



**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: MSUTNDN0005232**

### 1. Unidad Científico-Tecnológica

FR Neuquén - INGENIERÍA QUÍMICA APLICADA A LOS BIOPROCESOS (IQAB)

### 2. Denominación del PID

ESTRATEGIAS DE BIORREMIEDIACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO IN SITU

### 3. Resumen Técnico del PID

El presente proyecto surge como consecuencia de los trabajos realizados en el pasado con la UTN-Facultad Regional Buenos Aires, en el marco de un programa de fortalecimiento del Desarrollo Institucional y Científico, en particular a aquella orientada a la remediación de pasivos ambientales generados por la industria hidrocarburífera. Esta actividad ha provocado y, aún hoy lo sigue haciendo, la contaminación de suelos, napas y cursos de agua superficiales, no solo es una actividad que sigue sucediendo, sino que, no se han reparado aún en varios sitios los suelos contaminados históricamente, en todas las etapas productivas, desde la perforación para la extracción, hasta el expendio de los combustibles. Tradicionalmente la eliminación de este tipo de contaminantes se ha realizado utilizando metodologías que involucran tratamientos físicos o químicos aunque también hace ya algunos años se han sumado los procesos biotecnológicos, estos en general implican el retiro del material de la zona de incumbencia para tratarlos en repositorios donde se mezclan con suelos contaminados de otros sectores y con otros hidrocarburos. Los procesos biotecnológicos utilizados están en general enmarcados en la Biorremediación, la que utiliza organismos vivos para reducir o eliminar los riesgos ambientales que estos contaminantes pueden provocar. La actividad conjunta antes mencionada permitió fortalecer las actividades de investigación aplicada, la concreción del Laboratorio de Bioprocesos respecto de la obra, equipamiento y puesta en funcionamiento, en la UTN-Facultad Regional del Neuquén, lo que hoy nos permite desarrollar un proyecto de esta envergadura, así es que el presente proyecto abordará la estrategia de Biorremediación in situ, que permita tomar los conocimientos adquiridos en el proyecto anterior para aplicarlos directamente en campo tanto en zonas con contaminación reciente como en aquellas de contaminación de antaño.

### 4. Programa

Medio Ambiente, Contingencias y Desarrollo Sustentable

### 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)
MEDIO TERRESTRE (Exploración y explotación)	Otros - SUELOS - (Especificar)	Biorremediación: suelos contaminados con petroleo
INDUSTRIAL (Producción y tecnología)	Otros - Quím., petroq. y carboq.- (Especificar)	Biorremediación: suelos contaminados con petroleo

**Disciplinas Científicas:**

Rubro	Disciplina Científica	Otras Disciplinas Científicas
INGENIERÍA QUÍMICA	Proyectos	-

**Palabras Clave**

Hidrocarburos del petróleo - Contaminación ambiental ? Biorremediación ? Bioes4mulación ? Bioaumentación

**6. Fechas de realización**

Inicio	Fin	Duración	Fecha de Homologación
01/01/2019	31/12/2021	36 meses	-

**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: 068/18

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

Código SCTyP : MSUTNDN0005232

Disposición SCTyP:

Código Ministerio:

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

EN TRÁMITE

**9. Avaluos (presentación obligatoria de avaluos)**

CV Alberto Camacho - Categorización Camacho - CV Andrea Pojmaevich - CV Ivone Carroza - CV Marcos Astorga - CV Melina Cruz - CV Valeria Demaría - CV Micaela Quilodrán - Aval UTN-FRN - Aval Empresa Aconcagua - Autorización para el uso de las instalaciones del laboratorio

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

Apellido y Nombre	Cargo	Hs/Sem	Fecha Alta	Fecha Baja	Otros Cargos
<a href="#">POJMAEVICH, ANDREA BIBIANA</a>	BECARIO POSGRADO - DOCTORAL EN EL PAÍS	30	01/01/2019	31/12/2021	-
<a href="#">CAMACHO, ALBERTO GUSTAVO</a>	DIRECTOR	5	01/01/2019	31/12/2021	-
<a href="#">CARROZA, IVONE ELISABET</a>	INVESTIGADOR DE APOYO	5	01/01/2019	31/12/2021	-
<a href="#">ASTORGA, MARCOS ADRIAN</a>	INVESTIGADOR DE APOYO	5	01/01/2019	31/12/2021	-
<a href="#">CRUZ, MELINA ADRIANA</a>	BECARIO ALUMNO UTN-SAE	10	01/01/2019	31/12/2021	-
<a href="#">DEMARÍA, VALERIA IANINA</a>	BECARIO ALUMNO UTN-SAE	10	01/01/2019	31/12/2021	-
<a href="#">QUILODRÁN, MICAELA MALENA</a>	BECARIO ALUMNO UTN-SAE	10	01/01/2019	31/12/2021	-

**11. Datos de la investigación****Estado actual de concimiento del tema**

Desde que iniciaron las actividades petroleras en el mundo estas presentan una problemática ambiental, sobre todo considerando la contaminación que produce tanto en suelo como en aguas superficiales y subterráneas, desde la exploración, la extracción, el transporte, el procesamiento y distribución como producto. Pensando en los suelos, actualmente se trabaja en procesos que puedan subsanar esta situación logrando mineralizarlos, con procesos físicos y químicos (Acharya e Ives, 1994; Araruna Jr et al., 2004) que suelen ser costosos y muchas veces no pueden llevarse a cabo por las grandes extensiones de suelo contaminado, además de los efectos adversos o colaterales de la aplicación de estos procesos, así es que hace ya tiempo que se han sumado procesos de tipo biológicos, como son la Biorremediación, fitorremediación y rizorremediación, procesos compatibles con el medio ambiente considerando que en todos los casos se consume el contaminante como sustrato de los procesos metabólicos, siendo esta tecnología conocida como "amigable con el medio ambiente" ("environmental friendly technology"), que permiten la eliminación de fracciones de los contaminantes que no pueden ser removidos por métodos físicos a un costo mucho menor y con menor o ningún impacto colateral. En los últimos años, muchos estudios han demostrado la eficacia y la factibilidad del aprovechamiento de las capacidades metabólicas de los microorganismos en procesos de biodegradación de diferentes grupos de compuestos, entre los que se cuentan los

hidrocarburos (Hughes et al., 1997; Yerushalmi y Guiot, 1998; Dua et al., 2002; Ruberto et al., 2006, 2009; Vazquez et al., 2009; Dias et al., 2012). Entre los procesos de remediación de suelos contaminados con hidrocarburos la **Biorremediación** ha mostrado ser una de las técnicas más eficientes.

“El término Biorremediación se refiere a la eliminación de aceites, sustancias químicas tóxicas u otros contaminantes de un ambiente mediante microorganismos. La biorremediación es una manera económica de limpiar los contaminantes y, en algunos casos, es la única manera práctica de hacerlo” (Brock, 2009)

Los microorganismos para cumplir sus funciones metabólicas requieren de macro y micro nutrientes, entre otros, así es que una de las metodologías utilizadas para la Biorremediación es la bioestimulación, que consiste en adicionar los nutrientes necesarios, como puede ser nitrógeno y fósforo, habitualmente por medios inorgánicos. Esta acción contribuye al mayor y más acelerado crecimiento de los microorganismos involucrados, otro método utilizado, es el de bioaumento, que consiste en aumentar la población microbiana, y así acelerar el proceso de consumo del sustrato (contaminante como fuente de carbono) considerando que a mayor masa, bacteriana en este caso, mayor será el requerimiento de sustrato. Por último, la combinación de las dos anteriores, que consiste en aumentar la población de bacterias y además adicionar los nutrientes que sean deficientes en el suelo de origen.

Actualmente, la búsqueda de cepas capaces de metabolizar compuestos recalcitrantes, específicamente hidrocarburos, y el estudio de las condiciones bajo las cuales la degradación tiene lugar, sigue siendo un área de activa investigación (Grosser et al., 2000; Juhasz et al., 2000; Gwynfryn Jones, 2001; Silva et al., 2004; Vázquez et al., 2009, 2013; Chikere et al., 2012; Dias et al., 2012; Fan et al., 2014). Muchos grupos diferentes de microorganismos han sido citados como degradadores de compuestos orgánicos contaminantes y, en muchos casos, son comunidades bacterianas complejas y no cepas aisladas las que son capaces de lograr una mayor remoción de los mismos (Liu y Suflita, 1993; Yerushalmi y Guiot, 1998; Mukherjee y Bordoloi, 2011; Patel et al., 2013; Wu et al., 2013). Las nuevas técnicas moleculares disponibles actualmente permiten el relevamiento, incluso, de especies no cultivables. Para muchos compuestos orgánicos, las vías de degradación han sido descritas, aisladas las enzimas que catalizan estas reacciones, y clonados y secuenciados los correspondientes genes. Sin embargo, el éxito de la degradación ex situ de los hidrocarburos se contradice con la persistencia de muchos de estos compuestos bajo condiciones naturales in situ.

Respecto de los tratamientos biológicos estos pueden desarrollarse en el sitio de contaminación lo denominado in-situ, o en un sitio diferente al de la contaminación donde deben ser trasladados, a esto se denomina ex-situ, sobre estos últimos que se utilizan en la actualidad, como por ejemplo las biopilas, podemos mencionar que se trata de la realización de un compostaje de los suelos contaminados, adicionando los nutrientes necesarios y regulando la humedad, tienen asociado un costo elevado respecto del traslado del material a la zona de repositorio o zona de tratamiento. Esta acción es la que nos impulsa a proponer un sistema de tratamiento in-situ en la zona del derrame o muy próxima a ella, dependiendo de la locación.

Si bien el medioambiente tiene capacidad de amortiguar las acciones que lo contaminan, logrando una atenuación natural, estas se llevan a cabo en tiempos demasiado prolongados, considerando además los constantes derrames que siguen aportando el contaminante, en este caso hidrocarburos del petróleo, al receptor, para llegar al valor de referencia de 10.000 ppm de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP). La baja biodegradabilidad de los HTP se debe en parte a su baja biodisponibilidad, aunque además no se ve favorecido por circunstancias naturales, como por ejemplo la deficiente nutrición del suelo.

Hasta ahora, la mayoría de las investigaciones microbiológicas de degradación de xenobióticos se han llevado a cabo bajo condiciones optimizadas, lo cual significa que la única condición crítica para los microorganismos son los xenobióticos agregados. Sin embargo, en suelos y sistemas acuáticos contaminados, estas condiciones son siempre mucho más complejas, prevaleciendo factores limitantes y condiciones de estrés adicionales, como por ejemplo, la competencia y la predación. En su ambiente natural, la mayoría de las poblaciones bacterianas viven en condiciones oligotróficas, empobrecidas en nutrientes, lo cual lleva a una situación de estrés permanente, donde aún las especies no formadoras de esporas son capaces de sobrevivir por largo tiempo.

Con el fin de abordar la problemática de la contaminación y habiendo avanzado en la caracterización de los suelos de la Cuenca Neuquina, respecto de su composición nutricional, actividad microbiológica, capacidad biodegradativa a escala laboratorio, es necesario continuar con el desarrollo de conocimientos y tecnologías de Biorremediación, capaces de actuar de manera eficaz sobre el tratamiento y remediación de los suelos

contaminados, evitando perturbar el medio ambiente, de forma drástica como sucede con los métodos tradicionales fisicoquímicos. Además la Biorremediación in-situ favorece de otras maneras al medioambiente evitando el traslado del material a los repositorios donde se involucran el uso de carreteras, la combustión de los vehículos asociados, la acumulación de contaminantes en un punto que pueden provocar incendios, o más derrames tanto en el traslado como en la zona de tratamiento. Todas estas acciones implican una erogación económica tanto para las empresas como para el estado, que se evita con la aplicación de estas biotecnologías in-situ.

## Bibliografía

- Acharya, P., Ives, P., 1994. Incineration at Bayou Bounfouca remediation project. *Waste Manag.* 14, 13–26.
- Araruna Jr, J., Portes, V., Soares, A., Silva, M., Sthel, M., Schramm, D., Tibana, S., Vargas, H., 2004. Oil spills debris clean up by thermal desorption. *J. Hazard. Mater.* 110, 161–171.
- Chikere, C., Surridge, K., Okpokwasili, G., Cloete, T., 2012. Dynamics of indigenous bacterial communities associated with crude oil degradation in soil microcosms during nutrient-enhanced bioremediation. *Waste Manag. Res.* 30, 225–236.
- Dias, R., Ruberto, L., Hernández, E., Vázquez, S., Lo Balbo, A., Del Panno, M., Mac Cormack, W., 2012. Bioremediation of an aged diesel oil-contaminated Antarctic soil: Evaluation of the “on site” biostimulation strategy using different nutrient sources. *Int. Biodeterior. Biodegradation* 75, 96–103.
- Dua, M., Singh, A., Sethunathan, N., Johri, A., 2002. Biotechnology and bioremediation: successes and limitations. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 59, 143–152.
- Fan, M., Xie, R., Qin, G., 2014. Bioremediation of petroleum-contaminated soil by a combined system of biostimulation + bioaugmentation with yeast. *Environ. Technol.* 35, 391–399.
- Grosser, R., Friedrich, M., Ward, D., Inskeep, W., 2000. Effect of model sorptive phases on phenanthrene biodegradation: different enrichment conditions influence bioavailability and selection of phenanthrene-degrading isolates. *Appl. Environ. Microbiol.* 66, 2695–2702.
- Gwynfryn Jones, J., 2001. Freshwater ecosystems: structure and response. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 50, 107–113.
- Hughes, J., Beckles, D., Chandra, S., Ward, C., 1997. Utilization of bioremediation processes for the treatment of PAH-contaminated sediments. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 18, 152–160.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), 1983. IARC Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Polynuclear aromatic compounds, Part I, chemical, environmental and experimental data. Lyon, France. pp.32–477.
- Juhasz, A., Stanley, G., Britz, M., 2000. Microbial degradation and detoxification of high molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons by *Stenotrophomonas maltophilia* strain VUN 10,003. *Le\.* *Appl. Microbiol.* 30, 396–401.
- Liu, S., Suflita, J., 1993. Ecology and evolution of microbial populations for bioremediation. *Trends Biotechnol.* 11, 344–352.
- Mukherjee, A., Bordoloi, N., 2011. Bioremediation and reclamation of soil contaminated with petroleum oil hydrocarbons by exogenously seeded bacterial consortium: a pilot-scale study. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 18, 471–478.
- Patel, V., Patel, J., Madamwar, D., 2013. Biodegradation of phenanthrene in bioaugmented microcosm by consortium ASP developed from coastal sediment of Alang-Sosiya ship breaking yard. *Mar. Pollut. Bull.* 74, 199–207.
- Ruberto, L., Dias, R., Lo Balbo, A., Vazquez, S., Hernandez, E., Mac Cormack, W., 2009. Influence of nutrients addition and bioaugmentation on the hydrocarbon biodegradation of a chronically contaminated Antarctic soil. *J. Appl. Microbiol.* 106, 1101–1110.
- Ruberto, L., Vazquez, S., Curtosi, A., Mestre, M., Pelletier, E., Mac Cormack, W., 2006. Phenanthrene biodegradation in soils using an Antarctic bacterial consortium. *Bioremediat. J.* 10, 191–201.
- Silva, E., Fialho, A., Sá-Correia, I., Burns, R., Shaw, L., 2004. Combined bioaugmentation and biostimulation to cleanup soil contaminated with high concentrations of atrazine. *Environ. Sci. Technol.* 38, 632–637.
- Vázquez, S., Nogales, B., Ruberto, L., Hernández, E., Christie-Oleza, J., Balbo, A., Bosch, R., Lalucat, J., Mac Cormack, W., 2009. Bacterial community dynamics during bioremediation of diesel oil-contaminated Antarctic soil. *Microb. Ecol.* 57, 598–610.
- Characterization of bacterial consortia from diesel-contaminated Antarctic soils: towards the design of tailored formulas for bioaugmentation. *Int. Biodeterior. Biodegradation* 77, 22–30.

- Wu, M., Chen, L., Tian, Y., Ding, Y., Dick, W., 2013. *Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by microbial consortia enriched from three soils using two different culture media*. *Environ. Pollut.* 178, 152–158.
- Yerushalmi, L., Guiot, S., 1998. *Kinetics of biodegradation of gasoline and its hydrocarbon constituents*. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 49, 475–481.
- Gilian Adam y Harry Duncan (2000) *Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils*. *Soil Biology & Biochemistry*. PERGAMON
- Johan Schnürer and Thomas Rosswall (1982) *Fluorescein Diacetate Hydrolysis as a Measure of Total Microbial Activity in Soil and Litter*. *Applied and environmental microbiology*.
- Francisco De la Garza, Yessica Ortíz, Blanca Castro, Patricio Rivera y Lornzo Heyer. *Aislamiento de microorganismos a partir de suelos contaminados con hidrocarburos*. Link: [http://web.uaemex.mx/Red\\_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/EC/TAC-03.pdf](http://web.uaemex.mx/Red_Ambientales/docs/memorias/Extenso/TA/EC/TAC-03.pdf)
- Arrieta Ramírez, Olga María, Rivera Rivera, Angela Patricia, Arias Marín, Lida, Rojano, Benjamín Alberto, Ruiz, Orlando, Cardona Gallo, Santiago Alonso, *Biorremediación de un suelo con diesel Mediante el uso de microorganismos autóctonos*. *Gestión y Ambiente [en línea] 2012, 15 (Febrero-Mayo) : [Fecha de consulta: 16 de mayo de 2018] Disponible en:* <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169424101004>> ISSN 0124-177X
- M. Madigan et al. (2009) *Brock. Biología de los microorganismos*. 12 ed. Pearson Addison Wesley.

### Grado de Avance

El presente proyecto es una continuación del realizado conjuntamente con al UTN-Facultad Regional Buenos Aires, en el período 2015 – 2017 con prórroga en el 2018, sobre ESTRATEGIAS DE BIORREMEDIACION PARA EL TRATAMIENTO Y RECUPERACION DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS DE PETROLEO – código: MSIFIBA0002419TC.

En el proyecto precedente se trabajó en caracterizar muestras de diferentes zonas de la cuenca Neuquina como son suelo de Rincón de los Sauces y Catriel, determinando parámetros de nitrógeno, fósforo, carbono orgánico total, hidrocarburos totales, pH, humedad, recuento de aerobias totales y degradadoras totales, durante el año 2018 se trabaja en el aislamiento de las cepas degradadoras para determinar las que mejor performance demuestren en los ensayos tanto de actividad microbiana total (G. Adam y H. Duncand. 2000) (J. Schnürer y T. Rosswall. 1982), como de biodegradabilidad (Atlas RM, Bartha R. 2002) y respecto de la reducción de hidrocarburos totales del petróleo midiendo este parámetro utilizando la norma EPA 418.1 .

De los suelos analizados, se pudo observar que en general los suelos tienen un contenido de nitrógeno por debajo del límite detectable por la norma, al igual que el fósforo, de las mediciones preliminares se observó una buena relación de bacterias degradadoras totales, al momento de la redacción de este proyecto, no se cuenta aún con datos de biodegradabilidad en microcosmos, actividad que desarrollaremos durante el año 2018.

Así es que de los resultados obtenidos a escala laboratorio se pretende aplicar los conocimientos y experiencia adquirida, en la remediación in-situ de suelos contaminados con hidrocarburos del petróleo, en la cuenca Neuquina. En particular en la zona de Catriel, se está trabajando con la empresa Aconcagua Energía S.A, quien está a cargo de la operación de la “Base operativa Catriel Oeste”, concesionada a la empresa Provincial de Río Negro, EDHIPSA. El área de estudio está ubicada en la Provincia de Río Negro, en cercanías a la Ciudad de Catriel, con una superficie de 45 m<sup>2</sup>, que está dotada de una Planta de Tratamiento de Petróleo, una Planta de Inyección de Agua, una planta de Slop que consiste en procesar una mezcla de hidrocarburos, agua y sólidos, separando mecánicamente cada uno de esos componentes, utilizando para ello equipos centrifugos de alta tecnología, además 7 baterías y 242 pozos perforados con 101 pozos de petróleo activos y 47 pozos inyectoros activos. Anteriormente el área estaba operada por otra empresa que no ha llevado una gestión adecuada de sus derrames, lo que ha ocasionado pasivos ambientales de antaño, además de los propios por ser una instalación en general con falta de mantenimiento e inversiones al momento que Aconcagua Energía ha tomado posesión de las mismas, así es que, el área tiene varias zonas con contaminación aguda y grave, lo que permite abarcar todos los aspectos de la problemática que enfrenta la Cuenca Neuquina en general.

Bibliografía:

1. G. Adam y H. Duncan (2000) Development of a sensitive and rapid method for the measurement of total microbial activity using fluorescein diacetate (FDA) in a range of soils. Department of Environmental, Agricultural and Analytical Chemistry, Joseph Black Building, University of Glasgow, Glasgow G12 8QQ, UK. Soil Biology & Biochemistry 33 (2001) 943±951
2. J. Schnürer y T. Rosswall (1982) Fluorescein Diacetate Hydrolysis as a Measure of Total Microbial Activity in Soil and Litter. Department of Microbiology, Swedish University of Agricultural Sciences, S-750 07 Uppsala, Sweden. APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, 0099-2240/82/061256-06. p. 1256-1261.
3. Atlas RM, Bartha R. (2002). Ensayos de biodegradabilidad y seguimiento de la biorremediación de contaminantes xenobióticos. En: Atlas RM, Bartha R (Eds) Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. Pearson Educación, Madrid. pp. 553–593. .
4. <http://www.aconcaguaenergia.com/index.php>

## Objetivos de la investigación

### Objetivo general:

Generar el conocimiento necesario y disponer de herramientas adecuadas para la implementación de estrategias de Biorremediación para la remediación de pasivos ambientales contaminados con hidrocarburos del petróleo, in-situ.

### Objetivos específicos:

- Evaluar la presencia residual de hidrocarburos del petróleo en los suelos con historia de contaminación.
- Realizar el relevamiento, el aislamiento y la caracterización de la diversidad microbiológica a partir de los suelos contaminados y efectuar la comparación con suelos idénticos no contaminados utilizados como control.
- Seleccionar las cepas o consorcios sobre la base de su capacidad degradadora de los hidrocarburos del petróleo.
- Aplicar los conocimientos adquiridos para diseñar un sistema experimental (microcosmos), que permita estudiar a escala laboratorio la degradación de los hidrocarburos, incluyendo factores bióticos y abióticos,
- Estudiar la capacidad de biodegradación de hidrocarburos del petróleo en sistemas experimentales optimizados (microcosmos), por agregado de nutrientes o inoculación o ambos.
- Aplicar la estrategia de Biorremediación de hidrocarburos más conveniente a campo (ensayos in situ).

## Descripción de la metodología

Para lograr los objetivos propuestos se proponen las siguientes actividades:

### 1. Ensayos previos al inicio de remediación:

- a. **Hidrocarburos totales de petróleo** en suelos, ya que la matriz de los diferentes tipos de suelo influye de manera significativa principalmente en la extracción de los mismos, para ello se sigue el método EPA 418.1 (espectroscopia infrarroja. Este análisis permitirá determinar el tipo y grado de contaminación de los suelos.
- b. **Características fisicoquímica** de los suelos en estudio. Determinando parámetros como color y textura, humedad, pH y contenido de carbono, nitrógeno y fósforo, lo que nos permite entre otros conocer la capacidad nutricional del suelo de estudio.
- c. **Aislamiento, caracterización e identificación de las cepas microbianas degradadoras.** El aislamiento de microorganismos degradadores de hidrocarburos a partir de muestras de suelo de las áreas seleccionadas se realizará mediante un "screening" y posterior selección de las cepas por enriquecimientos en medio líquido.

La evaluación de la degradación de los hidrocarburos en los distintos medios de cultivo se realizará por cultivo utilizando hidrocarburos específicos, como única fuente de carbono y energía. Finalmente, el aislamiento de las cepas se realizará en medio sólido (Radosevich et al., 1995; Kamagata et al., 1997; Rousseaux et al., 2001).

Si fuera de interés las cepas aisladas se caracterizarán por métodos bioquímicos y moleculares. La caracterización taxonómica de las cepas aisladas se efectuará mediante pruebas bioquímicas y sistemas de identificación comercial (API y/o Biolog) (Mandelbaum et al., 1995; MacFaddin, 2000).

Las cepas se ubicarán taxonómicamente por técnicas moleculares (Topp et al., 2000; Rousseaux et al., 2001). Para ello se aislara y purificara el ADN genómico bacteriano y se amplificarán parcialmente los genes del rRNA16s, rRNA23s y secuencias intermedias, mediante la técnica de PCR. Se secuenciarán los productos obtenidos comparándolos con las secuencias existentes en banco de datos (EMBL y NCBI/Gen Bank).

Las cepas serán mantenidas por crio preservación a  $-70^{\circ}\text{C}$  con 15% glicerol (Topp et al., 2000)y/o liofilización.

- d. **Evaluación del número de bacterias aerobias totales y degradadoras de hidrocarburos en suelos.** La evaluación del número de bacterias heterótrofas aerobias totales se realizará en medios nutritivos agarizados (R2A Agar Merck 100416, Britania B0224706). La evaluación del número de bacterias degradadoras de hidrocarburos se realizara en medios agarizados con hidrocarburos como única fuente de carbono y energía, o bien utilizando el método del número más probable (NMP) en placas de 96 celdas y con INT y DCPIP como aceptores de electrones (Hanson et al., 1993).
- e. **Análisis molecular de comunidades microbianas y microorganismos no cultivables.** El análisis de las comunidades microbianas (bacterias, hongos, archaea) se efectuara por métodos de "fingerprinting":
- I. Electroforesis en gel con gradiente desnaturalizante (DGGE) (Duineveld et al., 2001);
  - II. Polimorfismo de conformación de simple cadena (SSCP) (Stach et al., 2001).
- f. **Determinación de la contribución de la flora microbiana y de la disipación abiótica** en el proceso de remediación de hidrocarburos. Los ensayos se realizarán en las siguientes unidades experimentales:
- I. **Microcosmos en frascos** (hasta 1 kg de suelo). Donde se utilizará el diseño y procedimientos desarrollados por Meriniet al. (2007) y Ruberto et al. (2006).
  - II. **Microcosmos en bandejas** (hasta 10 kg de suelo). Según la metodología presentada por Ruberto et al. (2004; 2007).

El diseño aplicable a cada unidad experimental permitirá constatar si existen diferencias significativas en la eficiencia de remoción de hidrocarburos entre distintos tratamientos cuando se trata un suelo contaminado en forma crónica/ aguda. Para ello, se emplearan los siguientes sistemas:

- I. Control "blanco": contiene suelo problema, pero no se le practica ninguna modificación, excepto los cuarteos y muestreos.
- II. Control "abiótico": contiene el suelo problema estéril (por métodos físicos o químicos). Permite evaluar la disipación de los contaminantes por volatilización, fotoxidación o adsorción.
- III. Control "no expuesto al contaminante": se utiliza suelo extraído de áreas cercanas al sitio a tratar pero sin historia de contaminación alguna.
- IV. Atenuación natural: contiene suelo problema sin ninguna modificación, excepto el eventual ajuste de humedad.
- V. Bioestimulación de la microflora autóctona\*: contiene suelo problema adicionado con una solución de nutrientes.
- VI. Bioaumentación\*\*: contiene suelo problema adicionado con bacterias degradadoras de hidrocarburos previamente obtenidas del sitio a tratar y cultivadas in vitro.
- VII. Bioaumentacionbioestimulada: contiene suelo problema adicionado con bacterias degradadoras de hidrocarburos previamente obtenidas del sitio a tratar y cultivadas in vitro, y una solución de nutrientes.

\* **Bioestimulación de la microflora autóctona.** A los efectos de evaluar la eficiencia de diversas fuentes de N y P sobre la bioestimulación de la remoción de hidrocarburos en suelos contaminado se definirán tratamientos considerando distintas fuentes de N y P como sales inorgánicas ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ ), fertilizantes comerciales (NPK), matrices orgánicas (harina de pescado, efluentes), así como también fertilizantes oleofílicos específicos para Biorremediación (tipo OSEII, BIOREN o INIPOL).

\*\* **Bioaumentación.** Para llevar a cabo la bioaumentación es necesario considerar:

- Producción del inóculo: una vez seleccionada/s la/s cepas degradadoras de hidrocarburos, se estudiarán los factores que influyen en su cultivo, a fin de optimizar la producción de biomasa. Se estudiará el efecto de fuentes de C, N, macro y micronutrientes, aireación y cultivos en distintos sistemas (batch, batch alimentado) llevados a cabo en biorreactores.
- Optimización del proceso: se seleccionará la estrategia de bioaumentación que haga óptimo el desarrollo del proceso de biorremediación teniendo en cuenta: frecuencia de inoculación y necesidad de un vehículo o matriz sólida para el agregado del inóculo (Madsen y Kristensen, 1997). Los estudios de bioaumentación comprenderán diferentes cargas de inóculo, diferentes estrategias de agregado (100% a tiempo inicial y agregado escalonado) y diferentes vehículos, ya sea en solución acuosa o asociado a matrices inertes de bajo costo (vermiculita, aserrín, alginato, partículas de óxido de silicio).

Análisis de la evolución y eficiencia de procesos de Biorremediación en suelos contaminados. Los parámetros fundamentales que se medirán durante los procesos de Biorremediación son:

- Contenido de macronutrientes (N y P) y COT (carbono orgánico total) en los suelos bajo tratamiento: se determinara utilizando técnicas convencionales.
- Concentración de hidrocarburos totales del petróleo en suelo: se realizará siguiendo el método EPA 418.1 (Espectroscopia infrarroja).
- Evaluación del número de bacterias heterótrofas aerobias totales: se realizara en medios nutritivos agarizados (R2A Agar Merck 100416, Britania B0224706).
- Evaluación del número de bacterias degradadoras de hidrocarburos: se realizará en medios agarizados con hidrocarburos como única fuente de carbono y energía, o bien utilizando el método del número más probable (NMP) en placas de 96 celdas y con INT y DCPIP como aceptores de electrones (Hanson et al., 1993).

## 2. Biorremediación:

Una vez determinado el sitio a remediar y al haber realizar todo el estudio mencionado en ítem 1 sobre el suelo, sabremos en particular el tipo (aguda o crónica) y cantidad de contaminación por hidrocarburos del petróleo que presenta el suelo de estudio, además sus características nutricionales y cuál es el método para biorremediar más efectivo a escala laboratorio (microcosmos), además de las cepas autóctonas utilizadas para ese fin.

- Preparación del terreno:** Una vez determinado el sitio, se recolecta el suelo contaminado y se dispone sobre una plataforma cubierta con Nylon de 1000  $\mu\text{m}$ , de modo de asegurar la retención de los lixiviados, separando cinco zonas.
- Separación por zona en suelo contaminado, donde se emplean los siguientes sistemas:** A fin de evaluar y contrastar con los datos obtenidos en el laboratorio.
  - Control "blanco": contiene suelo problema, pero no se le practica ninguna modificación, excepto los cuarteos y muestreos.
  - Atenuación natural: contiene suelo problema sin ninguna modificación, excepto el eventual ajuste de humedad.
  - Bioestimulación de la microflora autóctona: contiene suelo problema adicionado con una solución de nutrientes (definida en ítem 1)
  - Bioaumentación: contiene suelo problema adicionado con bacterias degradadoras de hidrocarburos previamente obtenidas del sitio a tratar y cultivadas in vitro.
  - Bioaumentacionbioestimulada: contiene suelo problema adicionado con bacterias degradadoras de hidrocarburos previamente obtenidas del sitio a tratar y cultivadas in vitro y una solución de nutrientes.
- Análisis de la evolución y eficiencia de procesos de Biorremediación** en suelos contaminados. Los parámetros fundamentales que se medirán durante los procesos de Biorremediación son:
  - Contenido de macronutrientes (N y P) y COT en los suelos bajo tratamiento: se determinara utilizando técnicas convencionales.
  - Concentración de hidrocarburos totales del petróleo en suelo: se realizara siguiendo el método EPA 418.1 (Espectroscopia infrarroja).
  - Evaluación del número de bacterias heterótrofas aerobias totales: se realizara en medios nutritivos agarizados (R2A Agar Merck 100416, Britania B0224706).

IV. Evaluación del número de bacterias degradadoras de hidrocarburos: se realizará en medios agarizados con hidrocarburos como única fuente de carbono y energía, o bien utilizando el método del número más probable (NMP) en placas de 96 celdas y con INT y DCPIP como aceptores de electrones (Hanson et al., 1993).

d. **Determinación del método más efectivo:** Cumplido el ítem anterior y comparando los resultados obtenidos en laboratorio, se puede determinar el método más efectivo para la zona de estudio, lo que permitirá luego ampliar la zona de tratamiento.

## Bibliografía

1. Duineveld, B., Kowalchuk, G., Keijzer, A., van Elsas, J.D., van Veen, J., 2001. Analysis of bacterial communities in the rhizosphere of chrysanthemum via denaturing gradient gel electrophoresis of PCR-amplified 16S rRNA as well as DNA fragments coding for 16S rRNA. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 172–178.
2. Hanson, K., Desai, J., Desai, A., 1993. A rapid and simple screening technique for potential crude oil degrading microorganisms. *Biotechnol. Tech.* 7, 745–748.
3. Kamagata, Y., Fulthorpe, R., Tamura, K., Takami, H., Forney, L., Tiedje, J., 1997. Pristine environments harbor a new group of oligotrophic 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid-degrading bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.* 63, 2266–2272.
4. MacFaddin, J., 2000. *Biochemical Tests for Identification of Medical Bacteria*. 3rd Edn., Williams and Wilkins.
5. Madsen, T., Kristensen, P., 1997. Effects of bacterial inoculation and nonionic surfactants on degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil. *Environ. Toxicol. Chem.* 16, 631–637.
6. Mandelbaum, R., Allan, D., Wacke, L., 1995. Isolation and characterization of a *Pseudomonas* sp. That mineralizes the s-triazine herbicide atrazine. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 1451–1457.
7. Merini, L.J., Cuadrado, V., Flocco, C., Giulie, A., 2007. Dissipation of 2, 4-D in soils of the Humid Pampa region, Argentina: a microcosm study. *Chemosphere* 68, 259–265.
8. Radosevich, M., Traina, S., Hao, Y., Tuovinen, O., 1995. Degradation and mineralization of atrazine by a soil bacterial isolate. *Appl. Environ. Microbiol.* 61, 297–302.
9. Rousseaux, S., Hartmann, A., Soulas, G., 2001. Isolation and characterisation of new Gram-negative and Gram-positive atrazine degrading bacteria from different French soils. *FEMS Microbiol. Ecol.* 36, 211–222.
10. Ruberto L, Vazquez SC, Lobalbo A and Mac Cormack WP 2004. Actas del V Simposio Argentino y latinoamericano sobre Investigaciones antárticas (BsAs, 30/8?/9 2004). Publicación Online y en CDRom Cod. 206BH en [www.dna.gov.ar/CIENCIA/SANTAR04/CD/PDF/CVAUTR.htm](http://www.dna.gov.ar/CIENCIA/SANTAR04/CD/PDF/CVAUTR.htm) 5 pp.
11. Ruberto, L., Vazquez, S., Curtosi, A., Mestre, M., Pelletier, E., Mac Cormack, W., 2006. Phenanthrene biodegradation in soils using an Antarctic bacterial consortium. *Bioremediat. J.* 10, 191–201.
12. Ruberto L, Dias R, Vazquez SC, Lobalbo A and Mac Cormack WP 2007. Aceptado en *Berichtezur Polarforschung*. (The Peter Cove coastal ecosystem, Antarctica, Synopsis).
13. Stach, J., Bathe, S., Clapp, J., Burns, R., 2001. PCR-SSCP comparison of 16S rDNA sequence diversity in soil DNA obtained using different isolation and purification methods. *FEMS Microbiol. Ecol.* 36, 139–151.
14. Topp, E., Zhu, H., Nour, S., Houot, S., Lewis, M., Cuppels, D., 2000. Characterization of an Atrazine degrading pseudaminobacter sp. isolated from canadian and french agricultural soils. *Appl. Environ. Microbiol.* 66, 2773–2782.

## 12. Contribuciones del Proyecto

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

El grado de avance y desarrollo alcanzado por la Biorremediación de suelos, en comparación con otros procesos biotecnológicos, la posicionan como una tecnología joven. En este sentido, aunque ha dejado de ser una tecnología emergente; la sitioespecificidad de los procesos que involucra, sumada a su intrínseco carácter multidisciplinar han hecho de la Biorremediación una disciplina en sostenida evolución hacia su madurez tecnológica.

En este contexto, el presente proyecto aportará datos de alta calidad científica, basado en ensayos de pequeña, mediana y gran escala, con suelos y comunidades microbianas obtenidas directamente del suelo de estudio,

puntualmente para este proyecto de la zona de Catriel Oeste perteneciente a la Cuenca Neuquina, que por el tipo de contaminación que presenta tanto aguda como grave, permite abarcar la problemática de la cuenca en general.

Además puntualmente en la zona de estudio, se han realizado gestiones ante la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Río Negro, para que nos permita resguardar el suelo contaminado sin mezclar en el repositorio y así poder realizar un ensayo completo, ellos manifestaron su apoyo al proyecto, solicitando la difusión de los resultados a fin de incorporar las conclusiones obtenidas a su metodología de trabajo.

Así es que este proyecto permite articular la investigación aplicada con la transferencia directa de tecnología, tanto a empresas como al ente contralor, sumando además la aplicación a campo, ampliando tanto la oferta de alternativas y estrategias de restauración de los suelos degradados como las oportunidades de mejorar la calidad del medio ambiente.

### Contribuciones a la formación de Recursos Humanos

El presente proyecto está conformado por un becario doctoral y tres becarios alumnos, que tienen intenciones de continuar su formación de posgrado en la temática del proyecto, siendo así, el mismo aportará los conocimientos que permiten promover la formación de recursos humanos altamente calificados en el ámbito regional, de influencia directa respecto de la problemática de los suelos contaminados con hidrocarburos del petróleo. Esto resulta estratégico en la factibilidad de transferencia tecnológica e implementación de procesos de Biorremediación de suelos, teniendo en cuenta la sitioespecificidad y multidisciplinariedad como características intrínsecas de esta tecnología

Además, los investigadores se desempeñan como docentes de grado lo que permite la transferencia de los conocimientos adquiridos en el ámbito académico.

### 13. Cronograma de Actividades

Año	Actividad	Inicio	Duración	Fin
1	Extracción y análisis de los hidrocarburos de los suelos contaminados	01/01/2019	3 meses	31/03/2019
1	Aislamiento, caracterización e identificación de las cepas microbianas degradadoras	01/01/2019	4 meses	30/04/2019
1	Caracterización físico-química de los suelos	01/01/2019	3 meses	31/03/2019
1	Mantenimiento de las cepas aisladas con capacidad degradadora	01/02/2019	11 meses	31/12/2019
1	Diseño de un sistema experimental (microcosmos) a escala laboratorio	01/03/2019	4 meses	30/06/2019
1	Ensayos de biorremediación en microcosmos (procesos de bioaumentación)	01/07/2019	6 meses	31/12/2019
1	Ensayos de biorremediación en microcosmos (procesos de bioaumentación bioestimulada)	01/07/2019	6 meses	31/12/2019
1	Ensayos de biorremediación en microcosmos (procesos de bioestimulación)	01/07/2019	6 meses	31/12/2019
2	Mantenimiento de las cepas aisladas con capacidad degradadora	01/01/2020	12 meses	31/12/2020
2	Caracterización físico-química de los suelos	01/01/2020	3 meses	31/03/2020
2	Diseño de un sistema experimental in-situ	01/01/2020	4 meses	30/04/2020
2	Ensayos de biorremediación en campo (procesos de bioaumentación)	01/05/2020	8 meses	31/12/2020
2	Ensayos de biorremediación en campo (procesos de bioaumentación bioestimulada)	01/05/2020	8 meses	31/12/2020
2	Ensayos de biorremediación en campo (procesos de bioestimulación)	01/05/2020	8 meses	31/12/2020
2	Extracción y análisis de los hidrocarburos de los suelos contaminados (controles de proceso)	01/06/2020	7 meses	31/12/2020
3	Análisis de resultados y selección de la estrategia de biorremediación de hidrocarburos en campo	01/01/2021	3 meses	31/03/2021
3	Mantenimiento de las cepas aisladas con capacidad degradadora	01/01/2021	12 meses	31/12/2021
3	Ensayo de biorremediación en campo	01/02/2021	10 meses	30/11/2021
3	Extracción y análisis de los hidrocarburos de los suelos contaminados (controles de	01/02/2021	10	30/11/2021

proceso)	meses	
3 Análisis de resultados y conclusiones	3 meses	01/10/2021 31/12/2021

#### 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
*IDETOQA -INVESTIGACION Y DESARROLLO EN TECNOLOGIAS QUIMICAS APLICADAS	Gutierrez	María del Carmen	DIRECTOR	UTN-F R Buenos Aires	Buenos Aires	PID interfacultad	Trabajo en conjunto en el desarrollo del PID ?ESTRATEGIAS DE BIORREMEDIACIÓN PARA EL TRATAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS DEL PETRÓLEO?

#### 15. Presupuesto

**Total Estimado del Proyecto: \$ 0,00**

##### 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	3	\$ 72000,00	Facultad Regional
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	1	\$ 207000,00	UTN- SCTyP
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	0	\$ 0,00
3.Director	1	\$ 101833,00
4.Investigador de apoyo	2	\$ 69000,00
5.Investigador Formado	0	\$ 0,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Primer Año	\$ 279000,00	\$ 170833,00	\$ 449833,00

###### Segundo Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	3	\$ 72000,00	Facultad Regional
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	1	\$ 207000,00	UTN- SCTyP
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	0	\$ 0,00
3.Director	1	\$ 101833,00
4.Investigador de apoyo	2	\$ 69000,00
5.Investigador Formado	0	\$ 0,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

<b>Totales</b>	<b>Inciso 5</b>	<b>Inciso 1</b>	<b>Total</b>
<b>Segundo Año</b>	<b>\$ 279000,00</b>	<b>\$ 170833,00</b>	<b>\$ 449833,00</b>

**Tercer Año**

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	3	\$ 72000,00	Facultad Regional
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	1	\$ 207000,00	UTN- SCTyP
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	0	\$ 0,00
3.Director	1	\$ 101833,00
4.Investigador de apoyo	2	\$ 69000,00
5.Investigador Formado	0	\$ 0,00
6.Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7.Otras	0	\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

<b>Totales</b>	<b>Inciso 5</b>	<b>Inciso 1</b>	<b>Total</b>
<b>Tercer Año</b>	<b>\$ 279000,00</b>	<b>\$ 170833,00</b>	<b>\$ 449833,00</b>

<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>Inciso 5</b>	<b>Inciso 1</b>	<b>Total General</b>
<b>Todo el Proyecto</b>	<b>\$ 837000,00</b>	<b>\$ 512499,00</b>	<b>\$ 1349499,00</b>

**15.2 Bienes de consumo - Inciso 2**

Año del Proyecto	Financiación Anual	Solicitado a
1	\$ 33.000,00	UTN - SCTyP
2	\$ 33.000,00	UTN - SCTyP
3	\$ 33.000,00	UTN - SCTyP

<b>Total en Bienes de Consumo</b>	<b>\$ 99.000,00</b>
-----------------------------------	---------------------

**15.3 Servicios no personales - Inciso 3**

Año	Descripción	Monto	Solicitado a
1	Pasajes y viáticos	\$ 25.000,00	Facultad Regional
1	Presentaciones y publicaciones	\$ 15.000,00	Facultad Regional
1	Cursos de perfeccionamiento	\$ 10.000,00	Facultad Regional
1	Inscripción a congresos	\$ 7.000,00	Facultad Regional
1	Determinaciones fisicoquímicas y moleculares	\$ 25.000,00	Facultad Regional
2	Pasajes y viáticos	\$ 25.000,00	Facultad Regional

2	Presentaciones y publicaciones	\$ 15.000,00	Facultad Regional
2	Cursos de perfeccionamiento	\$ 10.000,00	Facultad Regional
2	Inscripción a congresos	\$ 7.000,00	Facultad Regional
2	Determinaciones fisicoquímicas y moleculares	\$ 25.000,00	Facultad Regional
3	Pasajes y viáticos	\$ 25.000,00	Facultad Regional
3	Presentaciones y publicaciones	\$ 15.000,00	Facultad Regional
3	Cursos de perfeccionamiento	\$ 10.000,00	Facultad Regional
3	Inscripción a congresos	\$ 7.000,00	Facultad Regional
3	Determinaciones fisicoquímicas y moleculares	\$ 25.000,00	Facultad Regional
<b>Total en Servicios no personales</b>			<b>\$ 246.000,00</b>

#### 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	Flujo Laminar	FHM 1 e	Microfilter	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Vortex	0-3000 RPM	Velp Scientifica	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Autoclave	LS B50L	Arcano	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importada	Balanza analítica	Capacidad Max. 220 gr, pres. 0,0001 gr	OHAUS	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Conductímetro	HM 3070	Aqua Combo (pH. DO. Cond. Salinidad)	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	pH metro	HI 8424	HANNA INSTRUMENTS. pH y Temperatura	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Micropipeta	50 a 5000 ul	Eppendorf	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Micropipeta	100 a 1000 ul	Eppendorf	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Micropipeta	20 a 200 ul	Eppendorf	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Espectrofotómetro	UV 510 UV.Vis	Metash	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Nacional	Estufa de cultivo	Con agitador orbital 0-200 RPM	FAC	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Nacional	Estufa de esterilización y secado	Estufa "San Jor" de esterilización	de 60 a 210°C	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Nacional	Destilador de agua	ARCANO GZ-5L/H	Con corte automático por sobrevoltaje o bajo nivel de agua	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Importado	Microscopio	Microscopio digital LCD "Biotraza" XSP-167SP	Revólver portaobjetivos cuádruple con objetivos acromáticos 4x, 10x, 40x y 100x	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Nacional	Micro-centrífuga	Z-127-DF - 24 tubos	Giumelli. Velocidad entre 500 y 14000 (RPM). Fuerza ?G? aproximada 15.000 (RCF)	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Disponible	Nacional	Biorreactor	Modelo DL-5-M-B11100-MA-NGM-SAT	Volumen de trabajo 5 litros	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional
1	Necesario	Nacional	Centrífuga	Centrifuga Laboratorio Ind Argentina Z - 29 16 Tub		1,00	\$ 24.500,00	Facultad Regional

1	Necesario	Nacional	Mufla	Horno mufla 32-23-30 cm	-	1,00	33.116,00	\$ Facultad Regional	
1	Necesario	Importado	Agitador orbital shaker	Shaker Celltron para incubadoras orbital 25mm	-	1,00	170.000,00	\$ Facultad Regional	
1	Necesario	Nacional	Incubadora	Regulación de temperatura de 15 a 55°	-	1,00	55.000,00	\$ Facultad Regional	
1	Necesario	Nacional	Heladera	Heladera 302 Lts Sin Freezer	-	1,00	13.000,00	\$ Facultad Regional	
<b>Total en Equipos</b>							<b>\$ 295.616,00</b>		

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

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espc.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a	
1	Necesario	Importado	QUIMICA AMBIENTAL DE SISTEMAS TERRESTRES	2006	-	1,00	\$ 1.020,00	Facultad Regional	
1	Disponible	Importado	Biología de los microorganismos	2014	-	1,00	\$ 0,00	Facultad Regional	
<b>Total en Bibliografía</b>							<b>\$ 1.020,00</b>		

### 15.6 Software - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espc.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Total en Software</b>							<b>\$ 0,00</b>		

### 16. Co-Financiamiento

Año	RR.HH.	Bienes de Consumo	Equipamiento	Servicios no personales	Bibliografía	Software	Total
1	\$449.833,00	\$33.000,00	\$295.616,00	\$82.000,00	\$1.020,00	\$0,00	\$861.469,00
2	\$449.833,00	\$33.000,00	\$0,00	\$82.000,00	\$0,00	\$0,00	\$564.833,00
3	\$449.833,00	\$33.000,00	\$0,00	\$82.000,00	\$0,00	\$0,00	\$564.833,00
<b>Total del Proyecto</b>	<b>\$1.349.499,00</b>	<b>\$99.000,00</b>	<b>\$295.616,00</b>	<b>\$246.000,00</b>	<b>\$1.020,00</b>	<b>\$0,00</b>	<b>\$1.991.135,00</b>

#### Financiamiento de la Universidad

Universidad Tecnológica Nacional - SCyT	\$ 1.180.749,00
Facultad Regional	\$ 810.386,00

#### 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
Otros	\$ 0,00
<b>Total</b>	<b>\$ 1.991.135,00</b>

#### Avales de aprobación, Financiamiento y Otros

	Orden	Nombre de archivo	Tamaño
<a href="#">Descargar</a>	1	01CVCAMACHOALBERTO2018.pdf	448962
<a href="#">Descargar</a>	2	02CVPOJMAEVICHANDREA2018.pdf	236259
<a href="#">Descargar</a>	3	03CVCARROZAIVONE2018.pdf	90242
<a href="#">Descargar</a>	4	04CVASTORGAMARCOS2018.pdf	202786

<a href="#">Descargar</a>	5	05CVCRUZMELINA2018.pdf	221917
<a href="#">Descargar</a>	6	06CVDEMARIAIANINA2018.pdf	87216
<a href="#">Descargar</a>	7	07CVQUILODRANMICAELA2018.pdf	480954
<a href="#">Descargar</a>	8	08categorizacionCAMACHO.pdf	2478657
<a href="#">Descargar</a>	9	AUTORIZACIÓNUSOLABORATORIO.pdf	33246
<a href="#">Descargar</a>	10	AvalAconcaguaEnergía.pdf	30957
<a href="#">Descargar</a>	11	AvalEstrategiasdeBioremediaciónparaeltratamientoyrecuperación.pdf	268095

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

[Imprimir](#)[Exportar a PDF](#)