

CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA

IX Congreso Argentino de Hidrogeología

Catamarca • 20 al 23 de setiembre 2016

“El agua subterránea en regiones áridas y semiáridas,
prolonga la vida de los pueblos”

VII Seminario Hispano Latinoamericano sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea

Editores

Rodolfo Fernando García y Eduardo E. Mariño

CATAMARCA - ARGENTINA - 2016

ORGANIZADO POR



Los trabajos publicados, corresponden a las contribuciones completas presentadas en el VII Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la Hidrología Subterránea, organizado dentro del IX Congreso Argentino, que fueron evaluados y aceptados por los miembros del Comité Científico. Ha sido responsabilidad de los autores, el realizar las eventuales correcciones sugeridas por los Evaluadores. Los compiladores no asumen responsabilidad alguna por eventuales errores tipográficos u ortográficos, por los errores gramaticales u ortográficos de los Abstracts, ni por los contenidos de los trabajos incluidos en esta contribución. Estos trabajos se publican tal como fueron enviados por los autores, con leves adaptaciones de formato con la finalidad de conferirles uniformidad a la obra completa de acuerdo a normas de edición previamente establecidas.

ISBN 978-987-661-222-7

1º Edición. Catamarca: Editorial Científica Universitaria – Secretaría de Ciencia y Tecnología – Universidad Nacional de Catamarca, 2016.

IX CONGRESO ARGENTINO DE HIDROGEOLOGÍA VII SEMINARIO HISPANO-LATINOAMERICANO SOBRE TEMAS ACTUALES DE LA HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

DECLARACIONES DE INTERÉS

Declarado de Interés por la Honorable Cámara de Senadores de la Nación.

Declarado de Interés Provincial por el Gobierno de la Provincia de Catamarca.

Declarado de Interés por la Honorable Cámara de Senadores de la Provincia de Catamarca.

Declarado de Interés Provincial por el Gobierno de la Provincia de La Rioja.

Declarado de Interés Provincial por el Gobierno de la Provincia de Salta.

Declarado de Interés por la Vicegobernación de la Provincia de Catamarca.

Declarado de Interés por Municipio de San Fernando del Valle de Catamarca.

Declarado de Interés por el Consejo Deliberante de la Ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca.

Declarado de Interés Institucional por el Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento. Gobierno de la Provincia de Formosa. SPAP.

Declarado de Interés Cultural por la Secretaría de Estado de Cultura de la Provincia de Catamarca.

Declarado de Interés Turístico por la Secretaría de Estado de Turismo de la Provincia de Catamarca.

Declarado de Interés Universitario por el Rector de la Universidad Nacional de Catamarca.

Declarado de Interés Académico por el Consejo Directivo de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca.

Declarado de Interés Académico por el Departamento Académico de Ciencias y Tecnologías Aplicadas a la Producción, al Ambiente y al Urbanismo de la Universidad Nacional de La Rioja.

Declarado de Interés Académico por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta.

Declarado de Interés Académico por la Rectora de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Declarado de Interés Académico y Avalado Institucionalmente por el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Declarado de Interés Académico y Avalado Institucionalmente por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Naturales y el Instituto Miguel Lillo, de la Universidad Nacional de Tucumán.

AUSPICIANTES

Gobierno de la Provincia de Catamarca

Consejo Federal de Inversiones C.F.I.

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET

Galaxy Corporation

Minera del Altiplano S.A.

Minera Alumbreira - UTE YMAD

Consejo Hídrico Federal C.O.H.I.F.E.

Servicio Provincial de Agua Potable y Saneamiento. Gobierno de la Provincia de Formosa. SPAP.

Municipalidad de San Fernando del Valle de Catamarca

Geotub S.A. Mendoza.

Bottino Hnos – Subfactory Grundfos

Rocasur S.A.

Sylwan S.A

Conhidro S.R.L. Catamarca.

Andina Perforaciones S.R.L. Salta.

Tarjeta Naranja

Catamarca Convention & Visitors Bureau. Catamarca.

Aguas de Catamarca SAPEM

Consejo Deliberante - San Fernando del Valle de Catamarca.

SMGA S.R.L. – Catamarca.

ADHESIONES

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria I.N.T.A.

Instituto Nacional de Tecnología Industrial. INTI.

Instituto de Investigaciones Mineras – Universidad Nacional de Catamarca.

Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán.

COMISIÓN ORGANIZADORA IX Congreso Argentino de Hidrogeología

Presidente:	Geól. Esteban TÁLAMO
Vicepresidente:	Dr. Rodolfo Fernando GARCÍA
Secretaria:	Mg. Fátima VILCHES
Secretario Adjunto:	Lic. Ángel STORNIOLO
Tesorera:	Tec. Mariana DÍAZ ESCUDÉ
Vocales:	Lic. Miriam CISTERNAS
	Mg. Gustavo BÁEZ
	Dr. Fernando TORRES
	Dr. Esteban MIGUEL
	Geól. Gabriel LOPEZ VAZQUES
	Ing. Patricia LOBO
	Mg. Susana FUENTES
	Lic. Luis SEGURA
	Lic. María M. SANCHEZ

COMISIÓN DIRECTIVA AIH-GA

Presidente:	Dr. Carlos J. SCHULZ
Vicepresidente:	Dra. Ofelia C. TUJCHNEIDER
Secretario:	Dr. Eduardo E. MARIÑO
Tesorero:	Dr. Daniel E. MARTÍNEZ
Vocales:	Dra. Cristina DAPEÑA
	Lic. Julio H. STAMPONE
	Lic. Ángel del R. STORNIOLO

COMITÉ CIENTÍFICO CONGRESO ARGENTINO DE HIDROGEOLOGÍA

“El agua subterránea en regiones áridas y semiáridas, prolonga la vida de los pueblos”

Hidrogeología Regional

Coordinadores: Dr. Rodolfo Fernando García – Dra. Mónica Blarasín

Hidrogeología y Minería

Coordinadores: Geól. Verónica Rocha Fasola – Geól. Federico Moya Ruiz

Calidad y Contaminación de las Aguas Subterráneas

Coordinadores: Dr. Eduardo Mariño – Dr. Jorge Walter García

Relación Agua Subterránea-Superficial

Coordinadores: Dr. Eduardo Kruse – Dr. Pablo Dornes

Hidrogeología, Cultura y Educación

Coordinadores: Mg. Fátima Vilches - Dr. Guillermo Baudino

COMITÉ CIENTÍFICO SEMINARIO HISPANO LATINOAMERICANO

“Gobernanza del agua en áreas con escasez: gestión de las aguas subterráneas”

Coordinadores: Dr. Emilio Custodio – Dr. Marcelo Varni

COMITÉ CIENTÍFICO – EVALUADORES

ALBOUY, René
AUGE, Miguel
BEA JOFRÉ, Sergio
BARRANQUERO, Rosario
BLARASIN, Mónica
BOCANEGRA, Emilia
CABRERA, Adriana
CARRICA, Jorge
CASTRO, Eduardo
DALMASO, Gabriela
DAPEÑA, Cristina
D'ELIA, Mónica
DÍAZ, Eduardo
FALCÓN, Carlos
GARCÍA, Jorge Walter
GARCÍA, Rodolfo Fernando
GLOK GALLI, Melisa
HERNÁNDEZ, Lisandro
HERNÁNDEZ, Mario
LEXOW, Claudio
MASSONE, Héctor
MARIÑO, Eduardo
MARTÍNEZ, Daniel
MATTEODA, Edel
MOSCARDI, Carla
PANARELLO, Héctor
PARIS, Marta
PÉREZ, Marcela
ROCHA FASOLA, Verónica
RUIZ DE GALARRETA, Alejandro
SCHULZ, Carlos
SILVA BUSSO, Adrián
STORNILO, Ángel
TUJCHNEIDER, Ofelia
VIVES, Luis
ZABALA, María Emilia
ZIMMERMAN, Erik

PREFACIO

La Comisión Organizadora se complace en presentar este volumen digital correspondiente a los trabajos completos presentados, evaluados y aprobados en el **Taller de Calidad y Contaminación del Agua Subterránea**, correspondientes al IX Congreso Argentino de Hidrogeología.

Se presentan 41 trabajos que tratan temas diversos de la hidroquímica y contaminación del recurso hídrico subterráneo, abordando temáticas actuales y de gran interés no solamente en el ámbito académico y científico, sino también práctico y con directa implicancia sobre aspectos ambientales y sociales.

El IX Congreso Argentino de Hidrogeología, está orientado a profesionales, investigadores, docentes, estudiantes, administradores y responsables de la gestión del agua subterránea y tiene como principal objetivo contribuir al desarrollo de los conocimientos de la hidrogeología en nuestro país, generando espacios que impulsen al diálogo, el intercambio, la difusión y la discusión de las investigaciones que llevan a cabo los especialistas de esta disciplina.

En el año 1993 se realiza el I Seminario Hispano-Argentino Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea en la ciudad de Mar del Plata; en el Año 1995 se lleva a cabo el II Seminario Hispano-Argentino Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea en la ciudad de San Miguel de Tucumán. En el año 1997 se realiza el I Congreso Argentino de Hidrogeología y el III Seminario Hispano-Argentino Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea en la ciudad de Bahía Blanca y en el año 1999 se lleva a cabo el II Congreso Argentino de Hidrogeología y IV Seminario Hispano-Argentino Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea, nuevamente en Tucumán. A partir del año 2003 y en coincidencia con el III Congreso Argentino de Hidrogeología, se realiza el I Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea en la ciudad de Rosario de Santa Fe. Luego se efectúa el IV Congreso Argentino de Hidrogeología y II Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea en la ciudad de Río Cuarto (Córdoba) en el año 2005; posteriormente se lleva a cabo el V Congreso Argentino de Hidrogeología y III Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea en la ciudad de Paraná (Entre Ríos) en el año 2007; posteriormente se realiza el VI Congreso Argentino de Hidrogeología y IV Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa en el año 2009; en el año 2011 en la ciudad de Salta, se desarrolla el VII Congreso Argentino de Hidrogeología y V Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea; en el año 2013, se lleva a cabo el VIII Congreso Argentino de Hidrogeología y VI Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea, en la ciudad de La Plata y, finalmente en el año 2016 se desarrolla el IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea en nuestra ciudad, San Fernando del Valle de Catamarca.

Los objetivos del IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea son:

- 1) Debatir métodos y herramientas actuales para el estudio de los aspectos hidrodinámicos e hidroquímicos del agua subterránea que circula en medios porosos y/o fisurados, con el objeto de mejorar el uso, protección, gestión y planificación del recurso.
- 2) Intercambiar ideas, experiencias y resultados en lo vinculado al rol que tiene el agua subterránea en ambientes urbanos y rurales como fuente de recursos, soporte de actividades y sumidero de residuos.

- 3) Discutir aspectos técnicos, sociales, económicos, legales y educativos que sustentan la planificación y gestión del agua subterránea, en el marco de una visión integral de los recursos hídricos, con el fin de mejorar la calidad de vida de la gente.
- 4) Generar un ámbito de discusión y difusión de las investigaciones que en el área disciplinaria se realizan en nuestro país, fomentando el intercambio de experiencias.
- 5) Acercar al evento a otros actores en la gestión de los recursos hídricos, de manera de brindar la posibilidad de generar interacción entre investigadores y tomadores de decisión en la gestión y administración de los recursos hídricos, especialmente los recursos hídricos subterráneos.

La Comisión Organizadora agradece a todas las personas, instituciones y empresas que han contribuido a la realización de este evento. Al mismo tiempo espera que el mismo se desarrolle en un ámbito de cordialidad, humildad y respeto por las opiniones y visiones diferentes. La Comisión Organizadora tiene la convicción de que este tipo de reuniones debe contribuir a entender la importancia de las aguas subterráneas como fuentes de abastecimiento para los distintos usos y necesidades, sin olvidar que el conocimiento científico y técnico tienen escasa validez si no se comparten y, sobre todo, si no se vuelcan al bienestar de la población, fundamentalmente a aquellos sectores más desprotegidos y, especialmente, en las regiones áridas y semiáridas, donde el *agua subterránea prolonga la vida de los pueblos*.

Catamarca, 20 de Septiembre de 2016

Esteban Tálamo
Rodolfo Fernando García

CONTENIDOS

EVALUACIÓN DE PROCESOS DE SALINIZACIÓN MEDIANTE LA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS BÁSICAS DE ANÁLISIS EN EL ÉJIDO URBANO DE COMODORO RIVADAVIA, CHUBUT (ARGENTINA) _____	14
Locci Fernando Gabriel, García González Beatriz	14
CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA Y ESTIMACIÓN DE LA RECARGA EN ACUÍFEROS DEL NORESTE DE LA PAMPA, ARGENTINA _____	22
Ceballo, Lorena; Schulz Carlos; Massara Nayla y Mariño Eduardo	22
ANÁLISIS HIDROGEOQUÍMICO DE AGUAS TERMALES DEL OESTE CATAMARQUEÑO _____	30
Carrizo Noelia	30
APTITUD QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL RIEGO AGRÍCOLA EN EL VALLE DEL TULUM, SAN JUAN, ARGENTINA _____	38
^{1,2} Mérida, Silvia y ^{1,2} Urnicia, José	38
BACTERIAS EN PERFORACIONES: DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO _____	46
¹ Torres, Fernando; Tua, Adriana S.	46
ÁREAS DE PROTECCIÓN DE PERFORACIONES PARA AGUA POTABLE EN EL VALLE DE TULUM, PROVINCIA DE SAN JUAN, ARGENTINA _____	54
^{1,2} Mérida, Silvia; ^{1,2} Salvioli Gerardo y ^{1,3} Carelli, María Fernanda	54
IDENTIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE MEZCLA EN EL SISTEMA HIDROGEOLÓGICO DEL SALAR DE PIPANACO, PROVINCIAS DE CATAMARCA Y LA RIOJA, ARGENTINA _____	61
^{1,2} Bea, Sergio A. ; ² Mira Carrión, A. ; ² Vives, L. ; ³ Tálamo, E.; ³ Rodríguez, M.N.	61
AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA DINÁMICA, EL QUIMISMO E ISÓTOPOS DEL AGUA EN LA MESETA DE SOMÚN CURÁ. _____	69
^{1,4} Remesal, Marcela; ² Bellino, Lucila; ³ Dapeña, Cristina y ^{2,4} Parica, Claudio	69
HIDROQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN UN SECTOR DE LA PLANICIE CENTRAL DE LA PROVINCIA DE LA PAMPA _____	77
¹ Dalmaso, María G.; ¹ Mariño, Eduardo y ² Dapeña, Cristina	77
CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA PRELIMINAR DE LOS MANANTIALES Y ARROYOS LOCALIZADOS EN EL BORDE OCCIDENTAL DE LA CUENCA DE MÉXICO _____	85
Zabala María E. ^{1,2} , Martínez Sandra ³ , Perevochtchikova María ⁴	85
RESPUESTA ELÉCTRICA DE LA ZONACIÓN QUÍMICA EN UN NIVEL ACUÍFERO EN LA COSTA ARENOSA ORIENTAL DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES _____	93
Carretero, Silvina ^{1,2} , Perdomo, Santiago ^{2,3} , Kruse, Eduardo ^{1,2} y Ainchil, Jerónimo ³	93
HIDROQUÍMICA Y CALIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL SURESTE DE TUCUMÁN, LÍMITE CON SANTIAGO DEL ESTERO _____	101
^{1,2} Falcón, Carlos Martín; ¹ Gutierrez Hortt, Juan Manuel y ³ Avellaneda Sofia Carolina	101

ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE FLÚOR, EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DE SANTIAGO DEL ESTERO (DPTOS. COPO Y ALBERDI) _____	109
Reynoso, Stella M. ⁽¹⁾ ; Ramírez, Antonio E. ⁽²⁾ , Argüelles, Cristina B. ⁽³⁾	109
CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y PROPUESTA DE REGLAMENTACIÓN DE PARÁMETROS GUÍA EN EL EJIDO GUALEGUAYCHÚ, ENTRE RÍOS, ARGENTINA__	115
Indart, Noelia ^{1,2} . Mársico, Daniel ³ . Zecca, Ivana ⁴ . Díaz, Eduardo ⁵ . García, María del Carmen ²	115
EVALUACIÓN DE LAS RELACIONES HIDRAÚLICAS E HIDROQUÍMICAS ENTRE UN RELLENO SANITARIO Y UN SISTEMA ACUÍFERO EN UN ÁREA DE LLANURA _____	123
Pagliano María Lina ¹ , D'Elia Mónica ¹	123
CARACTERIZACIÓN DE LA CARGA CONTAMINANTE AL ACUÍFERO FREÁTICO - FUENTE DE ABASTECIMIENTO DE LA LOCALIDAD DE MONTE HERMOSO _____	131
¹ Lexow Claudio, ^{1,2} Di Martino Claudina, ¹ Lafont Daniela, ¹ Albouy René y ¹ Marcos Angel	131
ANÁLISIS DEL RIESGO A LA SALUD HUMANA POR CONTAMINACIÓN DEL ACUÍFERO FREÁTICO DE BAHIA BLANCA CON HIDROCARBUROS PROCEDENTES DE ESTACIONES DE SERVICIO _____	139
¹ Pera Vallejos Guillermo, ¹ Lexow Claudio, ² Spina Deris, y ² Tonelli Stella.....	139
TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS DISUELTOS EN EL ACUÍFERO FREÁTICO A PARTIR DE FUGAS EN ESTACIONES DE SERVICIO _____	147
¹ Lexow Claudio, ¹ Pera Vallejos Guillermo, ¹ Bauer Emiliano, ¹ Carbajo Micaela, ² Tonelli Stella y ¹ Carrica Jorge	147
ESTUDIO PRELIMINAR DE LA EVOLUCIÓN HIDROQUÍMICA VERTICAL DEL ARSÉNICO Y SU RELACIÓN CON OTROS COMPONENTES DE UN ÁREA SITUADA EN EL NORTE DE LA PAMPA _____	156
Celador Martínez, Raúl (1), Schulz, Carlos J. (1) (2).....	156
APORTES AL MODELO HIDROGEOQUÍMICO CONCEPTUAL DE LA CUENCA DEL RÍO MATANZA-RIACHUELO _____	164
Armengol Vall, Sandra ^{1,2} , Manzano Arellano, Marisol ³ , Bea, Sergio Andrés ^{1,2} , Pelizardi, Flavia ² , Ormaechea, Lucía ^{1,2} y Martínez, Sandra ⁴	164
CARACTERIZACIÓN GEOAMBIENTAL A TRAVES DEL INDICE ANC/APP, EN ESCOMBRELA RESTAURADORA, DISTRITO MINAS ANDALGALÁ, CATAMARCA	173
¹ Regalado, Olga Teresita ; Torres, Fernando ; Flores, Mercedes ; Tua, Adriana ; Rodriguez, German ; Ahumada, Selva ; Lencina, Agustina ; Moreno, Sandra ; Sosa, Nadir ; Barrionuevo, José.....	173
EL ARSENICO EN ACUÍFEROS DE LA LOCALIDAD DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO CAPAYAN. CATAMARCA _____	178
^{1,4} Saracho Marta, ^{2,4} Segura Luis, ³ Flores Mercedes, ⁴ Alles Fernando, ^{3,4} Lobo Patricia, ⁴ Agüero Nahuel.....	178
CONCENTRACIONES DE FLUORURO EN LAS FUENTES DE AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE CENTRAL DECATAMARCA _____	186
Segura Luis ¹⁻⁴ , Saracho Marta ²⁻⁴ , Lobo Patricia ³⁻⁴ , Agüero Nahuel ²⁻⁴	186

ESPECIACIÓN Y MOVILIDAD DEL CROMO EN AGUAS SUBTERRÁNEAS CONTAMINADAS DE UN SECTOR DE LA CUENCA DEL RÍO MATANZA-RIACHUELO, BUENOS AIRES, ARGENTINA _____	193
^{1,2} Ceballos, Elina; ^{1,2} Bea, Sergio; ³ García Einschalg, Fernando; ^{1,4} Sancí, Romina	193
EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PELIGRO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA A PARTIR DE FUENTES PUNTUALES EN EL PARTIDO DE GENERAL PUEYRREDÓN, PROVINCIA DE BUENOS AIRES _____	200
Lima, M. Lourdes ^{1,2,3} ; Barilari, Agustina ^{1,2,3} ; Corleto, Bárbara ¹ ; Albornoz, Daniel ¹ ; Massone, Héctor ^{1,2} ; Fresta, Paula ¹ ; Pertini, Ignacio ¹ ; Damiano, Fernanda ¹ ; Veras, Natalia ¹	200
PELIGRO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA CON PESTICIDAS EN EL CORREDOR MAR DEL PLATA - TANDIL, ARGENTINA _____	208
Lima M. Lourdes ^{1,2} , Romanelli Asunción ^{1,2} , Massone Héctor ¹ , Grondona Sebastián ^{1,2} , Francisco Bedmar ³	208
RIESGO HÍDRICO POBLACIONAL ANTE LA CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES POR DISPOSICIÓN LOCAL DE EFLUENTES CLOCALES, EN MISIONES _____	216
Páez Campos, Hugo Ramiro ¹ y Dornes, Pablo F. ¹	216
CONCENTRACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS Y NITRATOS EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y EL TIEMPO DE RESIDENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA _	224
^{1,2} Miglioranza, Karina S.B., ^{2,3} Martínez, Daniel E., ^{1,2,3} Grondona, Sebastián, ^{2,3} Quiroz Londoño, Orlando M., ^{1,2} Gonzalez, Mariana, ^{1,2} Silva Barni, María F.	224
IDENTIFICACIÓN DE FASES PORTADORAS DE ARSÉNICO Y POTENCIALES MECANISMOS DE LIBERACIÓN DESDE LA ZONA NO SATURADA HACIA EL ACUÍFERO PAMPEANO _____	232
^{1,2} Cacciabue, Lucía; ^{1,3} Bea, Sergio; ^{1,4} Dietrich, Sebastián ; ^{1,5} Weinzettel, Pablo; ^{1,3} Sierra, Leonardo	232
OBSERVACIÓN DE LOS APORTES DE AGUA A UN POZO MEDIANTE UN PERFILADOR DE FLUJO Y SU RELACIÓN CON LA CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO _____	240
Weinzettel, Pablo ^{1,2,3} , Sierra, Leonardo ^{1,4} , Dietrich, Sebastián ^{1,3} , Bea, Sergio ^{1,4} , Cacciabue, Lucía ^{1,5} , Collazos, Guillermo ^{1,2}	240
CARACTERIZACION DEL ACUÍFERO PAMPEANO MEDIANTE LA UTILIZACION DEL PERFILAJE DE ESPECTROSCOPIA GAMMA NATURAL EN UNA PERFORACIÓN DE ESTUDIO _____	248
Sierra Leonardo ^{1,2} , Weinzettel Pablo ^{1,3,4} , Dietrich Sebastián ^{1,4} Bea Sergio ^{1,2} , Cacciabue Lucía ^{1,5}	248
DISTRIBUCIÓN DEL ARSÉNICO EN EL AGUA DE LA PROVINCIA DE NEUQUÉN ____	257
¹ Velazquez, Vanesa Giselle y ² Dufilho, Ana Cecilia	257
CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA DE ACUÍFEROS DE LA REGIÓN NORESTE DE LA PROVINCIA DE NEUQUÉN _____	264
¹ Bertoni, Luciano y ¹ Dufilho, Ana C.	264
CARACTERIZACIÓN HIDROGEOQUÍMICA E ISOTÓPICA DE LA CUENCA ALTA DEL ARROYO TAPALQUÉ, PROVINCIA DE BUENOS AIRES _____	272
^{1,2} Glok Galli, Melisa; ³ Martínez, Daniel E.; ^{1,4} Colasurdo, Viviana; ⁴ Grosman, Fabián; ⁴ Sanzano, Pablo y ^{1,2} Trezza, Mónica A.	272

APLICABILIDAD DE ÍNDICES DE POTENCIAL CONTAMINANTE DE PLAGUICIDAS EN AGUA SUBTERRÁNEA EN LA CUENCA DEL RIO QUEQUÉN GRANDE _____	280
Grondona, Sebastián ^{1,2,3} , Gonzalez, Mariana ^{2,3} y Massone, Héctor ¹	280
INCONVENIENTES CON LA PRESENCIA DE HIERRO EN EL AGUA SUBTERRÁNEA DEL COMPLEJO ACUIFERO PUCU EN EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE, PROVINCIA DE FORMOSA _____	288
¹ Soldani, Daniel Ítalo y ² Cano, Rodolfo	288
ANÁLISIS PRELIMINAR DE TIERRAS RARAS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS DEL VALLE DE LA CRUZ, CORDOBA _____	296
¹ Matteoda Edel Mara; ¹ Blarasin Mónica y ¹ Demichelis Alejandro	296
ANÁLISIS Y EVOLUCIÓN DEL PROCESO DE SALINIZACIÓN DEL SISTEMA ACUÍFERO ANTINACO – LOS COLORADOS EN LAS COLONIAS VICHIGASTA Y CANTIZACO, LA RIOJA, ARGENTINA _____	304
¹ Miguel, Roberto E.; ² Tálamo, Esteban; ³ Cristos, Diego; ¹ Gonzalez Ribot, Joaquín; ² Chayle, Luis... 304	304
HIDROQUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA DEL VALLE DAZA, DEPARTAMENTOS LOVENTUÉ Y UTRACÁN, PROVINCIA DE LA PAMPA _____	312
Lanzillotta, Rolando L. ⁽¹⁾ , Mariño, Eduardo E. ⁽²⁾ y García Maurizio, Rodolfo F. ⁽³⁾	312
CARACTERIZACIÓN ISOTÓPICA DE ACUÍFEROS FRACTURADOS Y DETRÍTICOS A AMBOS LADOS DEL ATLÁNTICO SUR: UNA COMPARACIÓN ENTRE ARGENTINA Y SUDÁFRICA _____	320
1Glok Galli, Melisa; 2Damons, Matthew E.; 2Siwawa, Sitembiso; 3Bocanegra, Emilia M.; 4Nel, Jacobus M.; 2Mazvimavi, Dominic y 3,5Martínez, Daniel E.	320
HIDROGEOQUÍMICA DE LOS MANANTIALES TERMALES DEL CAJÓN DEL MAIPO (CORDILLERA DE LOS ANDES, SANTIAGO, CHILE) _____	328
Daniele, Linda ¹ , Pincetti, Gianfranco ¹ , Morata, Diego ¹ , Reich, Martin ¹	328

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL PELIGRO DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA A PARTIR DE FUENTES PUNTUALES EN EL PARTIDO DE GENERAL PUEYRREDÓN, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Lima, M. Lourdes ^{1,2,3}; Barilari, Agustina ^{1,2,3}; Corleto, Bárbara ¹; Alborno, Daniel ¹; Massone, Héctor ^{1,2}; Fresta, Paula ¹; Pertini, Ignacio ¹; Damiano, Fernanda ¹; Veras, Natalia ¹

¹ Universidad FASTA- Facultad de Ingeniería. Gascón 3145, 7600 Mar del Plata.

² Universidad Nacional de Mar del Plata-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario-CIC. Funes 3350, 7600 Mar del Plata

³ CONICET, Av. Rivadavia 1917, C.A.B.A.

Email: lourlimas@gmail.com

Resumen

Todo el conglomerado socio-económico del Partido de General Pueyrredón se abastece exclusivamente de agua subterránea. En este trabajo se propuso una metodología para evaluar el peligro potencial de contaminación de cada fuente puntual en relación con el agua subterránea. La primera etapa de identificación, inventario y mapeo de las fuentes puntuales de contaminación se realizó mediante ArcGIS 9.3. La evaluación del peligro potencial de contaminación del agua subterránea se determinó a partir de considerar la profundidad de la misma, la distancia a los pozos de abastecimiento de agua potable y un peso potencial de contaminación que considera 9 categorías cualitativas, tomadas y adaptadas de la bibliografía. Se clasificó en 3 categorías de peligro de contaminación a cada fuente puntual: baja, moderada y alta peligrosidad. Las fuentes puntuales identificadas y categorizadas fueron 1) Industrias, 2) Laguna de Efluentes, 3) Basureros/Rellenos Sanitarios, 4) Almacenamiento subterráneo de Hidrocarburos, 5) Cavas ladrilleras, 6) Canteras, 7) Cría intensiva de animales y 8) Cementerios. Se reconocieron un total de 841 puntos. El trabajo realizado permitió contar con una primera evaluación del peligro de contaminación del agua subterránea para el Partido.

Palabras claves: Agua subterránea, contaminación puntual, gestión de recursos hídricos.

Abstract

General Pueyrredon 's socio-economic conglomerate is supplied exclusively by groundwater. This paper proposes a methodology to assess the potential pollution hazard of each point source in relation to groundwater. The first stage of identification, inventory and mapping of pollution point sources was performed by using ArcGIS 9.3. Assessing the potential risk of groundwater pollution was determined by considering the depth of it, the distance to the wells supplying drinking water and a potential pollution weight that considers nine qualitative categories, taken and adapted from the literature. Each point source was classified in three pollution hazard categories: low, moderate and high hazard. The point sources identified and categorized were: 1) Industries; 2) Lagoon effluents; 3) Dumps / Landfills; 4) Underground storages of hydrocarbons ; 5) Brickworks cavas; 6) Quarries; 7) Intensive rearing of livestock; and 8) Cemeteries. A total of 841 point sources were recognized. A first assessment of the potential groundwater pollution for the District was obtained thanks to the development of this paper.

Keywords: Groundwater, point pollution, water resources management.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

La gestión ambiental del territorio del Partido de General Pueyrredón reconoce como uno de sus propósitos esenciales el procurar un uso sustentable de los recursos hídricos subterráneos (único recurso disponible en el sudeste bonaerense) y también el cuidado del mismo frente al peligro de contaminación.

El peligro de contaminación del agua subterránea puede definirse como la probabilidad que un acuífero experimente impactos negativos a partir de una actividad antrópica dada, hasta un nivel tal que su agua subterránea se torne inaceptable para el consumo humano. Esto puede evaluarse a partir de la interacción entre carga contaminante aplicada (real o potencial) y la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación (Massone y Martínez, 2008). Esta última variable puede ser determinada a partir de aproximaciones metodológicas que son bien conocidas (Auge, 2004), mientras que la identificación de carga contaminante y su localización espacial presenta dos dificultades principales: a diferencia de la variable anterior, su evaluación se corresponde más con el desarrollo de métodos "ad-hoc" en función de cada caso de estudio y por lo general comprende un importante trabajo de interacción con informantes y verificación a campo; en este sentido, Zaporozec (2004), presenta una gama de alternativas de diferente grado de precisión que han servido como orientación general de este trabajo. En segundo lugar, tradicionalmente se ha avanzado mucho más con la identificación, valoración y localización espacial de las fuentes difusas (especialmente actividad agrícola) que con las puntuales; en estas últimas, y para el caso de estudio que se presenta, existía información parcial y fragmentada en diversos inventarios pertenecientes a diferentes organismos gubernamentales, sin una valoración unificada y en soportes de dificultosa actualización.

El término "fuente puntual" alude, según la Clean Water Act (EPA, 2015), a cualquier emisión discernible, confinada y discreta, incluyendo pero no limitada, a cualquier tubería, zanja, canal, túnel, conducto, pozo, fisura discreta, contenedores, material rodante, cría intensiva de ganado y otros de donde los contaminantes son o pueden ser descargados.

El problema que intenta abordar este trabajo es la necesidad de contar con herramientas sencillas que permitan discriminar en un territorio áreas o sectores con diferente potencialidad de contaminación del agua subterránea y así generar una herramienta que sea de apoyo a la toma de decisiones.

Ubicación y caracterización del área de estudio

El área de estudio seleccionada es el Partido de General Pueyrredón, ubicado al sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (Figura 1), entre los 37° 70' y los 38° 02' de latitud Sur y los 57° 52' y los 58° de longitud Oeste. Tiene una superficie de 1.460 km². Limita al noreste con el partido de Mar Chiquita, al noroeste con el Partido de Balcarce, al sureste con el Mar Argentino y al suroeste con el Partido de General Alvarado. El Partido de General Pueyrredón tiene una población de 620.000 habitantes, y Mar del Plata, su ciudad cabecera, posee más de 614.000 habitantes.

Si bien la economía del Partido se encuentra liderada por la actividad turística, también tiene un sector industrial importante vinculado principalmente a la alimentación, textil y metalmecánica. Como principal puerto pesquero del país, Mar del Plata desembarca toneladas anuales de pescado, que son procesadas en plantas locales. La actividad minera está relacionada con las canteras de cuarcita, conocida como "piedra Mar del Plata". También posee un destacado cordón frutihortícola dado que sus tierras se caracterizan por un alto contenido de materia orgánica y brindan amplias condiciones para el cultivo de cereales, oleaginosas, hortalizas y frutas, así como para la cría de ganado bovino y ovino. La cría intensiva de animales es principalmente avícola y en segundo lugar porcina. La población del partido se abastece de agua potable subterránea a través de una red de pozos distribuida en todo el territorio del Partido.

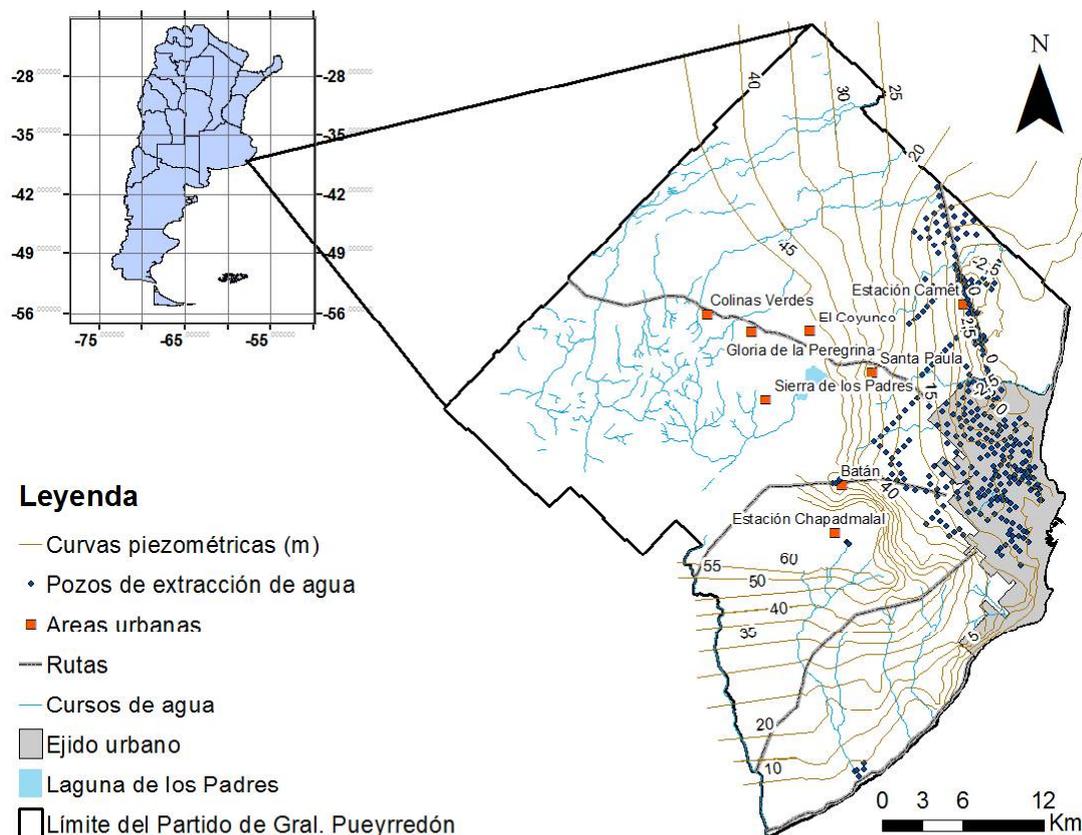


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio con sus curvas piezométricas y pozos de extracción de agua.

El objetivo del trabajo es proponer una metodología para evaluar el peligro potencial de contaminación del agua subterránea en el Partido de General Pueyrredón, en relación a las fuentes puntuales relevadas dentro del mismo.

METODOLOGÍA

En primer lugar, se identificaron y mapearon las fuentes puntuales potencialmente contaminantes para el agua subterránea según su distribución espacial dentro del Partido. Industrias, Lagunas de Efluentes, Sitios de disposición final de Residuos Sólidos, Sitios de Almacenamiento subterráneo de Hidrocarburos, Cavas ladrilleras, Canteras, Establecimientos de cría intensiva de animales y Cementerios fueron las seleccionadas. En los casos en los cuales la información disponible no contemplaba las coordenadas de posicionamiento, la ubicación espacial de la fuente puntual se realizó mediante Google Earth y/o reconocimiento de campo. Cada tipo de fuente se ingresó como una capa en un Sistema de Información Geográfica mediante ArcGIS 9.3. (ESRI, 2012). En el caso de la capa de industrias, dada su complejidad tanto cuantitativa como cualitativa, se realizó un agrupamiento por rubro y se las categorizó con un valor potencial de contaminación, siguiendo lo propuesto por Foster et al. (2002). Se clasificaron el total de las industrias en 20 categorías relacionadas con el rubro, y se identificó el tipo y las características del efluente líquido que emiten las mismas, así como también las estaciones de servicio y los cementerios. A continuación se presenta la tabla 1 donde puede visualizarse cada actividad con el tipo de efluente que genera (directo o indirecto, según sea producido por el proceso productivo o por lavado o filtraciones) y los contaminantes más significativos que contiene dicho efluente (Barilari, 2015).

Tabla 1. Tipo de contaminante por rubro

Actividad	Tipo de Efluente		Contaminantes				
	Directo ¹	Indirecto ²	Carga Orgánica	Grasas	Hidrocarburos	Metales Pesados	Sólidos en Suspensión
Estaciones de Servicio	X				X	X	
Cementerios	X		X				
Industrias	Productos de panadería, pastas, prepizzas, comidas y otros	X	X				
	Procesado de pescado y productos marinos	X	X				
	Frigoríficos y fabricación de chacinados y embutidos	X		X	X		X
	Verduras y Hortalizas	X		X			
	Bebidas	X		X			X
	Lácteos	X		X	X		
	Fábrica de Hielo		X ³				
	Tostado y Torrado de Café	X		X			
	Lavanderías y Lavaderos	X					X
	Fabricación de productos electrónicos		X			X	
	Gases comprimidos						
	Sustancias y productos químicos		X ⁴				
	Industria metalúrgica		X			X	X
	Carpintería						
	Derivados del petróleo, carbón, caucho y plástico		X			X	
	Talleres mecánicos		X			X	X
	Textiles	X					X
Farmacéutica	X		X				
Materiales de construcción	X					X	

Nota: ¹Directo: efluente generado por el proceso productivo- ²Indirecto: efluente generado por infiltraciones o por lavado o barrido de planta- ³En las fábricas de hielo los efluentes indirectos pueden provenir de un incorrecto mantenimiento de los equipos o del estancamiento de agua por fugas. Pueden contener en este caso algún rastro de hidrocarburos- ⁴En este caso el efluente indirecto dependerá, de las materias primas que utilicen en el proceso productivo.

Para determinar la peligrosidad de contaminación a partir de potenciales fuentes puntuales, se consideró:

1. Profundidad del agua subterránea en el sitio de cada fuente puntual, teniendo en cuenta los siguientes intervalos: ≤ 5 ; 5-15; 15-30; ≥ 30 (metros).
2. La distancia de los pozos de extracción de agua para consumo humano de la empresa Obras Sanitarias MGP, respecto de cada fuente puntual. Para este caso, se definieron los siguientes intervalos de distancias al pozo más cercano: 0-50; 50-100; ≥ 100 (metros).
3. Asignación de índice de vulnerabilidad del sitio a cada fuente puntual a partir de una tabla de doble entrada (Tabla 2) donde se cruzaron las profundidades y distancias antes definidas. Se fijó una escala de 1 a 5 para determinar el peso de cada interacción, donde 5 representa el peor de los casos (Profundidad del Acuífero ≤ 5 y Distancia al pozo más cercano 0-50) y 1 representa el caso más favorable (Profundidad del Acuífero ≥ 30 y Distancia al pozo más cercano ≥ 100)
4. El índice potencial del peligro de contaminación del agua subterránea se obtuvo a partir de la multiplicación del índice de vulnerabilidad del sitio y del peso asignado a cada fuente

puntual en el inventario de carga contaminante, siguiendo el índice de Mazurek (Foster et al., 2002).

$$Ip = Ivs * Pfp$$

Ip= Índice potencial del peligro de contaminación del agua subterránea.

Ivs= Índice de vulnerabilidad del sitio.

Pfp= Peso por carga contaminante de la fuente puntual.

Por último, cada fuente puntual según el *Ip* se clasificó en 3 categorías de peligro de contaminación: baja (0-15), moderada (15-30) y alta peligrosidad (≥ 30). Los mapas se obtuvieron mediante el software ArcGIS 9.2.

Tabla 2. Índice de vulnerabilidad

Profundidad Acuífero (metros)	Distancia al pozo más cercano (metros)		
	0-50	50-100	≥ 100
≤ 5	5	4	4
5 -15	4	4	3
15-30	3	2	2
≥ 30	2	2	1

RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

A través de la identificación y la valoración de las fuentes puntuales de contaminación, se ha obtenido un índice potencial del peligro de contaminación del agua subterránea (*Ip*) en el Partido de General Pueyrredón, a partir de considerar la profundidad del agua subterránea, la distancia a los pozos de abastecimiento de agua potable y el peso potencial de contaminación considerado en Massone et al. (2015) para cada fuente puntual.

Los resultados del índice potencial del peligro de contaminación del agua subterránea (*Ip*) se muestran en las figuras 3, 4 y 5. Los porcentajes de peligrosidad de cada categoría se detallan en la tabla 3, que se expone a continuación:

Tabla 3. Porcentaje de Peligrosidad

Actividad	Total	Peligrosidad (%)		
		Baja	Moderada	Alta
Industrias	548	49.63	49.45	0.92
Lagunas de Efluentes	7	28.57	71.43	---
Basureros/ Rellenos Sanitarios	6	---	50.00	50.00
Almacenamiento Subt. de Hidrocarburos	93	---	57.00	43.00
Cavas Ladrilleras	113	61.95	38.05	---
Canteras	19	63.16	38.84	---
Cría intensiva de animales	51	23.53	76.47	---
Cementerios	4	100.00	---	---

CONCLUSIONES

En este trabajo se ha vinculado la información existente en un inventario de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea, con la profundidad del agua subterránea y con la proximidad de los pozos de abastecimiento de agua, para evaluar preliminarmente la peligrosidad de contaminación de dicho recurso, a través del índice calculado.

El trabajo realizado ha permitido identificar que las fuentes puntuales que presentan alta peligrosidad de contaminación son los Basureros/Rellenos Sanitarios, Almacenamiento Subterráneo de Hidrocarburos y en menor medida las Industrias. Si bien las industrias muestran en su gran mayoría baja a moderada peligrosidad, se encuentran algunas con alta

peligrosidad ubicadas en la zona del puerto pesquero de Mar del Plata. El resto de las fuentes puntuales ubicadas en la zona rural del Partido presentan baja a moderada peligrosidad. Esta herramienta es de gran utilidad para la toma de decisiones vinculadas a la gestión ambiental local, ya que significará para las autoridades locales, si bien se debe seguir analizando y discutiendo en función de lograr una mayor precisión, un recurso para identificar las actividades que presenten una mayor peligrosidad de contaminación del acuífero, a la hora de atender cuestiones referentes al ordenamiento territorial y a la instalación de nuevos establecimientos.

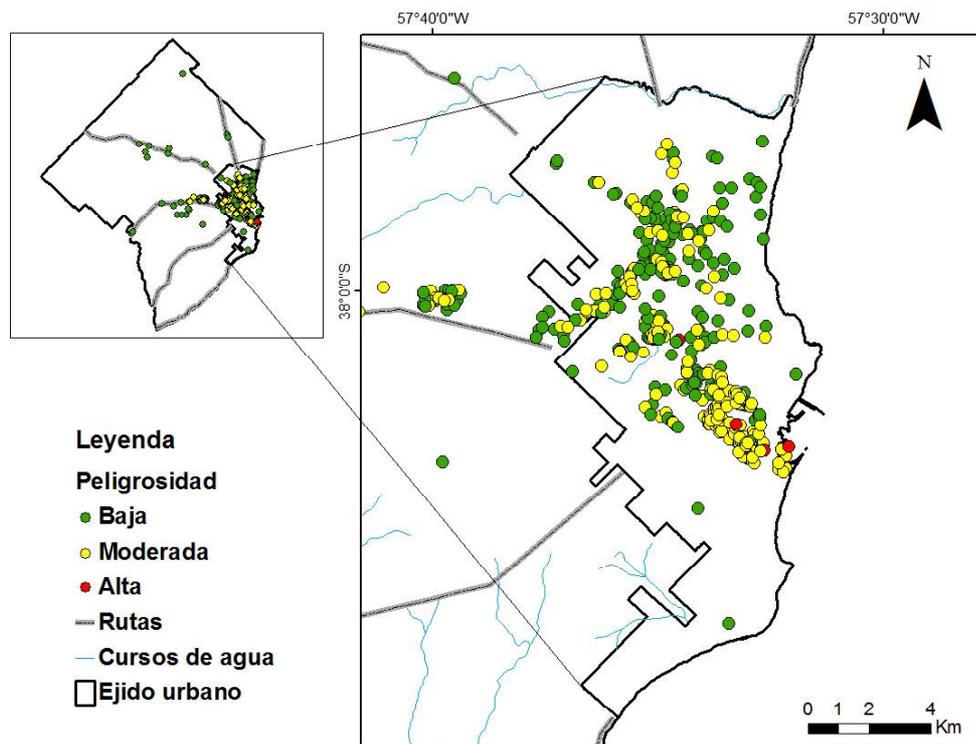


Figura 3. Índice de peligrosidad de contaminación del agua subterránea en Industrias.

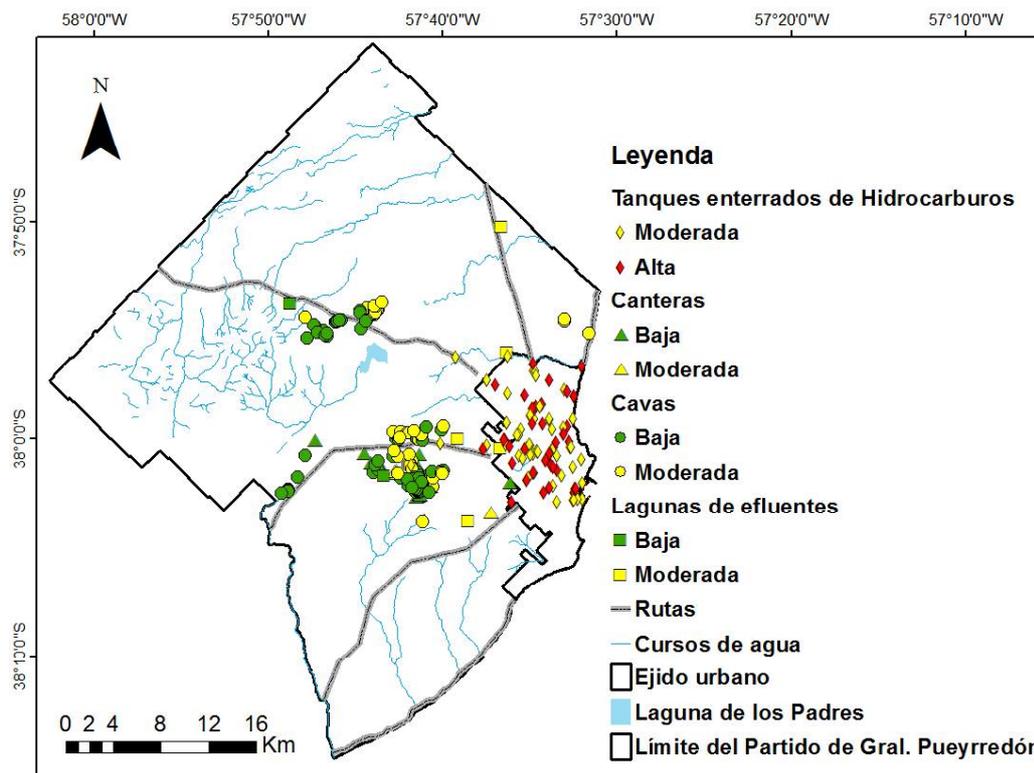


Figura 4. Índice de peligrosidad de contaminación del agua subterránea en Tanques enterrados de Hidrocarburos, Canteras, Cavas y Lagunas de Efluentes.

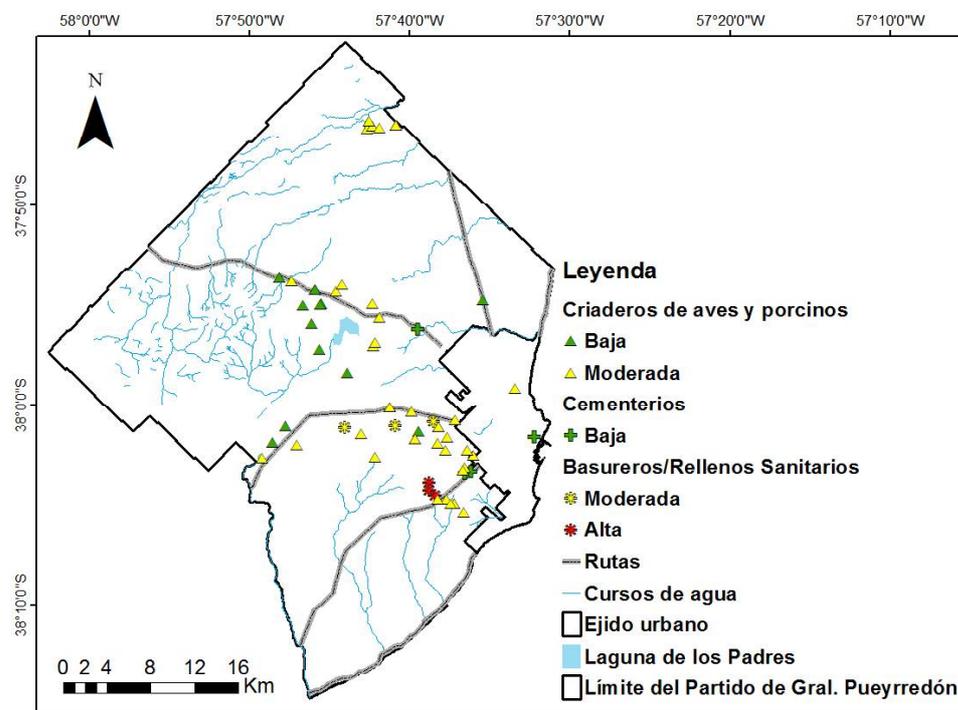


Figura 5. Índice de peligrosidad de contaminación del agua subterránea en Criaderos, Basureros/Rellenos Sanitarios y Cementerios.

REFERENCIAS

- Auge M.** 2004. Vulnerabilidad de acuíferos. Conceptos y Métodos. Buenos Aires. <http://www.gl.fcen.uba.ar/investigacion/grupos/hidrogeologia/auge/Vulnerabilidad-Conceptos.pdf>
- Barilari A.** 2015. Inventario y evaluación de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea en Mar del Plata, Argentina, como instrumento de ayuda a la toma de decisiones. Tesis de Maestría en Gestión y Auditorías Ambientales. FUNIBER.
- EPA.** 2015. Agencia de Protección Ambiental. En: <http://www2.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-water-act>
- ESRI.** 2012. Environment System Research Institute. Home page: <http://www.esri.com>.
- Foster S, Hirata R, Gomes D, D'Elia M, Paris M.** 2002. Protección de la calidad del agua subterránea. Guía para empresas de agua, autoridades municipales y agencias ambientales, Washington D.C., Banco Mundial.
- Massone H, Martinez D.** 2008. Consideraciones metodológicas acerca del proceso de gestión del impacto y riesgo de contaminación de acuíferos. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, ISSN 1692-3324. Volumen 7, número 12, enero-junio 2008 Páginas: 9-21.
- Massone H, Corleto B, Albornoz D, Lima L, Pertini I, Damiano F, Barilari A, Fresta P.** 2015. Inventario de fuentes puntuales de contaminación potencial del agua subterránea. Caso de estudio Mar del Plata. En: Duarte, O.; Díaz, E. y G. Carñel (comps.) Anales del XXV Congreso Nacional del Agua. Trabajos completos en CD, resúmenes en libro de resúmenes. ISBN 978-987-27407-4-0, 422 pp.
- Zaporozec A.** 2004. Groundwater Contamination Inventory. A methodological Guide. IHP-VI, Series on Groundwater NO.2