería (muchas veces imposibles de resolver por otros medios) con precisión y rigor científico.
- Promover e incentivar el estudio, desarrollo y aplicación de los métodos numéricos en las carreras de ingeniería, siguiendo de esta manera la tendencia actual de las universidades de mayor prestigio en el mundo.
- Generar vínculos académicos sólidos con otros grupos y centros de investigación dedicados a la temática, sean éstos nacionales o extranjeros.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Desarrollar un equipo de trabajo dedicado a la aplicación de métodos numéricos en ingeniería, en la Facultad Regional Santa Fe, capacitado para realizar tareas de investigación/desarrollo, asistir a docentes/alumnos, y realizar tareas de extensión, para las distintas especialidades de Ingeniería.
- Desarrollar métodos de cálculo y programas computacionales para análisis y diseño de estructuras, suelos, problemas que involucren dinámica de fluidos y productos industriales.
- Utilizar herramientas de software para la simulación de problemas ingenieriles en las áreas de estructuras, suelos, transferencia de calor, mecánica de fluidos, etc., en actividades de asistencia al medio productivo.
- Asesorar a las cátedras involucradas en el análisis y el proyecto en la utilización de métodos numéricos y programas computacionales disponibles.
- Formar docentes, estudiantes y becarios en la actividad de investigación y desarrollo.
- Ejecutar proyectos de investigación y desarrollo.
- Organizar actividades de difusión de las tareas realizadas en el grupo, proponer cursos de formación en métodos numéricos, y participar de reuniones científicas sobre las temáticas abordadas.

ACONTECIMIENTOS MÁS SIGNIFICATIVOS:

El Grupo de Investigación en Métodos Numéricos en Ingeniería (GIMNI) fue creado por Resolución 233/2002 del Consejo Directivo de la Facultad Regional Santa Fe (FRSF) de la UTN, con fecha el 03 de julio de 2002, de manera que cuenta con casi dieciséis años de actividad reconocida como Grupo de la FRSF. Su origen es la unión de otros dos grupos pertenecientes a la misma Facultad: el Grupo de Investigación en Aplicaciones del Método de Elementos Finitos (GIAMEF) y el Grupo de Investigaciones en Análisis y Diseño Estructural (GIADE), cuyas actividades se iniciaron en 1995.

Varios de los integrantes del GIMNI han mantenido y/o mantienen proyectos y líneas de investigación con otros centros científicos nacionales o extranjeros, algunos de ellos de gran prestigio a nivel mundial. Actualmente, el Grupo depende operativamente del Departamento de Ingeniería Civil de la FRSF, el cual brinda espacio para su funcionamiento y facilita parte del equipamiento para la realización de las tareas del GIMNI. Así mismo, un aspecto de suma relevancia ha sido la designación del GIMNI como Grupo UTN, mediante la Resolución Nro. 516/2012 del Consejo Superior Universitario.

Desde su creación, y hasta la fecha, en el ámbito del GIMNI se han realizado 11 tesis finales de carrera tanto de Ingeniería Civil como Mecánica. Un total de 8 ex-alumnos de nuestra facultad regional (carreras de Ing. Civil y Mecánica), que iniciaron sus primeros pasos en investigación en el GIMNI, han logrado el grado académico de doctor en Ingeniería.

A continuación se mencionan algunos acontecimientos importantes, en el ámbito del GIMNI, durante el año 2017:

- Ejecución de cinco proyectos de investigación PID-UTN.
- Formación de tres alumnos becarios pos-doctorales de Conicet: Dr. Diego Turello, Dr. Sebastian Toro y Dr. Ángel Ciarbonetti.
- Formación de tres becarios doctorales de Conicet: Ing. Nadia Roman, Ing. Ignacio Peralta e Ing. Esteban Zamora.
- Formación de tres investigadores de Conicet en la categoría Asistentes: Dr. Federico Cavalieri, Dr. Pablo Kler y Dr. Santiago Márquez Damián.
- Formación de ocho alumnos/becarios de grado.
- Finalización de Proyecto Final de Carrera en Ing. Civil. Título del trabajo: “Modelo Numérico para el Análisis Termo-mecánico de Estructuras de Hormigón”. Estudiante José I. Croppi, UTN FRSF. Egresado el 13 de octubre de 2017. Director: P.J. Sánchez. Co-directora: L. Battaglia.
- Durante el 2017 se realizaron labores de asesoría y transferencia relacionadas con la verificación estructural (mediante modelos de Elementos Finitos) de dos viaductos, bi-nacionales, sobre el Río Uruguay, gestionados por la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU), en el marco del Contrato de Consultoría por el Estudio de la Circulación de Cargas Especiales y Redacción de Nuevos Reglamentos para el Uso de Cargas Extraordinarias en los Puentes General Artigas y Libertador General San Martín.
- Ingreso a la carrera de Investigador de Conicet de un integrante del grupo y varias promociones en la carrera de Investigador de Conicet de otros integrantes (ver detalles en ítem 7.1).

2.- PERSONAL

2.1.-Nómina de Investigadores por categoría.

(Confeccionar una tabla indicando, Apellido y Nombre, los cargos docentes y la dedicación asignada, D. Excl., D. Semi-excl., N° de D. Simples, y las horas promedio por semana dedicadas a los proyectos de investigación)

	Apellido y Nombres	Categoría		Cargo Docente Actual		Investigación
		PI	UTN	Categoría	Dedicación	Horas Semanales
1	Dr. Sánchez, Pablo	II	C	Profesor Adjunto	Exclusiva	20
2	Mg. Sonzogni, Victorio	I		Profesor Invitado	Simple	5
3	Dr. Battaglia, Laura	III	C	Profesora Adjunta	2 ded. Simples	10
4	Dr. Cavalieri, Federico	III	D	Profesor Adjunto	Simple	10
5	Dr. Balbastro, Gustavo	III	C	Profesor Titular	Exclusiva FRP	5
				Profesor Adjunto	Simple FRSF	
6	Ing. Pardini, María Elisabet	--	D	Profesor Titular	Simple	5
7	Dr. Kler, Pablo	III	C	Profesor Adjunto	Simple	5
8	Dr. Márquez Damián, Santiago	III	C	JTP	Simple	5
9	Dr. Toro, Sebastian	--	--	Ayudante de 1ra	Simple	10
10	Dr. Turello, Diego	V	G	Investigador Apoyo		10
11	Dr. Ciarbonetti, Ángel	--	D	JTP	Simple	5
12	Ing. Román, Nadia D.	--	G	JTP	Simple	5
13	Ing. Ignacio Peralta	--	--	Ayudante de 1ra	Simple	5

2.1.2.-Personal profesional, indicando las horas semanales promedio dedicadas al Centro / Grupo UTN

	Apellido y Nombres	Cargos	Dedicación	Horas Semanales
1				
2				

2.1.3.- Personal Técnico, administrativo y de apoyo indicando las horas semanales promedio dedicadas al Centro / Grupo UTN.

	Nombre	Horas asignadas
1		
2		

2.1.4.- Becarios o personal en formación, indicando en cada caso, apellido y nombre, horas asignadas y fuente de financiamiento de la remuneración, por ejemplo: UTN o el nombre de otra entidad del país o del extranjero, indicar cuando corresponda si actúa en calidad de “ad honorem”)

- Dr. Sebastian Toro, becario pos-doctoral de Conicet. Director: Dr. P.J. Sánchez. Co-director: Dr. A. Huespe. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Dr. Diego Turello, becario pos-doctoral de Conicet. Director: Dr. P.J. Sánchez. Co-director: Dr. F. Pinto. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Dr. Ángel Ciarbonetti, becario pos-docotral de Conicet. Director: Dr. V. Fachinotti. Co-director: Dr. A.E. Huespe. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 5 hs/semana.
- Ing. Civil Nadia Roman, becaria doctoral en CIMEC. Director: Dr. V. Fachinotti. Co-Directora: Dr. L. Battaglia. Participó en Proyecto PID UTN 3526 y actividades de servicio. Horas asignadas a actividades en el GIMNI: 5 hs/semana.
- Ing. Ignacio Peralta, becario doctoral en CIMEC. Director: Dr. V. Fachinotti. Co-Director: Dr. P.J. Sánchez. Horas asignadas a actividades en el GIMNI: 5 hs/semana.
- Ing. Esteban Zamora R., becario doctoral en CIMEC. Director: Dr. M. Storti. Co-Directora: L. Battaglia. Horas asignadas a actividades en el GIMNI: 5 hs/semana.
- Alumna Sofia M. Missan Dalmasso, becaria de investigación UTN-FRSF. Director: Dr. P.J. Sánchez. Proyecto PID UTN 3567. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Alumna Sabrina Montaña, becaria de investigación UTN-FRSF. Director: Dr. F. Cavalieri. Proyecto PID UTN 3527. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Alumno Germán Bernal, becario de investigación UTN-FRSF. Director: Dr. P. Kler. Proyecto PID UTN 4475. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Alumno José I. Croppi, becario de investigación UTN-FRSF. Director: Dr. P.J. Sánchez. Proyecto PID UTN 3567. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Alumno Valentín David, becario de investigación UTN-FRSF. Directora: Dr. L. Battaglia. Proyecto PID UTN 3526. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Alumno Nicolás Prida, becario de servicio UTN-FRSF. Director: Dr. A. Ciarbonetti. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Alumno Lucas Pais, becario de investigación UTN-FRSF. Director: Dr. S. Márquez Damián. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Alumno Elías Bianco, becario de investigación UTN-FRSF. Director: Dr. S. Márquez Damián. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.

2.1.4.1. Tesistas.

TESISTAS DE MAESTRÍA Y DOCTORADO				
Nombre	Fuente de Financiamiento	Inicio	Director	Horas asignadas
Nadia Roman	Conicet	01/04/2016	Dir: Dr. V. Fachinotti. Co-Dir: Dr. L. Battaglia.	5
Ignacio Peralta	Conicet	01/04/2015	Dir: Dr. V. Fachinotti. Co-Dir: Dr. P.J. Sánchez.	5
Esteban A. Zamora R.	Conicet	01/04/2017	Dir: M. Storti Co-Dir: L. Battaglia	5

2.1.4.2. Becarios graduados.

Nombre	Fuente de Financiamiento	Inicio	Director	Horas Asignadas
Nadia Roman	Conicet – Doctoral	01/04/2016	Dir: Dr. V. Fachinotti. Co-Dir: Dr. L. Battaglia.	5
Ignacio Peralta	Conicet – Doctoral	01/04/2015	Dir: Dr. V. Fachinotti. Co-Dir: Dr. P.J. Sánchez.	5
Sebastian Toro	Conicet – Posdoctoral	01/04/2014	Dir: Dr. P.J. Sánchez. Co-Dir: Dr. A.E. Huespe.	10
Ángel Ciarbonetti	Conicet – Posdoctoral	01/04/2015	Dir: Dr. V. Fachinotti. Co-Dir: Dr. A.E. Huespe.	5
Diego Turello	Conicet – Posdoctoral	01/04/2016	Dir: Dr. P.J. Sánchez. Co-Dir: Dr. F. Pinto.	10
Esteban A. Zamora R.	Conicet – Doctoral	01/04/2017	Dir: M. Storti Co-Dir: L. Battaglia	5

2.1.4.3. Becarios alumnos.

Nombre	Fuente de Financiamiento	Inicio	Director	Horas Asignadas
Germán Bernal	SCYT – UTN	01/04/17	Dr. P. Kler	10
José I. Croppi	SCYT – UTN	01/04/15	Dr. P. Sánchez	10
Sofía M. Missan Dalmaso	SCYT – UTN	01/04/16	Dr. P. Sánchez	10
Valentín David	SCYT – UTN	01/04/17	Dr. L. Battaglia	10
Nicolás Prida	Servicio UTN-FRSF	01/04/17	Dr. A. Ciarbonetti	8
Sabrina Montañó	SCYT – UTN	01/04/17	Dr. F. Cavalieri	10
Lucas País	SCYT – UTN	01/04/17	Dr. S. Márquez Damián	10
Elías Bianco	SCYT – UTN	01/11/17	Dr. S. Márquez Damián	10

2.1.4.4. Pasantes

Nombre	Fuente de Financiamiento	Inicio	Director	Horas Asignadas

3.-EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA

3.1- Equipamiento e infraestructura principal disponible (dar una idea sumaria del mismo y de su estado operativo)

En el lugar de trabajo se dispone de ocho (8) computadoras de diversas características conectadas en red, pizarra y mesa de reuniones. Asimismo se cuenta con software específico para simulación y diseño en ingeniería entre los cuales se puede mencionar: Abaqus, Plaxis, Samcef, Algor, PPLAN, AVwin, etc., adquiridos oportunamente, o bien en versiones estudiantiles o de libre distribución.

La sala en la que se realizan las actividades del grupo cuenta con armarios, una mesa, y escritorios y mesadas en las cuales se dispone el equipamiento informático, además de las correspondientes sillas.

El equipamiento informático actual consiste en:

- cuatro computadoras con procesador INTEL i7 con 16Gb de memoria RAM y discos rígidos de 1Tb, complementadas con monitores LED de 23” full-HD;
- una impresora Samsung Scx-3405w Laser Multifuncion Wifi;
- tres equipos UPS para computadores individuales;
- tres notebooks de altas prestaciones;
- una portable 2 en 1;
- un proyector EPSON;
- una pantalla portátil

Al equipamiento mencionado, se sumaron en 2017 las siguientes adquisiciones con fondos de PIDs y asignaciones al Grupo: un armario metálico, una Tablet, un proyector, una UPS, una ultrabook, una notebook y un monitor, según el detalle en 3.5.

Finalmente, en virtud de un acuerdo de cooperación específico, se tiene acceso a los equipos informáticos del Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC-UNL-CONICET), que incluye un cluster de 82 procesadores, y otro de tecnología más reciente de 24 nodos en total, ocho de los cuales son de tipo Xeon E5420 of 2.50 GHz (2 x 4 cores), mientras que los 16 restantes son de tipo Xeon W3690 of 3.47 GHz (1 x 6 cores). Además, se encuentra prevista la puesta en marcha de otros dos clusters de tecnología y capacidad superadoras que aumentarán la capacidad de cálculo disponible.

3.2- Locales y/o Aulas (tipo y superficie estimada)

El grupo realiza sus trabajos actualmente en un espacio físico de aproximadamente 24m² que comparte con el aula de informática Departamento de Ingeniería Civil.

3.3- Laboratorios y/o talleres (tipo y superficie estimada)

El grupo realiza sus trabajos actualmente en un espacio físico de aproximadamente 24m² que comparte con el aula de informática Departamento de Ingeniería Civil.

3.4- Servicios Generales (sistemas de documentación, biblioteca, etc)

Los servicios generales son brindados por la Facultad Regional Santa Fe.

Se cuenta con acceso directo a las bibliotecas de la Facultad Regional Santa Fe y a la Biblioteca Electrónica de SECYT. Además, es posible consultar bibliografía del servicio SECEDOC de la UAT-CCT Santa Fe de CONICET, y otras a través de convenios inter-bibliotecarios.

3.5- Indicar cambios significativos habidos durante el período en equipamiento, obras civiles y terrenos.

En 2017, con subsidios correspondientes a PIDs y asignaciones al Grupo, se adquirió el equipamiento que se menciona a continuación:

- un armario metálico de 90 x 45 x 180 (h) cm con 2 puertas batientes con cerradura y 3 estantes;
- una tablet 10.1”, con funda, SO Android y accesorios;
- una UPS-Estabilizador TRV NEO 1200 4x220V USB;
- un proyector marca VIEWSONIC modelo PJD5155. DLP. SVGA. 3300 ANSI. HDMI;
- una ultrabook ASUS, modelo SEMBOOK;
- una notebook ASUS 15.6 GAMING i7-7700HQ 12GB 1TB WIN10 NVIDIA GeForce GTX 1050 GL553VD-DM178T
- un monitor LED LG 24”

4.- DOCUMENTACIÓN Y BIBLIOTECA

4.1.- Indicar los libros, título, autor/es, editorial, fecha publicación; para las revistas indicar nombre, idioma, editorial, fecha y año.

4.1.1.- Consignar material bibliográfico más relevante del Centro / Grupo UTN (no más de 10 títulos).

- Se cuenta con manuales de utilización de los programas ABAQUS, SAMCEF, ALGOR y PLAXIS.
- Asimismo, hay ejemplares de la Revista Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (RIMNI), de 1986 a 1987 y de 1999 a 2001, y ejemplares de Latin American Applied Research, desde 1993 a 1995.
- Se realiza la actualización permanente de la biblioteca electrónica de actas de congresos relativos a la especialidad (como por ejemplo la serie Mecánica Computacional de AMCA), que incluye actas desde el año 2001 hasta la fecha.
- Documentos de tesis finales de carrera desarrolladas en el grupo (total 11).
- Documentos de tesis doctorales, desarrolladas por integrantes o exintegrantes del GIMNI (total 8).
- Todos los artículos científicos cuyos autores/co-autores son integrantes del GIMNI.

4.1.2.- Adquisición de libros y/o revistas en el período.

4.1.3.- Donación de libros y/o revistas en el período.

4.1.4.- Servicio de intercambio en el período.

II - ACTIVIDADES TÉCNICAS Y CIENTÍFICAS

5.- INVESTIGACIONES

Proyectos en curso:

5.1. Tipo de Proyecto.

PID UTN con incorporación al programa de Incentivos.

5.1.1. Código del proyecto.

PID UTN 3567

5.1.2. Fecha de inicio y finalización

Inicio: 01/01/2015.

Finalización: 31/12/2016, prorrogado al 31/12/2017.

5.1.3. Nombre del Proyecto.

Modelado de materiales heterogéneos mediante técnicas multiescalas.

5.2. Director.

Dr. P.J. Sánchez.

5.2.1. Codirector.

5.3. Objetivos y descripción breve del proyecto.

Objetivos generales:

- Contribuir a la formación de recursos humanos calificados en el modelado computacional de sólidos en múltiples escalas y fortalecer la colaboración científica con grupos nacionales e internacionales abocados a temáticas afines.
- Desarrollar metodologías multiescala, en el contexto de la Mecánica Computacional, para ser aplicadas a una rama específica de la Ciencia de Materiales, y su posterior utilización en la evaluación de la pérdida de integridad estructural.
- Entender más acabadamente el papel que cumplen los fenómenos micro o mesoscópicos de falla y degradación material en la integridad macro-estructural, minimizando al máximo posible el elevado nivel de empirismo que afecta a las aproximaciones macroscópicas de falla hoy utilizadas.
- Desarrollar, dentro de un entorno de análisis multiescala, estudios en problemas térmicos con producción interna de calor en estructuras masivas de hormigón.

Objetivos específicos:

- Desarrollar, implementar y evaluar una formulación multiescala direccionada a simular falla y fractura de materiales heterogéneos, basada en Elemento de Volumen Representativo (EVR), considerando nucleación y propagación de discontinuidades, para capturar bandas de corte, fisuras, delaminación, etc.
- Desarrollar una formulación multiescala que preserve la objetividad en los procedimientos de localización-homogeneización, con relación al tamaño del EVR, en problemas de falla de materiales heterogéneos.
- Implementar una microcelda representativa para analizar los fenómenos de falla en materiales cuasi-frágiles, como el hormigón, a nivel de la meso-escala. Evaluar la integridad macro-estructural con el modelo propuesto.
- Evaluar la performance de la metodología multiescala propuesta mediante una comparativa contra DNS (Simulación Numérica Directa).
- Desarrollar técnicas numéricas específicas de elementos finitos para que la implementación computacional de los modelos multiescala resulte viable.
- Desarrollar formulaciones multiescala que permitan estudiar la sensibilidad de la respuesta macroscópica térmica en materiales cuya microestructura posee constituyentes que producen/liberan calor, producto de una reacción química. Aplicación a materiales cementicios en general y hormigones en particular.

Breve descripción del proyecto:

La gran mayoría de los materiales de uso tecnológico poseen micro estructuras esencialmente heterogéneas, como por ejemplo: una matriz cementante, poros, agregados de partículas, fibras, fisuras, inclusiones, defectos, etc. Muchas veces ese grado de heterogeneidad tiene una influencia directa en las propiedades macroscópicas o efectivas que utilizamos para analizar su comportamiento frente a acciones externas.

Con el avance de las técnicas y metodologías de ensayo/observación, hoy en día es posible caracterizar las propiedades de cada una de las fases que componen un material heterogéneo. Esta posibilidad abre las puertas a un paradigma alternativo para la caracterización de las propiedades efectivas, el cual consiste en evaluar las interacciones sofisticadas que se dan entre tales heterogeneidades y obtener, por homogeneización o promediado, la propiedad macroscópica deseada. Estas técnicas se denominan metodologías multiescalas, dado que ponen en juego la física a diferentes niveles (o escalas) de observación.

En el presente proyecto de investigación se plantea entonces el estudio y desarrollo de formulaciones multiescala para modelar materiales heterogéneos. El análisis se restringe a aproximaciones basadas en la existencia de dos escalas físicas, con longitudes características diferenciadas, a saber: (i) la escala macroscópica cuyo orden de magnitud se corresponde al tamaño de los elementos estructurales convencionales y (ii) la escala micro o mesoscópica donde es apreciable el grado de heterogeneidad material.

En la escala macro se resuelven las ecuaciones clásicas de balance (que dependerán del tipo de problema en cuestión: mecánico, térmico, termo-mecánico), mientras que la escala micro se modela a través del concepto de “Elemento de Volumen Representativo (EVR)”, permitiendo de esta forma llevar en cuenta la compleja interacción entre los constituyentes microscópicos del material. El acoplamiento entre las escalas involucradas se pone de manifiesto al postular mecanismos de transferencia de información entre éstas, los

cuales deberán respetar consistencia cinemática y energética, para que el modelo resultante quede rigurosamente fundamentado desde un punto de vista teórico y posea sustento físico.

En este contexto de discusión es posible imaginar un escenario de modelación donde se asume que la micro-estructura material se encuentra definida/caracterizada y se requiere, como solución del problema, obtener la respuesta macroscópica homogeneizada.

Siendo más específicos, se prevé que el desarrollo y aplicación de estos modelos estarán direccionadas a:

- (a) Estudiar el problema de modelación constitutiva y falla macro-estructural como consecuencia de fenómenos de localización de deformaciones que tienen lugar en la micro-escala. Se tiene especial interés en materiales de importancia tecnológica en ingeniería civil como por ejemplo hormigones y aleaciones metálicas.
- (b) Analizar problemas térmicos con generación interna de calor. Mencionamos como caso típico de interés el problema de calor de hidratación en estructuras masivas de hormigón (presas de hormigón compactado a rodillo, grandes fundaciones, etc.).

Dado que la metodología de modelado multiescala es general, durante la ejecución del proyecto se podrá incorporar el estudio de problemas de ingeniería alternativos a los mencionados.

La complejidad del problema propuesto requiere el uso de técnicas numéricas específicas basadas en el método de elementos finitos, para analizar ambas escalas de aproximación y su interacción.

5.3.1. Logros obtenidos.

Durante el año 2017 se ha trabajado en diversas líneas, todas ellas orientadas al desarrollo de técnicas multiescalas. A continuación se brinda una muy breve descripción de los logros obtenidos.

La metodología multiescala para materiales heterogéneos desarrollada en las primeras etapas del proyecto, se aplicó en la caracterización de aceros ferríticos dúctiles. En este sentido se trabajó en estrecha colaboración con investigadores del Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Concretamente con los Drs. Adrián Cisilino y Diego Fernandino. El análisis se centró específicamente en el régimen elástico y de degradación incipiente del material en estudio; es decir en la denominada etapa estable de la respuesta constitutiva. Esto comprende degradación y desprendimiento de nódulos de grafito de la matriz metálica como también plasticidad distribuida en la matriz. El trabajo consistió en la confluencia de dos técnicas diferentes pero complementarias, a saber: (i) un programa de ensayos experimentales muy riguroso para cuantificar ciertas propiedades de las fases que constituyen la micro-estructura del acero dúctil como también ensayos de piezas a nivel macroscópico que se utilizan como calibración/validación (ii) simulaciones numéricas utilizando el modelo multiescala propuesto con el fin de obtener, mediante análisis inverso, las propiedades micro-estructurales que no pueden ser caracterizadas por vía experimental, nos referimos concretamente en este caso a la energía de fractura y tensión última de la interfaz nódulo-matriz. Los resultados derivados de estas investigaciones se han publicado en una Revista Internacional indexada de reconocido prestigio en nuestro ámbito (International Journal of Fracture). La referencia completa puede encontrarse en la lista de publicaciones del presente informe.

También, durante 2017, se trabajó en extender el modelo multiescala desarrollado con anterioridad al contexto general de grandes deformaciones elasto-plásticas. Este es un paso fundamental para avanzar sobre la predicción de mecanismos de falla realistas y más sofisticados que se presentan en materiales dúctiles, como ser la plasticidad localizada y el necking entre nódulos de grafito adyacentes. Estos desarrollos constituyen la base computacional para el trabajo que el Dr. Sebastian Toro llevará adelante, junto con el profesor Amine Benzerga, en el Center for intelligent Multifunctional Materials and Structures (CiMMS) de la Universidad de Texas, College Station, USA, en el contexto de una beca Fullbright, durante Febrero-Mayo de 2018.

Un aspecto clave en el contexto de formulaciones multiescalas basadas en EVR reside en la clase de condiciones de borde a considerar en las fronteras de cada micro-celda. Sobre este tópico también se avanzó durante 2017, proponiendo condiciones de borde novedosas y alternativas a las disponibles en la literatura, especialmente direccionadas a micro-estructuras con distribución aleatoria de heterogeneidades, como sucede por ejemplo en el hormigón y materiales porosos en general. La técnica desarrollada permite imponer zonas pre-definidas de tracción uniforme por tramos en la frontera del EVR, representando un avance significativo respecto a propuestas existentes. El desempeño de este tipo particular de condiciones de borde se analizó en profundidad y los resultados se presentaron en un congreso Nacional (ENIEF 2017), ver lista de contribuciones en los puntos 6.1 y 8.7 del presente documento. Se espera que estas ideas logren publicarse en Journals internacionales, en el corto plazo.

Un tema que también cobra importancia cuando se utilizan formulaciones multiescalas para modelar materiales heterogéneos es la propia construcción geométrica de la población aleatoria de

heterogeneidades que posee el material. Una opción viable es generar micro-estructuras artificiales que guarden relación con el material en estudio. Otra, más interesante, es obtener tales geometrías a partir del tratamiento de imágenes tomadas sobre micro-estructuras reales. En esta línea específica desarrolló su trabajo la alumna Sofia Missan, durante todo 2017. El resultado es un código computacional autocontenido que contempla la captura de imágenes, diferentes tratamientos de segmentación y reconocimiento de fases constituyentes, digitalización de sub-dominios y finalmente construcción de mallas de elementos finitos para la micro-estructura heterogénea del material. Se espera que estos avances puedan ser publicados y divulgados en congresos/jornadas durante 2018.

En lo referente al problema de transferencia y generación de calor en estructuras de hormigón de gran volumen, uno de los objetivos primordiales planteados en el proyecto, se ha propuesto un modelo teórico-numérico, termo-químico-mecánico, para simular el complejo proceso de fragüe y endurecimiento del hormigón en estructuras masivas tales como: presas HRC, puentes, grandes fundaciones, etc. Si bien las leyes constitutivas consideradas están formuladas sólo a nivel de la macro-escala, su fundamentación teórica contempla diversos fenómenos micro-estructurales relevantes, a través de la inclusión de variables internas en los modelos. La metodología propuesta permite resolver varios fenómenos que tienen lugar en la masa del hormigón a edades tempranas, a saber: el problema térmico transiente no lineal que incluye liberación de calor producto de la reacción exotérmica del cemento, la evolución temporal del grado de hidratación del cemento, el envejecimiento del material y la consecuente la evolución de las propiedades mecánicas y el estado de tensional asociado. Para ello fue necesario el planteamiento de modelos no lineales de daño y visco-elasticidad. El resultado práctico final tras aplicar la metodología propuesta permite evaluar el riesgo de fisuración en estructuras de importancia estratégica, a través de índices cuantitativos. En esta línea de trabajo específica el alumno/becario José Croppi ha desarrollado íntegramente su tesis final de carrera, la cual se defendió y aprobó a fines del año 2017. A su vez, los resultados más trascendentes de esta temática fueron presentados en un Congreso Nacional (Enief 2017), véase lista de contribuciones en los ítems 6.1 y 8.7.

Por último se menciona como actividad adicional durante 2017, el desarrollo y aplicación de técnicas multiescalas en el contexto de la mecánica de fluidos. La idea de base es caracterizar implícitamente fenómenos de turbulencia a nivel de la macro-escala mediante la simulación muy detallada de flujos incompresibles turbulentos en la micro-escala. La transferencia de información entre ambas escalas, llevada a cabo mediante procedimientos de homogenización consistentes, pretende reemplazar a los modelos fenomenológicos clásicos comúnmente utilizados para incorporar turbulencia. Esta es una línea de investigación relativamente nueva, incluso a nivel mundial. Resultados preliminares se presentaron en un Congreso Nacional (2017), ver lista de contribuciones en los ítems 6.1 y 8.7.

5.3.2. Dificultades encontradas.

No se registraron dificultades durante el período informado (2017).

5.1. Tipo de Proyecto.

PID UTN sin incorporación al programa de Incentivos.

5.1.1. Código del proyecto.

ECUTNFE0003526

5.1.2. Fecha de inicio y finalización

Inicio: 01/01/2015.

Finalización: 31/12/2016, prorrogado al 31/12/2017

5.1.3. Nombre del Proyecto.

Mecánica de fluidos computacional con aplicaciones en flujo con superficie libre

5.2. Director.

Dra. Laura Battaglia

5.2.1. Codirector.

5.3. Objetivos y descripción breve del proyecto.

Objetivos generales:

- Generación y mejora de herramientas de simulación numérica orientadas a la resolución de flujos con superficie libre o con interfases móviles, mediante computación de alto desempeño. Los recursos

computacionales así generados, de código abierto, podrán ser empleados en el estudio de flujos con superficie libre para aplicaciones en construcciones civiles, dispositivos mecánicos o equipamientos industriales, dadas sus potenciales aplicaciones en diversos sectores productivos, así como también en ámbitos académicos y estatales. Se pretende que dichas herramientas provean mayor precisión en los resultados, al tiempo que permitan un ahorro de recursos en la resolución de problemas de ingeniería no triviales, tanto en la etapa de proyecto como en la verificación de servicio.

Objetivos específicos:

- Modelado de flujo con superficie libre y a dos fases. Se propone implementar y ampliar algoritmos para simular flujos con superficie libre y flujos a dos fases, transitorios e isotérmicos, para el caso de fluidos viscosos e incompresibles, mediante el método de los elementos finitos -y otros métodos numéricos-, con el propósito de resolver problemas en dos y tres dimensiones espaciales.
- Modelado multifísica. Las diferentes estrategias aplicadas para simular flujos con superficie libre o interfases involucran la resolución de dos o más problemas acoplados.

Breve descripción del proyecto:

En relación al modelado de flujos con superficie libre y a dos fases, primeramente se trabajará en la resolución de problemas que abarcan grandes extensiones espaciales, o infinitos, empleando dominios computacionales de dimensiones mucho menores, con la consecuente disminución de costos computacionales. Tales algoritmos deberán posibilitar la definición de fronteras numéricas artificiales que no perturben la simulación del flujo en la región de interés mediante estrategias para evitar la reflexión o generación de olas en los contornos ficticios. Se emplearán para ello capas absorbentes, que consisten en definir regiones contiguas a los contornos artificiales en las cuales se proponen técnicas numéricas para evitar el ingreso o reflejo de ondas espurias al dominio de resolución. En segundo término, se realizarán simulaciones de flujo con superficie libre y a dos fases para casos de agitación de mediana y gran amplitud, respectivamente, en tanques de almacenamiento o de transporte de combustible. Las metodologías consideradas para detectar la posición de la superficie libre serán dos. La primera de ellas, de seguimiento de interfase, consiste en resolver el problema del fluido en un dominio del cual una de las fronteras constituye la superficie libre; por ello, al evolucionar temporalmente el problema, el dominio sufre deformaciones que afectan la discretización de elementos finitos, motivo por el cual es empleado en casos de pequeños o moderados desplazamientos de la superficie libre. La segunda metodología, del tipo de level set, se resuelve en un dominio fijo y requiere la definición de una función escalar auxiliar cuyo valor indica la posición de la interfase, de manera tal que se resuelve flujo a dos fases, siendo apto para casos con grandes deformaciones e, inclusive, con rotura de la superficie libre.

Respecto al segundo objetivo específico, modelado multifísica, se prevé utilizar una metodología de acoplamiento débil que consiste en resolver numéricamente, en cada paso de tiempo, cada campo por separado, empleando programas específicos que coordinan el intercambio de información entre ellos. La gran cantidad de incógnitas que surge al resolver estos problemas exige la disponibilidad de metodologías y equipamiento apropiados, como ser los códigos computacionales, procesadores y PCs de alto rendimiento, y eventualmente clusters para el cálculo en paralelo.

5.3.1. Logros obtenidos.

En cuanto a la simulación de flujo con superficie libre e interfases móviles, se completó una estrategia level set mediante elementos finitos estabilizados desarrollada previamente, tal que es posible resolver casos de agitación en tanques cerrados, particularmente en cuanto a la validación del método numérico con resultados experimentales y a la implementación de una estrategia de control de volumen. En el contexto de estas tareas se realizan colaboraciones permanentes con Dra. Cruchaga, profesora de la Universidad de Santiago de Chile (USACH) e invitada por la UNL.

La simulación de casos de agitación fue ampliada y validada para casos de agitación tridimensional en frecuencias cercanas a modos propios de vibración de los sistemas desarrollados. Asimismo, se resolvieron casos de agitación en dominios con buffers o cortaoas y objetos sumergidos, para los cuales también se desarrollaron ensayos físicos. Estos resultados fueron presentados en el ENIEF 2017 - XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, realizado el 07 al 10 de Noviembre del 2017 en la ciudad de La Plata:

- “Simulación numérica de agitación con level set aplicado a un caso de estudio”, Zamora, E.A., Cruchaga, M.A., Storti, M.A., Battaglia, L.

La continuidad y profundización de las tareas en estos temas dio lugar a su vez a una publicación internacional con referato:

- Battaglia, L.; Cruchaga, M.; Storti, M.; D'Elía, J.; Núñez Aedo, J.; Reinoso, R.: "Numerical modelling of 3D sloshing experiments in rectangular tanks", Applied Mathematical Modelling, 2018, doi: 10.1016/j.apm.2018.01.033, en prensa.

Se realizaron también colaboraciones en simulaciones de flujo reptante, constante u oscilatorio, en torno a objetos mediante el método de los elementos de borde. Esta metodología, de interés para micro-electromecanismos (MEMs), requiere la aplicación de recursos avanzados en programación de alto desempeño y técnicas de integración numérica avanzada. En esta línea se realizaron aportes al grupo de trabajo del Dr. D'Elía, también integrante del presente PID.

Durante 2017 Se realizaron actividades de exploración de aplicaciones de programas de libre distribución para la resolución de las ecuaciones de aguas poco profundas, con el fin de incorporar a las capacidades del GIMNI herramientas para la resolución de casos de hidrología superficial. En particular, se hicieron pruebas con el software de código abierto desarrollado por Electricité de France denominado Télémac (www.opentelemac.org), basado en elementos finitos. El becario V. David trabajó en la generación de modelos de canales para diferentes regímenes de flujo, con soluciones conocidas, para comparación directa de resultados y puesta a punto de las herramientas seleccionadas. Se prevé su aplicación al canal experimental construido por el Dto. de Ing. Civil.

5.3.2. Dificultades encontradas.

No se encontraron dificultades.

5.1. Tipo de Proyecto.

PID UTN sin incorporación al programa de Incentivos

Ejecutado en conjunto con el Grupo de Ingeniería Mecánica Aplicada - GIMA

5.1.1. Código del proyecto.

AMUTNFE0003527

5.1.2. Fecha de inicio y finalización

Inicio: 01/01/2015.

Finalización: 31/12/2016, prorrogado al 31/12/2017

5.1.3. Nombre del Proyecto.

Estudio de desgaste en componentes mecánicos a través del método de los elementos finitos.

5.2. Director.

Federico Cavalieri

5.2.1. Codirector.

5.3. Objetivos y descripción breve del proyecto.

Objetivos generales:

- Desarrollar modelos numéricos que permitan predecir la vida útil de componentes mecánicos desde el punto de vista del desgaste. Se utilizará el Método de los Elementos Finitos (MEF) para las simulaciones, cuyos resultados se validarán tanto mediante resultados de ensayos experimentales en máquinas especialmente diseñadas para este tipo de estudios como con datos tomados de la bibliografía disponible.

Objetivos específicos

- Se pretende predecir/aumentar la vida útil al desgaste de componentes mecánicos como ser: engranajes, componentes de motores, contactores de componentes eléctricos, entre otros, mejorando diseños existentes y proponiendo nuevos a través de la aplicación y desarrollo de programas de computación que permitan obtener las constantes propias de los modelos y características superficiales de los cuerpos en contacto.
- Uso de algoritmos de contacto y de desgaste desarrollados por el director del proyecto y se implementarán otros novedosos.
- Ampliación de estos algoritmos para el modelado multi-escala de cuerpos en contacto.
- Conocer con mayor exactitud cuáles son los procesos y relaciones entre la rugosidad, la fricción, las velocidades de deslizamiento y velocidades de propagación de ondas de tensión por impacto, que influyen sustancialmente en las presiones de contacto y que generan mecanismos de desgaste.

Breve descripción del proyecto:

El proceso de contacto y/o desgaste es complejo, pues se produce a escalas muy reducidas. Experimentos recientes entre cuerpos en contacto a escalas muy pequeñas han demostrado que, por ejemplo, el coeficiente de fricción depende fuertemente del tamaño de las asperezas y de la rugosidad. Como se sabe, las características de las presiones de contacto están relacionadas con las propiedades de la compleja textura de la interfaz en contacto. Todos estos parámetros se consideran a través de relaciones constitutivas macroscópicas, por ejemplo, a través de la clásica ley de fricción de Coulomb, que en su forma más simple se caracteriza con un solo coeficiente: el de fricción. En forma similar, para el caso de desgaste, sólo un coeficiente interviene en la ecuación de Archard. Sin embargo, no es posible determinar cuál es la influencia o dependencia de la rugosidad en las presiones de contacto y en el coeficiente de fricción o de desgaste, lo que permitiría mejorar los diseños de componentes mecánicos. Algunas formulaciones teóricas estudian el contacto de dos cuerpos teniendo en cuenta la rugosidad superficial. En el caso del modelo de Greenwood y Williamson, éste asume que el radio de curvatura de las asperezas de la interfaz de contacto se mantiene constante. La utilización de un solo radio de curvatura es algo ambiguo y es dependiente de la escala con que se está midiendo el radio. Para evitar este inconveniente se han propuesto modelos aleatorios en donde la interfaz de contacto con asperezas son modeladas con paraboloides elípticos. Otra propuesta es el desarrollo de ecuaciones constitutivas para la aproximación micro-mecánica de dos cuerpos en contacto utilizando funciones de respuesta para las tensiones normales y tangenciales, en términos de parámetros tales como el área real media de contacto o las velocidades relativas medias. En general, el comportamiento micro-mecánico depende de parámetros mecánicos, como la dureza, y de parámetros superficiales, como la rugosidad. Sin embargo el fenómeno micro-mecánico es extremadamente complejo debido a las elevadas presiones de contacto locales y posibles deformaciones finitas a ese nivel.

La realización de ensayos experimentales resulta de gran utilidad para optimización de diseños de componentes mecánicos, pero no permite aislar los efectos a un nivel micro y analizarlos individualmente, lo que dificulta la predicción de las dependencias que existen entre ellos. Como alternativa, la simulación numérica permitiría separar y analizar con relativa facilidad los diferentes procesos y parámetros que intervienen en el contacto, y ofrecer una visión detallada de factores que influyen en la fricción y en el desgaste en componentes mecánicos.

El incremento en el desarrollo de técnicas multi-escala, se ve motivado por la necesidad de contar con modelos más precisos y elaborados en comparación con las teorías fenomenológicas clásicas, que aparentemente estarían alcanzando un límite en su capacidad descriptiva y/o predictiva. Por ejemplo, la microestructura de un material biológico puede ser extremadamente compleja para ser descrita con teorías fenomenológicas convencionales. Además, el uso de técnicas numéricas, en especial el Método de los Elementos Finitos, se hace cada vez más popular en aplicaciones de interés ingenieril, provocando un aumento en la demanda de aplicaciones con requerimientos más exigentes en la descripción del comportamiento constitutivo de materiales, como así también en el funcionamiento de los componentes mecánicos. El desarrollo y uso de las teorías multi-escala en estos casos resulta ser una alternativa tentadora que permite superar las mayores debilidades de las teorías fenomenológicas al proponer descripciones con mayor sustento teórico.

En el caso del contacto mecánico y el desgaste, interactúan un número importante de mecanismos microscópicos, como rugosidad, efectos de lubricación y depósitos de diversos tipos en la interfaz de contacto, resultando en un comportamiento macroscópico complejo, difícil de ser modelado teniendo en cuenta estas variables. Una alternativa viable para mejorar la precisión de las variables referidas al contacto, como la presión de contacto o la fricción, podría ser el desarrollo de nuevos modelos fenomenológicos que incluyan un gran número de variables internas capaces de capturar los efectos macroscópicos de los mecanismos microscópicos más relevantes. La principal limitación de esta metodología radica en la dificultad asociada con la caracterización de las leyes de evolución para las variables internas adicionales. Desde el punto de vista de la mecánica computacional, las variables internas que se adicionan generan un aumento en la dimensión del problema que se requiere resolver, agregando mayor complicación a la solución.

Una segunda alternativa consiste en la adopción de modelos multi-escala, mediante los cuales la información microscópica puede ser incorporada en las descripciones macroscópicas utilizando técnicas de homogenización o promediado. En el contexto de modelos constitutivos, la técnica de homogenización fue propuesta por Hill y Mandel, mientras que para el caso específico de contacto mecánico utilizando técnicas computacionales, puede encontrarse una descripción preliminar en Wriggers-Nettungsmeier.

5.3.1._Logros obtenidos.

Durante la primera mitad del año del proyecto, se ha capacitado a un becario de grado, Sabrina Montaña, en la teoría y en la utilización del Método de los Elementos Finitos aplicado al análisis estructural. Para ello, se estudiaron distintos softwares con el objetivo que el becario conozca las distintas plataformas de desarrollo para implementar las formulaciones futuras. En este sentido, el becario se capacitó en la utilización de: (i) Oofelie, éste es un entorno de programación que comprende distintas herramientas de programación implementadas en el lenguaje de programación C++, orientadas a la resolución de problemas de la Mecánica del Continuo por medio del MEF, (ii) SAMCEF, para la generación de las geometrías, mallas y condiciones de borde y (iii) ParaView para la visualización de los resultados.

Durante la segunda mitad del año se propuso estudiar, junto con la becaria, los coeficientes de fricción y presiones de contacto entre un material tipo asfalto y un compuesto de caucho utilizado en neumáticos de automóviles. Por medio de ensayos experimentales se obtuvo la variación del coeficiente de fricción entre ambos materiales para distintas velocidades relativas y presiones de compresión. Luego, con este coeficiente de fricción se realizaron simulaciones numéricas mediante el Método de los Elementos Finitos para reproducir virtualmente el experimento. Las soluciones numéricas mostraron un cambio del comportamiento del coeficiente de fricción para una velocidad y una presión de compresión específicas. Este análisis resulta de interés cuando se busca predecir la respuesta dinámica y el desgaste de compuestos de caucho utilizados en neumáticos, entre otros. Los resultados fueron analizados y discutidos junto con ingenieros de la empresa fabricante de neumáticos Fate. A su vez los resultados derivados de estos estudio se publicaron en una contribución formato poster en el Congreso ENIEF 2017 (ver lista de publicaciones). Luego, dentro de la temática de contacto-impacto, se trabajó en el desarrollo de un nuevo elemento de junta de revolución tridimensional con juego basado en un esquema de multiplicadores de Lagrange. Las ecuaciones de movimiento fueron implementadas el entorno de programación Oofelie. Se estudiaron las tensiones, las deformaciones y las distintas variables cinemáticas que se generan en un mecanismo de biela-manivela 3D/2D cuando es sometido a cargas variables en el tiempo. Los ejemplos estudiados se componen de elementos flexibles y/o rígidos y donde entre el cojinete y el muñón de las juntas existe juego. Este juego produce impactos en intervalos de tiempo muy cortos originando aceleraciones de frecuencia elevada que se propagan por todos los componentes, condicionando el correcto funcionamiento del sistema. Las soluciones numéricas han mostrado mayor precisión en los campos de velocidad, aceleración y tensiones con respecto a integradores estándares como Newmark, HHT o α -generalizados. Las soluciones numéricas obtenidas con este nuevo modelo de junta han sido presentadas en un Congreso Nacional (Enief 2017) en un Congreso Internacional (Multibody Dynamics 2017, ECCOMAS) y una extensión de este trabajo ha sido aceptada para publicación en una Revista Internacional indexada (Mechanism and Machine Theory), ver lista de publicaciones en los ítem 6 y 8 del presente informe.

5.3.2._Dificultades encontradas.

No se encontraron dificultades.

5.1._Tipo de Proyecto.

PID UTN sin incorporación al programa de Incentivos

5.1.1._Código del proyecto.

CÓDIGO ASUTNFE0004475

5.1.2._Fecha de inicio y finalización

Inicio: 01/01/2017.

Finalización: 31/12/2018.

5.1.3._Nombre del Proyecto.

Modelado y simulación de fenómenos de transporte en la micro y nanoescala con aplicaciones a productos y procesos biomédicos y biotecnológicos

5.2._Director.

Dr. Pablo Kler.

5.2.1._ Codirector.

5.3._Objetivos y descripción breve del proyecto.

Objetivos generales:

El objetivo general del proyecto es profundizar el desarrollo de modelos analíticos y numéricos de fenómenos de transporte en la micro y nanoescala que permitan una comprensión más acabada acerca de la interacción de los campos eléctricos, fluidicos y másicos que determinan el funcionamiento y aplicabilidad de dispositivos analíticos microfabricados, más conocidos como Lab-on-a-chip. El empleo de herramientas computacionales de alto desempeño permitirá la caracterización, diseño y optimización de dispositivos Lab-on-a-chip principalmente para aplicaciones biomédicas y biotecnológicas, siendo también extensibles a otras aplicaciones de interés socioeconómico y productivo como el monitoreo ambiental, el control bromatológico, estudios epidemiológicos o celdas de combustible.

Objetivos específicos

El estudio y comprensión de estos fenómenos a través del modelado y la simulación numérica propuesto en el presente proyecto involucra diferentes objetivos específicos, los cuales demandarán el desarrollo y la implementación de diferentes modelos y aproximaciones que permitan una correcta representación de los diferentes fenómenos involucrados, y en definitiva del funcionamiento de los dispositivos Lab-on-a-chip.

- Flujos másicos y fluidicos en espacios confinados especiales.

Recientemente, los Lab-on-a-chip están incorporando estructuras especiales basadas en nanoestructuras, ya sea nanocanales, materiales meso y nanoporosos y materiales nitrocelulósicos (como en el caso de los inmunoensayos en flujo lateral). La integración de estas estructuras con los Lab-on-a-chip, permite elevar aún más los beneficios de las ya importantes relaciones área/volumen, permitiendo así incrementar sensiblemente el rendimiento de técnicas de separación, reacción y detección, como también disminuir sus costos de implementación. Se propone en este proyecto desarrollar las herramientas de simulación numérica de procesos de transporte en estos espacios nanoestructurados especiales.

- Reacciones biológicas y químicas.

Las aplicaciones prácticas de los Lab-on-a-chip requieren la consideración de diversas reacciones químicas y biológicas. Por lo tanto se propone modelar e implementar numéricamente y de forma integrada a la resolución de otros campos, diferentes reacciones que definen el funcionamiento y performance de los Lab-on-a-chip. Entre estas reacciones podemos mencionar las reacciones ácido-base (importantes para cualquier sistema biológico), RedOx (para sensores electroquímicos), e inmunológicas (para inmunoensayos en flujo lateral). Particularmente, las últimas representan un grupo de gran importancia, dado el avance de desarrollos locales y regionales en análisis basados en plataformas de flujo lateral para detección in-situ de diversas patologías.

- Flujo electroosmótico y electroforesis.

Se propone como objetivo continuar con el desarrollo de las líneas de investigación del grupo para el modelado y la simulación de flujo electroosmótico y mixto (combinación de aplicación de potencial eléctrico y diferencias de presión) en diversas arquitecturas micro y nanofluidicas, para la optimización de procesos de manejo de fluidos, mezclado de soluciones y reactivos y otros procesos de importancia tecnológica. Se propone además continuar desarrollando modelos numéricos para la simulación de procesos separativos electroforéticos como electroforesis capilar, enfoque isoeléctrico, isotacoforesis, cromatografía electrocinética micelar y métodos en flujo libre, que permitan un mejor conocimiento y la optimización de estas separaciones analíticas implementadas en microcanales, tubos capilares y plataformas Lab-on-a-chip.

Breve descripción del proyecto:

Las plataformas que utilizan los beneficios directos e indirectos de la micro y nanoescala para el transporte de fluidos y solutos representan una tecnología que actualmente se encuentra en transición desde el laboratorio a los procesos de producción. Estas plataformas encontraron su principal campo de aplicación en la química analítica y bioanalítica siendo luego comúnmente conocidos como "Laboratorios en un chip" o Lab-on-a-chip. Los Lab-on-a-chip basan su gran eficiencia analítica en la reducción de volumen que acarrea una serie de ventajas comparativas respecto del equipamiento actual en escala "humana". Entre estas ventajas podemos mencionar la disminución del consumo de reactivos, menor generación de residuos, tiempos de reacción y análisis más breves y un menor costo energético.

Existen además otras ventajas menos evidentes que brinda el cambio de escala, como el aprovechamiento de fenómenos interfaciales, que solamente son significativos con las relaciones área/volumen que se dan en la micro y nanoescala, y el incremento exponencial de la sensibilidad de los sistemas de detección y sensado. El estudio y la comprensión detallada de los fenómenos fisicoquímicos que se presentan en el estudio de los Lab-on-a-chip presentan una elevada complejidad basada tanto en su naturaleza multifísica y multiescala, como también en las dificultades que implican la instrumentación y medición de parámetros físicos en dichos dispositivos, que obstaculizan la obtención de información suficiente para la comprensión

integral de los fenómenos y las variables que los afectan. El estudio de estos fenómenos debe incluir modelos eléctricos, fluidicos, de transporte de materia y reacciones químicas. En este marco, la complejidad de los fenómenos fisicoquímicos y su aprovechamiento en Lab-on-a-chip requiere de herramientas de modelado matemático y algoritmos de simulación numérica eficientes que permitan una mayor comprensión y un mejor aprovechamiento de dichos fenómenos en los dispositivos, para mejorar sus diseños, aumentar su rendimiento y también poder expandir así su aplicabilidad. El objetivo general del proyecto es desarrollar algoritmos de simulación numérica de fenómenos de transporte en la micro y nanoescala que permitan una comprensión más acabada acerca de la interacción de los campos eléctricos, fluidicos y másicos que determinan el funcionamiento y aplicabilidad de Lab-on-a-chip. Estos algoritmos estarán fundamentalmente basados en modelos de elementos finitos o volúmenes finitos. El desarrollo y posterior empleo de estos algoritmos computacionales permitirá la caracterización, diseño, optimización y re-diseño de dispositivos Lab-on-a-chip, principalmente para aplicaciones de diagnóstico clínico y biotecnológicas, pero también a otras aplicaciones de interés socioeconómico y productivo como el monitoreo ambiental, el control bromatológico y/o veterinario, o estudios epidemiológicos.

5.3.1. Logros obtenidos.

Durante la ejecución del proyecto, se pudo desarrollar y validar un modelo de transporte en papel que incluye la dispersión como fenómeno particular de las estructuras porosas. Dicho modelo fue presentado en congresos de la especialidad y dio origen a una publicación que se encuentra en revisión en la revista internacional Journal of Chromatography A.

El becario Germán Bernal, desarrolló con normalidad sus tareas de investigación asociadas al proyecto durante todo el año. En particular, el becario trabajó en conjunto con el grupo de Fotoreactores de INTEC (UNL-CONICET) en el desarrollo de un modelo computacional de degradación de contaminantes, que pudo validarse y presentarse en un congreso de la especialidad. El trabajo conjunto dio lugar a una contribución científica que se encuentra actualmente en preparación.

Se continuó con el desarrollo del entorno de simulación de procesos electroosmóticos y electroforéticos en la plataforma OpenFOAM^(R), en conjunto con el Dr. Santiago Márquez Damián, donde se lograron validar diferentes casos propuestos en la literatura. Dado el éxito de dichas validaciones, se presentaron los resultados en congresos de la especialidad y se están preparando dos publicaciones relacionadas con esta herramienta.

5.3.2. Dificultades encontradas.

No se encontraron dificultades asociadas a la ejecución del proyecto.

5.1. Tipo de Proyecto.

PID UTN sin incorporación al programa de Incentivos

Ejecutado en conjunto con el Grupo de Ingeniería Mecánica Aplicada - GIMA

5.1.1. Código del proyecto.

CÓDIGO PID-UTN 4364

5.1.2. Fecha de inicio y finalización

Inicio: 01/01/2017.

Finalización: 31/12/2018.

5.1.3. Nombre del Proyecto.

Desarrollo y aplicación de herramientas de cálculo para flujos a fases separadas.

5.2. Director.

Dr. Santiago Márquez Damián.

5.2.1. Codirector.

5.3. Objetivos y descripción breve del proyecto.

Objetivos generales:

El objetivo general del proyecto consiste en la mejora y generación de herramientas de simulación numérica orientadas a la resolución de flujos a fases separadas, en particular para el caso de dos fases, utilizando la técnica del Volumen de Fluido con advección geométrica, dejando disponible también la advección algebraica y dando especial énfasis al cálculo preciso de la curvatura. Estas capacidades se

conjugarán con la posibilidad de utilizar mallas poliédricas arbitrarias y el refinamiento cuadrangular u octaédrico en el caso de mallas estructuradas. Se obtendrá entonces una herramienta mucho más flexible y general que las actualmente disponibles en la librería OpenFOAM^(R).

Objetivos específicos

Respecto a los objetivos particulares, éstos se enmarcan en las aplicaciones propuestas. Para el caso de los problemas de sedimentación en deshidratadores de petróleo el interés se centra en el estudio del comportamiento colectivo de gotas de petróleo en agua o viceversa. El estudio de tal comportamiento es fundamental para predecir las leyes de velocidad relativa requeridas para solución de problemas de sedimentación con leyes macroscópicas utilizando modelos de mezcla. La simulación de este tipo de fenómenos posee restricciones características dadas por la presencia de una interfaz dominada por la tensión superficial. El tratamiento de la tensión superficial en las ecuaciones de momento requiere un cálculo preciso de la curvatura, el cual está demostrado no es posible obtener utilizando simplemente la divergencia del campo de normales a la superficie libre.

Surge así en la literatura el uso de las denominadas "Funciones de altura" asociadas usualmente a mallas estructuradas y extendidas a mallas no estructuradas para el caso bi-dimensional. En este proyecto se espera extender esta formulación al caso en tres dimensiones.

El cálculo preciso de la tensión superficial en gotas será valorable también en aplicaciones de jets de inyección directa, utilizados en motores de combustión interna de alto rendimiento. En este caso el jet ingresa la cámara de combustión en forma completamente coherente para ir inestabilizándose y fragmentándose en velos y gotas, que a su vez se subdividen hasta llegar a un tamaño de equilibrio que debe ser compatible con la dinámica de la propagación de la llama.

Finalmente en lo que hace a las aplicaciones hidráulicas de las herramientas a desarrollar estas permitirán el prototipado y evaluación de obras hidráulicas a superficie libre tal como vertederos, dissipadores de energía a resalto, flujo bajo compuertas, entre otros, tanto en escala industrial como de laboratorio. Las aplicaciones de laboratorio se contrastarán con los resultados obtenidos mediante experiencias en el canal experimental que posee la Facultad Regional Santa Fe, así como resultados experimentales obtenidos en el Centro de Tecnología del Agua de la Universidad Nacional de Córdoba, grupo con el cual ya se posee colaboración.

Breve descripción del proyecto:

El proyecto consiste en el desarrollo, validación y aplicación de métodos numéricos para la solución de problemas de Mecánica de Fluidos en Ingeniería, particularmente en el caso de escurrimientos bi-fluido líquido-líquido y gas-líquido. La técnica numérica a utilizar es el Método del Volumen de Fluido desarrollada sobre una discretización en Volúmenes Finitos. Las aplicaciones estarán direccionadas a los siguientes problemas: (i) separación líquido-líquido como los presentes en tanques deshidratadores de petróleo crudo, (ii) líquido-gas en jets de inyección directa en motores o (iii) en obras hidráulicas a superficie libre. El proyecto prevé la continuación del desarrollo de utilidades basadas en software de código abierto, siendo éstas validadas por medio de soluciones analíticas, datos de laboratorio y problemas test tomados de la bibliografía. Las herramientas así obtenidas permitirán ajustar leyes de diseño de equipamientos industriales y modelar casos fuera de diseños tradicionales, reduciendo asimismo los costos aparejados por el uso de software privativo (software bajo licencias de pago).

5.3.1. Logros obtenidos.

Tal como estaba previsto en la planificación del proyecto se continuó desarrollando un software de simulación de flujos a dos fases separadas con reconstrucción geométrica, volcando el código generado en un repositorio online. Los avances en este aspecto fueron presentados en el congreso ENIEF 2017 en la ciudad de La Plata, así como otros trabajos en colaboración con investigadores locales en temáticas de interés industrial (ver lista de publicaciones).

En cuanto a la formación de recursos humanos se trabajó con el Alumno Lucas Pais en la simulación de conjuntos de gotas de petróleo en agua, así como con el Alumno Elías Samuel Bianco en la simulación de problemas de hidráulica, trabajo que al día de hoy está en sus inicios.

Finalmente se publicaron tres artículos en revistas indexadas, donde uno de ellos tiene directa relación con la temática del PID, siendo los dos otros colaboraciones con investigadores locales (ver lista de publicaciones).

5.3.2. Dificultades encontradas.

No se encontraron dificultades asociadas a la ejecución del proyecto.

6.- CONGRESOS Y REUNIONES CIENTÍFICAS

6.1.- Indicar el nombre de la reunión científica, tipo de reunión, personal del Centro / Grupo UTN asistente y títulos de trabajos presentados)

- ENIEF 2017. XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, 07 al 10 de Noviembre del 2017. Universidad Nacional de La Plata – Facultad de Ingeniería. Participantes: Pablo Kler, Federico Cavalieri, Santiago Márquez Damián, Nadia Román, Pablo Sánchez, Sebastián Toro, José I. Croppi, Ignacio Peralta. Trabajos presentados:
 - “Simulación numérica de agitación con level set aplicado a un caso de estudio”, Zamora, E.A., Cruchaga, M.A., Storti, M.A., Battaglia, L.
 - “Modelo termo-mecánico para reducir el riesgo a fisuración del hormigón en masa a edades tempranas”, Croppi, J.I, Sánchez, P.J., Battaglia.
 - “Integración numérica en ecuaciones integrales de superficie con núcleos débilmente singulares. Transformación de coordenadas ASINH”, D’Elía, J., Sarraf, S.S., López, E.J., Battaglia, L., Ríos Rodríguez, G.A.
 - “Validación numérica de un método de elementos de borde para flujo de Stokes oscilatorio alrededor de cuerpos rígidos”, Sarraf, S.S., López, E.J., Battaglia, L., Ríos Rodríguez, G.A., D’Elía, J.
 - “Simulación Numérica de Procesos Electroosmóticos y Electroforéticos mediante una Plataforma Modular Basada en el Método de Volúmenes Finitos”, Márquez Damián S., Kler P.
 - “Incremento de la Eficiencia de los Análisis de Flujo Lateral a Través de Campos Eléctricos”, Schaumburg F., Kler P. A., and Berli C. L.
 - “Simulación de la Dispersión Transversal en Dispositivos de Microfluidica Basados en Papel”, Schaumburg F., Kler P. A., Berli C. L.
 - “Parallel implementation of a geometrical reconstruction interface algorithm over OpenFOAM^(R)”, S. Márquez Damián, C.I. Pairetti, N.M. Nigro.
 - “Optimización de tanques de separación de agua libre mediante CFD”, G. Mognol, M. Ravicule, D.E. Ramajo, N.M. Nigro, S. Márquez Damián, J.M. Giménez.
 - “Open-FOAM^(R) developments around fuel injection in internal combustion engines”, N.M. Nigro, H.J Aguerre, S. Márquez Damián, C.I. Pairetti, J.M. Giménez.
 - “On the error analysis for geometrical volume of fluid methods”, C.I. Pairetti, S. Márquez Damián, N.M. Nigro.
 - “Modelo Numérico de Contacto con Fricción Aplicado a un Ensayo de Tribología para Compuestos de Goma”, S. Montaña, F. Cavalieri, A. Cardona, P. Zitelli.
 - “Un Algoritmo de Contacto con Fricción para la Simulación Dinámica no Suave de Sistemas Muti-Cuerpos”, Cavalieri F., A. Cardona, O. Brüls, J. Gálvez.
 - “Determinación del laminado óptimo de álabes de turbinas eólicas mediante redes neuronales y algoritmos genéticos”, Volpe N., Zeitler F., Albanesi A., Roman N.
 - “Optimización Multiobjetivo de la Eficiencia Energética de Edificios Basada en Metamodelos”, Bre F., Roman N., Fachinotti V.
 - “Optimización del Material Laminado Compuesto en Álabes de Turbinas Eólicas Mediante Algoritmos Genéticos y Redes Neuronales”, Albanesi A., Roman N., Bre F., Fachinotti V.
 - “Diseño y Optimización Mediante CFD de Deflectores para una Turbina Savonius”, Storti B., Peralta I., Dorella J., Roman N., Albanesi A., Garelli, L.
 - “Diseño de metamateriales térmicos considerando fabricabilidad”, I. Peralta, V. Fachinotti.
 - “Modelado Multiescala de Materiales: Análisis de condiciones de borde en micro-estructuras con poros y/o inclusiones que alcanzan la frontera del RVE”, S. Toro, F.F. Rocha, P.J. Sánchez, P.J. Blanco, A.E. Huespe, R.A. Feijóo.
 - “Resolución de Flujos Incompresibles Turbulentos Mediante Técnicas de Multiescala”, N.M. Nigro, J.M. Giménez, P. Becker, P.J. Sánchez, Alfredo E. Huespe, Mario A. Storti, Sergio R. Idelsohn.
- VI MACI 2017 - Sexto Congreso de Matemática Aplicada, Computacional e Industrial, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina, 2 al 5 de mayo de 2017. Participante: S. Sarraf. Trabajos Presentados:

- Una rederivación del tensor de tensiones para el flujo reptante oscilatorio tridimensional, Sarraf, S., López, E.J., Ríos Rodríguez, G.A., Battaglia, L. D'Elía, J.
- Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos (JIT 2017), 24 y 25 de agosto 2017, Reconquista, Santa Fe, Argentina. Participantes, autores y expositores: Sofía Missan. Trabajos presentados:
 - “Condiciones de simetría para modelos de elementos finitos de grandes estructuras”, S. Missan. Directores: P.J. Sánchez y A. Ciarbonetti.
- Cuarta Reunión de Microfluídica Argentina, Congreso. Pablo Kler, asistente, expositor, coordinador de sesión. Trabajos presentados:
 - Bernal, G. I., Satuf, M. L., Berli, C. L., and Kler, P. A. (2017). Modelado numérico de un micro-reactor fotocatalítico de flujo Hele-Shaw. pp.99–100.
 - Kler, P. A. and Berli, C. L. A. (2017). Modelado y simulación de la formación de patrones de precipitación auto-organizados en microsistemas porosos. pp.35–36.
 - Schaumburg, F., Kler, P. A., and Berli, C. L. (2017). Incremento de la eficiencia de los análisis de flujo lateral a través de campos eléctricos. pp.43–44.

6.2.-Nómina de los eventos organizados por el Centro / Grupo UTN

- L. Battaglia fue co-organizadora de la sesión “Mecánica de Fluidos” e integrante del Comité Científico del XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, 07 al 10 de Noviembre del 2017.
- P. Sánchez fue co-organizador y moderador de la sesión “Modelado Multiescala de Materiales e integrante del Comité Científico del XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, 07 al 10 de Noviembre del 2017.
- F. Cavalieri fue co-organizador de la sesión “Modelado de Sistemas Multicuerpos” e integrante del Comité Científico del XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, 07 al 10 de Noviembre del 2017.
- P. Kler fue moderador y miembro del comité científico en la cuarta reunión de microfluidica Argentina, Paraná, 30-31 de Octubre de 2017.
- Santiago Márquez Damián fue organizador del VII Encuentro de Usuarios de OpenFOAM^(R), como parte del Congreso ENIEF 2017.

7.- OTRAS ACTIVIDADES

7.1. Distinciones recibidas, institucionales y/o personales

- Beca Pos-Doctoral, Comisión Fullbright, otorgada al Dr. Diego Turello. La estadía de investigación del Dr. Turello se llevó a cabo en el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Washington, Seattle, USA. Período: 01/08/2017–31/10/2017. Director: Dr. Pedro Arduino.
- En 2017 el Dr. Sebastián Toro aplicó y fue seleccionado para ingresar a la Carrera de Investigador Científico de Conicet.
- En 2017 el Dr. P. Sánchez obtuvo la promoción a Investigador Independiente de Conicet.
- En 2017 el Dr. P. Kler obtuvo la promoción a Investigador Adjunto de Conicet.
- En 2017 el Dr. F. Cavalieri obtuvo la promoción a Investigador Adjunto de Conicet.
- En 2017 el Ing. Ignacio Peralta aplicó y obtuvo una beca de la Comisión Fullbright. La estadía de investigación se llevará a cabo durante Junio-Agosto de 2018, en La Universidad de California, San Diego, USA, bajo la dirección de profesor Prabhakar Bandaru.

7.2. Visitantes del país y del extranjero

- Visita del estudiante de doctorado Michal Malý. En el marco del Proyecto de Cooperación Internacional MINCyT – MEYS 2014. ”Development of new generation software for numerical simulation of electromigrative separation techniques”. Fakulta Univerzity Karlovy v Praze (Rep. Checa). Director: Dr. Pablo A. Kler.
- Visita de la Dra. Marcela Cruchaga, docente investigadora de la Universidad de Santiago de Chile, en el marco de actividades de cooperación para la simulación de flujos con superficie libre. Organizadora de la visita: Dra. Laura Battaglia.

7.3. Otras

- Actividades de difusión de Ciencias para estudiantes secundarios. Talleres en el marco de la Semana Nacional de la Ciencia, la Tecnología y el Arte Científico 2017, con participación de Pablo Kler y Santiago Márquez Damián:
 - “Simuladores: tocá tranquilo que no se rompe”, taller desarrollado en el marco de la Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología, 6 y 7 de Septiembre de 2017. Lugar: Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC), Santa Fe, Argentina.
- Pablo Kler, Laura Battaglia, Federico Cavalieri, Santiago Márquez Damián y Pablo Sánchez, participaron como integrantes del Comité Científico, evaluadores de trabajos, asistentes, expositores, moderadores de sesión, coordinadores de sesión y/o jurado de premios en XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, 07 al 10 de Noviembre del 2017.
- P. Sánchez y P. Kler participaron como evaluadores de trabajos para las Jornadas de Jóvenes Investigadores Tecnológicos - JIT 2017, UTN-Facultad Regional Reconquista, 24 y 25 de agosto de 2017.
- En Noviembre de 2017, Pablo Kler fue electo Secretario de la Asociación Argentina de Mecánica Computacional.
- Durante el año 2017, Pablo Kler se desempeñó como asesor científico de la Subsecretaría de Vinculación Tecnológica de la FRSF-UTN.
- Durante el año 2017, L. Battaglia se desempeñó como Directora Académica de la “Especialización en Patologías y Terapéuticas de la Construcción” en la UTN-FRSF, Res. Consejo Superior UTN N°16/2014.
- Durante el año 2017, L. Battaglia se desempeñó como Coordinadora Académica de la “Especialización en Patologías y Terapéuticas de la Construcción”, en la UTN-FRSF, Res. Consejo Superior UTN N°322/2013.
- Durante el año 2017, P.J. Sánchez formó parte del Consejo Asesor de la Secretaría de Ciencia y Técnica, UTN-FRSF.
- Durante el año 2017, P.J. Sánchez formó parte del Comité Académico de la “Especialización en Patologías y Terapéuticas de la Construcción” UTN-FRSF. RES. CSU. 429/2015.
- Durante el año 2017, P.J. Sánchez formó parte del Directorio del Cecovi, como representante del Consejo de Ciencia y Técnica.
- Santiago Márquez Damián realizó un estadia de investigación en la empresa ESI/OpenCFD, Bracknell, Berkshire, Inglaterra, financiada mediante el programa BEC.AR para Instituciones de Ciencia y Tecnología y UNL. Período: 30 de abril a 28 de septiembre de 2017.
- Durante 2017, los miembros del GIMNI participaron activamente (como integrantes y/o responsables) de distintos proyectos de investigación homologados por diferentes instituciones (nacionales e internacionales). Todos éstos tienen relación directa con los objetivos del GIMNI.
- Durante 2017, P. Sánchez y L. Battaglia formaron parte del Consejo Directivo del CIMEC (Centro de Investigaciones de Métodos Computacionales).
- Nadia Román actuó como Directora del alumno Ríos E., en la realización de la Práctica Profesional Supervisada de la carrera de Ingeniería Civil de la UTN-FRSF. Actividades desarrolladas dentro de la temática eficiencia energética en viviendas, que se llevaron a cabo en CIMEC, desde el 24 de julio al 02 de octubre de 2017.
- Nadia Roman tomó el curso “Tecnologías aplicadas a la Eficiencia Energética”, Santa Fe, Santa Fe, Argentina, desde el 18 de septiembre hasta el 16 de octubre de 2017. Curso bajo la modalidad on-line aprobado.
- Nadia Roman participó de la Expo Tecnológica 2017, realizada en la FRSF de la UTN, del 3 al 4 de mayo de 2017. Disertante de la charla “Modelos y Simulaciones en Ingeniería”.
- Trabajos enviados a Revistas Internacionales indexadas y en proceso de revisión:
 - D.F. Turello, Sánchez P.J., Blanco P.J., F. Pinto. “A variational approach to embed 1D beam models into 3D solid continua”. Sometido a Computers & Structures, 2017.
 - D.F. Turello, F. Pinto, Sánchez P.J. “Analysis of lateral loading of pile groups using embedded beam elements with interaction surface”. Sometido al International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 2017.
- Ignacio Peralta realizó una presentación a la comunidad educativa de las actividades que se desarrollan en el CIMEC (UNL/CONICET): “Primavera científica”, CCT-CONICET, Santa Fe, Argentina, septiembre de 2017.
- Sebastian Toro actuó como revisor para el VI Congreso de Matemática Aplicada, Computacional e Industrial (MACI 2017), 2 al 5 de mayo de 2017, Comodoro Rivadavia, Argentina.

- En marzo de 2017 Pablo Sánchez participó como Miembro Titular de Jurado de Tesis Doctoral. Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Título de la tesis: “Modelado computacional, termomecánico-metalúrgico, del tratamientos de asutemperizado de una fundición nodular”. Doctorando: Ing. Adrián Boccardo.
- En marzo de 2017 Pablo Sánchez participó como Miembro Titular de Jurado de Tesis Doctoral. Doctorado en Ingeniería Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Título de la tesis: “Transporte iónico en electrolitos sólidos microestructurados”. Doctorando: Mag. Ing. Ignacio Curto Sillamoni.
- Durante 2017 Pablo Sánchez se desempeñó como Par evaluador de Proyectos PIP de Conicet.
- M.E. Pardini se desempeñó como Directora del Departamento de Estructuras en FICH-UNL.
- M.E. Pardini se desempeñó como Sub-Directora del área Geotécnica y Fundaciones en UTN-FRSF.
- M.E. Pardini actuó como Directora de trabajo final de Carrera de Ing. Civil, UTN-FRSF. Alumnos Francisco Paduli y V. David.
- M.E. Pardini actuó como Directora de trabajo final de Carrera en la Maestría de Gestión Ambiental, UNL-FICH. Alumna: Ma. Verónica Lanzaro.
- Durante 2017, la Ing. M.E Pardini participó en diversas Asociaciones de la especialidad:
 - Integrante CD de Sociedad Argentina de Ingeniería Geotécnica - SAIG.
 - Integrante de International Society Mechanical Soils and Geotechnical Engineering- ISSMGE.
 - Integrante de Technical Committee TC 201 de ISSMGE.
 - Vicepresidente de CD de Comité Argentino de Presas-CAP.
 - Integrante de International Commission in Large Dams.
 - Integrante de Comité Técnico de Levees de ICOLD.
- Durante 2017, la Ing. M.E Pardini participó en la organización de dos Congresos Nacionales:
 - IX Congreso Argentino de Presas y Aprovechamientos Hidroeléctricos (CAPYAH), a realizarse del 16 al 19 de Mayo de 2018, Mendoza, Argentina.
 - XXIV Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (CAMSIG), a realizarse del 17 al 19 de Octubre de 2018, Salta, Argentina.
- M.E. Pardini asistió al Curso Internacional sobre Manejo de Riesgo en Obras Hidroeléctricas.
- M.E. Pardini asistió a talleres de docentes de Geotécnica, organizados por SAIG en Buenos Aires y Córdoba.
- A continuación se mencionan actividades complementarias de investigación de los integrantes del GIMNI, llevadas a cabo durante 2017, con otros Institutos y/o Universidades Nacionales/Extranjeras:
 - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Paraná. Se trabaja en forma conjunta con esta facultad regional en lo referente al dictado de la Especialización en Patologías y Terapéuticas de la Construcción.
 - Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. Se trabaja en cooperación con el Dr. S. Giusti en diversas temáticas: (i) formulación y desarrollo de modelos multiescalas para problemas termo-mecánicos, (ii) aplicaciones de derivada topológica en problemas multiescalas, (iii) diseño y optimización de micro-estructura material.
 - Universidad Nacional de Córdoba. Se trabaja en cooperación con el Dr. F. Pinto en temas relacionados a interacción suelo-estructura.
 - INTEMA, Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales, Mar del Plata. Se trabaja en cooperación con el Dr. Adrián Cisilino y el Dr. Diego Fernandino en la aplicación y desarrollo de estrategias multiescalas para modelar aleaciones metálicas de tipo ADIS.
 - Universidad Federal de Río de Janeiro. Se trabaja en cooperación con el profesor Fernando Duda en el estudio de aspectos termodinámicos fundamentales de modelos constitutivos fenomenológicos (plasticidad, daño, modelos de campos de fase/gradientes) y recientemente en fundamentos termodinámicos aplicados a aproximaciones de tipo multiescalas.
 - Laboratorio Nacional de Computación Científica, Petrópolis, Río de Janeiro, Brasil. Se trabaja en cooperación con el Dr. R. Feijóo y el Dr. P. Blanco en la formulación rigurosa y variacionalmente consistente de metodologías multiescalas (problemas de falla de materiales, grandes deformaciones, modelos de alto orden, incorporación de fuerzas inerciales, tejidos biológicos, etc).
 - Universidad de Wales, Swansea, Reino Unido. Se trabaja en cooperación con el Dr. E.A. de Souza Neto en temáticas análogas al punto anterior.

- Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España. Se trabaja en cooperación con el Dr. J. Oliver en el modelado numérico de falla material, desarrollo de técnicas multiescalas adaptadas para tal fin, implementación de modelos de orden reducido (ROM), diseño de macro y micro-estructura material.
- Universidad de Liege, Bélgica. Colaboración con el profesor Olivier Brûls en el desarrollo de algoritmos de integración temporal para sistemas dinámicos multi-cuerpos.
- Universidad de Santiago de Chile. Colaboración con la profesora Marcela Cruchaga en el desarrollo de algoritmos numéricos para la simulación de flujos con superficie libre.
- Universidad de San Pablo. Colaboración con el profesor Gustavo Buscaglia. En esta línea de trabajo se desarrollan nuevos modelos matemáticos y numéricos en problemas de separación agua-petróleo (modelos a dos fases o de mezcla).

8.- TRABAJOS REALIZADOS Y PUBLICADOS

8.1.- Trabajos publicados en revistas con referato (indicar título, autores y lugar de publicación)

- Sarraf S. S., López E.J., Battaglia L., Ríos Rodríguez G.A., D'Elia, J. (2017). "An improved assembling algorithm in boundary elements with Galerkin weighting applied to three-dimensional Stokes flows". ASME Journal of Fluids Engineering, ISSN 0098-2202, 140(1), 011401 (10 páginas), doi: 10.1115/1.4037690.
- Sydes D., Kler P. A., Zipfl P., Lutz D., Bouwes H., Huhn C. (2017). "On-chip intermediate potential measurements for the control of electromigration in multi-channel networks in case of time-dependent potential changes". Sensors and Actuators B: Chemical 240, 330–337.
- H.J. Aguerre, S. Márquez Damián, J.M. Giménez, N.M. Nigro (2017). "Conservative handling of arbitrary non-conformal interfaces using an efficient supermesh". Journal of Computational Physics, 335:21–49.
- I. Peralta, V. Fachinotti (2017). "Optimization-based design of heat flux manipulation devices with emphasis on fabricability". Sci. Rep. 7, 6261.
- I. Peralta, V. Fachinotti, A. Ciarbonetti (2017). "Optimization-based design of a heat flux concentrator". Sci. Rep. 7, 40591.
- C. Méndez, J.M. Podestá, O. Lloberas-Valls, S. Toro, A.E Huespe, J. Oliver (2017). "Computational material design for acoustic cloaking". International Journal for Numerical Methods in Engineering, Vol. 112, Issue 10, pp. 1353-1380.
- D.O. Fernandino, A.P. Cisilino, S. Toro, P.J. Sánchez (2017). "Multi-scale analysis of the early damage mechanics of ferritized ductile iron". International Journal of Fracture, Vol. 207, Issue 1, pp. 1-26.
- D. Turello, F. Pinto, P.J. Sánchez (2017). "Three dimensional elasto-plastic interface for embedded beam elements with interaction surface for the analysis of lateral loading of piles". International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, 41(6), 801-956.
- C.M. Venier, S. Márquez Damián, N.M. Nigro (2017). "Assessment of gas-particle flow models for pseudo-2D fluidized bed applications". Chemical Engineering Communications, accepted.
- S. Ramajo, D.E. Corzo, S. Márquez Damián, N.M. Nigro (2017). "Numerical investigation of bund overtopping under storage tank failure events". Journal of Loss Prevention in the Process Industries, accepted.
- F. Cavalieri, A. Cardona (2017). "Non-smooth model of a frictionless and dry three-dimensional revolutive joint with clearance for multibody system dynamics". Mechanism and Machine Theory, accepted.
- F. Pereira Duda, A.A. Ciarbonetti, S. Toro, A.E. Huespe (2017). "A phase-field model for solute-assisted brittle fracture in elastic-plastic solids". International Journal of Plasticity", accepted.

8.2.- Trabajos publicados en revistas sin referato (indicar título, autores y lugar de publicación)

8.3.- Informes y memorias técnicas en el período (indicar título, autores; adjuntar resumen / abstract)

- IG-GA-TA: "Análisis y verificación estructural – Puente Internacional Gral. Artigas. Evaluación tramo sector A través de elementos finitos". Preparó: Dr. Angel Ciarbonetti, Sofía Missan. Revisó: Dr. Laura Battaglia. Aprobó: Dr. Pablo Sánchez. Julio de 2017. Resumen: En este informe se presenta un análisis realizado a través de elementos finitos para el tramo tipo Sector A del puente internacional General Artigas perteneciente al complejo CARU. En este informe se realiza un análisis para estados de servicio de cargas de diseño y extraordinarias.

- IG-GA-TB: “Análisis y verificación estructural – Puente Internacional Gral. Artigas. Evaluación tramo sector B través de elementos finitos”. Preparó: Dr. Angel Ciarbonetti. Revisó: Dr. Laura Battaglia. Aprobó: Dr. Pablo Sánchez. Julio de 2017. Resumen: En este informe se presenta un análisis realizado a través de elementos finitos para el tramo tipo Sector B del puente internacional General Artigas perteneciente al complejo CARU. En este informe se realiza un análisis para estados de servicio de cargas de diseño y extraordinarias.
- IG-GA-TC: “Análisis y verificación estructural – Puente Internacional Gral. Artigas. Evaluación tramo sector C través de elementos finitos”. Preparó: Dr. Angel Ciarbonetti. Revisó: Dr. Laura Battaglia. Aprobó: Dr. Pablo Sánchez. Julio de 2017. Resumen: En este informe se presenta un análisis realizado a través de elementos finitos para el tramo tipo Sector C del puente internacional General Artigas perteneciente al complejo CARU. En este informe se realiza un análisis para estados de servicio de cargas de diseño y extraordinarias.
- IG-SM-TA: “Análisis y verificación estructural – Puente Internacional Lib. Gral. San Martin. Evaluación Sector A a través de un modelo de elementos finitos”. Preparó: Dr. Angel Ciarbonetti, Sofia Missan. Revisó: Dr. Laura Battaglia. Aprobó: Dr. Pablo Sánchez. Julio de 2017. Resumen: En este informe se presenta un análisis realizado a través de elementos finitos para el tramo tipo Sector A del puente internacional Libertador General San Martin perteneciente al complejo CARU. En este informe se realiza un análisis para estados de servicio de cargas de diseño y extraordinarias.
- IG-SM-TB: “Análisis y verificación estructural – Puente Internacional Lib. Gral. San Martin. Evaluación Sector B a través de un modelo de elementos finitos”. Preparó: Dr. Angel Ciarbonetti, Sofia Missan. Revisó: Dr. Laura Battaglia. Aprobó: Dr. Pablo Sánchez. Julio de 2017. Resumen: En este informe se presenta un análisis realizado a través de elementos finitos para el tramo tipo Sector B del puente internacional Libertador General San Martin perteneciente al complejo CARU. En este informe se realiza un análisis para estados de servicio de cargas de diseño y extraordinarias.
- IG-SM-TC: “Análisis y verificación estructural – Puente Internacional Lib. Gral. San Martin. Evaluación Sector C a través de un modelo de elementos finitos”. Preparó: Dr. Angel Ciarbonetti. Revisó: Dr. Laura Battaglia. Aprobó: Dr. Pablo Sánchez. Julio de 2017. Resumen: En este informe se presenta un análisis realizado a través de elementos finitos para el tramo tipo Sector C del puente internacional Libertador General San Martin perteneciente al complejo CARU. En este informe se realiza un análisis para estados de servicio de cargas de diseño y extraordinarias.

8.4.- Patentes, desarrollos y certificados de aptitud técnica en el período.

8.5.- Libros o capítulos publicados en el período.

8.6.- Revista o boletín en el período.

8.7.- Comunicaciones a Congresos y Reuniones Científicas en el período (indicar título y autores)

- “Simulación numérica de agitación con level set aplicado a un caso de estudio”. Zamora E.A., Cruchaga M.A., Storti M.A., Battaglia L., XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp. 1577–1590.
- “Modelo termo-mecánico para reducir el riesgo a fisuración del hormigón en masa a edades tempranas”. Croppi J.I, Sánchez P.J., Battaglia L., XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp. 2031. Resumen y exposición.
- “Integración numérica en ecuaciones integrales de superficie con núcleos débilmente singulares. Transformación de coordenadas ASINH”. D’Elía J., Sarraf S.S., López E.J., Battaglia L., Ríos Rodríguez G.A., XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp. 843–854.
- “Validación numérica de un método de elementos de borde para flujo de Stokes oscilatorio alrededor de cuerpos rígidos”. Sarraf S.S., López E.J., Battaglia L., Ríos Rodríguez G.A., D’Elía J., XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp. 1037–1047.
- “Simulación Numérica de Procesos Electroosmóticos y Electroforeticos Mediante una Plataforma Modular Basada en el Metodo de Volúmenes Finitos”. Kler, P., Márquez Damián S, XXIII Congreso

- sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp. 1599.
- “Simulación de la Dispersión Transversal en Dispositivos de Microfluidica Basados en Papel”. Schaumburg F., Kler P.A., Berli, C.L., XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp. 1609.
 - “Incremento de la eficiencia de los análisis de flujo lateral a través de campos eléctricos”. Schaumburg F., Kler P.A., and Berli C.L., XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp.1607.
 - “Parallel implementation of a geometrical reconstruction interface algorithm over OpenFOAM^(R)”. S. Márquez Damián, C.I. Pairetti, N.M. Nigro, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp 493-493.
 - “Optimización de tanques de separación de agua libre mediante CFD”. G. Mognol, M. Ravicule, D.E. Ramajo, N.M. Nigro, S. Márquez Damián, J.M. Giménez, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp 163-174.
 - “Open-FOAM^(R) developments around fuel injection in internal combustion engines”. N.M. Nigro, H.J. Aguerre, S. Márquez Damián, C.I. Pairetti, J.M. Giménez, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV.
 - “On the error analysis for geometrical volume of fluid methods”. C.I. Pairetti, S. Márquez Damián, N.M. Nigro, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp 1101-1101.
 - “Modelo Numérico de Contacto con Fricción Aplicado a un Ensayo de Tribología para Compuestos de Goma”. S. Montaña, F. Cavalieri, A. Cardona, P. Zitelli, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. Contribución en formato poster.
 - “Un Algoritmo de Contacto con Fricción para la Simulación Dinámica no Suave de Sistemas Multi-Cuerpos”. Cavalieri F., A. Cardona, O. Brúls, J. Gálvez, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. En Mecánica Computacional Vol. XXXV, pp. 1197-1197.
 - “Determinación del laminado óptimo de álabes de turbinas eólicas mediante redes neuronales y algoritmos genéticos”. Volpe N., Zeitler F., Albanesi A., Roman N., XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. Contribución en formato poster que obtuvo el 2^{do} puesto en concurso respectivo.
 - “Optimización Multiobjetivo de la Eficiencia Energética de Edificios Basada en Metamodelos”. Bre F., Roman N., Fachinotti, V. (resumen), XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. Mecánica Computacional Vol. XXXV.
 - “Optimización del Material Laminado Compuesto en Álabes de Turbinas Eólicas Mediante Algoritmos Genéticos y Redes Neuronales”. Albanesi A., Roman N., Bre F., Fachinotti V. (resumen), XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. Mecánica Computacional Vol. XXXV.
 - “Diseño y Optimización Mediante CFD de Deflectores para una Turbina Savonius”. Storti B., Peralta I., Dorella J., Roman N., Albanesi A, Garelli L., XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. Mecánica Computacional Vol. XXXV.
 - “Diseño de metamateriales térmicos considerando fabricabilidad”. I. Peralta, V. Fachinotti, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. Mecánica Computacional Vol. XXXV.
 - “Modelado Multiescala de Materiales: Análisis de condiciones de borde en micro-estructuras con poros y/o inclusiones que alcanzan la frontera del RVE”. S. Toro, F.F. Rocha, P.J. Sánchez, P.J. Blanco, A.E. Huespe, R.A. Feijóo, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones

- ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. Mecánica Computacional Vol. XXXV.
- “Resolución de Flujos Incompresibles Turbulentos Mediante Técnicas de Multiescala”. N.M. Nigro, J.M. Giménez, P. Becker, P.J. Sánchez, Alfredo E. Huespe, Mario A. Storti, Sergio R. Idelsohn, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. Mecánica Computacional Vol. XXXV.
 - “Modelo de Campo de Fase en Sólidos Elasto-Plásticos con Fragilización por Difusión de Hidrógeno”. A.A. Ciarbonetti, F. Duda, A.E. Huespe, XXIII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2017, La Plata, Pcia. de Buenos Aires, Argentina, 7 al 10 de noviembre de 2017. Mecánica Computacional Vol. XXXV.
 - “Modelado numérico de un micro-reactor fotocatalítico de flujo Hele-Shaw”. Bernal G. I., Satuf M. L., Berli C.L., Kler P.A, IV Congreso de Microfluídica Argentina, pp.99–100.
 - “Modelado y simulación de la formación de patrones de precipitación auto-organizados en microsistemas porosos”. Kler P.A., Berli, C.L., IV Congreso de Microfluídica Argentina, pp.35–36.
 - “Incremento de la eficiencia de los análisis de flujo lateral a través de campos eléctricos”. Schaumburg F., Kler P. A., Berli C. L, IV Congreso de Microfluídica Argentina, pp.43–44.
 - “Una rederivación del tensor de tensiones para el flujo reptante oscilatorio tridimensional”. Sarraf S., López E.J., Ríos Rodríguez G.A., Battaglia L. D’Elía J., VI MACI 2017 (Sexto Congreso de Matemática Aplicada, Computacional e Industrial), Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina, 2 al 5 de mayo de 2017.
 - “Condiciones de simetría para modelos de elementos finitos de grandes estructuras”. S. Missan, Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos (JIT 2017), 24 y 25 de agosto 2017, Reconquista, Santa Fe, Argentina. Directores: P.J. Sánchez y A. Ciarbonetti.
 - “A spatial revolute joint model with clearance in mechanical system dynamics”. Cavalieri F., Cardona A, Brüls O., Gálvez J., Multibody Dynamics 2017, ECCOMAS Thematic Conference, June 19-22, 2017. Praga, Czech Republic.

9.-REGISTROS Y PATENTES

9.1.- Registros de Propiedad Intelectual

9.2.- Registros de Propiedad Industrial

III - ACTIVIDADES EN DOCENCIA

Consignar todas las actividades de grado y posgrado llevadas a cabo por los integrantes del Grupo o Centro UTN que contribuyan a la formación de recursos humanos, cursos de grado y posgrado, cursos de actualización a docentes, transferencia a las cátedras del producido por las tareas de investigación y Desarrollo e integración del alumnado a través de becas, pasantías, jornadas y seminarios.

Carrera Grado	Nivel	Asignatura	Docente
Ingeniería en Sistemas de Información	3	Matemática Superior	Pablo A. Kler
Ing. Civil	5	Método de elementos finitos aplicado al análisis estructural.	P.J. Sánchez, L. Battaglia.
Ing. Mecánica	5	Teoría y aplicaciones del método de elementos finitos.	P.J. Sánchez, L. Battaglia.
Ing. Civil	4	Geotécnia.	M.E. Pardini, P.J. Sánchez.
Ing. Civil	4	Hidráulica General y Aplicada	L. Battaglia.
Ing. Civil	3	Resistencia de Materiales.	N. Román.
Ing. Civil	4	Elasticidad y Plasticidad.	N. Román.
Ing. Civil	5	Análisis Estructural II.	V. Sonzogni, G. Balbastro, A. Ciarbonetti, S. Toro.
Ing. Civil	5	Cimentaciones.	P.J. Sánchez.
Ing. Mecánica	3	Cálculo Avanzado	F. Cavalieri, S. Márquez Damián.
Ing. Mecánica	3	Termodinámica	I. Peralta.
Ing. Rec. Hídricos (UNL)		Mecánica de Suelos y Fundaciones	M.E. Pardini
Ing. Rec. Hídricos (UNL)		Obras Hidráulicas (parcial)	M.E. Pardini
Ing. Rec. Hídricos (UNL)		Geotécnia Ambiental Ingeniería Ambiental	M.E. Pardini

Carrera Postgrado	Asignatura	Docente
Doctorado en Ingeniería FICH-UNL.	Cálculo científico con computadoras paralelas.	V. Sonzogni.
Doctorado en Ingeniería FICH-UNL.	Modelos constitutivos para materiales disipativos*.	P.J. Sánchez (docente colaborador)
Doctorado en Ingeniería FICH-UNL.	Métodos Numéricos en Fenómenos de Transporte.	S. Márquez Damián (docente colaborador)

* No se dicta todos los años

IV - VINCULACIÓN CON EL MEDIO SOCIO PRODUCTIVO

10. TRANSFERENCIA AL MEDIO SOCIO PRODUCTIVO

10.1.- Contrato de Transferencia de Tecnología. Breve descripción del compromiso asumido. Partes intervinientes, Duración y Resultados obtenidos, en caso que los hubiera.

10.2.- Contrato de Investigación y Desarrollo. Breve descripción del compromiso asumido. Partes intervinientes, Duración y Resultados obtenidos, en caso que los hubiera.

10.3.- Contrato de Transferencia de Conocimientos. Breve descripción del compromiso asumido. Partes intervinientes, Duración y Resultados obtenidos, en caso que los hubiera.-

10.4.- Contrato de Asistencia Técnica o Consultoría. Breve descripción del compromiso asumido. Partes intervinientes, Duración y Resultados obtenidos, en caso que los hubiera.

CO 096 – Contrato de Servicio de Consultoría entre la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) y la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional, firmado el 13 de mayo de 2016. “Estudio de la circulación de cargas especiales y redacción de nuevos reglamentos para el uso de cargas extraordinarias en los puentes General Artigas y Libertador General San Martín, ambos sobre el río Uruguay y bajo la administración de la CARU. En este marco, se realizaron las tareas mencionadas a continuación.

- Construcción de modelos tridimensionales de elementos finitos para cálculo de solicitaciones en viaducto sobre el Río Uruguay “Puente General San Martín”. El trabajo consistió en la simulación numérica de la respuesta estructural estática de diferentes tramos del puente. A partir de estos modelos se determinan tensiones y deformaciones en elementos estructurales de acuerdo a diversos escenarios de cargas, como ser: peso propio, muchedumbre compacta reglamentaria, cargas ordinarias y cargas extraordinarias (paso de maquinaria o equipamiento especial no contemplado en el reglamento de servicio vigente del puente). Determinación de solicitaciones por Flexión y Corte y correspondiente verificación estructural en Hormigón Armado pasivo según Normas Cirsoc-205. Trabajo realizado por pedido y en colaboración con el Cecovi UTN-FRSF, como parte de las tareas para la confección de los nuevos reglamentos y protocolos para el paso de cargas extraordinarias sobre dicha estructura. Ente que solicitó el servicio: Comisión Administradora Río Uruguay (CARU). Período: Marzo 2017-hasta la fecha.
- Construcción de modelos tridimensionales de elementos finitos para cálculo de solicitaciones en viaducto sobre el Río Uruguay “Puente General Artigas”. El trabajo consistió en la simulación numérica de la respuesta estructural estática de diferentes tramos del puente. A partir de estos modelos se determinan tensiones y deformaciones en elementos estructurales de acuerdo a diversos escenarios de cargas, como ser: peso propio, muchedumbre compacta reglamentaria, cargas ordinarias y cargas extraordinarias (paso de maquinaria o equipamiento especial no contemplado en el reglamento de servicio vigente del puente). Determinación de solicitaciones por Flexión y Corte y correspondiente verificación estructural en Hormigón Armado pasivo según Normas Cirsoc-205. Trabajo realizado por pedido y en colaboración con el Cecovi UTN-FRSF, como parte de las tareas para la confección de los nuevos reglamentos y protocolos para el paso de cargas extraordinarias sobre dicha estructura. Ente que solicitó el servicio: Comisión Administradora Río Uruguay (CARU). Período: Marzo 2017-hasta la fecha.

10.5.- Servicios Técnicos y/o Ensayos de Laboratorio. Breve descripción de las tareas realizadas

V - INFORME SOBRE RENDICIÓN GENERAL DE CUENTAS

11.- RESUMEN DE INGRESOS Y EGRESOS

Discriminar, en los formularios tipo que se acompañan, las fuentes de financiamiento y montos totales recibidos de la UTN, producidos propios y subsidios externos provenientes de fundaciones, Instituciones o por cualquier otro concepto.

Indicar los ingresos y egresos detallado por rubros (erogaciones corrientes y de capital) según fuente de financiamiento (UTN, ANPCyT, CONICET, producidos propios, otros)

CUENTA DE INGRESOS	PARCIAL	TOTAL
1. FUENTE DE FINANCIAMIENTO		\$ 1,272,789.73
1.1. CRÉDITO UTN - fondos GIMNI		\$ 765,042.62
1.1.1. Personal (incluir becas, docentes, contratos)	\$ 737,670.99	
1.1.2. Bienes de Consumo	\$ 1,372.63	
1.1.3. Servicios No Personales	\$ 0.00	
1.1.4. Bienes de Uso	\$ 11,599.00	
1.1.5. Transferencias - becas alumnos de grado - servicio	\$ 14,400.00	
2.1. OTROS PROYECTOS - RECURSOS ESPECÍFICOS POR SERVICIOS		\$ 47,800.00
2.1.1. Personal (otro no declarado antes)	\$ 40,000.00	
2.1.2. Bienes de Consumo		
2.1.3. Servicios No Personales		
2.1.4. Bienes de Uso		
2.1.5. Transferencias	\$ 7,800.00	
3.1.RECURSOS ESPECÍFICOS PID UTN ASUTIFE0003567TC (Dir.: P. Sánchez)		\$ 334,106.00
3.1.1. Personal - proporcional becas CONICET + beca inv utn	\$ 309,216.00	
3.1.2. Bienes de Consumo		
3.1.3. Servicios No Personales		
3.1.4. Bienes de Uso	\$ 24,890.00	
3.1.5. Transferencias		
3.1.RECURSOS ESPECÍFICOS PID UTN ECUTNFE0003526 (Dir.: L. Battaglia)		\$ 103,076.11
3.1.1. Personal - proporcional becas CONICET + beca inv utn	\$ 73,576.11	
3.1.2. Bienes de Consumo	\$ 300.00	
3.1.3. Servicios No Personales		
3.1.4. Bienes de Uso	\$ 29,200.00	
3.1.5. Transferencias		
3.1.RECURSOS ESPECÍFICOS PID UTN AMUTNFE0003527 (Dir.: F. Cavalieri)		\$ 22,765.00
3.1.1. Personal (beca inv UTN)		
3.1.2. Bienes de Consumo		
3.1.3. Servicios No Personales	\$ 11,570.00	
3.1.4. Bienes de Uso	\$ 11,195.00	
3.1.5. Transferencias		
3.1.RECURSOS ESPECÍFICOS PID UTN ASUTNFE0004475 (Dir.: P. Kler)		\$ 23,924.37
3.1.1. Personal (beca inv UTN)	\$ 14,400.00	
3.1.2. Bienes de Consumo	\$ 178.50	
3.1.3. Servicios No Personales	\$ 4,755.87	
3.1.4. Bienes de Uso	\$ 4,590.00	
3.1.5. Transferencias		
3.1.RECURSOS ESPECÍFICOS PID UTN		\$ 36,982.00
3.1.1. Personal (beca inv UTN)	\$ 14,400.00	
3.1.2. Bienes de Consumo		
3.1.3. Servicios No Personales	\$ 5,784.00	
3.1.4. Bienes de Uso	\$ 16,798.00	
3.1.5. Transferencias		

CUENTA DE EGRESOS	PARCIAL	TOTAL
1. EROGACIONES		\$ 1,272,789.73
1.1. CRÉDITO UTN		\$ 765,042.62
1.1.1. Personal (Incluir becas, docentes, contratos)	\$ 737,670.99	\$ 750,642.62
1.1.2. Bienes de Consumo	\$ 1,372.63	
1.1.3. Servicios No Personales	\$ 0.00	
1.1.4. Bienes de Uso	\$ 11,599.00	
1.2.1.4. Transferencias		\$ 14,400.00
1.1.5.1. Becas de investigación (detalle en cada proyecto)		
1.1.5.2. Becas de investigación (Graduados)		
1.1.5.3. Incentivos		
1.1.5.4. Otras: beca servicio (1 alumno, 2 módulos)	\$ 14,400.00	
1.2. RECURSOS ESPECÍFICOS - GIMNI (UTN)		\$ 47,800.00
1.2.1. Producidos Propios		\$ 47,800.00
1.2.1.1. Bienes de Consumo		
1.2.1.2. Servicios No Personales		
1.2.1.3. Bienes de Uso		
1.2.1.4. Transferencias		
1.2.1.4.1. Becas de investigación (Alumnos)	\$ 10,000.00	
1.2.1.4.2. Becas de investigación (Graduados)	\$ 30,000.00	
1.2.1.4.3. Incentivos		
1.2.1.4.4. Otras: saldo	\$ 7,800.00	
1.2.2. SUBSIDIO PID UTN ASUTIFE0003567TC (Dir.: P. Sánchez)		\$ 334,106.00
1.2.2.1. Bienes de Consumo		\$ 24,890.00
1.2.2.2. Servicios No Personales - pasajes y viáticos		
1.2.2.3. Bienes de Uso	\$ 24,890.00	
1.2.2.4. Transferencias		\$ 309,216.00
1.2.2.4.1. Becas de investigación (Alumnos)	\$ 14,400.00	
1.2.2.4.2. Becas de investigación (Graduados) propor. pos doc CONICET	\$ 294,816.00	
1.2.2.4.3. Incentivos		
1.2.2.4.4. Otras		
1.2.2. SUBSIDIO PID UTN ECUTNFE0003526 (Dir.: L. Battaglia)		\$ 103,076.11
1.2.2.1. Bienes de Consumo	\$ 300.00	\$ 29,500.00
1.2.2.2. Servicios No Personales		
1.2.2.3. Bienes de Uso	\$ 29,200.00	
1.2.2.4. Transferencias		\$ 73,576.11
1.2.2.4.1. Becas de investigación (Alumnos)	\$ 14,400.00	
1.2.2.4.2. Becas de investigación (Graduados) propor. Becario doct. CONICET	\$ 59,176.11	
1.2.2.4.3. Incentivos		
1.2.2.4.4. Otras		
1.2.2. SUBSIDIO PID UTN AMUTNFE0003527 (Dir.: F. Cavalieri)		\$ 22,765.00
1.2.2.1. Bienes de Consumo		\$ 22,765.00
1.2.2.2. Servicios No Personales	\$ 11,570.00	
1.2.2.3. Bienes de Uso	\$ 11,195.00	
1.2.2.4. Transferencias		
1.2.2.4.1. Becas de investigación (Alumnos)		
1.2.2.4.2. Becas de investigación (Graduados)		
1.2.2.4.3. Incentivos		
1.2.2.4.4. Otras		
1.2.2. SUBSIDIO PID UTN ASUTNFE0004475 (Dir.: P. Kler)		\$ 23,924.37
1.2.2.1. Bienes de Consumo	\$ 178.50	
1.2.2.2. Servicios No Personales	\$ 4,755.87	
1.2.2.3. Bienes de Uso	\$ 4,590.00	
1.2.2.4. Transferencias		\$ 14,400.00
1.2.2.4.1. Becas de investigación (Alumnos)	\$ 14,400.00	
1.2.2.4.2. Becas de investigación (Graduados)		
1.2.2.4.3. Incentivos		
1.2.2.4.4. Otras		
1.2.2. SUBSIDIO PID UTN ENUTNFE0004364 (Dir.: S. Márquez D.)		\$ 36,982.00
1.2.2.1. Bienes de Consumo		
1.2.2.2. Servicios No Personales	\$ 5,784.00	
1.2.2.3. Bienes de Uso	\$ 16,798.00	
1.2.2.4. Transferencias		\$ 14,400.00
1.2.2.4.1. Becas de investigación (Alumnos)	\$ 14,400.00	
1.2.2.4.2. Becas de investigación (Graduados)		
1.2.2.4.3. Incentivos		
1.2.2.4.4. Otras		

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Los Centros y Grupos UTN informarán sobre el programa de actividades a realizar en el año inmediato siguiente actualizando los temas de investigación y desarrollo así como la planificación anual.

Se prevé comenzar la ejecución de cuatro proyectos de investigación, los tres primeros incorporados al Programa de Incentivos:

- PID-UTN. Director: P. Sánchez.
- PID-UTN. Director: F. Cavalieri.
- PID-UTN. Directora: L. Battaglia.
- PID-UTN. Director: A. Ciarbonetti.

Continuará la ejecución de los proyectos:

- (ASUTNFE0004475) “Modelado y simulación de fenómenos de transporte en la micro y nanoescala con aplicaciones a productos y procesos biomédicos y biotecnológicos”. Director: Dr. P Kler.
- (ENUTNFE0004364) “Desarrollo y aplicación de herramienta de cálculo para flujos a fases separadas”. Director: Dr. S. Márquez Damián.

En cuanto a difusión y publicación de resultados, se espera participar en las siguientes reuniones y congresos:

- MECOM 2018: XII Congreso Argentino de Mecánica Computacional, Tucumán, 6 al 9 de noviembre de 2018.
- JIT 2018: Jornadas de Jóvenes Investigadores Tecnológicos 2018.
- WCCM 2018 – PANACM 2018: 13th World Congress in Computational Mechanics & 2nd Pan American Congress on Computational Mechanics. New York, 22 al 29 de julio de 2018.
- 1st Brazil-Argentina Microfluidic Congress, 18-20 julio de 2018. Rio de Janeiro.

En lo referente a difusión de resultados en el ámbito internacional, se espera lograr aportes originales en algunas de las revistas listadas a continuación:

- International Journal of Plasticity.
- Mechanics of Materials.
- International Journal for Numerical Methods in Engineering.
- International Journal for Numerical Methods in Fluids.
- International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics.
- Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering.
- Computational Mechanics.
- Computers and Structures.
- International Journal of Solids and Structures.
- Microfluidics and Nanofluidics.
- Analytical and Bioanalytical Chemistry.
- Electrophoresis.
- Applied Mathematical Modelling.
- Mechanism and Machine Theory.
- Journal of Computational Physics.
- Computers and Fluids.
- Computer Physics Communications.

Continuarán las actividades de docencia en las siguientes cátedras de grado:

- Método de elementos finitos aplicado al análisis estructural.
- Teoría y aplicaciones del método de elementos finitos.
- Análisis Estructural II.
- Geotécnia.
- Resistencia de Materiales.
- Cálculo Avanzado.
- Matemática Superior.
- Cimentaciones.

- Elasticidad y Plasticidad.
- Hidráulica General y Aplicada.

Se prevé la participación de integrantes del GIMNI en el dictado de cursos de posgrado y dirección de Trabajos Finales Integradores en la Especialización en Patologías y Terapéuticas de la Construcción en la UTN-FRSF, aprobada por Ord. 1393 del Consejo Superior Universitario y el dictado del curso de posgrado Microfluídica: fundamentos y aplicaciones en la FBCB-UNL.

Se prevé la participación de integrantes del GIMNI como orientadores de trabajos finales de Carrera de Ingeniería Civil, Mecánica y Sistemas.

Se espera continuar con las interacciones y colaboraciones con grupos de investigación nacionales e internacionales.