

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 2016

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 2016, 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 (dictado de cursos 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

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, los materiales 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 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 catorce 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 10 tesis finales de carrera tanto de Ingeniería Civil como Mecánica. Un total de 7 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 2016:

- Ejecución de tres proyectos de investigación PID-UTN.
- Formación de tres alumnos becarios pos-doctorales de Conicet: Dr. Diego Turello. Dr. Sebastián Toro y Dr. Ángel Ciarbonetti.
- Formación de dos becarios doctorales de Conicet: Ing. Nadia Román e Ing. Ignacio Peralta.
- Formación de 3 investigadores de Conicet en la categoría de Asistentes: Dr. Federico Cavalieri, Dr. Pablo Kler y Dr. Santiago Márquez Damián.
- Formación de 4 alumnos/becarios de grado, uno de ellos está finalizando su proyecto final de carrera de Ing. Civil en el ámbito del GIMNI (José I. Croppi).
- El alumno José Croppi obtuvo una Mención por mejor presentación en el trabajo expuesto en las JIT-2016, 03-04 de Noviembre de 2016, UTN-FRSF. Director: P.J. Sánchez.
- La alumna Sofía Missan obtuvo una Mención por mejor poster en JIT-2016, Área: Tecnología Educativa y Enseñanza en Ingeniería, 03-04 de Noviembre de 2016, UTN-FRSF. Directores: P.J. Sánchez y L. Battaglia.
- El alumno José Croppi obtuvo el Primer Puesto en el Concurso de Posters en el Congreso ENIEF-2016, 08-11 de Noviembre de 2016, Córdoba, Argentina. Director: P.J. Sánchez.
- Finalización del Proyecto Final de Carrera de Ing. Civil, "Herramienta para el diseño y verificación de pórticos planos de acero según los reglamentos CIRSOC 300". Estudiante: Nadia D. Román, UTN FRSF. Egresada 29 de marzo de 2016. Directora: L. Battaglia.
- En abril de 2016, la Ing. Civil Nadia Román inició su Doctorado en Ingeniería, Mención Mecánica Computacional UNL-FICH, en el CIMEC, con subsidio de beca Doctoral de Conicet.
- Colaboración en la orientación de dos grupos de alumnos de la carrera de Ing. Civil para su participación en el 15° CONCURSO NACIONAL DE MODELOS ESTRUCTURALES - Premio ING. CIVIL HUGO CHEVEZ, organizado por la Asociación de Ingenieros Estructurales de la República Argentina, en el cual resultaron ganadores del 3° premio Juan Ignacio Serra y Agustina Ruiz, alumnos de UTN-FRSF.

- Durante el 2016 se completaron las tareas de transferencia relacionadas con el modelado de estructuras de muelles para el proyecto de remodelación del Puerto Deseado, provincia de Santa Cruz, Argentina.

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 | Sánchez, Pablo | III | C | Profesor Adjunto | Exclusiva | 20 |
| 2 | Sonzogni, Victorio | I | | Profesor Invitado | | 5 |
| 3 | Battaglia, Laura | IV | D | Profesora Adjunta | 2 ded. simples | 10 |
| 4 | Cavalieri, Federico | V | D | Profesor Adjunto | Simple | 10 |
| 5 | Balbastro, Gustavo | III | C | Profesor Titular Profesor Adjunto | Exclusiva FRP Simple FRSF | 5 |
| 6 | Pardini, María Elisabet | V | D | Profesor Titular | Simple | 5 |
| 7 | Kler, Pablo | V | C | Profesor Adjunto | Simple | 5 |
| 8 | Márquez Damián, Santiago | V | D | JTP | Simple | 5 |
| 9 | Toro, Sebastian | | G | | | 10 |
| 10 | Turello, Diego | | G | | | 10 |
| 11 | Ciarbonetti, Ángel | - | D | JTP | Simple | 5 |
| 12 | Román, Nadia D. | - | G | 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: P. Sánchez. Co-director: A. Huespe. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Dr. Diego Turello, becario pos-doctoral de Conicet (2010-2015). 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 Román, ayudante de 1ra., ded. simple en UTN FRSF, becaria doctoral en CIMEC. Director: Dr. V. Fachinotti. Co-Directora: Dr. L. Battaglia. Participa 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.
- Sofia M. Missan Dalmaso, becaria de servicio UTN-FRSF. Horas asignadas a servicio en GIMNI: 8hs/semana.
- Pablo Modini, becario de investigación UTN-FRSF. Director: F. Cavalieri. Proyecto PID UTN 3527. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.
- Gabriel Gerlero, becario de investigación UTN-FRSF. Director: P. Kler. Proyecto PID UTN 3526. Horas asignadas a investigación en el GIMNI: 10 hs/semana.

- José I. Croppi, becario de investigación UTN-FRSF. Director: P.J. Sánchez. Proyecto PID UTN 3567. 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 Román | 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 |

2.1.4.2. Becarios graduados.

| Nombre | Fuente de Financiamiento | Inicio | Director | Horas Asignadas |
|-------------------|--------------------------|------------|--|-----------------|
| Nadia Román | 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 |
| Sebastián 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 |

2.1.4.3. Becarios alumnos.

| Nombre | Fuente de Financiamiento | Inicio | Director | Horas Asignadas |
|-------------------------|--------------------------|----------|---------------------------|-----------------|
| Gabriel Gerlero | SCYT - UTN | 01/04/15 | P. Kler | 10 |
| Pablo Modini | SCYT - UTN | 01/04/15 | F. Cavalieri | 10 |
| José I. Croppi | SCYT - UTN | 01/04/15 | P. Sánchez | 10 |
| SofíaM. Missan Dalmasso | Servicio UTN-FRSF | 01/04/16 | P. Sánchez – L. Battaglia | 8 |

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.

Se han realizado compras de equipamiento durante 2013, que incluyen mobiliario (armario, escritorios y sillas) y dos computadoras de cálculo con procesador INTEL i7 con 16Gb de memoria RAM y discos rígidos de 1Tb, complementadas con monitores LED de 23” full-HD, más una impresora Samsung Sx-3405w Laser Multifuncion Wifi. Durante 2014 se adquirieron 5 equipos de UPS para computadoras individuales, y se realizó la compra de dos equipos de cálculo con procesador INTEL i7, 16Gb de memoria RAM y disco rígido de 1Tb, con monitor LED de 23” full-HD.

En 2016 se adquirieron dos nuevos equipos de escritorio equivalentes a los incorporados en 2014, así como también tres notebooks con capacidad de cálculo, un portable 2 en 1 y un proyector con pantalla.

Por otra parte, en virtud de un acuerdo para utilización de laboratorios con la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas de la UNL, se utilizan las instalaciones del aula FICH-CIMNE que incluyen dos computadoras y software para análisis por elementos finitos.

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 2016 se adquirieron dos nuevos equipos de escritorio equivalentes a los incorporados en 2014, así como también tres notebooks con capacidad de cálculo, un portable 2 en 1 y un proyector con pantalla.

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 10).
- Documentos de tesis doctorales, desarrolladas por integrantes o exintegrantes del GIMNI (total 7).
- 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 investigadores y recursos humanos calificados en el modelado computacional de sólidos en múltiples escalas, acorde con la tendencia mundial en la temática.
- Fortalecer la colaboración científica con grupos nacionales e internacionales de excelencia abocados a temáticas afines (CIMEC-UNL-CONICET Santa Fe, LNCC-Brasil, UPC-Barcelona, UFRJ-Brasil).
- 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 (saltos en el campo de desplazamiento) en cualquier escala analizada, para capturar bandas de corte, fisuras, delaminación, etc.
- Desarrollar una formulación multiescala que preserve la objetividad de 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 a nivel de la meso-escala (como por ejemplo el hormigón). Evaluar la integridad macro-estructural con el modelo propuesto.
- Evaluar la performance de la metodología multiescala propuesta mediante una comparativa con 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 una micro estructura esencialmente heterogénea, 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 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 macroscópicas, 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 equilibrio (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.).

No obstante, 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.

Dada la complejidad del problema propuesto, se utilizarán técnicas numéricas basadas en el método de elementos finitos para analizar ambas escalas de aproximación y su interacción.

5.3.1. Logros obtenidos.

Durante el año 2016 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.

Se continuaron los desarrollos y aplicaciones de un modelo multiescala para simular falla material por propagación de fisuras cohesivas. El modelo propuesto posee sustento variacional riguroso y elimina una limitación muy importante inherente a las técnicas multiescalas convencionales para modelar falla material, basadas en el concepto de EVR, esto es la falta de objetividad de la respuesta homogeneizada respecto al tamaño de EVR. El modelo brinda la respuesta constitutiva pre-crítica (en términos de tensiones vs. deformaciones) y post-crítica (en términos de tracciones vs. apertura de fisura). También brinda un criterio general para nucleación de fisuras en la macro-escala basado en el análisis de las propiedades espectrales del tensor de localización homogeneizado. Los siguientes trabajos publicados en 2016 corresponden a esta línea:

- Multiscale formulation for material failure accounting for cohesive cracks at the macro and micro scales. *International Journal of Plasticity*, 2016.
- Cohesive surface model for fracture based on a two-scale formulation: computational implementation aspects. *Computational Mechanics*, 2016.

Se aplicaron técnicas de modelado multiescala no sólo para analizar el comportamiento de materiales con microestructura conocida sino para diseñar microestructuras cuyas propiedades homogeneizadas sean especificadas a priori. En este sentido se trabajó en el problema de camuflaje acústico, es decir en el diseño de capas de materiales de recubrimiento para ocultar objetos ante la emisión de ondas acústicas. El siguiente trabajo publicado en 2016 corresponde a esta línea:

- Diseño de materiales para camuflaje acústico usando derivada topológica. Resumen. ENIEF 2016.

En lo referente al problema de transferencia y generación de calor en estructuras masivas de hormigón se ha propuesto un modelo teórico-numérico termo-químico-mecánico, planteado hasta el momento sólo a nivel de la macro-escala. Este modelo permite resolver varios problemas que se dan en el seno del hormigón a edades tempranas (fraguado) en forma secuencial: el problema térmico transitorio con liberación de calor por la reacción del cemento, la evolución del grado de hidratación del hormigón en el tiempo, el envejecimiento del material, la evolución de las propiedades mecánicas y el estado de tensiones

asociado considerando comportamientos no lineales de daño y visco-elasticidad. En esta línea de trabajo el alumno/becario José Croppi ha presentado sus avances en diversas reuniones científicas obteniendo reconocimiento académico en varias de ellas, a saber:

- Modelo de análisis térmico de estructuras de hormigón a edades tempranas, CyTAL 2016.
- Modelo termo-mecánico para el análisis de estructuras de hormigón a edades tempranas. JIT 2016. Mención por mejor presentación.
- Modelo numérico para el análisis termo-mecánico del hormigón a temprana edad. ENIEF 2016. Este trabajo obtuvo el 1° Puesto en Concurso de Poster.

Además José Croppi está desarrollando su tesis final de carrera de Ing. Civil en esta temática específica. La extensión para resolver este problema complejo vía técnicas multiescalas también se ha empezado a estudiar en el ámbito del proyecto. Así, una primera contribución se ha presentado en un Congreso Nacional reciente, la cual estuvo direccionada al análisis de cuestiones termodinámicas de fondo en la transferencia de información entre las escalas macro y micro involucradas:

- Formulación multiescala aplicada a problemas de transferencia y generación de calor. Resumen. ENIEF 2016.

Otro tema estudiado en el proyecto ha sido el acoplamiento, vía técnicas multiescalas, entre modelos mecánicos de diferente orden cinemático: macro-escala formulada con teoría de gradientes y micro-escala basada en teoría de primer orden convencional. El siguiente trabajo publicado en 2016 corresponde a esta línea:

- The Method of Multiscale Virtual Power for the derivation of a second order mechanical model. Mechanics of Materials, 2016.

Todos estos desarrollos previos han posibilitado generalizar nuestro entendimiento básico sobre los fundamentos conceptuales de las metodologías multiescalas modernas basadas en EVR y obtener así contribuciones orientadas a expandir los campos de aplicaciones de tales procedimientos, como por ejemplo:

- Variational Foundations and Generalized Unified Theory of RVE-based Multiscale Models. Archives of Computational Methods in Engineering, 2016.
- The Method of Multiscale Virtual Power: A Variational Recipe for the Derivation of RVE-based Multiscale Models. Plenary lecture in EUROMECH Colloquim 584, Porto, Portugal.
- Recent Advances on Multiscale Modelling: The method of Multiscale Virtual Power and Applications. Conferencia Plenaria en ENIEF 2016, Córdoba, Argentina.

Finalmente se mencionan a continuación algunos logros, en términos de contribuciones, obtenidos por alumnos recién iniciados en tareas de investigación y aplicaciones de metodologías numéricas (Sofía Missan, Nicolás Prida, Agustina Ruiz, Juan Serra) que participan activamente del proyecto:

- Ejemplos de prueba para programas de elementos finitos, JIT-2016.
- Ensayos experimentales y validación numérica sobre modelos estructurales a escala de puentes de madera balsa, JIT-2016.

5.3.2. Dificultades encontradas.

No se registraron dificultades durante el período informado (2016).

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.

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 relación al primer objetivo específico, se realizaron actividades en el marco de la estrategia level set aplicada a la agitación en tanques cerrados, particularmente en cuanto a la validación del método numérico con resultados experimentales. En el marco de estas tareas se realizan colaboraciones permanentes con Dra. Cruchaga, profesora de la Universidad de Santiago de Chile. Se espera que los resultados sean publicados en revistas y congresos de la especialidad. Sin embargo, no ha sido posible contar con un becario trabajando en la temática, motivo por el cual se ha demorado la obtención de los resultados previstos. Actualmente, se encuentra en elaboración un artículo para su publicación en una revista

internacional, mientras que algunos resultados fueron expuestos en el XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF2016, realizado en la Ciudad de Córdoba, en noviembre de 2016:

- S. Márquez Damián, C. I. Pairetti y N. M. Nigro, “Implementation of a geometrical reconstruction interphase algorithm over OpenFOAM(R)”;
- L. Battaglia, M.A. Cruchaga, M. A. Storti y J. D’Elía, “Resolución de casos de agitación 3D mediante una metodología de captura de interfase”.

El segundo objetivo específico se desarrolla gracias a la incorporación del Dr. P. Kler al Grupo, y consiste en desarrollo de algoritmos de la Mecánica de Fluidos Computacional a las simulaciones de isoelectroenfoque. El isoelectroenfoque (IEF de su sigla en inglés) es una técnica bioanalítica aplicada a diferentes campos de aplicación como salud, alimentos y control ambiental, entre otros, cuyo uso ha aumentado notablemente los últimos años. El trabajo consistió en el desarrollo y validación de una herramienta de asistencia para IEF, que incluye una interfaz de usuario amigable para permitir al usuario experimental de IEF la predicción de los principales parámetros para el estudio de proteínas particulares. Esta línea de trabajo, en el cual participó el becario de grado Gabriel Gerlero, se presentó el trabajo de P. Kler et al. titulado “Modelo Analítico para el diseño de ensayos basados en flujo lateral” en la Tercera Reunión de Microfluídica Argentina, realizada en Tucumán los días 2 y 3 de octubre de 2016. Además, se presentaron los siguientes trabajos:

- G. Gerlero, “Arquitectura de módulos multiplataforma para software de simulación de electroforesis” en JIT2016.
- P. Kler y S. Márquez Damián, “Simulación numérica de procesos electroosmóticos y electroforéticos mediante una plataforma modular basada en el Método de Volúmenes Finitos”, en ENIEF 2016.
- S. Márquez Damián, J. M. Giménez, M. S. Pauletti, P. Morín and N. M. Nigro, “High-precision curvature calculations on unstructured grids by the height functions technique”, en ENIEF 2016.

5.3.2. Dificultades encontradas.

5.1. Tipo de Proyecto.

PID UTN sin incorporación al programa de Incentivos

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 las interfases 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 interfases 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 las interfases 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 interfase 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-Nettingsmeier.

5.3.1. Logros obtenidos.

Durante la primera mitad del año del proyecto, se ha capacitado a un becario de grado en la teoría y en la utilización del Método de los Elementos Finitos aplicado al análisis estructural. Para ello, se estudiaron distintos softwares para conocer las plataformas de desarrollo donde se implementan las formulaciones. En este sentido, el becario se capacitó en la utilización del software de elementos finitos: 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, malla, condiciones de borde y iii) ParaView para la visualización de los resultados.

En relación a los objetivos específicos, durante la segunda mitad del primer año se propuso un método de homogeneización para el estudio de la presión media de contacto entre dos cuerpos tridimensionales con interfaces de contacto rugosas a través del Método de los Elementos Finitos. La formulación propuesta fue implementada en el código de elementos finitos OOfelie y la visualización de los resultados fue realizada en el programa Paraview. Los resultados obtenidos fueron publicados en las jornadas de Jóvenes Investigadores Tecnológicos, realizada en la ciudad de Venado Tuerto, Santa Fe en 2015 con el título “Estudio del Contacto entre dos Cuerpos con Superficies Rugosas a través del Método de Elementos Finitos”.

En la primera mitad del segundo año de ejecución del proyecto, con la ley desarrollada previamente se resolvió un ejemplo de aplicación industrial. Específicamente, se analizaron las presiones de contacto que se producen entre una válvula de motor de combustión interna y su asiento. Los resultados obtenidos serán publicados en el XXII Congreso Sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, con el título “Modelo de contacto multiescala aplicado a componentes mecánicos con superficies de contacto rugosas”. ENIEF2016, ciudad de Córdoba, Córdoba (2016). Paralelamente, se publicó un trabajo en una revista internacional indexada relacionado con el desgaste mediante técnicas de macro-escala "Determination of wear in internal combustion engine valves using the finite element method and experimental tests", Mechanism and Machine Theory, vol. 104 (2016), pp. 81-99.

A partir de los análisis experimentales de las superficies de contacto que se muestran en el trabajo "Determination of wear in internal combustion engine valves using the finite element method and experimental tests", se observó que los efectos plasticidad juegan un rol sustancial en la determinación de las presiones de contacto y por ende, en la predicción que se pueda hacer del desgaste. Es por eso que en la segunda mitad del segundo año se trabajó en la incorporación de modelos elasto-plásticos al modelo micro-mecánico de elementos finitos previamente desarrollado.

Parte de estas tareas fueron desarrolladas por el becario Pablo Modini, quien presentó el trabajo “Modelo Multiescala de Contacto entre Superficies Rugosas y su Aplicación a un Componente Mecánico” en las JIT-2016.

5.3.2. Dificultades encontradas.

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 2016. XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones. 08 al 11 de Noviembre del 2016. Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba. Participantes: Pablo Kler, Laura Battaglia, Federico Cavalieri, Santiago Marquez Damián, Nadia Román, Pablo Sánchez, Sebastián Toro, Diego Turello, José I. Croppi. Trabajos presentados:
 - Modelo numérico para el análisis termo-mecánico del hormigón a temprana edad.
 - Elementos de vigas embebidos en sólidos con sección rectangular y deformaciones de corte para el modelado de pilotes a carga lateral.
 - Formulación multiescala aplicada a problemas de transferencia y generación de calor.
 - Diseño de materiales para camuflaje acústico usando derivada topológica.
 - Modelo de contacto multiescala aplicado a componentes mecánicos con superficies de contacto rugosas.

- Recent Advances on Multiscale Modelling: The method of Multiscale Virtual Power and Applications.
- Prototipado numérico de inmunoensayos de flujo lateral.
- Simulación numérica de procesos electroosmóticos y electroforéticos mediante una plataforma modular basada en el método de volúmenes finitos.
- Resolución de casos de agitación 3D mediante una metodología de captura de interfase.
- Consideraciones sobre el dictado de una asignatura de elementos finitos en carreras de ingeniería.
- Un método de elementos de borde para flujo de Stokes oscilatorio a bajas frecuencias alrededor de un cuerpo rígido: validación numérica adicional.
- Herramienta numérica para el diseño y verificación de pórticos planos de acero según el reglamento CIRSOC 301.
- Diseño de materiales para camuflaje acústico usando derivada topológica.
- Modelo de contacto multiescala aplicado a componentes mecánicos con superficies de contacto rugosas.
- Recent Advances on Multiscale Modelling: The method of Multiscale Virtual Power and Applications.
- High-precision curvature calculations on unstructured grids by the height functions technique.
- Implementation of a geometrical reconstruction interphase algorithm over OpenFOAM(R).
- Applying the Volume of Fluid technique on atomization simulations.
- Validación computacional de analogías de flujo alrededor de una pila y en una confluencia.
- Numerical investigation of bond overtopping under storage tank failure events.
- Conservativeness of the Eulerian Two-fluid model.
- Fourier stability analysis applied to Navier-Stokes segregated algorithms.
- Modelo Numérico de una Junta de Revolución Tridimensional con Juego en Sistemas Dinámicos Multicuerpos.
- 7mas Jornadas de Ciencia y Tecnología (CyTAL 2016), 12-14 de Octubre de 2016, Villa María Córdoba, Argentina. Participante, autor y expositor: José Croppi. Trabajo presentado:
 - Modelo de análisis térmico de estructuras de hormigón a edades tempranas.
- Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos (JIT 2016), 03-04 de Noviembre de 2016, Santa Fe, Argentina. Participantes, autores y expositores: José Croppi, Sofía Missan, Gabriel Gerlero, Agustina Ruiz, Nicolás Prida, Juan Ignacio Serra, Pablo Modini. Trabajos presentados:
 - Modelo termo-mecánico para el análisis de estructuras de hormigón a edades tempranas.
 - Ejemplos de prueba para programas de elementos finitos.
 - Arquitectura de módulos multiplataforma para software de simulación de electroforesis.
 - Ensayos experimentales y validación numérica sobre modelos estructurales de madera balsa.
 - Modelo Multiescala de Contacto entre Superficies Rugosas y su Aplicación a un Componente Mecánico.
- CAMSIG 2016, XXIII Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, 09-11 de Noviembre, 2016, Santa Fe, Argentina. Participantes: P.J. Sánchez, M.E. Pardini, D. Turello. Trabajo presentado:
 - Grupos de pilotes solicitados horizontalmente modelados mediante elementos de vigas embebidos".
- Tercera Reunión de Microfluídica Argentina, Congreso. Pablo Kler, asistente, expositor, coordinador de sesión. Trabajos presentados:
 - Modelo Analítico para el diseño de ensayos basados en flujo lateral.
 - Interfaces libres de volumen muerto para separaciones electroforéticas bidimensionales.

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

- P. Sánchez formó parte, como vocal, del Comité Organizador del XXIII Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (CAMSIG 2016), 09-11 de Noviembre de 2016, Santa Fe, Argentina. Además participó del Comité científico, como revisor/evaluador de trabajos, moderador de sesiones, jurado de concurso de posters y autor de trabajo presentado.
- M. Pardini formó parte, como presidente, del Comité Organizador del XXIII Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (CAMSIG 2016), 09-11 de Noviembre de 2016, Santa Fe, Argentina. Además participó del Comité científico, como revisora/evaluadora de trabajos y organizadora de un curso pos-Congreso.

- L. Battaglia fue co-organizadora de la sesión “Mecánica de Fluidos” e integrante del Comité Científico del XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2016, Córdoba, 8 al 11 de noviembre de 2016.
- P. Sánchez fue co-organizador de la sesión “Modelado Multiescala de Materiales”, en el XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2016, Córdoba, 8 al 11 de noviembre de 2016.
- F. Cavalieri fue co-organizador de la sesión “Modelado de Sistemas Multicuerpos” e integrante del Comité Científico del XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF 2016, Córdoba, 8 al 11 de noviembre de 2016.

7.- OTRAS ACTIVIDADES

7.1. Distinciones recibidas, institucionales y/o personales

- Premio AMCA 2016, Investigador Joven. Dr. Pablo Kler.
- En 2016, el Dr. Diego Turello aplicó y fue seleccionado para acceder a una Beca Pos-Doctoral, Comisión Fullbright, para realizar una estadía de investigación de 3 meses en la Universidad de Washington, bajo la supervisión del Dr. Pedro Arduino.
- En 2016, el Dr. Sebastián Toro aplicó y fue seleccionado para acceder a una Beca Pos-Doctoral, Comisión Fullbright, para realizar una estadía de investigación de 3 meses en la Universidad de Texas, bajo la supervisión del Dr. Amine Benzerga.

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”. Fakultá Univerzity Karlovy v Praze (Rep. Checa). Director: Dr. Pablo A. Kler.
- Visita de investigación del profesor F. Duda de la Universidad Federal de Río de Janeiro, en el marco del Proyecto de Cooperación Bilateral CONICET-FAPERJ 2013. “Phase-field models of fracture in inelastic solids: theoretical formulation, computational analysis and applications to the modelling of hydrogen-assisted cracking”. Organizador de la visita: Dr. Pablo Sánchez.
- Visita de investigación del Dr. Sebastián Giusti UTN-FRC (investigador Asistente Conicet). Última semana de diciembre de 2016. Tema de trabajo: modelado multiescala de materiales, aplicaciones a diseño de micro-estructura. Organizador de la visita: Dr. Pablo Sánchez.
- Visita de investigación del Dr. Diego Fernandino (becario pos-doctoral de Conicet) del Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA), Mar del Plata, en el contexto del proyecto PIP 2013-2105 “Desarrollo e Implementación Computacional de Formulaciones Multiescalas para Materiales Heterogéneos: Aplicaciones al Modelado de Falla Material y Diseño de Micro-Estructura”. Organizador de la visita: Dr. Pablo Sánchez.
- 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 2016, con participación de Pablo Kler:
 - “La Simulación Computacional en la Alta Competencia”, 22/09/2016. Predio UNL–ATE, Santa Fe, Argentina.
 - “Las Cosas y la Temperatura“, 22/09/2016. Predio UNL–ATE, Santa Fe, Argentina.
- Pablo Kler, Laura Battaglia, Federico Cavalieri, Santiago Marquez Damián y Pablo Sánchez, participaron como integrantes de revisores del Comité Científico, evaluadores de trabajos, asistentes, expositores, moderadores de sesión, coordinadores de sesión y jurado de premios en ENIEF 2016, XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, 08 al 11 de Noviembre del 2016, Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Córdoba.

- P. Sánchez, P. Kler, y L. Battaglia participaron como evaluadores de trabajos para las Jornadas de Jóvenes Investigadores Tecnológicos - JIT 2016, Facultad Regional Santa Fe - UTN, 3 y 4 de noviembre de 2016. Actas en edición.
- Ángel Carbonetti dictó un curso de introducción al uso de programas de elementos finitos para alumnos de 5º año de Ing. Civil y una charla informativa en el marco de la Cátedra Ing. Civil II.
- Pablo Sánchez realizó una estadía de Investigación en el Laboratorio Nacional de Computación Científica (LNCC), Petrópolis, Río de Janeiro, Brasil. Período: 03 de Abril - 15 de Abril, 2016 (trabajo en conjunto con el Prof. Raúl Feijóo, el Prof. Pablo Blanco y el Prof. E.A. de Souza Neto).
- Pablo Sánchez realizó una estadía de Investigación en el Laboratorio Nacional de Computación Científica (LNCC), Petrópolis, Río de Janeiro, Brasil. Período: 01 de Agosto - 13 de Agosto, 2016 (trabajo en conjunto con el Prof. Raúl Feijóo, el Prof. Pablo Blanco y el Prof. E.A. de Souza Neto).
- Pablo Sánchez y Sebastián Toro realizaron una estadía de Investigación en la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ), Brasil. Período: 04 de Diciembre - 10 de Diciembre, 2016 (trabajo en conjunto con el Prof. Fernando Duda).
- Durante el año 2016, 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 2016, 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 2016, P.J. Sánchez formó parte del Consejo Asesor de la Secretaría de Ciencia y Técnica, UTN-FRSF.
- Durante el año 2016, 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 2016, P.J. Sánchez formó parte del Directorio del Cecovi, como representante del Consejo de Ciencia y Técnica.
- Durante 2016, 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 2016, P. Sánchez y L. Battaglia formaron parte del Consejo Directivo del CIMEC (Centro de Investigaciones de Métodos Computacionales).
- Durante 2016, S. Marquez Damián formó parte del Comité de Ética y Seguridad del Centro Científico Tecnológico CONICET - Santa Fe (Representante de CIMEC),
- A continuación se mencionan actividades complementarias de investigación de los integrantes del GIMNI, llevadas a cabo durante 2016, 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. Se pretende calibrar los modelos numéricos desarrollados en el GIMNI mediante ensayos experimentales a ejecutarse en INTEMA.
 - 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, etc).

- Universidad de Wales, Swansea, Reino Unido. Se trabaja en cooperación con el Dr. E.A. de Souza Neto en temáticas totalmente 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)

- [1] Berli, C. L. and Kler, P. A. (2016). A quantitative model for lateral flow assays. *Microfluidics and Nanofluidics* 20(104), 104–113.
- [2] Huhn, C. and Kler, P. A. (2016). Fundamental aspects of electromigrative separation techniques. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 408, 8621–8622.
- [3] Sydes, D., Kler, P. A., Hermans, M., and Huhn, C. (2016). Zero-dead-volume interfaces for two dimensional electrophoretic separations. *Electrophoresis* 37(22), 3020–3024.
- [4] Sydes, D., Kler, P. A., Meyer, H., Zipfl, P., Lutz, D., and Huhn, C. (2016). On-chip intermediate LED-IF-based detection for the control of electromigration in multichannel networks. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 408, 8713–8725.
- [5] Cruchaga, M.A.; Battaglia, L.; Storti, M.; D'Elía, J.: "Numerical Modeling and Experimental Validation of Free Surface Flow Problems", *Archives of Computational Methods in Engineering*, Print ISSN 1134-3060, Online ISSN 1886-1784, Marzo de 2016, 23(1), pp 139-169, doi: 10.1007/s11831-014-9138-4.
- [6] D. Turello, F. Pinto, P.J. Sánchez. Embedded beam element with interaction surface for lateral loading of piles. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, vol. 40, pág. 568-582, 2016. DOI: 10.1002/nag.2416. ISSN: 1096-9853.
- [7] D. Turello, F. Pinto, P.J. Sánchez. 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*, 2016, in press. ISSN: 1096-9853.
- [8] P.J. Blanco, P.J. Sánchez, E.A. de Souza Neto, R.A. Feijóo. Variational Foundations and Generalized Unified Theory of RVE-based Multiscale Models. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 23, 191-253, 2016.
- [9] S. Toro, P.J. Sánchez, P.J. Blanco, E. de Souza Neto, A.E. Huespe, R.A. Feijóo. Multiscale formulation for material failure accounting for cohesive cracks at the macro and micro scales. *International Journal of Plasticity*, 76, 75-110, 2016.
- [10] P.J. Blanco, P.J. Sánchez, E.A. de Souza Neto, R.A. Feijóo. The Method of Multiscale Virtual Power for the derivation of a second order mechanical model. *Mechanics of Materials*, 99, 53-67, 2016.
- [11] S. Toro, P.J. Sánchez, J.M. Podestá, P.J. Blanco, A.E. Huespe, R.A. Feijóo, Cohesive surface model for fracture based on a two-scale formulation: computational implementation aspects. *Computational Mechanics*, 58, 549-585, 2016.
- [12] J.M. Giménez, D.E. Ramajo, S. Márquez Damián, and N.M. Nigro. An assessment of the potential of PFEM-2 for solving long real time industrial applications. *Computational Particle Mechanics*, accepted for publication, 2016.
- [13] S. Márquez Damián, N.M. Nigro, and G.C. Buscaglia. A central scheme for advecting scalars by velocity fields obtained from finite volume incompressible solvers and application to a mixture multiphase model. *Applied Mathematical Modelling*, 40(15-16):6934–6955, 2016.
- [14] C.M. Venier, S. Márquez Damián, and N.M. Nigro. Numerical aspects of Eulerian gas-particles flow formulations. *Computers and Fluids*, 133:151–169, 2016.
- [15] F.J. Cavalieri, F. Zenklusen, A.Cardona. Determination of wear in internal combustion engine valves using the finite element method and experimental tests. *Mechanism and Machine Theory*, 104,81-99, 2016.

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)

- INFORME GIMNI: “Análisis estructural de los Sitios 3 y 4 – Puerto Deseado”. Autores: Maximiliano Pressiani, L. Battaglia, P. Sánchez. Resumen: En este informe se describen las hipótesis básicas, sobre las cuales se han construido los modelos numéricos para algunas de las estructuras de muelles del Puerto Deseado, y se discuten las principales conclusiones.

- INFORME GIMNI: “Propuesta estructural para el Sector VI del Sitio 3 de Puerto Deseado”. Autores: P. Sánchez, L. Battaglia. Resumen: En este informe se realiza una estimación de dimensiones para la solución estructural del sector a demoler correspondiente al Sector VI del Sitio 3 de Puerto Deseado. Se detallan hipótesis básicas sobre las cuales se realizó la propuesta estructural y se resumen los volúmenes de hormigón armado con los cuales puede hacerse un cómputo global para el sector.

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

8.5.- Libros o capítulos publicados en el período.

- Carbonetti, Ángel. “Aplicaciones Numéricas a la Mecánica de Fractura Determinista”, ISBN: 978-3-8416-8225-3. Editorial Publicia, 2016.

8.6.- Revista o boletín en el período.

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

- [1] Kler, P. and Berli, C. (2016). Prototipado numérico de inmunoensayos de flujo lateral. XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones ENIEF-2016. In: Mecánica Computacional. Vol. XXXIV.
- [2] Kler, P. and Marquez Damian, S. (2016). Simulación numérica de procesos electroosmóticos y electroforéticos mediante una plataforma modular basada en el método de volúmenes finitos. In: Mecánica Computacional. Vol. XXXIV.
- [3] Kler, P. A. and Berli, C. L. A. (2016). Model-based design of lateral flow biosensors. In: 20th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences MicroTas16, pp.1581–1582.
- [4] Kler, P. A., Pujato, N., Marcipar, I., and Berli, C. L. A. (2016). Modelo Analítico para el diseño de ensayos basados en flujo lateral. In: Tercera Reunión de Microfluídica Argentina, pp.71–72.
- [5] Kler, P. A., Sydes, D., Hermans, M., and C., H. (2016). Interfaces libres de volumen muerto para separaciones electroforéticas bidimensionales. In: Tercera Reunión de Microfluídica Argentina, pp.65–66.
- [6] Sydes, D., Kler, P. A., Meyer, H., and Huhn, C. (2016). Interfaces and on-chip detection for two-dimensional coupling of isoelectric focusing with capillary electrophoresis–mass spectrometry. In: 31st International Symposium on Chromatography (ISC2016).
- [7] Melzer, T., Rath, P., Kler, P. A., and Huhn, C. (2016). Preconcentration and separation of all proteinogenic amino acids by hyphenation of isotachopheresis and capillary electrophoresis mass spectrometry. In: 31st International Symposium on Chromatography (ISC2016).
- [8] Battaglia, L., Cruchaga, M.A., Storti, M.A., D'Elía, J., Resolución de casos de agitación 3D mediante una metodología de captura de interfase, ENIEF-2016, Córdoba, Argentina, noviembre de 2016. En Mecánica Computacional Vol. XXXIV, p. 3205. Resumen.
- [9] Battaglia, L., Cavalieri, F.J., Sánchez, P.J., Consideraciones sobre el dictado de una asignatura de elementos finitos en carreras de ingeniería, ENIEF-2016, Córdoba, Argentina, noviembre de 2016. En Mecánica Computacional Vol. XXXIV, pp. 1567-1581.
- [10] Sarraf, S.S., López, E.J., Ríos Rodríguez, G.A, Battaglia, L., D'Elía, J., Un método de elementos de borde para flujo de Stokes oscilatorio a bajas frecuencias alrededor de un cuerpo rígido: validación numérica adicional, ENIEF-2016, Córdoba, Argentina, noviembre de 2016. En Mecánica Computacional Vol. XXXIV, p.2265.

- [11] Roman, N., Herramienta numérica para el diseño y verificación de pórticos planos de acero según el reglamento CIRSOC 301, ENIEF-2016, Córdoba, Argentina, noviembre de 2016. En *Mecánica Computacional Vol. XXXIV*, 1617-1632.
- [12] Croppi, J.I. Tutores: Sánchez, P.J., Battaglia, L. Modelo de análisis térmico de estructuras de hormigón a edades tempranas, 7mas. Jornadas de Ciencia y Tecnología CyTAL 2016, Facultad Regional Villa María - UTN, Villa María, Córdoba, Argentina, 12 al 14 de octubre de 2016. En *actas*, ISBN 978-987-1896-61-5.
- [13] Croppi, J.I. Tutores: Sánchez, P.J., Battaglia, L. Modelo termo-mecánico para el análisis de estructuras de hormigón a edades tempranas. Jornada de Jóvenes Investigadores Tecnológicos - JIT 2016, Santa Fe Capital, UTN-FRSF, 03-04 de Noviembre de 2016. Mención por mejor presentación.
- [14] Croppi, J.I. Tutores: Sánchez, P.J., Battaglia, L. Modelo numérico para el análisis termo-mecánico del hormigón a temprana edad (Resumen y Poster). Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones - ENIEF 2016, Córdoba, 08 al 11 de Noviembre de 2016. Este trabajo obtuvo el 1° Puesto en Concurso de Poster.
- [15] D. Turello, F. Pinto, P.J. Sánchez. Elementos de vigas embebidos en sólidos con sección rectangular y deformaciones de corte para el modelado de pilotes a carga lateral. ENIEF 2016, XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, 08-11 de Noviembre, 2016, Córdoba, Argentina. *Mecánica Computacional (volumen XXXIV)*. Ed: S. Giusti, M. Pucheta, M. Storti. ISSN 1666-6070, pag. 2495-2509.
- [16] D. Turello, F. Pinto, P.J. Sánchez. Grupos de pilotes solicitados horizontalmente modelados mediante elementos de vigas embebidos". CAMSIG 2016, XXIII Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, 09-11 de Noviembre, 2016, Santa Fe, Argentina.
- [17] S. Toro, P.J. Sánchez, F.P. Duda, S.M. Giusti, A.E. Huespe. Formulación multiescala aplicada a problemas de transferencia y generación de calor. Resumen. ENIEF 2016, XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, 08-11 de Noviembre, 2016, Córdoba, Argentina. *Mecánica Computacional (volumen XXXIV)*. ISSN 1666-6070, pag. 2963-2963.
- [18] C. Méndez, A.E. Huespe, J.M. Podestá, P.J. Sánchez, X. Oliver. Diseño de materiales para camuflaje acústico usando derivada topológica. Resumen. ENIEF 2016, XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, 08-11 de Noviembre, 2016, Córdoba, Argentina. *Mecánica Computacional (volumen XXXIV)*. ISSN 1666-6070, pag. 481-481.
- [19] P. Modini, P.J. Sánchez, A. Cardona, F. Cavalieri. Modelo de contacto multiescala aplicado a componentes mecánicos con superficies de contacto rugosas. ENIEF 2016, XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, 08-11 de Noviembre, 2016, Córdoba, Argentina. *Mecánica Computacional (volumen XXXIV)*. ISSN 1666-6070, pag. 2767-2780.
- [20] E.A. de Souza Neto, P.J. Blanco, R.A. Feijóo, P.J. Sánchez, S. Toro, A.E. Huespe. The Method of Multiscale Virtual Power: A Variational Recipe for the Derivation of RVE-based Multiscale Models. Plenary lecture in EUROMECH Colloquim 584 (Multi-uncertainty and multi-scale methods and related applications), 14-16 September, 2016, Porto, Portugal.
- [21] E.A. de Souza Neto, P.J. Blanco, R.A. Feijóo, P.J. Sánchez, S. Toro, A.E. Huespe. Recent Advances on Multiscale Modelling: The method of Multiscale Virtual Power and Applications. Conferencia Plenaria en ENIEF 2016, XXII Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, 08-11 de Noviembre, 2016, Córdoba, Argentina.
- [22] S. Márquez Damián, J.M. Giménez, S. Pauletti, Morín P., and N.M. Nigro. High-precision curvature calculations on unstructured grids by the height functions technique. In *Mecánica Computacional Vol XXXIV*, 2016.
- [23] S. Márquez Damián, C.I. Pairetti, and N.M. Nigro. Implementation of a geometrical reconstruction interphase algorithm over OpenFOAM(R). In *Mecánica Computacional Vol XXXIV*, 2016.
- [24] C.I. Pairetti, S. Márquez Damián, J.M. Giménez, and N.M. Nigro. Applying the Volume of Fluid technique on atomization simulations. In *Mecánica Computacional Vol XXXIV*, 2016.
- [25] C. Pozzi Piacenza, I.M. Ragessi, García C.M., Márquez Damián, and H. Herrero. Validación computacional de analogías de flujo alrededor de una pila y en una confluencia. In *Mecánica Computacional Vol XXXIV*, pages 3605–3617, 2016.
- [26] D.E. Ramajo, S. Corzo, J.M. Giménez, S. Márquez Damián, and N.M. Nigro. Numerical investigation of bond overtopping under storage tank failure events. In *Mecánica Computacional Vol XXXIV*, 2016.
- [27] C.M. Venier, S. Márquez Damián, and N.M. Nigro. Conservativeness of the Eulerian Two-fluid model. In *Mecánica Computacional Vol XXXIV*, 2016.

- [28] C.M. Venier, C.I. Pairetti, S. Márquez Damián, and N.M. Nigro. Fourier stability analysis applied to Navier-Stokes segregated algorithms. In Mecánica Computacional Vol XXXIV, 2016.
- [29] Missan Dalmasso, S. Tutores: Sánchez, P.J., Battaglia, L. Ejemplos de prueba para programas de elementos finitos. JIT 2016, Santa Fe Capital, UTN-FRSF, 03-04 de Noviembre de 2016. Mención por mejor poster.
- [30] Gerlero, G. Tutor: Kler, Pablo. Arquitectura de módulos multiplataforma para software de simulación de electroforesis. JIT 2016, Santa Fe Capital, UTN-FRSF, 03-04 de Noviembre de 2016.
- [31] Prida, N; Ruiz, A.; Serra, J.I. Tutores: Ciarbonetti, Á., Román, N.D. Ensayos experimentales y validación numérica sobre modelos estructurales de madera balsa. JIT 2016, Santa Fe Capital, UTN-FRSF, 03-04 de Noviembre de 2016.
- [32] Modini, P. Tutor: Cavalieri, F. Modelo Multiescala de Contacto entre Superficies Rugosas y su Aplicación a un Componente Mecánico. JIT 2016, Santa Fe Capital, UTN-FRSF, 03-04 de Noviembre de 2016.
- [33] Cavalieri, F., Pucheta, M., Cardona, A., “Modelo Numérico de una Junta de Revolución Tridimensional con Juego en Sistemas Dinámicos Multicuerpos, ENIEF-2016, Córdoba, Argentina, noviembre de 2016. En Mecánica Computacional, Vol XXXIV, pp 2715- 2728.

9.-REGISTROS Y PATENTES

9.1.- Registros de Propiedad Intelectual

- Huhn, C., Zipfl, P., Kler, P. A., and Lutz, D. (2016). Vorrichtung Und Verfahren Zur Kontaktlosen Potentialemessung Bei Elektromigrativen Trenntechniken. DE 102014222421 A1.

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. 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 |
| Ing. Civil | 5 | Cimentaciones. | D. Turello, P.J. Sánchez. |
| Ing. Mecánica | 3 | Cálculo Avanzado | F. Cavalieri, S. Márquez Damián. |

| Carrera Postgrado | Asignatura | Docente |
|--|---|------------------------------------|
| Doctorado en Ingeniería (FICH-UNL) | Microfluídica: Fundamentos y aplicaciones | Pablo A. Kler |
| 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. | Elementos finitos | S. Toro (docente colaborador) |
| Especialización en Patologías y Terapéuticas de la Construcción. | Seminario Taller Integrador | L. Battaglia. |
| Doctorado en Ingeniería FICH-UNL. | Métodos Numéricos en Fenómenos de Transporte | S. Márquez Damián |

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.

- Cálculo/verificación de estructuras de muelles, proyecto de remodelación del Puerto Deseado, Santa Cruz, Argentina. Se han elaborado modelos de elementos finitos para evaluar la respuesta estructural de diferentes sitios que componen las estructuras de muelles del Puerto Deseado. A partir de estos modelos se determinan tensiones y deformaciones críticas en elementos estructurales de acuerdo a diversos escenarios de cargas, como ser: peso propio, acciones de amarres de los barcos de ultramar, acciones de los barcos sobre los escudos de protección, etc. Las tipologías estructurales a modelar son diversas, dado que la construcción del puerto se ha realizado en forma secuencial durante varias décadas. También se realiza un estudio sobre la incidencia de colocación de escudos en zonas actualmente desprotegidas de los muelles. Esta tarea forma parte de un conjunto de actividades más abarcativas, en la que se vinculó además el CECOVI.

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.

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 | | \$ 1,175,550.38 |
| 1.1. CRÉDITO UTN - fondos GIMNI | | \$ 714,673.81 |
| 1.1.1. Personal (incluir becas, docentes, contratos) | \$ 639,825.61 | |
| 1.1.2. Bienes de Consumo | \$ 3,819.70 | |
| 1.1.3. Servicios No Personales | \$ 10,053.50 | |
| 1.1.4. Bienes de Uso | \$ 37,615.00 | |
| 1.1.5. Transferencias - becas alumnos de grado - servicio | \$ 23,360.00 | |
| 2.1. OTROS PROYECTOS - RECURSOS ESPECÍFICOS POR SERVICIOS | | \$ 27,840.00 |
| 2.1.1. Personal (otro no declarado antes) | \$ 23,385.60 | |
| 2.1.2. Bienes de Consumo | | |
| 2.1.3. Servicios No Personales | | |
| 2.1.4. Bienes de Uso | | |
| 2.1.5. Transferencias | \$ 4,454.40 | |
| 3.1.RECURSOS ESPECÍFICOS PID UTN ASUTIFE0003567TC (Dir.: P. Sánchez) | | \$ 361,727.19 |
| 3.1.1. Personal - proporcional becas CONICET + beca inv utn | \$ 309,000.00 | |
| 3.1.2. Bienes de Consumo | | |
| 3.1.3. Servicios No Personales | \$ 22,360.00 | |
| 3.1.4. Bienes de Uso | \$ 30,367.19 | |
| 3.1.5. Transferencias | | |
| 3.1.RECURSOS ESPECÍFICOS PID UTN ECUTNFE0003526 (Dir.: L. Battaglia) | | \$ 35,472.19 |
| 3.1.1. Personal (beca inv UTN) | \$ 19,800.00 | |
| 3.1.2. Bienes de Consumo | | |
| 3.1.3. Servicios No Personales | \$ 245.00 | |
| 3.1.4. Bienes de Uso | \$ 15,427.19 | |
| 3.1.5. Transferencias | | |
| 3.1.RECURSOS ESPECÍFICOS PID UTN AMUTNFE0003527 (Dir.: F. Cavalieri) | | \$ 35,837.19 |
| 3.1.1. Personal (beca inv UTN) | \$ 19,800.00 | |
| 3.1.2. Bienes de Consumo | | |
| 3.1.3. Servicios No Personales | \$ 610.00 | |
| 3.1.4. Bienes de Uso | \$ 15,427.19 | |
| 3.1.5. Transferencias | | |

| CUENTA DE EGRESOS | PARCIAL | TOTAL |
|---|----------------------|------------------------|
| 1. EROGACIONES | | \$ 1,175,550.38 |
| 1.1. CRÉDITO UTN | | \$ 714,673.81 |
| 1.1.1. Personal (incluir becas, docentes, contratos) | \$ 639,825.61 | \$ 691,313.81 |
| 1.1.2. Bienes de Consumo | \$ 3,819.70 | |
| 1.1.3. Servicios No Personales | \$ 10,053.50 | |
| 1.1.4. Bienes de Uso | \$ 37,615.00 | |
| 1.2.1.4. Transferencias | | \$ 23,360.00 |
| 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) | \$ 23,360.00 | |
| 1.2. RECURSOS ESPECÍFICOS - GIMNI (UTN) | | \$ 27,840.00 |
| 1.2.1. Producidos Propios | | \$ 27,840.00 |
| 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) | \$ 12,700.00 | |
| 1.2.1.4.2. Becas de investigación (Graduados) | \$ 10,685.60 | |
| 1.2.1.4.3. Incentivos | | |
| 1.2.1.4.4. Otras: propor. Fundacion | \$ 4,454.40 | |
| 1.2.2. SUBSIDIO PID UTN ASUTIFE0003567TC (Dir.: P. Sánchez) | | \$ 361,727.19 |
| 1.2.2.1. Bienes de Consumo | | |
| 1.2.2.2. Servicios No Personales - pasajes y viáticos | \$ 22,360.00 | |
| 1.2.2.3. Bienes de Uso | \$ 30,367.19 | |
| 1.2.2.4. Transferencias | | \$ 309,000.00 |
| 1.2.2.4.1. Becas de investigación (Alumnos) | \$ 19,800.00 | |
| 1.2.2.4.2. Becas de investigación (Graduados) propor. becas CONICET | \$ 289,200.00 | |
| 1.2.2.4.3. Incentivos | | |
| 1.2.2.4.4. Otras | | |
| 1.2.2. SUBSIDIO PID UTN ECUTNFE0003526 (Dir.: L. Battaglia) | | \$ 35,472.19 |
| 1.2.2.1. Bienes de Consumo | | |
| 1.2.2.2. Servicios No Personales | \$ 245.00 | |
| 1.2.2.3. Bienes de Uso | \$ 15,427.19 | |
| 1.2.2.4. Transferencias | | \$ 19,800.00 |
| 1.2.2.4.1. Becas de investigación (Alumnos) | \$ 19,800.00 | |
| 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 AMUTNFE0003527 (Dir.: F. Cavalieri) | | \$ 35,837.19 |
| 1.2.2.1. Bienes de Consumo | | |
| 1.2.2.2. Servicios No Personales | \$ 610.00 | |
| 1.2.2.3. Bienes de Uso | \$ 15,427.19 | |
| 1.2.2.4. Transferencias | | \$ 19,800.00 |
| 1.2.2.4.1. Becas de investigación (Alumnos) | \$ 19,800.00 | |
| 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 continuar con la ejecución de los tres proyectos vigentes, a saber:

- PID-UTN-3567: “Modelado de materiales heterogéneos mediante formulaciones multiescalas”.
- PID-UTN-3526: “Mecánica de fluidos computacional con aplicaciones en flujo con superficie libre”.
- PID-UTN-3527: “Estudio de desgaste en componentes mecánicos a través de técnicas de modelado multi-escala”.

Comenzará la ejecución de los proyectos:

- “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.
- Desarrollo y aplicación de herramienta de cálculo para flujos a fases separadas. Director: Dr. S. Marquez Damián.

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

- ENIEF-2017: Congreso sobre Métodos Numéricos y sus Aplicaciones, La Plata, Argentina, noviembre 2017.
- JIT 2017: Jornadas de Jóvenes Investigadores Tecnológicos 2017.

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.

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.

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

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