

# CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

Informe Científico

PERIODO: 02/05/2008-30/04/2009

Legajo N°:

## 1. DATOS PERSONALES

*APELLIDO:* PELUSO

*NOMBRES:* Fabio Oscar

*Dirección electrónica* (donde desea recibir información): [fpeluso@faa.unicen.edu.ar](mailto:fpeluso@faa.unicen.edu.ar)

## 2. TEMA DE INVESTIGACION

Análisis de calidad de los recursos hídricos y riesgo sanitario por contaminantes como herramienta para la toma de decisiones

## 3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

*INGRESO:* Categoría: Asistente Fecha: 02/01/2007

*ACTUAL:* Categoría: Asistente desde fecha: 02/01/2007

## 4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

*Universidad y/o Centro:* Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA)

*Facultad:*

*Departamento:*

*Cátedra:*

*Otros:*

*Dirección Particular:* Calle: Av. Italia N°: 780

*Localidad:* Azul CP: 7300 Tel: 02281-432666

*Cargo que ocupa:* Investigador asistente

## 5. DIRECTOR DE TRABAJOS. (En el caso que corresponda)

*Apellido y Nombres:* VIVES, Luis

*Dirección electrónica:* [lives@faa.unicen.edu.ar](mailto:lives@faa.unicen.edu.ar)

.....  
Firma del Director (si corresponde)

.....  
Firma del Investigador  
Fecha...../...../.....

## **6. EXPOSICION SINTETICA DE LA LABOR DESARROLLADA EN EL PERIODO.**

El plan de actividades continuó con la línea de investigación desarrollada durante los últimos años de actividad profesional. Es decir, estudios para la determinación de la calidad de los recursos hídricos en función de sus usos más importantes como aporte a la toma de decisiones. Se hace especial énfasis en las evaluaciones probabilísticas y espaciales de riesgo ambiental (principalmente sanitario, cuya sigla es ARS) a partir de contaminantes presentes en los recursos hídricos. Es decir, se intenta dar el perfil de investigación aplicada y bajo la forma del desarrollo de herramientas de evaluación útiles a los municipios.

Estas metodologías se aplicaron en el marco de los proyectos de investigación en marcha y se enfocaron tanto con relación a los recursos hídricos superficiales como los subterráneos de los partidos de Azul y de Tres Arroyos.

Respecto de los recursos hídricos superficiales los estudios se enfocaron hacia la evaluación de la calidad con relación a su uso recreativo con contacto directo (que se realiza en aguas del Arroyo del Azul y arroyos del Partido de Tres Arroyos –primero, segundo y tercer brazo de los Tres Arroyos, Arroyo Claromecó) y con relación a los posibles impactos ecológicos, por la presencia de metales pesados y agroquímicos en el agua. En estos estudios se aplicaron diversas herramientas analíticas tales como los análisis de riesgo sanitario, estudios quimiométricos, índices de calidad, etc. a los numerosos sitios de muestreo a lo largo de los citados cuerpos de agua. Para iniciarla en tareas de investigación, se presentó a una alumna a la beca de entrenamiento CIC con un proyecto relacionado con la evaluación de las aguas recreativas por análisis de riesgo (ver más adelante).

Un aspecto particular relacionado con la afectación de la calidad del agua en Arroyo del Azul es el estudio del aporte de materia a la misma (material particulado, materia orgánica y nutrientes) por la pérdida de suelos provocada por la erosión hídrica en la cuenca alta del arroyo del Azul y los arroyos Videla y Santa Catalina. Este estudio lo está realizando un becario de estudio CIC (ver más adelante).

Respecto de los subterráneos, la calidad se evaluó principalmente con relación a su ingesta, aplicándose también análisis de riesgo sanitario. En estos casos, debido a la importancia de la distribución espacial de los contaminantes, se dio importancia a los mecanismos de interpolación de las concentraciones en el marco de ARS espaciales. Estos, además, adquieren especial importancia debido a la posibilidad de anexarlos a los SIG urbanos (tal como se hizo en la ciudad de Azul y de Tres Arroyos) permitiendo la integración de la calidad del agua con otra información disponible georreferenciada: variables poblacionales, socioeconómicas, etc.

Estas tareas quedan plasmadas en la producción realizada en el período.

Otros aspectos dignos de destacar son las actividades emprendidas con relación a la formación de recursos humanos. Como primera medida se finalizó con las tareas de formación de la Lic. Natalia Othax en el marco de su beca CIC de estudio y la de perfeccionamiento, finalizada en marzo de 2009. Esto quedó plasmado en su Tesis de Maestría *Evaluación de los análisis de riesgo sanitario como herramienta de gestión de los recursos hídricos* de la carrera Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano del Centro de Investigaciones Ambientales de la Fac. de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Mar del Plata, defendida en abril de 2009 y de la que fui el director. Las tareas con la mencionada profesional produjo publicaciones (ver más adelante), su Tesis de Maestría así el proyecto para el concurso 2008 para la beca de Postgrado Tipo I de CONICET (*Análisis del riesgo sanitario por contaminantes presentes en las aguas subterráneas y superficiales de los partidos de Azul y de Tres Arroyos*). Esta beca, de la que soy también el director, fue otorgada y fue iniciada en abril de 2009. La mencionada profesional actualmente se halla planificando la presentación a un doctorado.

También se hizo la presentación del Lic. en Biología Hugo Albornoz bajo mi dirección con el proyecto *Relación lluvias, escorrentía superficial y transporte de materia en la cuenca alta del Arroyo del Azul (provincia de Buenos Aires)* a la convocatoria 2008 para la beca de Estudio CIC BE09. Esta beca fue otorgada por la CIC, y se inició en abril de 2009.

Se presentó, además, a la srta. Jesica Solís, alumna de la Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental de la UNCPBA a la beca de entrenamiento para alumnos de la CIC (BENTR2009) con el proyecto *Caracterización del uso recreativo de las aguas del Arroyo Azul por medio de análisis de riesgo sanitario como aporte a la gestión de los recursos hídricos*, tema que servirá de base para su tesis de finalización de carrera. De otorgarse esta beca, y lleva su tesis en tiempo y forma, tal vez pueda presentarse a una próxima convocatoria de beca de estudio CIC, potenciado el desarrollo del tema.

**Importancia para la provincia:** en la práctica, cuando se evalúa la calidad del agua, es frecuente apreciar su condición por comparación con valores referenciales variables según el uso del recurso. Éstos están establecidos por norma o son sugeridos por organismos especializados. Es el caso de los Niveles Guía (NG). Aun cuando se reconoce la validez y claridad de este proceso comparativo los NG proveen información parcializada de la calidad del agua.

Por ejemplo, los NG funcionan de manera individual, es decir, el análisis se realiza parámetro a parámetro, medio por medio, y uso por uso, desestimando los enfoques integrales, las posibles interacciones entre sustancias, las tendencias espaciales y temporales, etc. Por otro lado, es una práctica común monitorear sólo algunos parámetros para confrontarlos con los niveles guía correspondientes, y, en base a ello, establecer una caracterización extensiva de la calidad del agua. La Argentina en general y la Provincia de Buenos Aires en particular, no poseen una cobertura de niveles guía muy extendida. Así, por ejemplo, no posee Niveles Guía que regulen la balneabilidad u otros usos de las aguas de los cuerpos hídricos naturales superficiales. Y respecto del agua subterránea, para evaluar su calidad para ingesta humana tampoco se cuenta con valores referenciales para muchas de las sustancias que suelen aparecer en los monitoreos. Además, debido a que estos niveles guía solo cambian por normativa, están sujetos a una dinámica muy lenta de actualización como herramientas de análisis.

Los estudios encarados por el grupo al que pertenezco en el IHLLA, no solo proveen información de calidad a partir de los monitoreos tanto de aguas subterráneas como superficiales de cuencas hídricas bonaerenses importantes. Con los proyectos PID (primero el PID 452, entre los años 2005-2008, luego el PID 35765, entre los años 2008-2010), se realizó (y está realizando) el relevamiento de especies químicas naturales (caso del Arsénico y Fluoruro) y antrópicas (agroquímicos y metales pesados) en ambos partidos, lo cual permite ampliar la base de información del estado de las aguas sometidas a diversos usos en esos dos partidos. Esto es particularmente destacable, sobre todo, en el caso del arsénico dado el estado público que adquirió el problema.

También intentan "mejorar" la evaluación de la significación de esa calidad en términos de los usos de las mismas apelando a herramientas novedosas, por ejemplo, los ARS, tanto sanitarios como ecológicos, los estudios quimiométricos y los índices de calidad. Los ARS consideran simultáneamente múltiples rutas de exposición y múltiples sustancias, múltiples receptores, y pueden integrarse a los SIG. Además, tienen el potencial de predecir el efecto de exposiciones frente a concentraciones potenciales de contaminantes, de maximizar el valor de los datos disponibles al poder combinarlos en esquemas analíticos integrados, de permitir flexibilizar la complejidad del modelo a las necesidades de la evaluación, y de reducir la necesidad de programas intensivos de monitoreo ambiental. En resumidas cuentas, estos estudios intentan promover la eficacia y eficiencia de las evaluaciones de calidad del agua aplicando metodologías independientemente del sitio.

## 7. TRABAJOS DE INVESTIGACION REALIZADOS O PUBLICADOS EN ESTE PERIODO.

### 7.1 PUBLICACIONES.

1) OTHAX N., **PELUSO F.**, USUNOFF E., 2008. **Estudio de la evolución del contenido de nitratos en agua de bebida por valores normativos y análisis de riesgo sanitario espacial. Caso de la ciudad de Azul, Argentina.** *Geofocus* 8: p.169-186. ISSN 1578-5157. <http://www.geo-focus.com>.

RESUMEN: Se analiza la evolución del contenido en nitratos del agua de red de la ciudad de Azul, Argentina, durante doce años tomando a 1992, 1998 y 2004 como años testigos. Para cada uno de ellos se han comparado las áreas que sobrepasaba el valor límite normativo de 50 mg l-1 con las que ocupaban tres niveles de riesgo sanitario probabilístico por ingesta. Los valores promedios de concentración se redujeron el 70.95 % durante el período, con una retracción del 86.6 % de la superficie afectada, quedando 6.38 km<sup>2</sup> (7.05 %) con valores superiores al límite. Por otro lado, sólo se presentó riesgo atendible en el año 1992. La comparación de los dos métodos permitió observar que, aunque igualmente sensibles, el uso de los valores límites resulta más conservador (y menos realista) que el del riesgo. Además, se discuten otras ventajas (y desventajas) de cada uno de ellos frente al otro.

2) **PELUSO F.**, GONZÁLEZ CASTELAIN J., VARELA C., USUNOFF E., 2008. **Evaluación preliminar del riesgo sanitario por agroquímicos en aguas del Arroyo Azul, provincia de Buenos Aires.** *Biología Acuática* 24: 123-130. ISSN 0326-1638.

RESUMEN: Los análisis de riesgo sanitario (ARS) indican si una sustancia química presente en el agua es una amenaza a la salud si, por ejemplo, es ingerida accidentalmente durante un uso recreativo con contacto directo. Los objetivos del trabajo son estimar el riesgo debido a la ingesta accidental de agroquímicos presentes en aguas del balneario del Arroyo Azul (HCH, Aldrín, Clordano, Glifosato e Imazetapir) mediante un ARS y discutir las potencialidades de estas herramientas para la gestión de los recursos hídricos. El modelo ARS utilizado es el de USEPA, y, salvo la concentración de la sustancia en el agua, el resto de las variables (tasa de ingesta, peso corporal, frecuencia y duración de la exposición), son tratadas probabilísticamente y se ajustan a un escenario recreativo con contacto directo. El riesgo agregado se estima a partir del modelo aditivo de los riesgos particulares de cada una de las sustancias.

Los resultados presentan que el riesgo no carcinogénico, al ser menor a la unidad, es no atendible, siendo el principal contribuyente el Aldrín. Con respecto al riesgo carcinogénico, si bien es levemente superior al valor limitante de 10<sup>-5</sup>, las condiciones conservadoras asumidas en el estudio hacen que, en realidad, deba ser minimizado. Su principal contribuyente es el HCH.

La Provincia de Buenos Aires no posee niveles guía que regulen la balneabilidad de los cuerpos de agua naturales. Por ello, los ARS resultan una opción a los tomadores de decisión ante la falta de otro tipo de estrategia de gestión.

3) GONZALEZ CASTELAIN J., **PELUSO F.**, USUNOFF E., RODRIGUEZ L., 2008. **Usos y percepciones de problemas en el balneario municipal de la ciudad de Azul, provincia de Buenos Aires.** *Biología Acuática* 24: 111-115. ISSN 0326-1638.

RESUMEN: El Arroyo Azul atraviesa la ciudad homónima (60.000 habitantes), donde forma un espejo de agua artificial de 7has. utilizado como recurso recreativo y paisajístico, que se encuentra frecuentemente evaluado desde el punto de vista ambiental y sanitario por la comunidad y las autoridades municipales.

Con el objeto de aportar a la generación de pautas de gestión, se realizó un estudio de percepción sobre la población (N=1388) relevando la intensidad de uso y la existencia y nivel de gravedad de problemas ambientales. También se evaluó la asociación entre problemas y usos mediante el coeficiente de contingencia.

El 58% de los consultados se declaró no usuaria del Balneario. Los usuarios mencionaron como usos principales a algunos sin contacto directo con el agua (caminatas (41%), otras actividades de esparcimiento (34%)) y con contacto directo (baño (26%) y pesca (20%)), todos desarrollados durante el verano. El uso en invierno es limitado (14%).

Los problemas ambientales percibidos con mayor gravedad tienen que ver con la degradación de la calidad del agua asociada a la presencia de basura en orillas y agua, turbidez del agua, y barro en el lecho. Por otro lado, sólo para los de actividades con contacto directo la calidad sanitaria del agua fue considerada un problema de cierta gravedad.

Se puede concluir que existe una percepción negativa sobre la calidad del agua, relacionada a criterios estéticos y organolépticos. Esto permite proponer acciones de mayor impacto tendientes a mejorar la calidad del sitio y a la captación de nuevos usuarios.

4) OTHAX N., **PELUSO F.**, USUNOFF E., 2007. **Los análisis de riesgo sanitario como herramientas para la gestión de los recursos hídricos en Argentina.** *REGA (Revista de Gestión del Agua en América Latina)* 4(2): 39-50. ISSN 1806-4051. (aunque está fechado como de 2007, en realidad se publicó durante 2008)

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo consiste en un análisis del riesgo sanitario (ARS) por la ingesta crónica de fluoruros con la bebida de agua de pozos someros domiciliarios de la planta urbana de la ciudad de Azul, Argentina. El ARS, probabilístico y espacial, también se realizó para evaluar las posibilidades que ofrecen este tipo de herramientas para la gestión de los recursos hídricos. Una de ellas consistió en integrarlo con información de un SIG de la planta urbana, estudiando la relación espacial entre el riesgo sanitario y la vulnerabilidad socioeconómica de la población expuesta. La concentración promedio de fluoruro en el agua es mayor al nivel máximo permisible según normativa, sobrepasando el nivel de riesgo atendible (es decir, riesgo igual o mayor a 1), con un valor máximo cercano al doble de ese valor. El área que ocupa este nivel de riesgo alcanza los 76.23 km<sup>2</sup> (el 84.7 % del área total de la planta urbana) afectando a 20903 personas (el 37 % del total de la población), de las cuales 1858 son niños hasta 5 años (el 32.7 % de este estrato de edad). Del conjunto de personas que se proveen de agua de pozo domiciliario, 1653 no poseen servicio de agua de red domiciliaria, por estar en un área no cubierta por el mismo o por no tener conexión a pesar de estar en el área servida. El estudio sobre su vulnerabilidad socioeconómica arrojó que las de las áreas donde no existe el servicio de agua de red tendrían una condición de mayor vulnerabilidad. El ARS probabilístico y espacial posee ciertas ventajas respecto del análisis de la calidad del agua por el uso de tablas de niveles máximos permisibles. Entre ellas permite mayores posibilidades analíticas en un marco metodológico más realista y se puede integrar a un SIG, lo que ofrece oportunidades para operaciones entre mapas. Por ello, los ARS son herramientas de valor con respecto a la gestión integrada de los recursos hídricos debido no sólo al tipo de información que aportan (distribución espacial de la calidad del agua), sino también por las capacidades de integración con información estratégica de otra naturaleza.

## 7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN.

### 7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.

1) **PELUSO F.**, VARELA C., GONZÁLEZ CASTELAIN, J., USUNOFF E. **Peligrosidad ambiental comparada de los agroquímicos presentes en aguas del Arroyo Azul, provincia de Buenos Aires.** En revisión en la revista Cuadernos del CURIHAM (2007) (*Mencionado en informe anterior, no cambió de status durante el período*).

RESUMEN: Las aguas del Arroyo Azul en la Provincia de Buenos Aires contienen concentraciones medibles de insecticidas (HCH, BHC, Clordano, Aldrin, Clorpirifos y Cipermetrina), herbicidas (Acetoclor, Imazetapir, 2,4-D, Glifosato) y fungicidas (Carbendazim), en concentraciones variables. Se ha desarrollado un método simple para ranquearlos en función de su peligrosidad ambiental con respecto al ambiente acuático, obtenido a partir de un índice que se basa en la concentración de las sustancias en el agua, sus características físico-químicas, su

movilidad y permanencia en el medio acuático, y su riesgo sanitario y ecológico. El herbicida Glifosato es la sustancia prioritaria aunque con un valor medio respecto del máximo posible del índice. Le siguieron Cipermetrina, Acetoclor, BHC, 2,4 -D, Carbendazim y Cloropirifos. El valor final del ranqueo obtenido responde a las resultantes parciales de todas las variables no de un tipo en particular, principalmente, de los riesgos sanitario o ecológico. El Índice de Peligrosidad Relativo es una metodología simple de pantallazo que sirve para ranquear las sustancias plaguicidas presentes en los cuerpos de agua y con ello permiten dar respuestas preliminares de manera más o menos inmediata.

2) **PELUSO F., OTHAX N., USUNOFF E. Riesgo a la salud probabilístico y especializado por fluoruro en Azul, Argentina.** En revisión en la revista Cuadernos del CURIHAM (2007). *(Mencionado en informe anterior, no cambió de status durante el período).*

RESUMEN: El análisis de riesgo sanitario (ARS) estima el peligro para un humano expuesto a sustancias presentes en el ambiente. El presente trabajo tuvo como objetivo conocer el riesgo sanitario que implicaría el consumo de agua en la planta urbana de Azul a partir de su contenido de fluoruro. Para un escenario de exposición crónica por ingesta de agua proveniente de 30 pozos someros domiciliarios, la mayor parte del área de la planta urbana, es decir, 76,23 km<sup>2</sup>, presenta niveles de riesgo atendible, con 20.903 personas involucradas de los cuales 1.858 corresponden a niños expuestos. El estudio realizado ha permitido visualizar una serie de posibilidades que brindan los modelos ARS para la evaluación de la calidad de los recursos hídricos para consumo humano en relación con el análisis comparativo basado en los límites establecidos por la normativa vigente.

3) **RODRÍGUEZ L., PELUSO F., GONZÁLEZ CASTELAIN J. Comparación de índices de calidad de aguas aplicados en el arroyo del Azul, provincia de Buenos Aires.** Enviado a la revista Cuadernos del CURIHAM (2008). *(Mencionado en informe anterior, no cambió de status durante el período).*

RESUMEN: La evaluación de la calidad del agua en los países desarrollados se ha convertido en una decisión crítica en los últimos años. Los índices de calidad de agua son herramientas de gestión aplicadas frecuentemente para ese fin. En el presente trabajo se comparan cuatro índices de calidad de agua aplicados con el fin de estudiar su comportamiento en base a información de 9 campañas de muestreo estacionales realizadas en el Arroyo del Azul, de cara a su adopción como herramienta de gestión y para el establecimiento de un sistema de monitoreo continuo de la calidad de sus aguas que contemple diversos usos. Los cuatro índices se muestran sensibles a cierta variación de la calidad del agua en diversos tramos del arroyo del Azul, presentando la misma tendencia general, siempre en un rango de calidad entre buena y media. Cobra importancia considerar, al elegir entre ellos, el número y la calidad de las variables incluidas como factor clave para que el mismo refleje las características del cuerpo de agua en estudio. El índice de la National Science Foundation es un evaluador aceptable de la calidad del agua del arroyo del Azul debido a su sensibilidad y grado de exigencia a un costo operativo razonable.

4) **PELUSO F., GROSMAN F., GONZÁLEZ CASTELAIN J. Riesgo sanitario por pesticidas organoclorados en aguas de una laguna pampeana argentina.** En revisión en la revista *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana* (2008).

RESUMEN: En la laguna El Carpincho (Junín, provincia de Buenos Aires, Argentina), se determinaron agroquímicos organoclorados, por lo que podrían existir efectos negativos a la salud en sus usuarios. El objetivo del trabajo fue estimar el riesgo sanitario (ARS) por los pesticidas hallados durante el baño recreativo. El ARS se basó en el modelo USEPA probabilístico para riesgo agregado y acumulativo a los pesticidas  $\alpha$  y  $\delta$  HCH, endosulfán y endosulfán sulfato. El ARS se estimó tanto para efectos no carcinogénicos como carcinogénicos, considerando la ingesta accidental de agua y el contacto dérmico. El individuo expuesto asumido fue un pescador deportivo que toma un baño en la laguna de una hora por día. Su tipología (frecuencia de excursiones, duración y experiencia), se justificó en resultados previos referidos a aspectos sociales de la pesquería allí instalada. El riesgo agregado y acumulativo para los efectos no carcinogénicos y carcinogénicos fue de  $3,19E^{-05}$  y  $1,76E^{-08}$  (5 y 3 órdenes de magnitud

menores al nivel de peligrosidad para cada tipo de efecto), siendo los isómeros de HCH los principales contribuyentes en ambos casos. El uso de la laguna para baño no representaría un riesgo atendible para las condiciones de exposición consideradas.

5) **PELUSO F.; GONZALEZ CASTELAIN J., RODRÍGUEZ L.; JAIME S. Balneabilidad comparada de dos sitios del Arroyo del Azul (Partido de Azul; prov. de Buenos Aires) por análisis de riesgo sanitario.** En revisión en la revista *REGA (Revista de Gestión del Agua en América Latina)* (2009).

RESUMEN: Relevamientos de calidad del agua del Arroyo del Azul mostraron la presencia de sustancias potencialmente peligrosas para la salud dado el uso recreativo con contacto directo de sus aguas. Se encontraron metales pesados (Arsénico, Cobre, Mercurio y Zinc) y agroquímicos (2,4-D,  $\alpha$  y  $\delta$ -HCH, Acetoclor, Aldrín, Cipermetrina, Clorpirifos, Endosulfán y Endosulfán Sulfato,  $\gamma$ -Clordano, Glifosato y Heptaclor). El objetivo del trabajo fue estimar el riesgo sanitario (ARS) crónico por baño recreativo durante la temporada estival para evidenciar su utilidad como herramienta de gestión alternativa al uso de los niveles máximos permisibles y complementaria de los estudios basados en los recuentos microbiológicos.

El ARS consideró la ingesta accidental y el contacto dérmico en dos sitios del arroyo donde se realiza esa actividad. Se basó en el modelo USEPA probabilístico para riesgo agregado (exposición simultánea por ambas vías de contacto) y acumulativo (exposición simultánea a las sustancias). El ARS se estimó tanto para efectos no carcinogénicos como carcinogénicos, aditivamente. El individuo expuesto considerado fue un niño.

El uso del arroyo no representaría un riesgo sanitario atendible para los escenarios de exposición considerados en el ARS, por las dos vías de exposición y todas las sustancias simultáneamente.

No existirían diferencias en la calidad del agua entre los dos sitios. Por otro lado, tampoco existe diferencia significativa entre el riesgo por ingesta accidental y por contacto dérmico para efectos no carcinogénicos (ENC), aunque el riesgo por este último es mayor en 9 de las 16 sustancias. Para los efectos carcinogénicos (EC) la diferencia entre las dos vías de contacto es significativa. La balneabilidad de las aguas del arroyo en base a las características físico químicas pudo ser analizada por la aplicación de análisis de riesgo sanitario. Esto las convierte en metodologías analíticas complementarias a los estudios microbiológicos y alternativas al empleo de los niveles máximos permisibles.

#### **7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.**

**PELUSO F.; GONZALEZ CASTELAIN J., RODRÍGUEZ L.; JAIME S. Evaluación de la calidad química del agua del Arroyo del Azul (Argentina) para fines recreativos por análisis de riesgo sanitario.**

RESUMEN: Relevamientos de calidad del agua del Arroyo del Azul y tributarios revelaron la presencia de sustancias potencialmente peligrosas para la salud dado el uso recreativo con contacto directo de sus aguas. Entre las sustancias se encontraron metales pesados y pesticidas. El objetivo del trabajo fue estimar el riesgo sanitario (HRS) por baño recreativo durante la temporada estival, considerando la ingesta accidental y el contacto dérmico. El HRS se basó en el modelo USEPA probabilístico para riesgo agregado (exposición simultánea por ambas vías de contacto) y acumulativo (exposición simultánea a las sustancias). Se estimó tanto para efectos no carcinogénicos como carcinogénicos, aditivamente. El individuo expuesto considerado fue un niño. El riesgo agregado y acumulativo, tanto para los efectos no carcinogénicos como para los carcinogénicos, no fue significativo. Por lo tanto, el uso del arroyo no representaría un riesgo atendible para las concentraciones presentes de esas sustancias y los escenarios de exposición considerados en el HRS. Dada la falta de un cuerpo normativo en Argentina que regule la balneabilidad de las aguas naturales que vaya más allá de los indicadores microbiológicos, los HRS se presentan como una alternativa válida de gestión.

## 7.5 COMUNICACIONES.

1) **PELUSO F., GONZÁLEZ CASTELAIN J., OTHAX N., RODRIGUEZ L. Calidad del agua por análisis de riesgo sanitario y por niveles normativos: nitratos, fluoruro y arsénico en la ciudad de Tres Arroyos.** Aceptado para su presentación en el **VI Congreso Argentino de Hidrogeología** (a realizarse entre el 24 y el 28 de agosto de 2009 en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa).

RESUMEN: A pesar del alto nivel de cobertura de agua de red que poseen las ciudades medianas y grandes en la prov. de Buenos Aires, es común la tenencia de pozos activos en los domicilios. Relevamientos de 56 pozos someros del área urbana y periurbana de la ciudad de Tres Arroyos revelaron la presencia de nitratos (NO<sub>3</sub>), fluoruros (F) y arsénico (As) en niveles objetables para la normativa de la provincia de Buenos Aires (ley 11820). El objetivo del presente trabajo es evaluar la calidad química del agua mediante la aplicación de análisis de riesgo sanitario (ARS) y compararla con el uso de los niveles normativos.

El riesgo se calculó por la metodología USEPA probabilística para efectos no carcinogénicos crónicos sobre un niño de 5 años y un escenario residencial. Según esta metodología, si el valor ARS es igual o mayor a la unidad ( $R \geq 1$ ), se considera riesgo atendible. El ARS fue por sustancia individual y se estimó con Crystal Ball 7.0. Los valores de riesgo se interpolaron a toda la planta urbana por Krigging ordinario con variograma omnidireccional y modelo lineal, con una equidistancia de 50 metros con Surfer 7.0. La planta urbana tiene 961 polígonos de superficie variable (11.33 km<sup>2</sup>) y está habitada por 45318 personas de las cuales 10942 son niños.

Del conjunto de pozos, 45 tuvieron concentración excedidas de NO<sub>3</sub>, 49 de F, y 27 de de As (límites normativos de 50, 1.5 y 0.05 mg/L, respectivamente). El NO<sub>3</sub>, F y AS tuvieron concentraciones promedio de 83.42 (DS 43.80), 2.31 (DS 1.42) y 0.07 (DS 0.03) mg/L, con concentraciones máximas de 203.1, 10.64 y 0.17 mg/L, respectivamente.

Para NO<sub>3</sub> no existen pozos que posean riesgo (R máximo: 0.24). Para F existe únicamente un pozo con valor atendible, aunque fuera de la planta urbana (R máximo: 1.44), y para As son 38 los pozos  $R \geq 1$  (R máximo 4.53). La interpolación de los valores de riesgo a la planta urbana estableció que para el caso del F, a pesar de tener valores atendibles, estos se dan fuera de la planta. Para el caso del As, los valores de riesgo afectan 351 polígonos (4.41 km<sup>2</sup>, habitados por 12675 personas de las cuales 3339 son niños; R máximo 2.55).

La nula casuística de patologías por cualquiera de las tres sustancias tiende a apoyar los resultados de los análisis de riesgo para NO<sub>3</sub> y para F. En el caso del As, ven afectados tanto los niveles normativos como los valores de riesgo por el planteo, por parte de la OMS, de referenciales toxicológicos muy conservadores surgidos de estudios cuyas condiciones sólo son aplicables a ciertas regiones del mundo.

Se concluye que, tanto para el NO<sub>3</sub> como para F, a pesar que los niveles normativos son sobrepasados en varios de los pozos, los análisis de riesgo muestran que la población urbana no se encontraría en peligro. Respecto del As el riesgo es atendible aunque debería analizarse si no podría tratarse de una sobreestimación metodológica común a la del valor normativo.

2) **PELUSO F., OTHAX N., GONZÁLEZ CASTELAIN J., Riesgo sanitario por arsénico y fluoruro en Azul, prov. de Buenos Aires. Comparación de escenarios de exposición.** Aceptado para su presentación al **VI Congreso Argentino de Hidrogeología** (a realizarse entre el 24 y el 28 de agosto de 2009 en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa).

RESUMEN: Tanto el arsénico como el fluoruro son reconocidos agentes causantes de patologías asociadas con la ingesta de agua. Sin embargo, un usuario residencial no sólo toma contacto con el agua a partir de la ingesta consuntiva sino también por la ingesta accidental durante el baño en una pileta. O, también, por el contacto dérmico con el agua, sea en esa pileta o durante la ducha. Aunque se desestima que la ingesta consuntiva será la principal vía de contacto (y por lo tanto la más riesgosa), se desconoce la importancia relativa de la ingesta accidental o del contacto dérmico para escenarios de exposición comunes. El objetivo del trabajo es cuantificar la importancia relativa de esos escenarios de exposición comunes (ingesta residencial, baño recreativo, baño higiénico) aplicando análisis de riesgo sanitario (ARS) sobre agua que contiene niveles normativos objetables de fluoruro (F) y arsénico (As). Esta proviene de 30 pozos someros activos de la ciudad de Azul, provincia de Buenos Aires.

Se analizaron la ingesta y el contacto dérmico como vías de contacto. Aparte de la ingesta consuntiva residencial normal se consideró la ingesta accidental durante el baño recreativo en pileta. Y se analizó el contacto dérmico tanto para el baño recreativo como para el baño higiénico (ducha de 10 minutos). En este último caso no se consideró relevante la ingesta de agua.

El riesgo se calculó por la metodología USEPA probabilística para efectos no carcinogénicos crónicos sobre un niño de 14 años y un escenario residencial. Según esta metodología, si el valor ARS es igual o mayor a la unidad ( $R \geq 1$ ), se considera riesgo atendible. El ARS fue por sustancia individual y acumulativo (considera ambas sustancias simultáneamente). También por vía de contacto y agregada (considera a las distintas vías simultáneamente). También el ARS se estimó agregada y acumulativamente de manera integrada (todas las sustancias por todas las vías). En todos los casos se aplicó Crystal Ball 7.0 para el cálculo del ARS, y en los casos de integración de sustancias o de vías de exposición, se lo realizó aditivamente.

Las concentraciones promedio para F y As fueron de 1.36 y 0.022, con máximos de 2.26 y 0.05 mg/L, respectivamente. El valor promedio de R por F, As y acumulativo para la ingesta residencial fue de  $1.75E-01$ ,  $5.31E-01$  y  $7.37E-1$  respectivamente. Para la ingesta accidental durante el baño recreativo fue de  $7.49E-3$ ,  $2.41E-2$  y  $3.16E-2$ , respectivamente. Para el contacto dérmico durante el baño recreativo fue de  $2.55E-3$ ,  $2.32E-2$  y  $2.57E-2$ , respectivamente. Y para el contacto dérmico durante la ducha fue de  $1.56E-3$ ,  $1.42E-2$  y  $1.57E-2$ . El riesgo agregado y acumulativo promedio para todos los pozos fue de  $7.99E-1$  (no atendible), aunque en 8 pozos se alcanzó el nivel de riesgo atendible aunque en valores bajos ( $R$  máximo = 1.67). La ingesta residencial acumulativa representó más del 90 % del riesgo integrado mientras que el baño recreativo (considerando la ingesta y el contacto dérmico) representó poco más de 7 % y la ducha alrededor del 1 %. En el caso particular del baño recreativo, que es el único caso en que se puede comparar la contribución de las dos sustancias por las dos vías de contacto, se constató que F genera un riesgo mayor por vía digestiva que por vía dérmica, mientras que el As produce la situación inversa.

3) **PELUSO, F.**; GROSMAN, F.; GONZALEZ CASTELAIN J., 2008. **Estimación del riesgo sanitario por pesticidas organoclorados en aguas de una laguna bonaerense.** Actas del V Congreso sobre Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos: 47. (Luján, prov. de Buenos Aires, del 3 al 5 de diciembre de 2008).

RESUMEN: Relevamientos de calidad del agua de la laguna El Carpincho (Junín, provincia de Buenos Aires), determinaron agroquímicos organoclorados, por lo que existiría la posibilidad de efectos negativos a la salud en los usuarios. El objetivo del trabajo fue estimar el riesgo sanitario (ARS) por los pesticidas hallados ( $\alpha$  y  $\delta$  HCH, endosulfán y endosulfán sulfato) por baño recreativo durante la temporada estival, considerando la ingesta accidental y el contacto dérmico. El ARS se basó en el modelo USEPA probabilístico para riesgo agregado (exposición simultánea por ambas vías de contacto) y acumulativo (exposición simultánea a los cuatro agroquímicos). El ARS se estimó tanto para efectos no carcinogénicos como carcinogénicos, aditivamente. El individuo expuesto considerado fue un pescador que toma un baño en la laguna de una hora por evento. Su tipología (frecuencia de excursiones, duración y experiencia), se justificó en resultados previos referidos a aspectos sociales de la pesquería. El riesgo agregado y acumulativo para los efectos no carcinogénicos y carcinogénicos fue de  $3,19E-05$  y  $1,76E-08$  (5 y 3 órdenes de magnitud menores al nivel de peligrosidad para cada tipo de efecto), siendo los HCH los principales contribuyentes en ambos casos. Por lo tanto el uso de la laguna para baño no representaría un riesgo atendible para las concentraciones presentes y los escenarios de exposición considerados en el ARS.

4) **PELUSO, F.**; GONZALEZ CASTELAIN J., RODRIGUEZ L., 2008. **Análisis del riesgo sanitario por metales pesados en aguas superficiales del partido de Tres Arroyos sujetas a baño recreativo.** Actas del V Congreso sobre Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos: 36. (Luján, prov. de Buenos Aires, del 3 al 5 de diciembre de 2008).

RESUMEN: Estudios de calidad del agua superficial en el partido de Tres Arroyos revelaron la presencia de metales pesados en diferentes concentraciones, en distintos puntos. Dado el hecho de que las aguas del sistema de los Tres Arroyos y Arroyo Claromecó son usadas como balneario

espontáneo durante el verano, el objetivo del presente estudio fue evaluar si la presencia conjunta de As, Cu, Cr, Hg y Zn entraña peligrosidad para los bañistas. Esta se basó en un análisis de riesgo sanitario (ARS) por uso recreativo (ingesta accidental y contacto directo) en nueve puntos de la cuenca utilizando la metodología USEPA, probabilísticamente. El ARS fue de tipo agregado (exposición simultánea por ambas vías de contacto) y acumulativo (exposición simultánea a todos los metales), para los efectos no carcinogénicos crónicos. Estos se computaron aditivamente. El individuo expuesto es un niño de 10 años (32 kg), que se baña una media de 20 veces al año durante una hora, y lo hará durante un período promedio de 7 años. Los resultados indican que el valor mayor para el riesgo agregado y acumulativo fue de  $7.23E^{-02}$ , en la estación del Arroyo Claromecó. Se concluye que en ningún punto relevado (que incluyeron la zona del parque industrial y de la planta de tratamiento de líquidos cloacales, en el área urbana-periurbana de la ciudad) se alcanzó un nivel de riesgo atendible ( $R > 1$ ) bajo el escenario de exposición considerado.

5) GONZÁLEZ CASTELAIN J., RODRIGUEZ L., **PELUSO F.**, 2008. **Caracterización preliminar de las aguas superficiales del partido de Tres Arroyos (provincia de Buenos Aires)**. Actas del V Congreso sobre Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos: 35. (Luján, prov. de Buenos Aires, del 3 al 5 de diciembre de 2008).

RESUMEN: Los principales recursos hídricos superficiales del Partido de Tres Arroyos incluyen los Tres Brazos de los Tres Arroyos, el arroyo Claromecó, el Río Quequén Salado y el arroyo Cristiano Muerto. A instancias de las autoridades municipales, se realizó un diagnóstico quimiométrico, mediante quince muestras extraídas en enero de 2007.

A partir de los resultados, se aplicaron técnicas de análisis multivariado (cluster, componentes principales) a fin de identificar las principales variaciones espaciales, y se utilizó un índice de calidad de aguas (WQI - USEPA).

Se identificaron tres grupos de muestras. Un grupo de muestras que presentan mayor salinidad (río Quequén Salado y desembocadura del Arroyo Claromecó en el mar); otro grupo de muestras de agua de calidad naturalmente buena (arroyo Cristiano Muerto, 2do y 3er Brazo, y otras muestras alejadas del sector urbano); y un tercer grupo de muestras potencialmente afectadas por las actividades urbanas (industria y cloacales) en un sector del 3er Brazo, con un incremento de la carga bacteriana, de materia orgánica, de fósforo y de nitrógeno. Pese a ello, el WQI aplicado no alcanza a discriminar este sector, considerando a todas las muestras extraídas como de calidad "aceptable".

Se prevé la realización de un monitoreo estacional a fin de corroborar y robustecer estos resultados preliminares, y el replanteo del índice de calidad utilizado a fin de que evidencie las variaciones de calidad locales.

6) GONZÁLEZ CASTELAIN J., RODRIGUEZ L., **PELUSO F.**, 2008. **Material particulado, materia orgánica y nutrientes en la cuenca alta del Arroyo del Azul (provincia de Buenos Aires)**. Actas del V Congreso sobre Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos: 31. (Luján, prov. de Buenos Aires, del 3 al 5 de diciembre de 2008).

RESUMEN: En el marco de un monitoreo de la cuenca alta del arroyo del Azul se observaron diferencias entre el arroyo Santa Catalina (generalmente de mayor turbidez y carga de material particulado suspendido) y los arroyos Videla y del Azul.

Con el objeto de evaluar estas diferencias, se utilizaron técnicas de análisis multivariado (cluster y componentes principales) para identificar las variables relevantes, contando con doce series de muestras simultáneas obtenidas estacionalmente entre 2005 y 2008.

Las muestras del arroyo Santa Catalina se agruparon en un cluster diferente a las de los otros arroyos. La variación del sistema se explica por tres componentes principales (73% de la varianza total) asociados con la DBO, el nitrógeno Kjeldahl y la turbidez (CP 1; 41% de varianza), con la concentración de nitrato, los sólidos totales y suspendidos y la conductividad eléctrica (CP 2; 23% de la varianza) y el fósforo total (CP 3; 9% de la varianza). Un alto porcentaje de las muestras asociadas al CP 1 corresponden al arroyo Santa Catalina.

Se concluye que la subcuenca del arroyo Santa Catalina estaría sometida a un proceso erosivo más importante que las otras subcuencas. A fin de profundizar sobre las causas de este proceso,

se plantea la necesidad de evaluar a futuro las características del terreno (pendiente), las tecnologías utilizadas en el agro y la incidencia de lluvias y caudales.

7) RODRIGUEZ, L.; GONZALEZ CASTELAIN, J.; **PELUSO, F.**, 2008. **Descripción general de la calidad de las aguas del Arroyo del Azul (prov. de Buenos Aires)**. Actas del V Congreso sobre Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos: 33. (Luján, prov. de Buenos Aires, del 3 al 5 de diciembre de 2008).

RESUMEN: El arroyo del Azul recorre un subambiente de llanura con intensa actividad agropecuaria. Atraviesa la ciudad de Azul (60.000 habitantes) donde es utilizado con diversos fines (baño, recreación, recepción de efluentes, etc.). Dada la necesidad de contar con una descripción general de las características de sus aguas, el objetivo del presente es describirlo en base a un monitoreo realizado entre 2005 y 2008. Incluyó 12 campañas estacionales en 14 puntos de muestreo, midiendo 34 variables físico-químicas y microbiológicas y 87 entre metales pesados, sustancias orgánicas y pesticidas.

Se obtuvieron 7 variables con coeficiente de variación mayor a 200% (relacionadas con la bacteriología, compuestos de Nitrógeno, Fósforo soluble y orgánico), y 5 con coeficiente de variación mayor a 100% (Carbonato, Sólidos suspendidos, Sólidos sedimentables, Demanda Química de Oxígeno y Fósforo total). Se detectaron 35 sustancias entre metales pesados (por ej. Fe, Zn, Cu, Pb, As, Hg, etc.) compuestos orgánicos (Hidrocarburos totales, detergentes) y pesticidas (Glifosato, algunos organoclorados y piretroides), de las cuales 8 ( Fe, Detergentes, Heptaclor, Aldrín, D-HCH, Clorpirifos, Cipermetrina y 2,4-D) presentaron coeficiente de variación mayor al 100%. Se concluye que deberían hacerse estudios en mayor profundidad que permitan identificar las variables que determinan la variación de la calidad del agua del recurso para diferentes usos.

8) RODRÍGUEZ L., GONZALEZ CASTELAIN J., **PELUSO F.**, 2008. **Sectorización de la calidad del agua del Arroyo del Azul, provincia de Buenos Aires, mediante la aplicación de técnicas estadísticas multivariadas**. Actas del V Congreso sobre Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos: 32. (Luján, prov. de Buenos Aires, del 3 al 5 de diciembre de 2008).

RESUMEN: En la cuenca del arroyo del Azul (centro de la Provincia de Buenos Aires) se realizan diferentes usos (agrícola, recreativo, recepción de efluentes urbanos). Si bien existe una caracterización físicoquímica de sus aguas superficiales, es necesario realizar estudios con mayor profundidad que permitan conocer cuáles son las variables que determinan la calidad del agua del recurso para una gestión más eficiente. El objetivo del presente es sectorizar la cuenca según la calidad de agua, e identificar parámetros significativos para describir las variaciones. Para ello se aplicaron técnicas multivariadas: Cluster (CA) y componentes principales (PCA) sobre los datos estandarizados. Éstos provienen de doce campañas estacionales donde se midieron 27 variables en 14 estaciones ubicadas en diferentes sectores de la cuenca (n=168). Los resultados de CA permiten observar la formación de dos grupos. Uno formado por las muestras de cuenca alta y cuenca media y el otro por algunas muestras de la cuenca media y las de cuenca baja. Del PCA se obtienen 6 factores que explican el 71 % de la varianza total, reduciendo la lista de parámetros a 19 con peso mayor a 0.70. Se concluye que los resultados obtenidos por ambas técnicas son consistentes, permitiendo la identificación de sectores con diferente calidad de agua y discriminando los afectados por efluentes urbanos pudiendo identificarse los parámetros que explican esta variabilidad. La sectorización físicoquímica de las aguas superficiales obtenida no es estrictamente coincidente con la determinada por la geomorfología e hidroquímica subterránea.

9) **PELUSO F.**, OTHAX N., USUNOFF E., 2008. **Análisis de riesgo sanitario por nitratos en aguas de consumo de pozos someros domiciliarios en Azul, provincia de Buenos Aires**.

Actas de las XXVI Jornadas Interdisciplinarias de Toxicología, Jornadas Internacionales de Toxicología e Inocuidad Alimentaria. **Acta Toxicológica Argentina 16**, suplemento septiembre de 2008, p. 9. (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 17 a 19 de septiembre de 2008).

RESUMEN: En la ciudad de Azul, provincia de Buenos Aires, el agua subterránea somera presenta niveles de nitratos que frecuentemente superan el nivel permisible del Código

Alimentario Argentino para consumo humano. Si bien el 98 % de la planta urbana está cubierta por la red de agua potable, es frecuente la tenencia de pozos para consumo humano en los domicilios. El objetivo del trabajo fue estimar el riesgo por la ingesta aguda de nitratos proveniente de esos pozos.

Se aplicó un análisis de riesgo sanitario probabilístico basado en USEPA, tomando como individuo expuesto a un niño de 5 años. Para estimarlo espacialmente, las concentraciones se interpolaron a toda la planta urbana mediante técnicas geoestadísticas. Los resultados se integraron a un SIG.

El 0.44 % del área total posee riesgo atendible (igual o mayor a 1), afectando al 3.91 % de la población, de los cuales el 3.58 % son niños hasta 5 años. El 1.53 % de la población total en riesgo no posee conexión al agua de red. El riesgo alcanza un valor máximo levemente superior al límite (1.31), es atendible en una pequeña superficie y presenta bajo porcentaje de población expuesta por falta de conexión al agua de red.

#### **7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS.**

No

#### **8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.**

##### **8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS**

No

##### **8.2 PATENTES O EQUIVALENTES.**

No

##### **8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO.**

Se está coordinando el desarrollo de un código digital para realizar análisis de riesgo sanitario probabilístico y espacial por contaminantes en aguas subterráneas. Este trabajo lo realizan, bajo mi dirección en los aspectos puramente temáticos, dos alumnos avanzados de la carrera Licenciatura en Informática de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (ver punto 12 del presente informe). Este código digital estima valores de riesgo sanitario por polígonos (manzanas catastrales de la planta urbana de Azul) a partir de la provisión de datos interpolados y poligonizados de concentraciones de contaminantes en el agua de bebida y del seteo del escenario de exposición deseado. Si bien se está desarrollando para la ciudad de Azul y con el principal objetivo de que asista a las investigaciones en marcha en el IHLLA, este programa podrá ser aplicado utilizando cualquier mapa base de catastro poligonizado en formato shape (es decir, puede ser aplicado a cualquier comuna, no exclusivamente para Azul). Además, no tiene restricción a los tipos de contaminantes presentes en el agua ya que pueden incorporarse posteriormente a la base de datos interna. Este programa se espera que esté finalizado para fines del presente año.

##### **8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES**

No

##### **8.5 Sugiera nombres (e informe las direcciones) de las personas de la actividad privada y/o pública que conocen su trabajo y que pueden opinar sobre la relevancia y el impacto económico y/o social de la/s tecnología/s desarrollada/s.**

Ing. Carlos Preciado

Director de Vialidad e Hidráulica Rural de la Municipalidad de Tres Arroyos.

**9. SERVICIOS TECNOLÓGICOS.** Indicar qué tipo de servicios ha realizado, el grado de complejidad de los mismos, qué porcentaje aproximado de su tiempo le demandan y los montos de facturación.

no

**10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:**

**10.1 DOCENCIA**

No

**10.2 DIVULGACIÓN**

No

**11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES.**

Director de la Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental Natalia Othax, en el proyecto Evaluación de los Análisis de Riesgo Sanitarios como Herramienta de Gestión de los Recursos Hídricos en su Beca de Perfeccionamiento CIC 2007 (BP07), finalizada el 30/03/09.

Director de los investigadores González Castelain José, Rodríguez Lorena y Othax Natalia en el proyecto "Estudio hidroambiental a escala de Partido en zonas de llanura de la prov. de Buenos Aires". Programa de Incentivos. Iniciado en enero 2008 y finaliza en diciembre 2010.

Director de la Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental Natalia Othax en la beca de Posgrado Tipo I de CONICET con el proyecto Análisis del riesgo sanitario por contaminantes presentes en las aguas subterráneas y superficiales de los partidos de Azul y de Tres Arroyos. Beca iniciada en abril de 2009.

Director del Lic. En Biología Hugo Albornoz en la beca de Estudio CIC BE09 con el proyecto Relación lluvias, escorrentía superficial y transporte de materia en la cuenca alta del Arroyo del Azul, provincia de Buenos Aires. Beca iniciada en abril de 2009.

**12. DIRECCION DE TESIS.** Indicar nombres de los dirigidos y temas desarrollados y aclarar si las tesis son de maestría o de doctorado y si están en ejecución o han sido defendidas; en este último caso citar fecha.

**Tesis de posgrado:**

*Finalizadas*

Director de tesis de Magister Scientiae de la carrera Gestión Ambiental del Desarrollo Urbano del Centro de Investigaciones Ambientales de la Fac. de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Mar del Plata, titulada "Evaluación de los análisis de riesgo sanitario como herramienta de gestión de los recursos hídricos". Tesis aprobada el 03/04/09.

*En curso*

Director de tesis para la obtención del Magister Scientiae en la carrera Maestría en Ecohidrología de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, titulada *Desarrollo y aplicación de Índices de Calidad de Aguas para la gestión del Arroyo del Azul*. Proyecto aprobado en desarrollo en el IHLLA por la Prof. Maria Lorena Rodríguez. Se presupone su defensa durante 2009.

Director de tesis para la obtención del Magister Scientiae en la carrera Maestría en Ingeniería Ambiental de la Facultad Regional La Plata de la Universidad Tecnológica Nacional, intitulada *Análisis del riesgo sanitario por contaminantes en aguas del Arroyo Azul*. Proyecto aprobado, a ser desarrollado en el IHLLA por el Lic. Sebastián Jaime durante 2009.

### **Tesis de grado:**

#### *Finalizadas*

Director de la tesis de grado para la obtención del título de la Carrera Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, titulada *Los indicadores de calidad de agua como una herramienta para la integración de contenidos de Recursos Hídricos mediante la metodología de enseñanza por proyectos*, en realización por la srta. Cristina Merlos. Tesis a ser defendida el 14/05/09.

#### *En curso*

Dirección de la tesis de grado para la obtención del título de la Carrera Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental de la Facultad de Ciencias Humanas de Tandil de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, titulada *Evaluación de los Índices de Calidad de Agua como instrumento de diagnóstico y gestión del Arroyo Azul*, en realización por la srta. Verónica Zuasnábar. En curso.

### **13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS.**

*XXVI Jornadas Interdisciplinarias de Toxicología, Jornadas Internacionales de Toxicología e Inocuidad Alimentaria.* Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 17 a 19 de septiembre de 2008.

*V Congreso sobre Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos.* Luján, prov. de Buenos Aires, del 3 al 5 de diciembre de 2008.

### **14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.**

no

### **15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO.**

Subsidio otorgado a investigadores. Institución otorgante: CIC. Monto. 2.000 \$ (subsidio investigador año 2008), 2280 \$ (subsidio investigador año 2009).

### **16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

Se mencionan las dos principales fuentes de financiamiento de mis actividades de I+D:  
Herramientas para la gestión sustentable de los recursos hídricos en una cuenca de llanura (Proyecto PID 452). Institución otorgante: ANPCyT. Investigador responsable: Dr. Eduardo Usunoff. Rol: miembro del grupo responsable.

Desarrollo de criterios y pautas para el gerenciamiento de recursos hídricos en áreas de llanura (Proyecto PID 35765). Institución Adoptante: Dirección de Vialidad e Hidráulica Rural, Municipalidad de Tres Arroyos; Institución Beneficiaria: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Institución otorgante: ANPCyT. Investigador responsable: Dr. Adolfo Villanueva. Rol: miembro del grupo responsable.

### **17. DISTINCIONES O PREMIOS OBTENIDOS EN EL PERIODO.**

no

### **18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA.**

Miembro del Núcleo de Actividades Científicas y Tecnológicas (NACT) del IHLLA.

## 19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO.

Docente a cargo de la teoría de la asignatura **Contaminación** de la carrera Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, sede Tandil. Carga horaria: 6 hs semanales durante el segundo cuatrimestre.

Docente en colaboración del seminario **La Hidrogeología en la Problemática Ambiental**, de la Maestría en Ciencias Hídricas de la Universidad Nacional de La Pampa. Carga horaria: 20 hs (en dos jornadas), durante junio de 2008.

Docente del seminario **Análisis de Riesgo Ambiental** de la Maestría en Ingeniería Ambiental de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional La Plata. Carga horaria: 24 hs (en cuatro medias jornadas), durante marzo de 2009.

## 20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES.

## 21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO.

Durante el período he participado de tres proyectos:

IHLLA, UNCPBA (unidad ejecutora): *Herramientas para la Gestión Sustentable de los Recursos Hídricos en una Cuenca de Llanura*. Proyecto PID 452; Iniciado en enero 2005 y finaliza en diciembre 2007 (extendido hasta julio de 2008).

IHLLA, UNCPBA (unidad ejecutora). *Desarrollo de criterios y pautas para el gerenciamiento de recursos hídricos en áreas de llanura*. Proyecto PID 35765. Institución Adoptante: Dirección de Vialidad e Hidráulica Rural, Municipalidad de Tres Arroyos; Institución Beneficiaria: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Institución Otorgante: ANPCyT. Iniciada en noviembre de 2007 y finaliza en noviembre de 2010.

IHLLA, UNCPBA: Estudio hidroambiental a escala de Partido en zonas de llanura de la prov. de Buenos Aires. Programa de Incentivos. Iniciado en enero 2008 y finaliza en diciembre 2010. PI 03/I023

El objetivo general de las actividades es proveer información y herramientas idóneas que sirvan de sustento para la gestión de la calidad y el uso de los recursos hídricos superficiales y subterráneos a escala de Partido. Debido a la experiencia previa adquirida por el grupo de trabajo en el ámbito de la cuenca del arroyo del Azul (PID 452 y proyectos anteriores), y al interés genuino de las autoridades del Partido de Tres Arroyos demostrado por la financiación de estudios previos y al reciente inicio del Proyecto PID 35765 de la ANPCyT estos estudios abarcarán los Partidos de Azul y de Tres Arroyos (Provincia de Buenos Aires).

Las actividades tienen tres objetivos básicos:

1. Validar algunas herramientas de evaluación y de gestión de los recursos hídricos desarrollados para la cuenca del arroyo del Azul, a modo de profundización de algunas tareas realizadas. Entre ellas: (a) el índice de calidad de agua superficial adaptado a los ambientes locales, actualmente en desarrollo; y (b) las metodologías de análisis de riesgo sanitario tanto por uso recreativo de aguas superficiales como por uso consuntivo residencial de las aguas subterráneas.
2. Profundizar los diagnósticos preliminares sobre los problemas hidroambientales en el Partido de Azul (proyecto PI 03/I023) y en el de Tres Arroyos (proyecto PID 35765).
3. Proseguir con las tareas de formación de recursos humanos bajo la forma de tesis de posgrado y grado, diversificando los aspectos a ser investigados de la temática previamente referenciada.

Para verificar el conjunto de tareas a realizar se presenta como información respaldatoria el proyecto de incentivos "Estudio hidroambiental a escala de Partido en zonas de llanura de la prov. de Buenos Aires" ya que es representativo del conjunto de tareas a realizar durante el presente y los próximos dos años.

Además, durante el nuevo período se prevé escribir como trabajos completos a ser enviados a la revista *Biología Acuática* algunos de los trabajos publicados como resúmenes en el V Congreso sobre Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos. También se prevé enviar a publicar el trabajo **Evaluación de la calidad química del agua del Arroyo del Azul (Argentina) para fines recreativos por análisis de riesgo sanitario.**