

CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO Informe Científico¹

PERIODO ²: 2011-2012

Legajo N°:

1. DATOS PERSONALES

APELLIDO: WEINZETTEL

NOMBRES: PABLO ARIEL

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: AZUL CP: 7300 Tel:

Dirección electrónica (donde desea recibir información): paw@faa.unicen.edu.ar

2. TEMA DE INVESTIGACION

CARACTERIZACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN SUELOS DE ALTA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN BASE A TRAZADORES Y TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA

3. DATOS RELATIVOS A INGRESO Y PROMOCIONES EN LA CARRERA

INGRESO: Categoría: ADJUNTO CD Fecha: 01-01-2007

ACTUAL: Categoría: ADJUNTO SD desde fecha: 26-02-09

4. INSTITUCION DONDE DESARROLLA LA TAREA

Universidad y/o Centro: NSTITUTO DE HIDROLOGÍA DE LLANURAS

Facultad: UNCPBA - CIC - MUN. DE AZUL

Departamento:

Cátedra:

Otros:

Dirección: Calle: REP. DE ITALIA N°: 780

Localidad: AZUL CP: 7300 Tel: 02281 432666

Cargo que ocupa: INVESTIGADOR

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

Apellido y Nombres:

Dirección Particular: Calle: N°:

Localidad: CP: Tel:

Dirección electrónica:

¹ Art. 11; Inc. "e" ; Ley 9688 (Carrera del Investigador Científico y Tecnológico).

² El informe deberá referenciar a años calendarios completos. Ej.: en el año 2008 deberá informar sobre la actividad del período 1°-01-2006 al 31-12-2007, para las presentaciones bianuales.

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

.....
Firma del Investigador

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

Debe exponerse, en no más de una página, la orientación impuesta a los trabajos, técnicas y métodos empleados, principales resultados obtenidos y dificultades encontradas en el plano científico y material. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.

La investigación durante el período se basó en diversas técnicas aplicadas al estudio de la infiltración y recarga en la zona no saturada. La línea de investigación fue una continuación de los trabajos comenzados hace unos cinco años, en el cual como herramienta principal para la investigación se ha utilizado un tomógrafo de resistividad eléctrica y una parcela experimental de la zona no saturada. El objetivo de las investigaciones ha sido determinar la distribución de la resistividad subsuperficial haciendo mediciones en la superficie del terreno. La resistividad del suelo ha sido relacionada con varios parámetros geológicos tales como el contenido mineral y el contenido de fluido, porosidad y grado de saturación del agua.

Paralelamente se realizaron ensayos con un trazador conservativo (bromuro), los datos permitieron el cálculo de la recarga y su comparación con otras metodologías como ser el plano de flujo cero. Este último método se utilizó en base a la información obtenida a partir de los tensiómetros que se encuentran en una parcela experimental. La información de la tensiometría fue utilizada para realizar una modelación del potencial matricial del suelo mediante la aplicación del programa Hydrus 1D. Los resultados también permitieron evaluar la evapotranspiración y la recarga y comparar los valores resultantes con los obtenidos con las otras metodologías.

Paralelamente a la obtención y procesamiento de los datos se realizó un minucioso seguimiento de la escritura de la tesis del Lic. Sebastián Dietrich. Parte de los resultados más relevantes de la investigación realizada en el período se incluyen en dicha tesis doctoral, la cual fue defendida a comienzos del año 2013 en la Universidad de Buenos Aires.

Durante el año 2012 se concentraron esfuerzos en la escritura de un artículo científico para presentar los resultados obtenidos de las investigaciones mencionadas en la prestigiosa revista Soil Science Society America Journal. Las evaluaciones han sido muy rigurosas y se continúa con el proceso para su publicación. En este sentido otro artículo, cuyo primer autor es el Dr. Marcelo Varni, se encuentra en prensa en la revista Hydrology Science Journal.

Una importante parte del tiempo también se utilizó para la escritura de un proyecto PID de la Agencia Nacional de Promoción Científica. Las reuniones con estamentos técnicos de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación y de la Universidad Nacional de La Pampa permitieron dar forma al proyecto y finalmente su presentación. Mediante el mismo se estudiará el comportamiento del ión arsénico en aguas subterráneas, ya ha sido firmado y será una nueva línea de investigación a desarrollar en el IHLLA. Se prestó mucha atención a su redacción ya que la provincia de Buenos Aires presenta acuíferos con alto contenido de este ión en varias zonas de su territorio.

Si bien el PID demandará la mayor parte del tiempo dedicado a la investigación, se mantendrá y se harán nuevos ensayos en la línea que vincula los métodos de resistividad eléctrica con la humedad del suelo y zona no saturada, buscando darle continuidad a este importante tema de investigación desarrollado en los últimos años.

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

7.1 PUBLICACIONES. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellas publicaciones en las que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Toda publicación donde no figure dicha mención no debe ser adjuntada porque no será tomada en consideración. A cada publicación, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden que figuran en ella, lugar donde fue publicada, volumen, página y año. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparece en la publicación. La copia en papel de cada publicación se presentará por separado. Para cada publicación, el investigador deberá, además, aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del trabajo y, para aquellas en las que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

1.-Weinzettel, P., Dietrich, S. y Varni, M. 2011. Preferential flow determination in a soil with petrocalcic horizon by electrical resistivity tomography. Estudios de la zona no saturada del suelo. Martínez Fernández, J. y González Martín, N. ed. Vol. 10. Pp 131 -136. Salamanca, España. I.S.B.N.: 978-84-694-6642-1.
<http://www.zonanosaturada.com/zns11/publications/p131.pdf>

Abstract:

It has been demonstrated that Electrical Resistivity Tomography (ERT) is a suitable tool to obtain 2D views of subsurface study objects. Its application during an infiltration trial allowed observation of resistivity changes all along a transect. Subsequently, by means of laboratory experiments, resistivity values were converted to soil water content, yielding an evolution of infiltration and drainage. Infiltration test was carried out on a paleudol soil with a 90 cm depth petrocalcic horizon, that shows lateral and vertical discontinuities. Such soils are very common among different zones of Buenos Aires province in Argentina, and impose, in certain cases, some restriction to water flow and development of plant roots. Therefore, knowledge of petrocalcic horizon arrangement, its discontinuities and its hydraulic properties are the objectives of this work. This indirect methodology, which does not disturb the object of study, yields very acceptable results. Resistivity data, later converted in water content values by means of laboratory experiments, have been validated with field measurements of wetness and tensiometry. Tomographies showed clearly a more important flow of water in those zones where petrocalcic discontinuities are more evident. Based on calculated water content and field matric potential, some values of hydraulic conductivity and flux were obtained, for different zones of the transect.

2.-Varni, M., Comas., R., Weinzettel, P. y Dietrich, S. 2011. Análisis preliminar de registros freáticos en la cuenca del arroyo del Azul, provincia de Bs. As. 2011.. VII Congreso Argentino de Hidrogeología, Salta. Actas en CD.

Resumen:

Se realiza un análisis inicial de la evolución de los niveles freáticos en seis perforaciones someras en el acuífero Pampeano en la cuenca del arroyo del Azul,

provincia de Buenos Aires. Los freáticos fueron puestos en operación entre setiembre de 2006 y agosto de 2007. La exploración de los datos de nivel mediante métodos estadísticos multivariados (cluster y componentes principales) agrupa los pozos según las cuencas alta y baja con alguna particularidad en algún pozo.

El análisis de los ascensos de nivel freático mensuales indica que un pozo sobrepasa en mucho a los demás, debido a que está en una zona de importante recarga.

Se pudieron establecer buenas relaciones entre ascensos y precipitaciones mensuales para todos los pozos. Aunque dependa del contenido de humedad del perfil de suelo, groseramente, puede estimarse un mínimo de precipitación entre 20 y 30 mm para que produzca un evento de recarga.

Los descensos de nivel son más importantes en verano en todos los pozos.

Las relaciones entre niveles freáticos y caudales básicos medios mensuales son pobres. La única relación relativamente aceptable se da entre los niveles de Vivarelli y el caudal base en Seminario. Esta relación estaría dada por una función de tipo exponencial negativa.

3.-Zabala, M., Manzano, M., Varni, M. y Weinzettel, P. 2011. On the sources of salinity in groundwater under plain areas. Insights from ^{18}O , ^2H and hydrochemistry in the Arroyo del Azul basin, Argentina. International Symposium on Isotopes in Hydrology, Marine Ecosystems, and Climate Change Studies. IAEA. Montecarlo, Mónaco. 2011.

Abstract:

The Azul River basin, with some 6200 km², is located in the plains of Buenos Aires Province, Argentina. The Azul River flows along 160 km from the Tandilia Range, in the SW, to the Channel 11, in the NE. Average annual precipitation is 1005 mm (1988-2000); mean reference evapotranspiration is 1090 mm. The geology consists of Miocene to recent sediments, mostly sands and silts with some clay and calcrete layers, overlying crystalline rocks and marine sediments. The water table is shallow and groundwater in the aquifer upper 30 m displays an increasing salinity from SW to NE. Previous hypothesis to explain salinity was infiltration of evapo-concentrated surface water, as the small soil slope in the northern basin (<0.2%) induces rainfall accumulation in lowlands, where water evaporates prior infiltration. But recent chemical and isotopic data reveal two salinity sources: evaporation of recent recharge water, and mixing with old saline groundwater of yet unknown origin.

4.-Weinzettel, P., Varni, M. y Dietrich, S. 2011. Exploración hidrogeológica mediante métodos de resistividad eléctrica en una zona de geología compleja. VII Congreso Argentino de Hidrogeología, Salta. Actas en CD.

Resumen:

Se muestra la metodología de trabajo de exploración en una zona de compleja geología, con presencia de materiales como cuarcitas, margas, arcilitas y calizas y una cubierta sedimentaria del pampeano. El objetivo fue reforzar el abastecimiento a una planta de cemento cuyos pozos mermaron su rendimiento. Para lograr el objetivo se ha realizado primeramente el muestreo del agua de los pozos actuales de la planta así como de un arroyo de la cantera y de una de las vertientes existentes en la caliza. El análisis químico de las muestras ha permitido tipificar el agua del acuífero y su relación con el agua del arroyo y de la cantera. La exploración geofísica se ha llevado a cabo mediante la realización de sondeos eléctricos verticales (SEV) y luego con la utilización de un equipo de tomografía eléctrica equipado con 56 electrodos con espaciamiento de 5 metros. Dicho

espaciamiento permitió la obtención de perfiles de 275 metros de longitud y una exploración en profundidad de 45 y 65 metros, según las dos configuraciones utilizadas: Schlumberger y dipolo dipolo. Los datos obtenidos fueron interpretados mediante el programa Earthmager 2D con el cual se obtuvieron en cada corte las distintas resistividades verdaderas. Para un mejor conocimiento de las resistividades de la compleja geología de la zona se realizó una tomografía paramétrica en la zona del camino perimetral a la planta. Esta tomografía permitió un mejor ajuste de las litologías presentes y las resistividades obtenidas. En este mismo sector se realizó un sondeo eléctrico vertical (SEV) junto a una de las perforaciones de perfil geológico conocido. El estudio permitió, gracias a la resolución de las tomografías eléctricas, la ubicación de nuevas perforaciones para abastecimiento a la planta industrial.

5.-Varni, M. y Weinzettel, P. 2012. Estudio para ampliar la provisión de agua a Olavarría, Argentina. Editorial Académica Española. Libro Impreso en Saarbrücken, Alemania ISBN: 978-3-8473-5613-4. 62 p.

Resumen:

En este libro se exponen las tareas realizadas por un equipo de profesionales y técnicos del Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA) con el objeto de definir áreas con aptitud, tanto en cantidad como en calidad, para la futura construcción de pozos que amplíen la capacidad de abastecimiento de agua potable a Olavarría. Este trabajo constituye un ejemplo de un estudio hidrogeológico clásico de exploración de acuíferos en rocas sedimentarias, con base en aspectos hidrodinámicos e hidroquímicos, utilizando además el apoyo de técnicas geofísicas. El trabajo incluye la realización y ensayo de dos perforaciones en ubicaciones indicadas por el estudio, con resultados positivos en ambos casos.

7.2 TRABAJOS EN PRENSA Y/O ACEPTADOS PARA SU PUBLICACIÓN. *Debe hacer referencia exclusivamente a aquellos trabajos en los que haya hecho explícita mención de su calidad de Investigador de la CIC (Ver instructivo para la publicación de trabajos, comunicaciones, tesis, etc.). Todo trabajo donde no figure dicha mención no debe ser adjuntado porque no será tomado en consideración. A cada trabajo, asignarle un número e indicar el nombre de los autores en el mismo orden en que figurarán en la publicación y el lugar donde será publicado. A continuación, transcribir el resumen (abstract) tal como aparecerá en la publicación. La versión completa de cada trabajo se presentará en papel, por separado, juntamente con la constancia de aceptación. En cada trabajo, el investigador deberá aclarar el tipo o grado de participación que le cupo en el desarrollo del mismo y, para aquellos en los que considere que ha hecho una contribución de importancia, deberá escribir una breve justificación.*

1.Varni, M., Comas., R., Weinzettel, P. y Dietrich, S. "Application of water table fluctuation method to characterize the groundwater recharge and your relation with precipitation and base flow in the Pampa plain, Argentina". Hydrology Sciences Journal. En prensa. (2012).

Abstract:

The water table fluctuation (WTF) method it is based on accepting that the water table rises are due to recharge water reaching the water table. To apply the method, the Sy estimation in the fluctuation zone of groundwater levels is necessary. In this

paper, a method for the specific yield (S_y) estimation is proposed. This method consists of a graphic procedure which relates groundwater level ascents to the precipitation which originated them. The method presents more reliable S_y values as more precipitation-level ascents events are measured. In this study, 18 years of daily measurements were analysed to obtain an S_y value of 0.09, which was used to apply the WTF method. The obtained recharge values show consistency with the values which were calculated by other authors for the same region.

7.3 TRABAJOS ENVIADOS Y AUN NO ACEPTADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo, indicando el lugar al que han sido enviados. Adjuntar copia de los manuscritos.

1.-Weinzettel, P., Dietrich, S. y Varni, M. Infiltration and drainage analysis in a heterogeneous soil by electrical tomography. Soil Science Society American Journal. En revisión.

Abstract:

Petrocalcic horizons are a common feature among many soils of Buenos Aires Province in Argentina, and they give them a clear layered profile that imposes, in many cases, some restriction to water infiltration flow. Thus, the assessment of such water flow becomes more difficult due to the heterogeneous nature of these soils. In this respect, it has been demonstrated that the electrical resistivity tomograph (ERT) is a very suitable tool for studying soils and vadoze zone, disturbing neither their internal structure nor their water dynamics. With such tool, it was studied the development of an infiltration process on a Paleudol soil, with a 90 cm depth petrocalcic horizon. This was carried out by means of performing a field infiltration experiment on an 11.2 m long-transect implemented with TDR-probes and tensiometers. Successive ERT measurements allowed observation of two-dimensional (2D) resistivity changes produced in response to soil moisture variations. Subsequently, resistivity values were converted into soil water contents by means of resistivity-soil moisture functions obtained after laboratory experiments, yielding an evolution of infiltration and drainage processes. Results confirmed the ability of ERT to assess not only soil water movement and preferential pathway identification but also soil structure heterogeneities. Simulated water contents, resulted after simulating pressure heads, were used to validate estimated soil water content. The small RMS errors obtained demonstrate the quality of the ERT-derived soil moisture.

2.-Dietrich S., Weinzettel, P. y Varni, M. Estimación de la evapotranspiración real y la recarga al acuífero mediante la determinación de planos de flujo en la zona no saturada. Congreso Nacional del Agua. En revisión

Resumen: La estimación de la recarga y la evapotranspiración es fundamental en una cuenca hidrológica para conocer la disponibilidad del recurso hídrico subterráneo. En este caso para determinarlas se realizaron una serie de balances en la zona no saturada mediante el método del plano de flujo cero.

Para la obtención de los datos se utilizó una parcela experimental ubicada en la cuenca del arroyo del Azul, provincia de Bs. As. La misma se encuentra instrumentada con tensiómetros a 15, 30, 60, 90, 120 y 150 cm de profundidad,

piezómetros, pluviómetro, tanque de evaporación clase A y caño de acceso para sonda de humedad. La medición se hizo en forma diaria o semanal dependiendo de la variable. Para el cálculo de la evapotranspiración y la recarga se utilizó el método de plano de flujo cero, el cual es un plano horizontal en el cual el gradiente hidráulico en la dirección vertical es cero. Básicamente el método permite medir las variaciones del almacenamiento en un cierto volumen de control que se define en base a la posición y tipo del plano de flujo, el cual puede ser convergente o divergente. Se ha observado durante los cinco años de mediciones una recarga promedio de 10.8 % y una evapotranspiración real de 80.2 %. Dichos valores han sido contrastados con los obtenidos con otras metodologías observándose una muy buena concordancia en los valores.

7.4 TRABAJOS TERMINADOS Y AUN NO ENVIADOS PARA SU PUBLICACION.

Incluir un resumen de no más de 200 palabras de cada trabajo.

1.-Dietrich S., Weinzettel, P. y Varni, M. Modelación del flujo no saturado a partir de mediciones del potencial hidráulico del suelo. Congreso Argentino de Hidrogeología. En revisión.

Resumen: En el presente capítulo se realiza la modelación matemática de los datos de tensión a partir de mediciones en una parcela experimental. La modelación se realizó mediante el código HYDRUS. El código resuelve la ecuación de Richards para condiciones variables de saturación, incorporando un término sumidero para contemplar la extracción de agua por parte de las plantas.

Para modelar los procesos actuantes en el suelo y la zona no saturada se definió una columna de suelo que se extiende desde la superficie hasta los 600 cm de profundidad. El modelo conceptual sólo contempla flujos verticales, tanto descendentes como ascendentes, por lo que sólo basta una modelación unidimensional para describir estos procesos. El dominio fue discretizado en 300 elementos, todos de 2 cm de longitud.

Como resultado de la ejecución del modelo se obtuvieron, las tensiones matriciales para las profundidades correspondientes a los nodos de observación, las cuales fueron comparadas con los datos medidos en la parcela experimental.

La bondad de los ajustes es variable. Se observan ajustes satisfactorios para los niveles de 60, 90 y 120 cm, mientras que para 15 y 30 cm no son tan auspiciosos.

Los resultados concuerdan con el modelo conceptual que se tenía previo a la modelación matemática de este sistema. En términos generales puede afirmarse que es un suelo con muy bajas conductividades hidráulicas, que no superan los 180 mm.d-1 en el caso del material parental (loess) y que disminuye todavía más en la zona edáfica. Posee valores de entrada de aire muy elevados, lo que implica que es capaz de retener grandes volúmenes de agua por periodos de tiempo considerables.

2.-Dietrich S., Weinzettel, P. y Varni, M. Cálculo del flujo de agua en la zona no saturada a partir de la aplicación de un trazador conservativo. Congreso Argentino de Hidrogeología. En revisión.

Resumen: El objetivo de esta investigación fue obtener valores de flujo de agua en la zona no saturada mediante la utilización de un trazador y contrastar los resultados obtenidos con otros métodos de cálculo como ser el plano de flujo cero.

En la aplicación de trazadores en el medio no saturado, se realiza la asunción de que el flujo es de tipo pistón, el cual es un modelo conceptual sencillo que permite explicar el flujo de agua y solutos. La extracción de las muestras del medio no

saturado se realizó mediante cápsulas de succión, para lo cual se instalaron cinco de ellas a las profundidades de 30, 60, 90, 120 y 150 cm, en forma adyacente a una parcela experimental. Esta ubicación permitió tener control de la humedad volumétrica que se requiere para los cálculos de la velocidad de flujo. Las cinco cápsulas se dispusieron en círculo, abarcando un área de aproximadamente 2 m², como trazador se utilizó una solución de bromuro de potasio.

Los cálculos se realizaron utilizando el avance del pico de concentración y por otro lado, mediante el cálculo de la velocidad de desplazamiento del centro de gravedad (o centro de masa) de las concentraciones. En sistemas con alta dispersión es conveniente utilizar la posición del centro de gravedad para estimar la velocidad de avance del trazador. A juzgar por la similitud de los resultados con respecto a otro método totalmente independiente, como es el plano de flujo cero, resultaría más apropiado para este tipo de suelos.

Se aprecian pequeños picos en varias de las curvas de variación de la concentración en función del tiempo. A estos se los interpreta como evidencias cualitativas de flujo preferencial, siendo denominadas curvas "multipico".

De la observación de los datos obtenidos se advierte una mayor velocidad de avance entre los 60 - 90 cm, mientras que entre 30 - 60 cm y 90 - 120 cm, la velocidad es similar. En general, son velocidades de flujo bajas y que por tratarse de un flujo no saturado dependen del contenido de humedad. Las magnitudes medias son del orden de 1 mm d-1, necesitándose 218 días para alcanzar el nivel de 120 cm.

La recarga obtenida según la velocidad de avance del pico de trazador mostró una gran coherencia con aquella calculada, para igual periodo, con el método del plano de flujo cero. Se obtuvieron valores de 22,2 % y 25,7 %, respectivamente. Desde el inicio del ensayo hasta que el pico alcanzó los 120 cm fue de 388 mm, lo cual representa un 40 % de la precipitación.

7.5 COMUNICACIONES. *Incluir únicamente un listado y acompañar copia en papel de cada una. (No consignar los trabajos anotados en los subtítulos anteriores).*

7.6 INFORMES Y MEMORIAS TECNICAS. *Incluir un listado y acompañar copia en papel de cada uno o referencia de la labor y del lugar de consulta cuando corresponda.*

1.-"Caracterización de procesos de infiltración y recarga en suelos de alta producción agrícola en base a trazadores y tomografía eléctrica". Ejecución: 2008 - 2011. BID 1728/OC - AR – PICT N° 01988 – 2006. Resolución ANPCyT N° 230/07. Informe final digital.

2.-"Hidrogeología del Valle de Tandil" . Adoptante Vaestan S.A. Convenio: Universidad Nacional del Centro – Empresa Vaestán S.A. / 2012. Dirección de las operaciones y del informe final. Consulta en Instituto de Hidrología de Llanuras.

3-"Asesoramiento hidrogeológico para la obtención de agua en el yacimiento de petróleo Loma La Mina, en la provincia de Mendoza operado por YPF". Adoptante P y T Consultora S.R.L. Convenio: Universidad Nacional del Centro – PyT Consultora. / 2012. Dirección de las operaciones y del informe final. Consulta en Instituto de Hidrología de Llanuras.

4.-Estudio geoelectrico en el establecimiento La Juanita, partido de Tres Arroyos, para la empresa Papasud S.A. 2012. 12 p.

Dirección de las operaciones y del informe final. Consulta en Instituto de Hidrología de Llanuras

8. TRABAJOS DE DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS.

8.1 DESARROLLOS TECNOLÓGICOS. *Describir la naturaleza de la innovación o mejora alcanzada, si se trata de una innovación a nivel regional, nacional o internacional, con qué financiamiento se ha realizado, su utilización potencial o actual por parte de empresas u otras entidades, incidencia en el mercado y niveles de facturación del respectivo producto o servicio y toda otra información conducente a demostrar la relevancia de la tecnología desarrollada.*

8.2 PATENTES O EQUIVALENTES. *Indicar los datos del registro, si han sido vendidos o licenciados los derechos y todo otro dato que permita evaluar su relevancia.*

8.3 PROYECTOS POTENCIALMENTE TRANSFERIBLES, NO CONCLUIDOS Y QUE ESTAN EN DESARROLLO. *Describir objetivos perseguidos, breve reseña de la labor realizada y grado de avance. Detallar instituciones, empresas y/o organismos solicitantes.*

8.4 OTRAS ACTIVIDADES TECNOLÓGICAS CUYOS RESULTADOS NO SEAN PUBLICABLES *(desarrollo de equipamientos, montajes de laboratorios, etc.).*

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. Lorenzo Yañez - Coopelectric - Olavarría. Tel.: 02284 411222

Lic. Rubén Torrente - Plusagua S.A. - Bahía Blanca. Tel.: 0291 4886061

Municipalidad de Tres Arroyos - Sr. Norberto Juárez - Tres Arroyos. Tel.:02983 432550 -

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.*

1.-Perfilaje eléctrico en un pozo de 220 m de profundidad perforado las instalaciones de YPF Gas en la ciudad de Punta Alta para la empresa Plusagua S.A." 2011. 4 p.

Tiempo dedicado: 2 días.

Facturación: \$ 4000

2.-Perfilaje eléctrico en un pozo de 202 m de profundidad perforado en zona de puerto en las instalaciones de la empresa Vale S.A. de la ciudad de Bahía Blanca para la empresa Plusagua S.A." 2011. 4 p.

Tiempo dedicado: 2 días.

Facturación: \$ 4200

3.-Perfilaje eléctrico en un pozo de 190 m de profundidad perforado en zona de puerto en las instalaciones de la empresa Vale S.A. de la ciudad de Bahía Blanca para la empresa Plusagua S.A." 2011. 4 p.

Tiempo dedicado: 2 días.

Facturación: \$ 4200

4.-Perfilaje eléctrico en un pozo de 210 m de profundidad perforado en zona de General Cerri en terreno de Termoeléctrica Guillermo Brown, para la empresa Plusagua S.A.” 2012. 4 p.

Tiempo dedicado: 2 días.

Facturación: \$ 5300

5.-Perfilaje eléctrico en la planta de Gas de General Cerri para la empresa Plusagua S.A.” 2012. 4 p.

Tiempo dedicado: 2 días.

Facturación: \$ 5200

6.-“Hidrogeología del Valle de Tandil” . Adoptante Vaestan S.A. Convenio: Universidad Nacional del Centro – Empresa Vaestán S.A. / 2012.

Tiempo dedicado: tareas de campo 10 días. Gabinete: 20 días.

Facturación: \$ 35000

7.-“Asesoramiento hidrogeológico para la obtención de agua en el yacimiento de petróleo Loma La Mina, en la provincia de Mendoza operado por YPF”. Adoptante P y T Consultora S.R.L. Convenio: Universidad Nacional del Centro – PyT Consultora. / 2012.

Tiempo dedicado 15 días.

Facturación: \$ 35000.

10. PUBLICACIONES Y DESARROLLOS EN:

10.1 DOCENCIA

Apuntes del curso de postgrado Exploración y Captación de Aguas Subterráneas, para la Especialización en contaminación de aguas subterráneas. UNCOMA, UNPSJB y UNPA. 232 p.

10.2 DIVULGACIÓN

11. DIRECCION DE BECARIOS Y/O INVESTIGADORES. *Indicar nombres de los dirigidos, Instituciones de dependencia, temas de investigación y períodos.*

Dirección del Lic. en Geología Sebastián Dietrich, Beca Interna de Postgrado Tipo II del CONICET. Tema: “Infiltración y recarga a través del suelo y la zona no saturada. Caracterización en base a tomografía eléctrica y trazadores”. 2011 – 2013.

Responsable de tareas del geólogo Christian Mancino. Profesional de Apoyo a la Investigación y el Desarrollo de la CIC. Categoría Adjunto. Decreto N° 326/2012. 2012 y continua.

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.*

Prof. María Vanesa Birnstil. Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tema: “El movimiento del agua en el suelo y su llegada al acuífero. Su enseñanza en quinto año de la escuela secundaria. Tesis de grado. 2012. Calificación: 8 (ocho).

Lic. Sebastián Dietrich. Universidad de Buenos Aires. Tema: "Infiltración y recarga a través del suelo y zona no saturada en áreas de llanura. Caracterización en base a la aplicación de tomografía eléctrica y trazadores". Tesis doctoral. Defendida el 25 de marzo de 2013. Calificación: Sobresaliente.

- 13. PARTICIPACION EN REUNIONES CIENTIFICAS.** *Indicar la denominación, lugar y fecha de realización, tipo de participación que le cupo, títulos de los trabajos o comunicaciones presentadas y autores de los mismos.*

Integrante del comité organizador del XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. 16 al 20 de abril de 2012.

- 14. CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO, VIAJES DE ESTUDIO, ETC.** *Señalar características del curso o motivo del viaje, período, instituciones visitadas, etc.*

Curso "Hidrogeología y obra civil". Dictado por el Dr. Enrique Vázquez Suñé en el Instituto de Hidrología de Llanuras (UNCPBA-CIC-Mun. Azul) desde el 27 al 30 de noviembre de 2012. Duración: 30 horas.

- 15. SUBSIDIOS RECIBIDOS EN EL PERIODO.** *Indicar institución otorgante, fines de los mismos y montos recibidos.*

Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires.
Monto: \$ 5600. Resolución CIC N° 2410/12. Subsidio Institucional para Investigadores

Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires.
Monto: \$ 10000. Resolución CIC N° 2049/11. Organización de Reuniones Científicas y Tecnológicas..

Agencia de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT). BID 1728/OC - AR – PICT 01988 – 2006. Monto: \$ 66.560 Resolución ANPCyT N° 230/07. Recibido \$10.000 en el período.

- 16. OTRAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO.** *Describir la naturaleza de los contratos con empresas y/o organismos públicos.*

Los servicios tecnológicos se realizaron mediante convenios firmados entre el rector de la Universidad Nacional del Centro y el representante de la empresa u organismo público. Dichos convenios permitieron el ingreso de recursos al IHLLA.

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

- 18. ACTUACION EN ORGANISMOS DE PLANEAMIENTO, PROMOCION O EJECUCION CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA.** *Indicar las principales gestiones realizadas durante el período y porcentaje aproximado de su tiempo que ha utilizado.*

- 19. TAREAS DOCENTES DESARROLLADAS EN EL PERIODO.** *Indicar el porcentaje aproximado de su tiempo que le han demandado.*

Profesor Adjunto. Cargo ordinario obtenido por concurso. A cargo de la materia Ciencias de la Tierra de la carrera de Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía de la U.N.C.P.B.A. Resolución Consejo Superior UNCPBA N° 4452. 10 de agosto de 2011. Se dictan seis horas de clases semanales durante el segundo

cuatrimestre. Debe sumarse a esto el tiempo dedicado a la toma de exámenes finales. El insumo de tiempo de la tarea docente fue de aproximadamente el 15 % del tiempo de trabajo total..

Profesor del curso Exploración de Aguas Subterráneas, de la Maestría en Recursos Hídricos de la Universidad Nacional de La Pampa. Carga horaria: 40 horas. 2008 y continua. Resolución N° 368/2008 Consejo Superior Universidad Nacional de La Pampa. Carrera en proceso de acreditación por la CONEAU. Dictado en los años 2009 y 2011. Porcentaje de tiempo: 5 %.

Dictado del curso Exploración y Captación de Aguas Subterráneas, para la Especialización en Contaminación de Aguas Subterráneas. Programa Interinstitucional en Ciencias Hídricas.

Universidad Nacional del Comahue, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco y Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Dictado del 23 al 27 de agosto de 2011 en Comodoro Rivadavia. Carga horaria: 45 horas. Carrera en proceso de acreditación por la CONEAU. Porcentaje de tiempo: 5 % .

20. OTROS ELEMENTOS DE JUICIO NO CONTEMPLADOS EN LOS TITULOS ANTERIORES. *Bajo este punto se indicará todo lo que se considere de interés para la evaluación de la tarea cumplida en el período.*

DIRECCIÓN DE PROYECTOS:

Análisis de las variaciones de niveles freáticos someros producto de la recarga y la evapotranspiración mediante tomografía eléctrica y su efecto en el aumento de la producción de los cultivos". Ejecución 2011-2013. Programa de Incentivos a Docentes Investigadores. Código 03-I030

EVALUACIÓN DE PUBLICACIONES

Evaluador de un artículo para la Revista de la Facultad de Agronomía. 2011.
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. ISSN 0041- 8176.

Evaluador del libro Conceptos Básicos de Hidrología. Resolución del balance hidrológico. Segunda convocatoria de edición para textos para la enseñanza universitaria de la UNCPBA. 2011.

Evaluador de un artículo para el Hydrological Sciences Journal. IAHS. 2012. ISSN 0262-6667. 2012.

Evaluador de un artículo para la Revista de la Facultad de Agronomía. 2012.
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. ISSN 0041- 8176.

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE TESIS

Evaluador del proyecto de tesis de la Maestría en Recursos Hídricos de la Universidad Nacional de La Pampa. Título: Estudio de la recarga y descarga local en el acuífero freático pampeano en el centro de la provincia de Buenos Aires. Tesista: Rocío Comas. Febrero de 2011.

Evaluador de un proyecto de tesis doctoral de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata. Abril de 2012.

EVALUACIÓN DE TESIS

Evaluador de la tesis para la obtención del grado de Magister del Lic. Juan José Tardivo. Título: Evaluación de las aptitudes de uso del recurso hídrico del acuífero del Valle de la Cruz provincia de Córdoba. Universidad Nacional de La Pampa. Maestría en Ciencias Hídricas. Febrero de 2011.

Evaluador de la Tesis de grado de la Srta. Lucrecia Guadalupe Lucero. Título del trabajo: Los suelos de los peladares de la cuenca del arroyo del Azul: caracterización físico – química y análisis de su abordaje en el 4º año de la escuela secundaria. Carrera de Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Fecha de defensa: diciembre de 2011.

Evaluador de la tesis para la obtención del grado de Magister de la Ing. Carolina Porfiri. Título: Transporte de imazapir en dos suelos bajo labranza convencional y siembra directa. Tesista: Ing. Carolina Porfiri. Universidad Nacional de La Pampa. Maestría en Ciencias Hídricas. Febrero de 2012.

Evaluador de la tesis de para la obtención del grado de Magister en la Maestría en Recursos Hídricos de la Universidad Nacional de La Pampa. Título: Estudio de la recarga y descarga local en el acuífero freático pampeano en el centro de la provincia de Buenos Aires. Tesista: Rocío Comas. 2012.

CATEGORÍA DE INVESTIGADOR CIC

Promovido por la CIC a la categoría de Investigador Independiente Acta Directorio CIC N° 1362 de 2012. A la espera de la firma del Poder Ejecutivo de la Provincia de Bs. As.

21. TITULO Y PLAN DE TRABAJO A REALIZAR EN EL PROXIMO PERIODO. *Desarrollar en no más de 3 páginas. Si corresponde, explicita la importancia de sus trabajos con relación a los intereses de la Provincia.*

Comportamiento y evolución espacio-temporal del arsénico en aguas subterráneas de la República Argentina. Estudio en el área piloto Tres Arroyos.

El plan de trabajo para el próximo periodo abarca el desarrollo del PID 0075/2011 de la Agencia Nacional de Promoción Científica, el cual se ha firmado recientemente y se titula: Comportamiento y evolución espacio-temporal del arsénico en aguas subterráneas de la República Argentina. El mismo comprende a la Universidad Nacional de La Pampa y la Universidad Nacional del Centro a través del IHLLA como instituciones beneficiarias mientras que el adoptante es el Consejo Hídrico Federal (COHIFE). El proyecto tiene un subsidio de Agencia de \$ 1.998.000, mientras que el adoptante aportará \$ 2.240.858. Su duración será de tres años. El investigador responsable es el Dr. Jorge Santa Cruz y el grupo responsable está compuesto por cuatro investigadores: Dr. Carlos Schultz (UNLPam), Dr. Eduardo Mariño (UNLPam), Dr. Sergio Bea (CONICET - IHLLA) y Dr. Pablo Weinzettel (CIC - UNCPBA - IHLLA). El proyecto cuenta con un importante número de capacitados colaboradores.

Los objetivos son: mejorar el conocimiento regional y local de los factores hidrogeológicos, hidrogeoquímicos e hidrodinámicos que controlan la incorporación y el comportamiento del arsénico en el suelo, sedimentos y en el agua subterránea. Avanzar en la comprensión de los mecanismos que inciden en la disolución del Arsénico, Flúor y otros oligoelementos. Obtener en base a estudios hidrogeológicos e hidrogeoquímicos herramientas que sean útiles para la exploración de acuíferos que contengan agua con bajo contenido en arsénico. Transferencia de conocimientos adquiridos en el proyecto a través de la difusión y capacitación de recursos humanos.

La propuesta metodológica se divide en cuatro partes: I. Situación y presencia de arsénico en aguas subterráneas de Argentina. II. Estudio Hidrogeológico en área piloto de la región semiárida. Determinación de procesos hidrodinámicos relacionados. III. Estudio hidrogeoquímico en área piloto de la región húmeda. Determinación de procesos hidrogeoquímicos que controlan la movilidad del As. IV. Simulación numérica. Transporte reactivo.

Las investigaciones a desarrollar en el área piloto de la provincia de Bs. As. estarán a cargo del Dr. Pablo Weinzettel. Los trabajos de campo se desarrollarán en cercanías a la ciudad de Tres Arroyos, donde estudios previos realizados por el IHLLA han mostrado la presencia errática del ión arsénico en los pozos de abastecimiento.

Los objetivos que se persiguen a partir del estudio de esta zona son: Comprender la variabilidad en el contenido del ión arsénico en distintas partes del acuífero. Determinar y/o desarrollar herramientas que sirvan para la exploración del acuífero pampeano en zonas que son de alto riesgo por el contenido del mismo. Predecir el transporte de las componentes químicas, desde sus términos fuentes en los diferentes materiales del acuífero y suelo.

En la elección de la mencionada zona de estudio, se ha tenido en cuenta lo que ocurre en numerosas localidades de la provincia de Buenos Aires, donde los valores de arsénico no son extremadamente altos, pero sí se encuentran en algunos casos muy por encima de 50 microg/l. Por lo cual resulta de sumo interés estudiar este tipo de zona cuya problemática se repite en numerosas ciudades de la provincia de Buenos Aires

Otra componente importante de la zona elegida es el tipo de suelo presente, y la alta productividad de los mismos, esto amerita a realizar una investigación de la zona no saturada y de los procesos que pueden afectar la movilidad del ión bajo estudio. En este sentido cobra importancia la intensa actividad agrícola a la cual son sometidos estos suelos con la aplicación de diferentes productos químicos para una mayor producción. También relacionado con esta actividad productiva debe tenerse en cuenta que esta y otras áreas de la provincia de Buenos Aires se encuentran con una importante densidad poblacional, tanto urbana como rural, lo que se traduce en una mayor demanda de agua para abastecimiento.

No se debe dejar de mencionar que cada vez son mayores las áreas sometidas a riego de tipo complementario con grandes volúmenes de agua extraídos del acuífero, la influencia de la aplicación de agua con arsénico sobre el suelo y posterior recarga también deben ser tenidos en cuenta al menos como un factor que puede afectar a la concentración natural del ión.

El estudio de la movilidad del arsénico se hará bajo la siguiente metodología:

- 1.- Relevamientos de campo e instrumentación de una parcela con la perforación de pozos de extracción de muestras para ensayos a campo. Instrumentación del suelo, zona no saturada y zona saturada.
- 2.- Ensayos de laboratorio para estudiar el comportamiento del As en interacción con los distintos tipos de sedimentos muestreados.

Debido a la importancia de estudiar la litología del acuífero, Foster (2003) indica que la designación de un acuífero como netamente fuente o sumidero respecto al arsénico depende sobre todo de la masa de arsénico transferida desde la fase sólida a la fase disuelta (y viceversa) por medio de las reacciones heterogéneas. Las más importantes

reacciones heterogéneas que incluyen arsénico dentro de su estequiometría son las reacciones de adsorción y de disolución/precipitación (resultando en la liberación/retención del arsénico por la fase sólida), y las reacciones de oxidación/reducción (resultantes en la retención o liberación, dependiendo de la química de los reactivos y de los productos (Welch et al., 1988; Welch et al., 2000). En este sentido se procederá a la realización de pozos de muestreo de sedimentos y agua. Los pozos se harán en una misma parcela, a profundidades crecientes, y en ellos se muestrearán los sedimentos mediante extracción de testigos y cutting. La extracción del agua de poro de los testigos se realizará por centrifugación.

Los pozos serán entubados en un diámetro que permita su bombeo para muestreo del agua. Las muestras se extraerán de cada pozo con una determinada frecuencia a lo largo del año para evaluar la variación temporal del contenido de arsénico y poder relacionarlo con otras variables climáticas especialmente precipitación, y la recarga al acuífero. Para esto se tendrá en cuenta los mecanismos de infiltración del agua en el suelo y el tipo de manejo de los mismos para la producción agropecuaria

La composición del agua de infiltración se obtendrá a partir de la instalación de cápsulas de succión. La hidrodinámica de la zona no saturada se realizará a partir de la instrumentación con tensiómetros y sondas de humedad de registro continuo. Para la caracterización subsuperficial y subterránea se realizarán tomografías eléctricas con distintos tipos de espaciamiento.

Con los sedimentos extraídos se realizarán determinaciones y ensayos en laboratorio. La mineralogía de los distintos niveles será estudiada mediante microscopía y difracción de rayos X.

Con el material sedimentario de ciertos niveles se realizarán ensayos batch así como también ensayos de columna, en los que se tiene en cuenta el flujo a través de los sedimentos. Las determinaciones se realizarán en el laboratorio del IHLLA mediante espectrofotómetro de adsorción atómica con horno de grafito. Se procederá a la obtención de los parámetros de las isothermas de adsorción, para luego aplicar modelos hidrogeoquímicos.

Uno de los objetivos más importantes será el de comprender la variabilidad en el contenido del ión arsénico en distintas partes del acuífero pampeano y en lo posible, determinar herramientas útiles a la exploración del mismo en zonas riesgosas debido a la presencia de arsénico. Estas herramientas buscarán ubicar captaciones de las porciones acuíferas con menos posibilidades de encontrar este ión, aún en detrimento de la calidad del agua por presencia de otros iones menos nocivos.

Será fundamental contar con un modelo conceptual del comportamiento del arsénico en por lo menos una región del acuífero pampeano en la provincia de Buenos Aires y que sirva de plataforma para posibles extrapolaciones a otros escenarios hidrogeológicos de Argentina.

Los pozos perforados y otros existentes en el área serán perfilados. El objetivo de esta tarea será conocer la respuesta en cuanto a resistividad, gamma natural y potencial espontáneo de los niveles del acuífero portadores de agua de distinta concentración de arsénico según los datos de muestreos de agua previos. De todos los registros mencionados resultan de mayor interés los registros de gamma natural y potencial espontáneo, ya que ellos están directamente relacionados con la presencia de arcilla y contenido salino del agua. Para obtener una mayor definición de las características de las arcillas presentes en el perfil se efectuarán mediciones con sonda de perfilaje que discrimina las litologías arcillosas con contenido de Torio, Uranio y Potasio (Natural Gamma Spectroscopy, NGS). La finalidad de este tipo de perfilaje es obtener una detallada definición de las zonas arcillosas del perfil o de posibles zonas con niveles de cenizas volcánicas. Se buscará una relación entre el tipo de arcilla presente y la calidad del agua en distintos niveles acuíferos de un mismo pozo. Esta herramienta se basa en que ciertos minerales tienen concentraciones características de torio, uranio y potasio

por lo que el perfilaje NGS puede ser usado para definir minerales o tipos de minerales. Conocer o tener indicios del tipo de arcilla presente en el perfil es importante ya que numerosos estudios hacen referencia a la adsorción de arseniato y arsenito sobre minerales arcillosos tales como montmorillonita, caolinita e illita.

Por último una gran ventaja de esta herramienta es que permite el perfilaje indistintamente de pozos desnudos o entubados, lo cual es muy importante ya que se pueden realizar perfilajes en pozos de abastecimiento que generalmente cuentan con una descripción del perfil litológico, y en los cuales también se conoce las zonas donde se ubican los filtros o sea, las entradas de agua al pozo.

Las zonas acuíferas con mayor capacidad de transmisión de agua serán determinadas mediante la combinación del perfilaje eléctrico, el perfil de potencial espontáneo y la bajada en el pozo de un medidor de flujo (impeller flow meter). Al ser el acuífero pampeano de tipo multicapa, con distintos niveles productivos, es importante determinar fehacientemente las zonas del pozo que suministrarán mayor cantidad de agua y que, por lo tanto, contribuirán en mayor medida a la calidad del agua extraída. Los perfilajes de flujo son utilizados especialmente en este tipo de casos donde es necesario cuantificar las características hidráulicas de cada nivel (Kobr et al., 2005). Entonces, mediante esta herramienta, será posible determinar las zonas más permeables de las que se obtendrán las muestras de agua.

Para observar la calidad del agua se utilizará una sonda con medición de conductividad eléctrica, y temperatura. En los sectores del pozo que resulten con mayor interés para determinar otros iones se procederá a la extracción de una muestra de agua. Los ensayos de laboratorio propuestos son los del tipo batch (sin flujo de agua), y de columna, estos últimos se realizan con el objetivo de aproximar las condiciones experimentales con aquellas que habría bajo condiciones naturales en el acuífero y en la zona no saturada del suelo. En este sentido, la distribución del arsénico no sólo es afectada por su retención en los materiales del subsuelo sino por los procesos de transporte inducidos principalmente por el flujo de agua (transporte advectivo-dispersivo).

La transferencia del conocimiento se llevará a cabo a través de la capacitación básica en actividades hidrogeológicas para los integrantes de los organismos provinciales, realización de por lo menos una tesis doctoral a partir de los datos del piloto de Tres Arroyos, edición de manuales técnicos de procedimientos, y la producción científica en revistas reconocidas.

Condiciones de la presentación:

- A. El Informe Científico deberá presentarse dentro de una carpeta, con la documentación abrochada y en cuyo rótulo figure el Apellido y Nombre del Investigador, la que deberá incluir:
 - a. Una copia en papel A-4 (puntos 1 al 21).
 - b. Las copias de publicaciones y toda otra documentación respaldatoria, en otra carpeta o caja, en cuyo rótulo se consignará el apellido y nombres del investigador y la leyenda "Informe Científico Período".
 - c. Informe del Director de tareas (en los casos que corresponda), en sobre cerrado.
- B. Envío por correo electrónico:
 - a. Se deberá remitir por correo electrónico a la siguiente dirección: ininvest@cic.gba.gov.ar (puntos 1 al 21), en formato .doc zipeado, configurado para papel A-4 y libre de virus.
 - b. En el mismo correo electrónico referido en el punto a), se deberá incluir como un segundo documento un currículum resumido (no más de dos páginas A4), consignando apellido y nombres, disciplina de investigación, trabajos publicados en el período informado (con las direcciones de Internet de las respectivas revistas) y un resumen del proyecto de investigación en no más de 250 palabras, incluyendo palabras clave.

Nota: El Investigador que desee ser considerado a los fines de una promoción, deberá solicitarlo en el formulario correspondiente, en los períodos que se establezcan en los cronogramas anuales.