



**Universidad Tecnológica Nacional**  
**Rectorado**  
**Secretaría de Ciencia, Tecnología y**  
**Posgrado**

**SISTEMA DE INFORMACION DE CIENCIA Y**  
**TECNOLOGIA (SICyT)**

**FORMULARIO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

**Código del Proyecto: IPUTNCF0004962**

1. Unidad Científico-Tecnológica

- FR Neuquén - SECRETARIA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA - FRN
- FR Neuquén - Facultad Regional del Neuquen

## **2. Denominación del PID**

**SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE FLUJOS MULTIFÁSICOS DENSOS EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS**

## **3. Resumen Técnico del PID**

Este proyecto permite fortalecer las actividades llevadas a cabo en el área de la investigación aplicada, en particular aquella orientada a la simulación de flujos multifásicos densos originados en los procesos industriales de transporte y separación de fluidos. La mayor parte de las tecnologías usadas en procesos en las industrias químicas y mineras deben tratar con flujos multifásicos, como en el caso del flujo de lodos de perforación, del flujo con cavitación en una bomba, del transporte de fluidos con sedimentos en tuberías o canales abiertos, del flujo de petróleo mezclado con agua y gas desde una perforación, entre otros muchos ejemplos. En dinámica de fluidos el caso más simple de flujo multifásico es el bifásico, donde dos materiales con diferentes fases están presentes en el flujo. Incluso el más simple es el flujo bifásico formado por el mismo material con dos fases diferentes, como ocurre por ejemplo con el agua líquida (fase transportadora o carrier) mezclada con burbujas de vapor de agua (partícula transportada) en el caso de la bomba que cavita. Así en general el nombre flujo multifásico se refiere al movimiento de un fluido (líquido o gas) transportando otras fases que pueden ser gaseosas, líquidas o sólidas. Las posibilidades de flujos multifásicos son enormes, y la formulación de cada uno depende del régimen. Por régimen de flujo multifásico se entiende una categoría donde son posibles determinadas simplificaciones de la formulación matemática en función, por ejemplo, de las escalas de tiempo de respuesta de las transferencias entre fases, de las escalas de tamaño de las partículas transportadas, de la dilución o concentración de las partículas, entre otras muchas características. Por ejemplo en un flujo multifásico de partículas dispersas diluidas el efecto partícula-partícula no sería dominante en el intercambio de cantidad de movimiento ni de calor de las partículas y puede por tanto ser despreciado. En ese caso solo se toma en cuenta el efecto del fluido sobre las partículas, permitiendo simplificar la formulación del problema (one-way coupling). Pero si, por el contrario, el efecto partícula-partícula (two-, three- or four-way coupling) es dominante porque el número de partículas es alto, el flujo ahora requiere una formulación que lleve en cuenta las transferencias entre partículas, además de los efectos que las partículas ejercen sobre el medio continuo y este último sobre las partículas. Estos son ejemplos extremos de flujos multifásicos, caracterizados como regímenes diferentes para simplificar su modelación. Determinar el régimen de un flujo multifásico es importante porque ayuda a definir las ecuaciones que gobiernan el mismo. Quizá en un tiempo futuro será posible, con el advenimiento de mayores avances en las capacidades de cómputo, aplicar las leyes de conservación de cantidad de movimiento, masa y energía, para cada una de las fases intervinientes en el flujo, calculando las superficies de las interfases de cada una con precisión y así las transferencias entre las mismas. Esto permitirá conocer cada detalle del flujo multifásico. En el presente, sin embargo, esto no es posible fuera de casos muy simplificados. En consecuencia, para obtener la interacción del flujo con las partículas y entre partículas, es necesario usar modelos con algún nivel de simplificación que a la vez sean realísticos. Pueden ser modelos que consideren una de las fases como un continuo y a la otra como partículas ó grupos de partículas, de las cuales se calculan sus trayectorias, denominados modelos Eulerianos-Lagrangianos; ó modelos basados en dos fluidos considerando a las dos fases como medios continuos (modelo Euleriano-Euleriano). En ambos casos en esos modelos se aplican las leyes de conservación en forma simplificada en cada fase, calculando los intercambios de cantidad de movimiento, masa y energía entre las fases, a los efectos de resolver las características generales del flujo. El presente proyecto abordará el desarrollo de simulaciones de flujo multifásico usando técnicas computacionales a dos niveles: Simulación Numérica Directa (DNS) y uso de software apropiado para geometrías complejas aplicables a la simulación de flujo multifásico de interés tecnológico. Para ello se utilizarán modelos de turbulencia tipo LES (Large Eddy Simulation) y tipo RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes). Se estudiarán los patrones de flujo multifásico, en especial, aquellos consistentes de dos fases (flujos bifásicos) y se aplicarán en la resolución de patrones de flujo en cañerías y flujo en equipos de separación de fases como los separadores multifásicos por gravedad y los hidrociclones separadores de partículas. Los resultados obtenidos permitirán la elección de la estrategia de simulación más conveniente para cada caso particular, además de abrir la posibilidad de proponer mejoras tanto en los métodos de simulación como en el diseño de los equipos industriales.

#### 4. Programa

Ingeniería de Procesos y Productos (\*)

#### 5. Proyecto

Tipo de Proyecto: UTN (PID UTN) SIN INCORPORACION EN PROGRAMA INCENTIVOS

Tipo de Actividad: Investigación Aplicada

#### Campos de Aplicación:

Rubro	Descrip. Actividad	Otra (especificada)
ENERGIA (Producción)	Hidrocarburos	
INDUSTRIAL (Producción y tecnología)	Química, petroquímica y carboquímica	

#### Disciplinas Científicas:

Rubro	Disciplina Científica	Otras Disciplinas Científicas
INGENIERÍA MECANICA	Mecánica de fluidos	-
INGENIERÍA QUÍMICA	Proceso	-

#### Palabras Clave

Flujo multifásico - Flujo bifásico - Dinámica de fluidos - CFD - OPENFOAM - Simulación numérica

#### 6. Fechas de realización

Inicio	Fin	Duración	Fecha de Homologación
01/01/2018	31/12/2020	36 meses	21/12/2017

#### 7. Aprobación/ Acreditación / Homologación / Reconocimiento (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

##### 7.1 Aprobación / Acreditación / Reconocimiento (para ser completado por la FR cuando se posea N° Resolución)

N° de Resolución de aprobación de la FR:

##### 7.2 Homologación (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

Código SCTyP: IPUTNCF0004962

Disposición SCTyP: 439/2017

Código Ministerio:

#### 8. Estado (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

HOMOLOGADO

#### 9. Aavales (presentación obligatoria de aavales)

Aval-PID-CFD-Sapag-K.pdf, cv-8850167.pdf (Luis Sapag), CV\_Denis\_Bianchi.pdf, CV\_Denis\_Mercado.pdf, CV\_Ezequiel\_Krumrick.pdf, CV\_Ezequiel\_Lopez.pdf, CV\_Gustavo\_Laz.pdf, CV\_Juan\_Garrido.pdf, CV\_Nicolas\_Panijan.pdf, Res-CatIII-elopez.pdf

#### 10. Personal Científico Tecnológico que participa en el PID

Apellido y Nombre	Cargo	Hs/Sem	Fecha Alta	Fecha Baja	Otros Cargos
SAPAG, LUIS FELIPE	DIRECTOR	10	01/01/2018	31/12/2020	
LAZ CONTRERAS, GUSTAVO ALEJANDRO	TÉCNICO DE APOYO	5	01/01/2018	31/12/2020	-
KRUMRICK, EZEQUIEL ARTURO	INVESTIGADOR TESISISTA	12	01/01/2018	31/12/2020	-
MERCADO, DENIS	INVESTIGADOR DE APOYO	5	01/01/2018	31/12/2020	-
BIANCHI, DENIS	INVESTIGADOR ESTUDIANTE	6	01/01/2018	31/12/2020	-
GARRIDO BOSSEL, JUAN JOSE ENRIQUE	INVESTIGADOR DE APOYO	5	01/01/2018	31/12/2020	-
LÓPEZ, EZEQUIEL JOSÉ	CO-DIRECTOR	10	01/01/2018	31/12/2020	
QUIDEL CARRASCO, JAIRO AMIR	INVESTIGADOR ESTUDIANTE	5	01/01/2018	31/12/2020	-

#### 11. Datos de la investigación

Estado actual de concimiento del tema

Transporte multifásico en cañerías: El flujo simultáneo de gas y líquido es común en la industria química y petrolera, particularmente en líneas de transporte y equipos de proceso. Por esta razón, el estudio de las características y mecanismos del flujo bifásico y multifásico, ha generado gran interés, especialmente en la industria petrolera, donde la posibilidad de transportar en una sola tubería gas, crudo y agua desde el campo hasta la planta de procesamiento, se traduce en una disminución considerable de costos. Para el diseño de estas tuberías, se requiere estimar la caída de presión de la manera más precisa posible. El dimensionamiento de las líneas de transporte con flujo multifásico requiere de criterios adicionales o diferentes a los empleados para el diseño de líneas con flujo monofásico. A diferencia de las líneas con una sola fase, el sobredimensionamiento de una línea con flujo multifásico puede generar serios problemas. El aseguramiento del flujo, es parte fundamental para el transporte de fluidos multifásicos, y requiere de evaluaciones tanto del estado estacionario como de simulaciones dinámicas que permitan establecer posibles complicaciones que pudiesen surgir en el sistema, producto de perturbaciones que generen cambios en los regímenes de flujo a lo largo de dicho sistema (Danielson, 2012; Brennen, 2005; Krumrick, 2016).

Separador (por fuerza de gravedad): La separación por gravedad se utiliza ampliamente en la industria del gas, del petróleo, química y petroquímica en general, para separar las fases sólido-líquido-gas, siendo el caso más común la separación líquido-gas. El principio físico de funcionamiento se basa en la fuerza de gravedad, la cual actúa sobre las partículas transportadas por el fluido, produciéndose su separación en función de su densidad o diámetro. Dichos equipos pueden ser bifásicos, si sólo tienen que separar una fase gaseosa de una líquida, ó trifásicos, si deben separar además dos fases líquidas. Su configuración puede ser horizontal o vertical, dependiendo de los caudales de cada fase a procesar. Como componentes internos, los separadores suelen ser equipados con eliminadores de niebla, caja chicanas o coalescedores, que al favorecer la separación entre partículas, permiten tamaños de equipos más compactos. En los métodos clásicos de diseño, los separadores se calculan para proveer el espacio suficiente para la separación de las gotas de líquido en el gas y para proveer el suficiente tiempo de retención de las fases líquidas para lograr una separación satisfactoria tanto del gas disuelto como de las fases líquidas que están dispersas una en la otra. Se han sugerido algunas reglas heurísticas, que resultan en diseños muy conservativos, llevando al sobredimensionamiento de los separadores. En procedimientos más sistemáticos, se ha aplicado la teoría de sedimentación a las gotas para evaluar los requerimientos de separación gas-líquido y líquido-líquido, los tiempos de retención se asumen basados en experiencias, modelos a escala o datos de campo. Hay pocos estudios que proveen detalles microscópicos del proceso de separación, y los métodos de cálculo resultan en diseños excesivamente conservativos, debido principalmente a la falta de modelos matemáticos utilizables para estimar las velocidades de separación de las gotas (Pourahmadi Laleh, Svrcek and Monnery, 2011).

Hidrociclón separador: Los ciclones separadores son ampliamente usados en la industria del petróleo, de procesos químicos y minera, para separar o clasificar partículas transportadas por un fluido. Los hidrociclones son equipos de construcción simple, sin partes móviles. El principio físico de su funcionamiento se basa en la fuerza centrífuga originada por la rotación del flujo, la cual actúa sobre las partículas transportadas por el fluido, permitiendo su separación o clasificación en función de su densidad o diámetro (Bradley, 1965). Dentro de las características principales del flujo dentro de este tipo de dispositivos, puede decirse que la turbulencia es altamente anisotrópica, debido a la gran curvatura de las líneas de corriente, la gran intensidad de la rotación (swirl) del flujo y de las fuerzas de corte radiales generadas, la presencia de gradientes de presión adversos y de zonas de recirculación (Cortés and Gil, 2006).

#### Bibliografía:

Bradley D., (1965), The Hydrocyclone, Pergamon Press Ltd.

Brennen, E., (2005), Fundamentals of Multiphase Flows, Cambridge University Press, ISBN: 0521848040

Cortés C., Gil A., (2007), Modeling the gas and particle flow inside cyclone separators, Progress in Energy and Combustion Science 33, 409-452

Danielson, T. J. (2012), Transient Multiphase Flow: Past, Present and Future with Flow Assurance Perspective, Energy & Fuels 2012, 26, 4137-4144 © 2012 American Chemical Society

Krumrick, E. A., López, E. J., Camacho, A. G. (2016), Prediction of the flow regime in liquid-gas Flows through straight pipes using computational fluid dynamics, Mecánica Computacional, Vol. XXXIV Number 30, Fluid Mechanics (B), 2016.

Pourahmadi Laleh A., Svrcek W. Y. and Monnery W. D., (2011), Design and CFD Studies of Multiphase Separators - A Review, The Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. 9999, 2011, 1-14

#### Grado de Avance

El presente proyecto no es continuación de un PID anterior.

#### Objetivos de la investigación

##### Objetivo General

- Generar conocimiento sobre aspectos fundamentales de flujos multifásicos en procesos industriales.

##### Objetivos específicos

- Realizar simulaciones numéricas comparando diferentes modelos de interacción fluido-partículas y/o de naturaleza Euleriana-Euleriana.

- Simular numéricamente flujo multifásico en cañerías, situación muy común, sobre todo en la industria del petróleo.
- Simular numéricamente separadores bifásicos y trifásicos.
- Simular numéricamente hidrociclones, para clasificar o separar partículas en flujo multifásico denso.

### Descripción de la metodología

Para lograr los objetivos propuestos, se propone realizar simulaciones de flujos multifásicos en la industria de procesos, usando técnicas computacionales a dos niveles:

a) Usar simulación numérica directa (DNS) para el medio continuo y modelos para los efectos sobre las partículas, en geometrías simples y casos simplificados con números de Reynolds globales relativamente bajos; a fin de estudiar aspectos fundamentales de los flujos que serán analizados, como el flujo de barro (slurry flow) y testar modelos y propuestas de modificación de los mismos.

b) Usar software disponible apropiado para geometrías complejas aplicables a la simulación de flujo multifásico de interés tecnológico, desarrollando sólo lo necesario. Se propone realizar simulaciones computacionales de flujos multifásicos, en especial, aquellos consistentes de dos fases (flujos bifásicos). De conformidad con el régimen de flujo encontrado, se aplicarán los modelos Euleriano-Lagrangiano, Euleriano-Euleriano ó una combinación de ambos. Relativo a la modelación de la turbulencia, se utilizará principalmente el modelo LES, dado que el mismo presenta el mejor balance entre costo computacional y precisión con los recursos de hardware disponibles en la actualidad, cuando se busca resolver problemas de interés científico. En el caso de equipos industriales, es de uso común aplicar modelos tipo RANS, debido al menor costo de cálculo que los mismos representan, aunque los modelos más ampliamente empleados (tales como el k-epsilon o k-omega (Wilcox, 2006)) no entregan resultados satisfactorios cuando se los aplica a flujos en ciclones (Cortés and Gil, 2007).

Se utilizará el software abierto de distribución gratuita OpenFOAM (OpenCFD Ltd, 2004-2014). OpenFOAM emplea el Método de Volúmenes Finitos. Una característica que torna atractiva la elección de OpenFOAM es el nivel de desarrollo que posee y la cantidad de investigadores que trabajan con y sobre el mismo.

#### Bibliografía

Cortés C., Gil A., (2007), Modeling the gas and particle flow inside cyclone separators, Progress in Energy and Combustion Science 33, 409-452

OpenFOAM: Open Field Operation and Manipulation CFD Toolbox, (c)2004-2014 OpenCFD Ltd (ESI Group).  
HYPERLINK "<http://www.openfoam.com/>"<http://www.openfoam.com/>

Wilcox D. C., (2006), Turbulence Modeling for CFD 3rd Ed., , La Cañada CA, D C W Industries Inc.

## 12. Contribuciones del Proyecto

### Contribuciones al avance científico, tecnológico, transferencia al medio

El grado de avance y desarrollo alcanzado por la simulación numérica en flujos multifásicos, en comparación con otros campos de aplicación, lo posicionan como una tema joven, donde queda mucho aún por investigar. En este sentido, aunque ha dejado de ser una tecnología emergente, la variedad de problemas que pueden ser encarados con la simulación numérica, sumada a la complejidad de los flujos multifásicos reales, hacen que las posibilidades resulten inmensas.

En este contexto, este proyecto aportará datos de alta calidad científica, basados en simulaciones de pequeña y media escala, utilizando técnicas de modelación de la turbulencia reconocidas como DNS (Simulación Numérica Directa), LES (Large Eddy Simulation) y RANS (Reynolds Averaged Navier-Stokes). Los problemas encarados, representan una problemática actual y vigente en el campo de la explotación hidrocarburífera entre otras industrias.

Además, a partir de la articulación del grupo de trabajo propuesto, se fortalecerá tanto la perspectiva multidisciplinar en las estrategias de abordaje como el desarrollo regional de conocimiento y capacidad analítica, claves para el éxito de este tipo de proyectos. Así, se obtendrá información indispensable para implementar una metodología económica, de gran aceptación académica-comercial y amigable con el medio ambiente en un ámbito que demanda alternativas prácticas para la gestión sostenible de sus recursos.

Finalmente, alcanzar los objetivos propuestos para este proyecto coloca a los grupos que en él se articulan en una posición directa de transferencia tecnológica y aplicación a campo, ampliando tanto las estrategias de simulación numérica como las oportunidades de mejorar diseños existentes.

### Contribuciones a la formación de Recursos Humanos

Este proyecto reúne profesionales con amplia experiencia en simulación numérica utilizando software de código abierto como OpenFOAM®. Además, contará con profesionales y becarios que se formarán en esta disciplina.

A través de la articulación con diferentes grupos, este proyecto promoverá la generación de recursos humanos altamente calificados en el ámbito regional, de directa influencia sobre la problemática de flujos multifásicos de interés industrial. Esto resulta estratégico en la factibilidad de transferencia tecnológica e implementación de estrategias de simulación, teniendo en cuenta la especificidad y multidisciplinariedad como características intrínsecas de este tema.

Parte de los investigadores del proyecto se desempeñan como docentes de grado y postgrado, lo que potencia y multiplica las oportunidades de transferir estos conocimientos al ámbito académico.

Los becarios alumnos encontrarán en el proyecto la posibilidad de aplicar y ampliar los conocimientos adquiridos en la cátedra de Fenómenos de Transporte y afines, reforzando su comprensión de los problemas de flujo y logrando habilidades innovadoras para la industria de procesos regional, lo que incrementará sus aptitudes técnicas, ya sea que continúen su carrera profesional como investigadores ó las vuelquen a la industria.

Finalmente se prevé, durante la ejecución del proyecto, la realización de una tesis doctoral en el marco del Doctorado en Ingeniería de la Universidad Nacional del Comahue.

### 13. Cronograma de Actividades

Año	Actividad	Inicio	Duración	Fin
1	Formación de Equipo Interdisciplinario	01/01/2018	1 meses	31/01/2018
1	Formación en simulación numérica de flujo multifásico	01/02/2018	4 meses	31/05/2018
1	Revisión bibliográfica de flujos multifásicos	01/02/2018	5 meses	30/06/2018
1	División en áreas del equipo formado	01/02/2018	1 meses	28/02/2018
1	Simulación de flujo bifásico / multifásico en cañerías	01/03/2018	9 meses	30/11/2018
1	Asignar tareas a cada área formada	01/03/2018	1 meses	31/03/2018
1	Comparación y validación de los resultados obtenidos en las simulaciones con la bibliografía	01/06/2018	7 meses	31/12/2018
1	Conclusiones	01/11/2018	2 meses	31/12/2018
1	Preparación de trabajo para publicar	01/11/2018	2 meses	31/12/2018
2	Revisión bibliográfica de separadores por gravedad	01/01/2019	8 meses	31/08/2019
2	Replanteo de la división en áreas del equipo formado	01/02/2019	1 meses	28/02/2019
2	Preparación de trabajo para publicar	01/03/2019	9 meses	30/11/2019
2	Simulación de separación de flujo bifásico / multifásico por gravedad	01/03/2019	9 meses	30/11/2019
2	Asignar tareas a cada área formada	01/03/2019	1 meses	31/03/2019
2	Comparación y validación de los resultados obtenidos en las simulaciones con la bibliografía	01/07/2019	6 meses	31/12/2019
2	Conclusiones	01/11/2019	2 meses	31/12/2019
2	Participación en congreso	01/11/2019	1 meses	30/11/2019
3	Revisión bibliográfica de hidrociclones	01/01/2020	8 meses	31/08/2020
3	Replanteo de la división en áreas del equipo formado	01/02/2020	1 meses	29/02/2020
3	Simulación de separación de partículas en hidrociclones	01/03/2020	9 meses	30/11/2020
3	Asignar tareas a cada área formada	01/03/2020	1 meses	31/03/2020
3	Preparación de trabajo para publicar	01/03/2020	9 meses	30/11/2020
3	Comparación y validación de los resultados obtenidos en las simulaciones con la bibliografía	01/07/2020	6 meses	31/12/2020
3	Conclusiones	01/11/2020	2 meses	31/12/2020
3	Participación en congreso	01/11/2020	1 meses	30/11/2020

### 14. Conexión del grupo de Trabajo con otros grupos de investigación en los últimos cinco años

Grupo Vinc.	Apellido	Nombre	Cargo	Institución	Ciudad	Objetivos	Descripción
-	-	-	-	-	-	-	-

### 15. Presupuesto

**Total Estimado del Proyecto: \$ 1750818,00**

#### 15.1. Recursos Humanos - Inciso 1 e Inciso 5

##### Primer Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	4	\$ 39400,00	Facultad Regional
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-

9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
---	---	---------	---	---

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	1	\$ 168906,00
3.Director	1	\$ 168906,00
4.Investigador de apoyo	2	\$ 64220,00
5.Investigador Formado	0	\$ 0,00
6.Investigador Tesista	1	\$ 77064,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	1	\$ 32110,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Primer Año	\$ 39400,00	\$ 511206,00	\$ 550606,00

### Segundo Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento	
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	4	\$ 39400,00	-	-
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	1	\$ 168906,00
3.Director	1	\$ 168906,00
4.Investigador de apoyo	2	\$ 64220,00
5.Investigador Formado	0	\$ 0,00
6.Investigador Tesista	1	\$ 77064,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	1	\$ 32110,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Segundo Año	\$ 39400,00	\$ 511206,00	\$ 550606,00

### Tercer Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento	
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	4	\$ 39400,00	-	-
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	0	\$ 0,00	-	-
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0	\$ 0,00
2.CoDirector	1	\$ 168906,00
3.Director	1	\$ 168906,00
4.Investigador de apoyo	2	\$ 64220,00
5.Investigador Formado	0	\$ 0,00
6.Investigador Tesista	1	\$ 77064,00
7.Otras	0	\$ 0,00

8.Técnico de Apoyo	1	\$ 32110,00
--------------------	---	-------------

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Tercer Año	\$ 39400,00	\$ 511206,00	\$ 550606,00

TOTAL GENERAL	Inciso 5	Inciso 1	Total General
Todo el Proyecto	\$ 118200,00	\$ 1533618,00	\$ 1651818,00

### 15.2 Bienes de consumo - Inciso 2

Año del Proyecto	Financiación Anual	Solicitado a
1	\$ 4.000,00	UTN - SCTyP
2	\$ 4.000,00	UTN - SCTyP
3	\$ 4.000,00	UTN - SCTyP
Total en Bienes de Consumo		\$ 12.000,00

### 15.3 Servicios no personales - Inciso 3

Año	Descripción	Monto	Solicitado a
1	Pasajes y viáticos	\$ 12.000,00	UTN - SCTyP
1	Inscripción a Congresos	\$ 8.000,00	UTN - SCTyP
1	Presentación de Publicaciones	\$ 8.000,00	UTN - SCTyP
2	Pasajes y viáticos	\$ 13.000,00	UTN - SCTyP
2	Presentación de Publicaciones	\$ 8.000,00	UTN - SCTyP
2	Inscripción a Congresos	\$ 8.000,00	UTN - SCTyP
3	Pasajes y viáticos	\$ 13.000,00	UTN - SCTyP
3	Presentación de Publicaciones	\$ 8.000,00	UTN - SCTyP
3	Inscripción a Congresos	\$ 8.000,00	UTN - SCTyP
Total en Servicios no personales		\$ 86.000,00	

### 15.4 Equipos - Inciso 4.3 - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
1	Disponible	Nacional	Servidor	Intel Xeon E3 1220 V3	Rackeable 4U 32 GB RAM 2 Discos x 1TB	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Nacional	Rack para Servidores	20 U	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Nacional	PC de escritorio	HP Compaq D530 CMT Pentium 4	-	2,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Nacional	Escritorio	Con dos cajones	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Nacional	Sillas	Con ruedas	-	4,00	\$ 0,00	Facultad Regional
Total en Equipos							\$ 0,00	

### 15.5 Bibliografía de colección - Inciso 4.5 - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
1	Necesario	Importado	The Hydrocyclone, D. Bradley, 1965, ISBN 9781483155708	Formato Digital		1,00	\$ 1.000,00	UTN - SCTyP
Total en Bibliografía							\$ 1.000,00	

### 15.6 Software - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
1	Disponible	Software libre de código abierto	OpenFOAM (Open Field Operation and Manipulation)	OpenFOAM 2.4.0 y otras versiones	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Software libre de código	Scilab, software para análisis numérico, con un lenguaje de programación de alto nivel para	Scilab 6.0.0	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional

	abierto	cálculo					
Total en Software							\$ 0,00

### 16. Co-Financiamiento

Año	RR.HH.	Bienes de Consumo	Equipamiento	Servicios no personales	Bibliografía	Software	Total
1	\$550.606,00	\$4.000,00	\$0,00	\$28.000,00	\$1.000,00	\$0,00	\$583.606,00
2	\$550.606,00	\$4.000,00	\$0,00	\$29.000,00	\$0,00	\$0,00	\$583.606,00
3	\$550.606,00	\$4.000,00	\$0,00	\$29.000,00	\$0,00	\$0,00	\$583.606,00
Total del Proyecto	\$1.651.818,00	\$12.000,00	\$0,00	\$86.000,00	\$1.000,00	\$0,00	\$1.750.818,00

#### Financiamiento de la Universidad

Universidad Tecnológica Nacional - SCyT	\$ 99.000,00
Facultad Regional	\$ 1.145.100,00

#### Financiamiento de Terceros

Organismos públicos nacionales (CONICET, Agencia, INTI, CONEA, etc.)	\$ 0,00
Organismos / Empresas Internacionales / Extranjeros	\$ 0,00
Entidades privadas nacionales (Empresas, Fundaciones, etc.)	\$ 0,00
Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Ingeniería	\$ 506.718,00
<b>Total</b>	<b>\$ 1.750.818,00</b>

#### Avales de aprobación, Financiamiento y Otros

	Orden	Nombre de archivo	Tamaño
<a href="#">Descargar</a>	1	Aval-PID-CFD-Sapag-K.pdf	505672
<a href="#">Descargar</a>	2	Scan_218.jpg	1301981
<a href="#">Descargar</a>	3	Scan_2182.jpg	891019
<a href="#">Descargar</a>	4	Res-CatIII-elopez.pdf	706321
<a href="#">Descargar</a>	5	ZDISPOSICIONESHOMOLOGACIONESCONV2017DISP-0439-21-12-2017.tif	35207
<a href="#">Descargar</a>	6	NotaPidSimulación.pdf	334830

#### Curriculums (Curriculums de los integrantes cargados en el sistema)